



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

*«Εκτίμηση επικινδυνότητας παράκτιας περιοχής Αγίου
Κωνσταντίνου-Αρκίτσας (Ν. Φθιώτιδας) στους παράκτιους
κινδύνους»*



Πτυχιακή εργασία του *Μποβέρου Αθανάσιου-Παναγιώτη*

Αθήνα, Ιούλιος 2014

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

*«Εκτίμηση επικινδυνότητας παράκτιας περιοχής Αγίου Κωνσταντίνου-
Αρκίτσας (Ν. Φθιώτιδας) στους παράκτιους κινδύνους»*

Πτυχιακή εργασία του Μποβέρου Αθανάσιου-Παναγιώτη

Μέλη Τριμελούς Επιτροπής:

Καρύμπαλης Ευθύμιος (Αναπληρωτής Καθηγητής, επιβλέπων καθηγητής)

Χαλκιάς Χρήστος (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Σαπουντζάκη Καλλιόπη (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια)

Αθήνα, Φεβρουάριος 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	8
Εισαγωγή	8
1.1 Η αναγκαιότητα εκτίμησης της παράκτιας επικινδυνότητας – CVI	8
1.2 Δομή εργασίας.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	11
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΟΜΟΥ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	11
2.1 Γεωγραφική θέση περιοχής μελέτης.....	11
2.2 Δημογραφικά στοιχεία	13
2.3 Γεωλογία-Τεκτονική	15
2.3.1 Γεωλογία	15
2.3.2 Τεκτονική	18
2.3.3 Σεισμικότητα	22
2.4 Κλιματολογικά και Μετεωρολογικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης	23
2.4.1 Θερμοκρασία	24
2.4.2 Υγρασία.....	25
2.4.3 Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα	26
2.4.4 Άνεμοι	27
2.5 Χρήσεις γης.....	28
2.6 Χλωρίδα και πανίδα.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	31
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ-ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ.....	31
3.1 Ορισμός φυσικών καταστροφών	31
3.2 Είδη φυσικών καταστροφών	33
3.3 Κλιματική Αλλαγή.....	36
3.4 Σενάρια κλιματικής αλλαγής.....	39
Ποιες αλλαγές προβλέπονται για τη Μεσόγειο;.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο.....	44

4.1 Θαλάσσια στάθμη-ορισμός.....	44
4.2 Αίτια μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης.....	44
4.3 Ενδείξεις μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης.....	46
4.4 Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Τεταρτογενές.....	47
4.5 Μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης της Μεσογείου τον τελευταίο αιώνα....	49
4.6 Μελλοντική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης.....	51
4.7 Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	54
Υπολογισμός του ΔΠΕ για την παράκτια ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα	54
5.1 Γεωμορφολογία.....	57
5.2 Παράκτια κλίση.....	59
5.3 Ρυθμός Διάβρωσης/Προέλασης της ακτογραμμής.....	62
5.4 Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης.....	65
5.5 Μέσο Παλιρροιακό εύρος.....	67
5.6 Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος.....	70
5.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.....	74
Στόχος παρούσας μελέτης.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	78
Μέτρα προστασίας των παράκτιων περιοχών.....	78
Παραδείγματα προστατευτικών έργων των ακτών.....	79
Περιορισμός αρνητικών επιπτώσεων παράκτιας διάβρωσης.....	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	84
Συμπεράσματα-Συζήτηση.....	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	87
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	89
Διαδίκτυο.....	90
Λογισμικά.....	91

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο «Εκτίμηση επικινδυνότητας παράκτιας περιοχής Αγίου Κωνσταντίνου-Αρκίτσας (Ν. Φθιώτιδας) στους παράκτιους κινδύνους», μου ανατέθηκε από τον Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Γεωγραφίας, κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, τον Οκτώβριο του 2013.

Με την εργασία αυτή, ολοκληρώνω το κύκλο σπουδών στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών στο τμήμα Γεωγραφίας. Έτσι θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές οι οποίοι με δίδαξαν και μου μετέδωσαν τις γνώσεις και τη δυνατότητα να συνδυάσω αυτές τις γνώσεις και να πραγματοποιηθεί αυτή η πτυχιακή εργασία.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Γεωγραφίας κ. Καρύμπαλη Ευθύμιο, ο οποίος ήταν και ο επιβλέπων καθηγητής αυτής της εργασίας. Τον ευχαριστώ θερμά, διότι χωρίς την πολύτιμη βοήθειά του, και καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου, δεν θα ήταν δυνατόν να ολοκληρωθεί αυτή η πτυχιακή εργασία.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Αναπληρωτές Καθηγητές, του τμήματος Γεωγραφίας, κ. Χαλκιά Χρήστο και κ. Σαπουντζάκη Καλλιόπη, για τις γνώσεις τις οποίες μου μετέδωσαν, όλα αυτά τα χρόνια πάνω στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και σε θέματα Περιφερειακής Ανάπτυξης, Στρατηγικού και Τοπικού Προγραμματισμού αντίστοιχα, που αποδείχθηκαν αναγκαίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Ακόμη, θα ήθελα να τους ευχαριστήσω, διότι ήταν πάντα παρόντες, όταν χρειάστηκα τη βοήθειά τους, για την επίλυση κάθε απορίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και την υποψήφια Διδάκτωρ κ. Βαλκάνου Κανέλλα για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, τα αδέρφια μου και σε όλη μου την οικογένεια για την αμέριστη ηθική υποστήριξη και βοήθεια που μου παρείχαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Με εκτίμηση,

Μποβέρος Αθανάσιος-Παναγιώτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια ο πλανήτης μας υπόκειται σε κλιματική αλλαγή, η οποία οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Ένα εμφανές έμμεσο αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η οποία επηρεάζει κυρίως τις παράκτιες περιοχές με ήπιο ανάγλυφο. Γι' αυτό λοιπόν, κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή μέτρων για την πρόληψη καταστροφών στις παράκτιες περιοχές της Ελλάδας, από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας, είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας στους παράκτιους κινδύνους της περιοχής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, στο νομό Φθιώτιδας. Για το λόγο αυτό υπολογίστηκε ο δείκτης παράκτιας επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index-CVI).

Για τον υπολογισμό του CVI χρειάστηκε να εκτιμηθούν οι παρακάτω παράγοντες, για την παράκτια ζώνη της περιοχής μελέτης:

1. η παράκτια γεωμορφολογία της περιοχής,
2. η παράκτια κλίση,
3. η διαχρονική διάβρωση/προέλαση της ακτογραμμής,
4. η σχετική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης,
5. το μέσο παλιρροιακό εύρος και
6. το μέσο σημαντικό ύψος κύματος.

Οι παραπάνω δείκτες, εκτιμήθηκαν, αλλά και επεξεργαστήκαν με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα με το λογισμικό Arc Gis 10.2.1. Με το ίδιο λογισμικό δημιουργήθηκαν και οι τελικοί χάρτες.

Για την εκπόνηση της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν τοπογραφικοί και γεωλογικοί χάρτες που καλύπτουν την περιοχή μελέτης. Οι πρώτοι ήταν κλίμακας 1:5000 και 1:50000. Οι χάρτες αυτοί ψηφιοποιήθηκαν για να δημιουργηθούν θεματικά επίπεδα και αυτά με τη σειρά τους να αποτελέσουν μία ψηφιακή βάση δεδομένων, για την κατηγοριοποίηση και χαρτογραφική απεικόνιση των παραμέτρων του δείκτη αλλά και τον τελικό υπολογισμό του.

Η εκτίμηση του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας που εκτιμήθηκε για ακτογραμμή 18,77km, έδειξε ότι ένα μήκος 9,92 km (52,85%) χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλής επικινδυνότητας ενώ ένα μήκος 2,52 km (13,43%) ανήκει στην κατηγορία υψηλής επικινδυνότητας. Τέλος, ένα μήκος 3,09 km (16,46%) έχει χαρακτηριστεί ως πολύ χαμηλής επικινδυνότητας.

ABSTRACT

The last years in our planet, anyone can see the climate changes, which have taken place. These changes are negative for Earth, mainly caused by the human activity and they lead to the sea-level to rise, which will affect coastal areas of low relief. So that is why is necessary the formulation of meters in order to protect and prevent the destruction of, the coastal areas, from the sea level rise.

The aim of this thesis is the assessment of the hazards in coastal area, Agios Konstantinos-Arkitsa (Fthiotida). For this reason Coastal Vulnerability Index (CVI), has been calculated.

In order to calculate the CVI the following factors had to be estimated:

1. Geomorphology of the coastal area,
2. Coastal slope
3. Shoreline erosion/accretion rate
4. Relative sea level rise rate
5. Mean tide range
6. Mean significant wave height

The above factors were estimated and processed with the use of Geographical Information Systems and particular using Arc Gis 10.2.1. With the same software the final maps were created.

For the research, were used topographic and geological maps (1:5000 and 1:50000). Digitizing these maps thematic layers were produced. From these layers a spatial database was created and organized.

As it comes out from the coastal vulnerability index, for a coastline of 18.77 km, 9.92 km (52.85%) have been classified as very high vulnerability, 2.52 km (13.43%) have been classified as high vulnerability and 3.09 km (16.46%) have been classified as very low vulnerability.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Η αναγκαιότητα εκτίμησης της παράκτιας επικινδυνότητας – CVI

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς και παρατηρείται ολοένα και περισσότερη συγκέντρωση πληθυσμού (λόγω αστικοποίησης), ανθρώπινων δραστηριοτήτων και χρήσεων γης στις παράκτιες περιοχές, την ίδια ακριβώς στιγμή που χαρακτηρίζονται ως περιοχές πολύ μεγάλης οικολογικής σημασίας και ταυτόχρονα επηρεάζονται από τις κλιματικές αλλαγές και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις που βασίζονται σε πρόσφατες έρευνες το 20,6% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε ζώνη πλάτους 30 χιλιομέτρων από την ακτογραμμή και το 37% σε ζώνη πλάτους 100 χιλιομέτρων από τη θάλασσα. (Μαντόγλου, 2001). Από τις παραπάνω εκτιμήσεις γίνεται σαφές ότι οι μελέτες για την κλιματική αλλαγή παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον όπως επίσης και η σωστή χωροταξική σχεδίαση των παράκτιων περιοχών.

Οι παράκτιες ζώνες, όπως είναι λογικό εξαρτώνται άμεσα από την εξέλιξη της ακτογραμμής (προέλαση ή διάβρωση). Επίσης, από τη μελλοντική υποχώρηση της ακτογραμμής μπορεί να υπάρξουν δυσμενείς συνθήκες στο περιβάλλον, στα δημόσια έργα, ακόμα και απώλειες ανθρώπινων ζωών. Συνεπώς είναι πολύ μεγάλης σημασίας οι προβλέψεις σχετικά με την εξέλιξη της ακτογραμμής, έτσι ώστε οι αρμόδιες αρχές να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα διαχείρισης των παράκτιων περιοχών υψηλού κινδύνου.

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

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Δ.Π.Ε.) είναι ένας από τους ευρέως διαδεδομένους δείκτες εκτίμησης της επικινδυνότητας των παράκτιων περιοχών στους φυσικούς κινδύνους, τόσο στην Ελλάδα, όσο και στο εξωτερικό. Για τον

υπολογισμό αυτού του δείκτη χρειάζεται ο υπολογισμός έξι παραγόντων που αφορούν τα φυσικο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά των παράκτιων περιοχών. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής: η παράκτια γεωμορφολογία της περιοχής, η παράκτια κλίση, η προέλαση-διάβρωση της ακτογραμμής, το μέσο παλιρροιακό εύρος, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης. (Δουκάκης, 2007).

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

1.2 Δομή εργασίας

Όπως προαναφέρθηκε, ο βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η κατηγοριοποίηση των ακτών της περιοχής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσας, ως προς την επικινδυνότητά τους στους παράκτιους κινδύνους εφαρμόζοντας το Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγή για το θέμα το οποίο διαπραγματεύεται η εργασία, καθώς και μια σύντομη αναφορά για το πώς θα δομηθεί η εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναπτύσσονται τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

Το τρίτο καθώς και το τέταρτο κεφάλαιο, εστιάζονται στα προβλήματα που λαμβάνουν χώρα στον πλανήτη μας, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η κλιματική αλλαγή, που επηρεάζει την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύεται ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας, και γίνεται ο υπολογισμός του, μέσω της ανάλυσης των επιμέρους παραμέτρων του.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρατίθενται κάποια μέτρα για την προστασία των παράκτιων περιοχών, όπως επίσης και μερικά παραδείγματα από τις ελληνικές ακτές οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη επικινδυνότητα στους παράκτιους κινδύνους.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα.

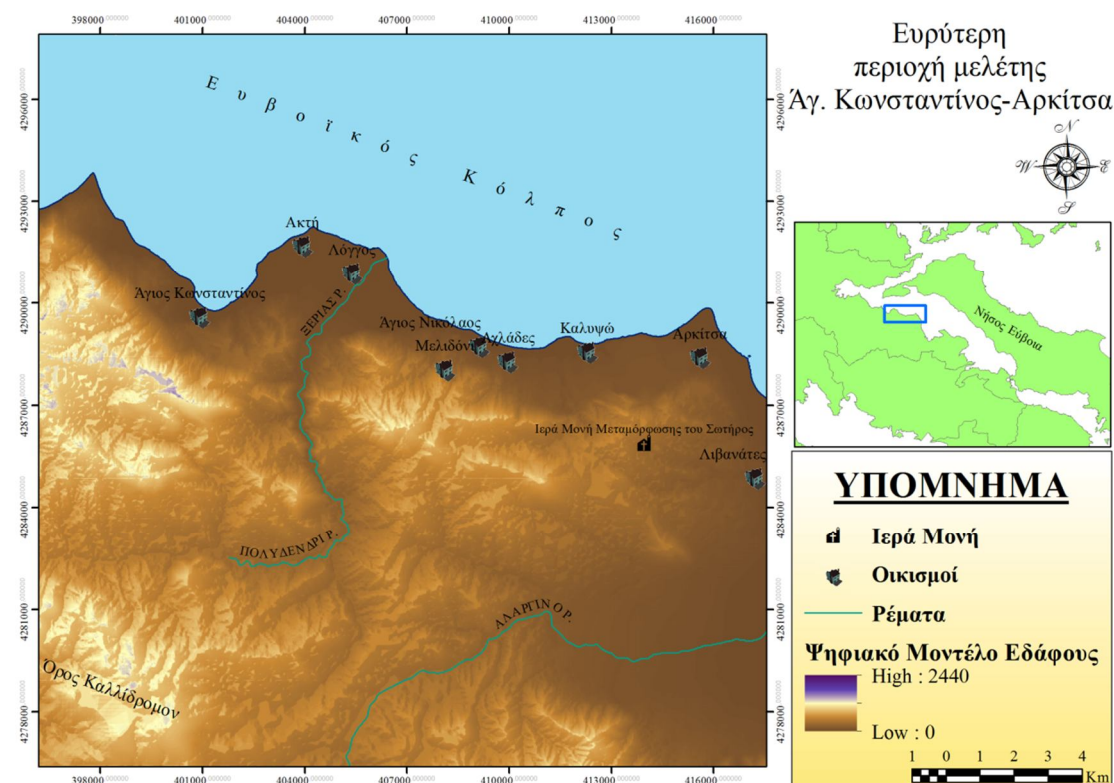
Στο τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΟΜΟΥ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ

2.1 Γεωγραφική θέση περιοχής μελέτης

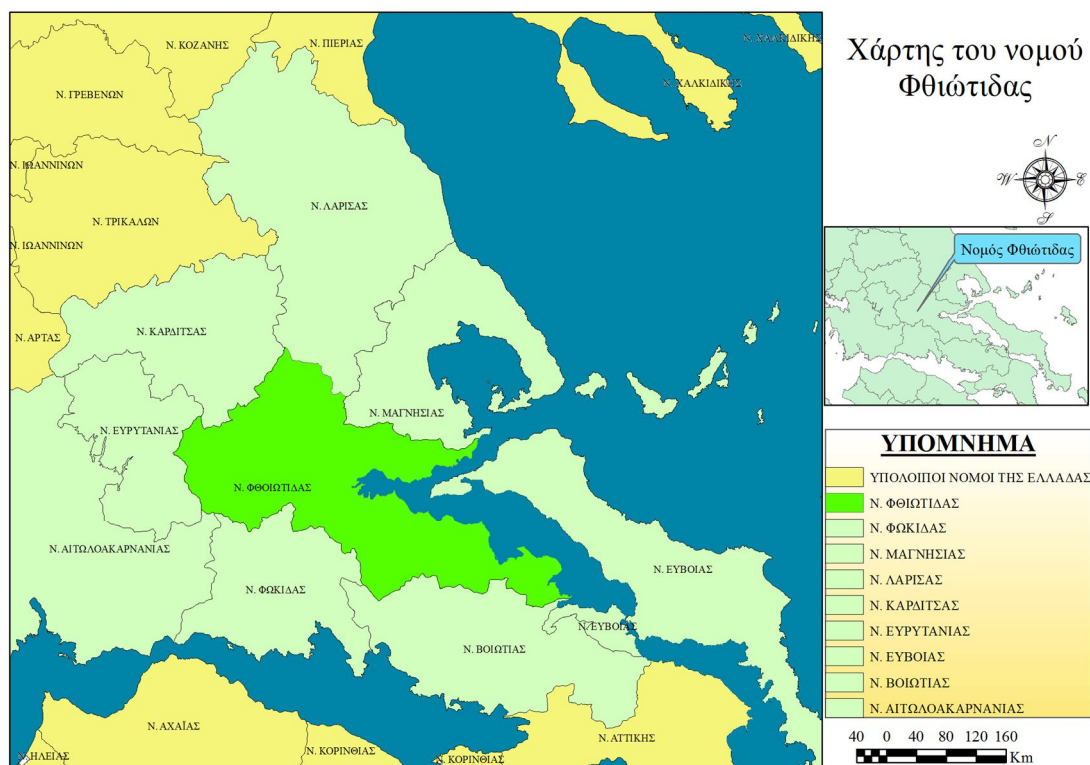
Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο νομό Φθιώτιδας και συγκεκριμένα στο νοτιοανατολικό τμήμα του νομού. Οι δήμοι και οι κοινότητες που περιλαμβάνονται στην περιοχή μελέτης είναι ο Άγιος Κωνσταντίνος, η Ακτή, ο Λόγγος, ο Άγιος Νικόλαος, οι Αχλάδες, η Καλυψώ, και η Αρκίτσα. Ο νομός Φθιώτιδας ανήκει στην περιφέρεια Στερέας Ελλάδας και βρέχεται από το Μαλιακό και Ευβοϊκό κόλπο.



Χάρτης 1: Περιοχή μελέτης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο νομός Φθιώτιδας συνορεύει στα ανατολικά μέσω του Ευβοϊκού κόλπου με το νομό Ευβοίας, στα νότια με το νομό Βοιωτίας και Φωκίδας, στα νοτιοδυτικά με το νομό Αιτωλοακαρνανίας, στα δυτικά με τους νομούς Ευρυτανίας και Καρδίτσας, στα βόρεια με το νομό Λάρισας και τέλος στα βορειοανατολικά συνορεύει με το νομό Μαγνησίας (Χάρτης 2).



Χάρτης 2: Συνορεύοντες νομοί με το νομό Φθιώτιδας / Πηγή: Ιδία επεξεργασία.

Η έκταση του νομού είναι 4441 km² και μέχρι την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης (Ιανουάριος 2011) αποτελούνταν από 25 δήμους, ενώ σήμερα ο αριθμός αυτός έχει μειωθεί κατά 18 δήμους. Έτσι, ο νομός Φθιώτιδας αποτελείται σήμερα από τους εξής 7 δήμους:

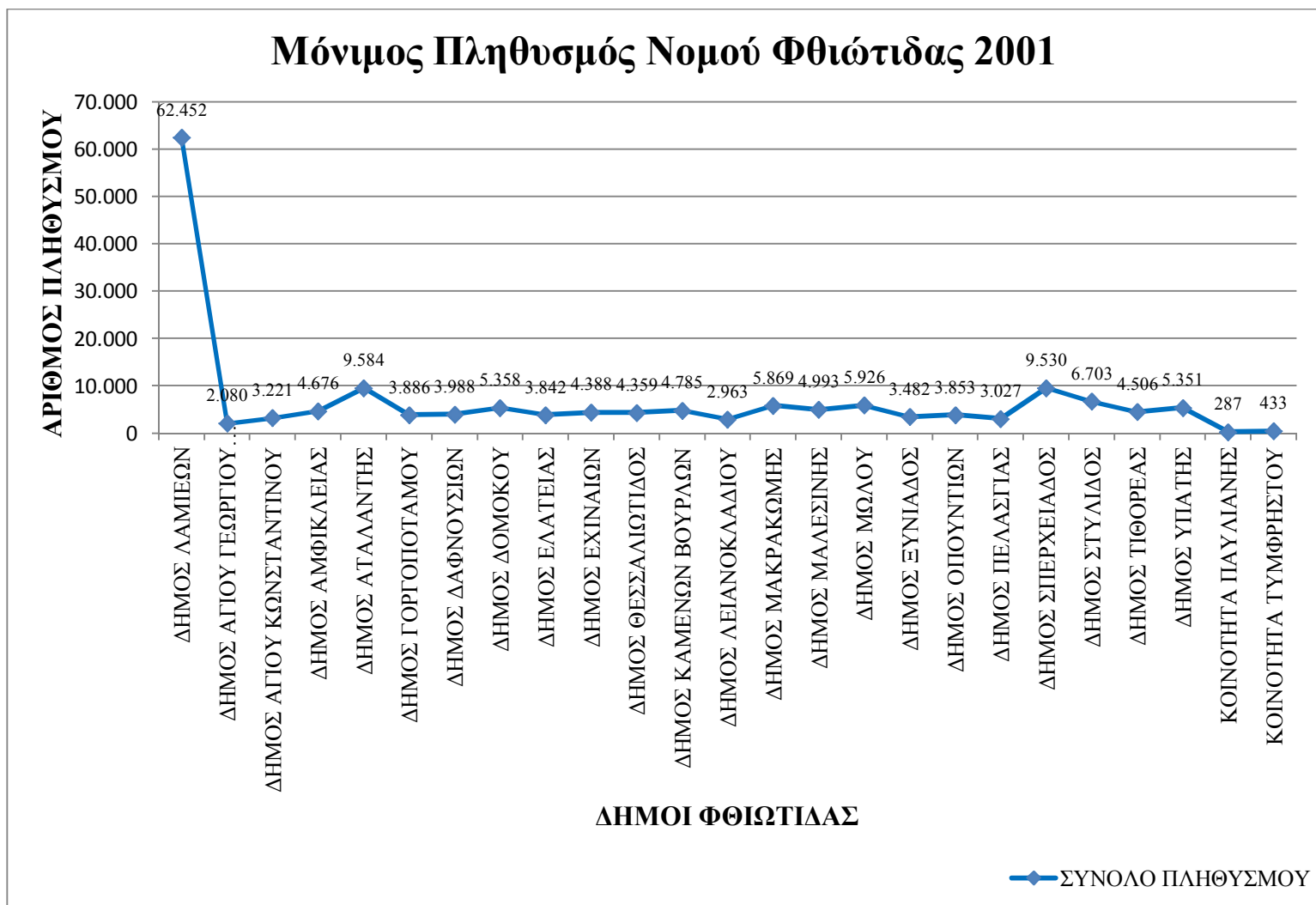
1. Δήμος Αμφίκλειας-Ελάτειας
2. Δήμος Δομοκού
3. Δήμος Λαμιέων
4. Δήμος Λοκρών
5. Δήμος Μακραλώμης
6. Δήμος Μώλου-Αγίου Κωνσταντίνου
7. Δήμος Στυλίδος

Παρότι η περιοχή μελέτης, είναι πεδινή, ένα μεγάλο τμήμα του νομού Φθιώτιδας είναι ορεινό. Κάποιοι από τους ορεινούς όγκους που ανήκουν στο νομό είναι το όρος Όθρη (υψόμετρο 1726μ.) στα σύνορα με το νομό Μαγνησίας. Στα σύνορα με το νομό Βοιωτίας βρίσκονται τα όρη Οίτη (υψόμετρο 2152μ.), Παρνασσός (υψόμετρο 2457μ.) και Βαρδούσια (υψόμετρο 2437μ.). Άλλοι ορεινοί όγκοι είναι ο Τυμφρηστός, η Οξιά, το Καλλίδρομο, οι Άγιοι Θεόδωροι, το Χλωμό κ.α.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από κανονικά ρήγματα, τα οποία έχουν διεύθυνση Α-Δ και ΒΔ-ΝΑ, αποτελούν το νότιο όριο του βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου, άρα και το νότιο περιθώριο της λεκάνης του Σπερχειού (100km μήκος) (Goldsworthy et. al.2001).

2.2 Δημογραφικά στοιχεία

Ο μόνιμος πληθυσμός του νομού Φθιώτιδας ανέρχεται σήμερα στους 158231 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, μειωμένος κατά 11311 κατοίκους από την απογραφή του 2001 (169542 κάτοικοι). Στη συνέχεια, παρατίθενται τα διαγράμματα που αφορούν τον μόνιμο πληθυσμό του νομού Φθιώτιδας κατά τις δύο τελευταίες απογραφές (2001 και 2011), όπως αυτά προέκυψαν από τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Εταιρίας.

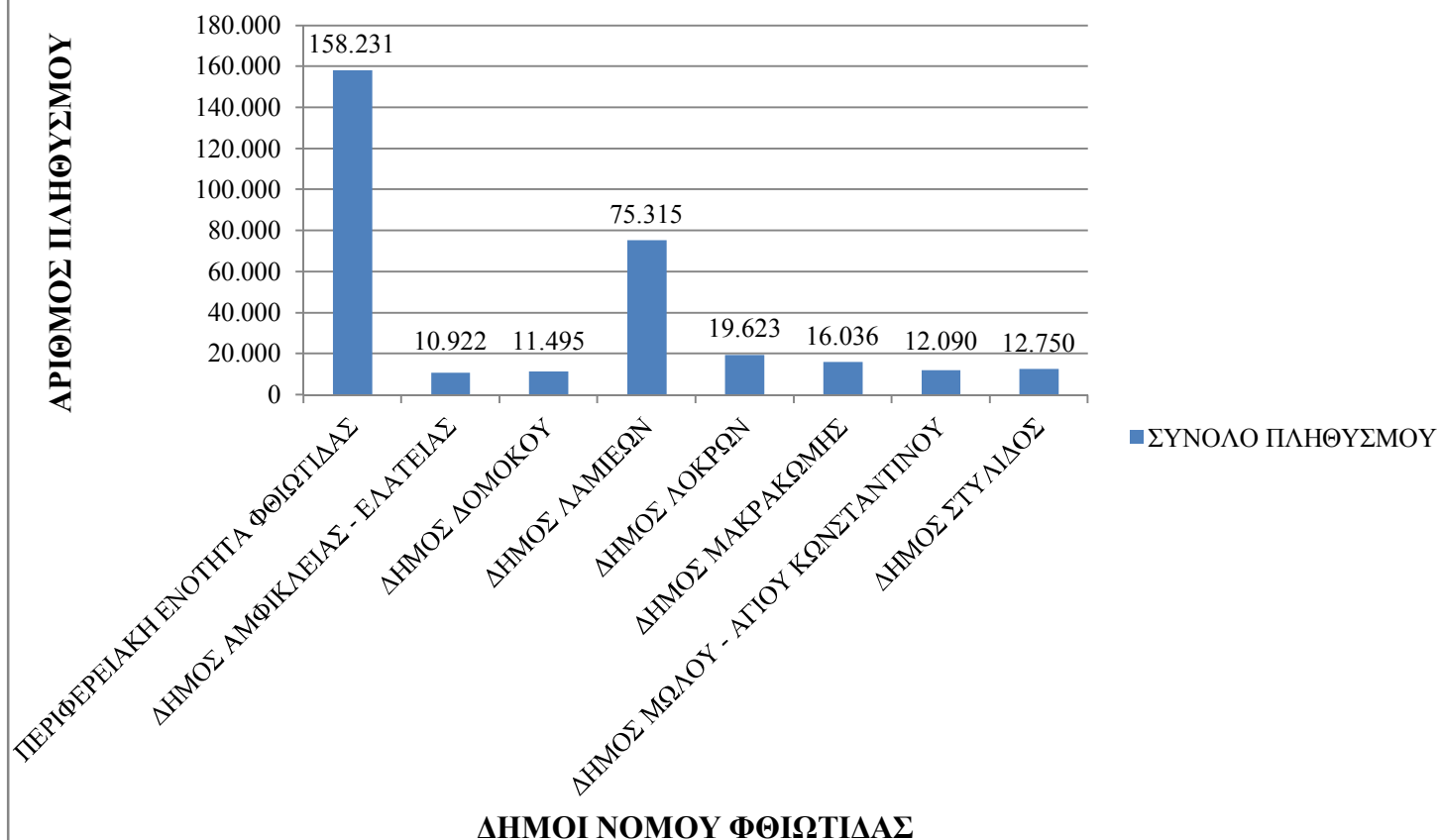


Διάγραμμα 1: Μόνιμος πληθυσμός Νομού Φθιώτιδας για το έτος 2001

Πηγή: www.statistics.gr (ΕΛΣΤΑΤ)/ Ιδία επεξεργασία

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού παρατηρείται φυσικά στο δήμο Λαμιέων, αφού αποτελεί και την πρωτεύουσα του νομού Φθιώτιδας. Την δεύτερη και τρίτη θέση καταλαμβάνουν αντίστοιχα οι δήμοι Αταλάντης και Σπερχειάδος. Αντιθέτως τη μικρότερη πληθυσμιακή συγκέντρωση παρουσιάζουν οι κοινότητες Τυμφρηστού και Παυλιανής.

Μόνιμος πληθυσμός Νομού Φθιώτιδας 2011



Διάγραμμα 2: Μόνιμος πληθυσμός νομού Φθιώτιδας για το έτος 2011

Πηγή: www.statistics.gr (ΕΛΣΤΑΤ)/ Ιδία επεξεργασία

Λόγω της εφαρμογής του προγράμματος Καλλικράτης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι δήμοι του νομού Φθιώτιδας από 25 μειώθηκαν στους 7. Όσον αφορά, όμως τη συγκέντρωση του πληθυσμού και πάλι η μεγαλύτερη παρατηρείται στο δήμο Λαμιέων, ακολουθούμενος από το δήμο Λοκρών. Τέλος, χαμηλότερη συγκέντρωση παρατηρείται στο δήμο Αμφίκλειας-Ελάτειας.

Η προς μελέτη περιοχή, σύμφωνα με το πρόγραμμα Καποδίστριας περιλαμβάνει τους δήμους Αγίου Κωνσταντίνου και Δαφνουσίων, με συνολικό μόνιμο πληθυσμό 7209 κατοίκους, ενώ με το πρόγραμμα Καλλικράτης ανήκει στους δήμους Μώλου-Αγίου Κωνσταντίνου και Λοκρών, με συνολικό μόνιμο πληθυσμό 31713 κατοίκους. Η αύξηση που παρατηρείται στους ανωτέρω δήμους δεν είναι φυσική, αλλά οφείλεται στην συγχώνευση δύο ή περισσότερων δήμων σε έναν μεγαλύτερο.

Στους ανωτέρω δήμους, Μώλου-Αγίου Κωνσταντίνου και Λοκρών συμπεριλαμβάνονται περιοχές, όπως οι Ακτή, Λόγγος, Αρκίτσα (λιμάνι) και Καλυψώ, οι οποίες είναι εκτεθειμένες στους παράκτιους κινδύνους, όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια της έρευνας.

2.3 Γεωλογία-Τεκτονική

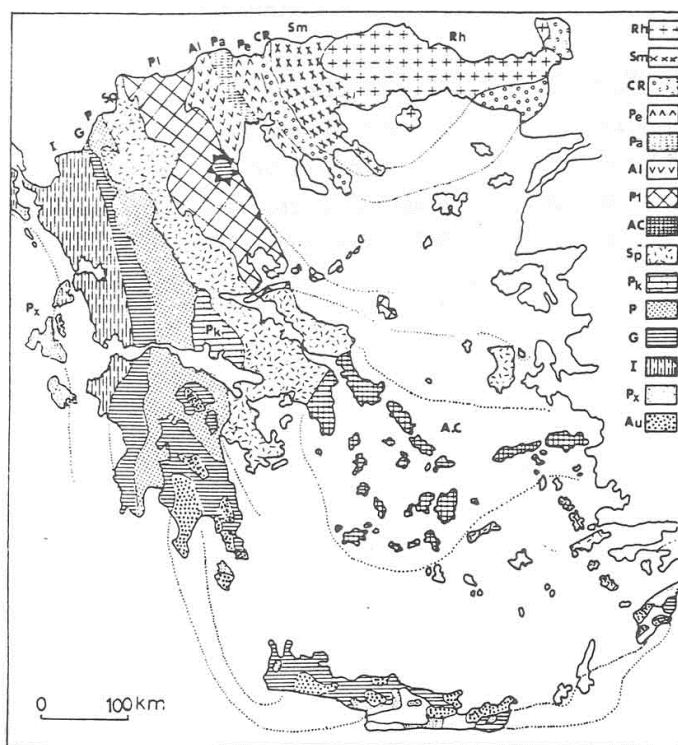
2.3.1 Γεωλογία

Η περιοχή μελέτης (Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα) βρίσκεται στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο και αποτελεί τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης Καμένα Βούρλα-Αρκίτσα και το άκρο της λεκάνης του Σπερχειού.

Η ρηξιγενής ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα βρίσκεται μέσα στην μεταλπική λεκάνη του Σπερχειού, η οποία συνιστά τη διείδυση της τάφρου του Βόρειου Ευβοϊκού στην ξηρά. Στην ρηξιγενή αυτή ζώνη συναντώνται αλπικά και μεταλπικά πετρώματα, εκ των οποίων τα μεταλπικά έχουν ανυψωθεί έναντι των αλπικών κατά 600-700m περίπου.

Τα αλπικά πετρώματα της περιοχής μελέτης μας αποτελούνται από ασβεστόλιθους και οφιόλιθους Υποπελαγικής ζώνης. Τα μεταλπικά πετρώματα της περιοχής μελέτης κάλυψαν τα αλπικά πετρώματα με νέα ιζήματα, κυρίως άμμος, μάργες, άργιλοι, χαλίκια (Πλειόκαινο), παράκτιες και θαλάσσιες αποθέσεις κώνοι κορημάτων (Τεταρτογενές). (Παυλίδης κ.α., 2004).

Η Υποπελαγονική ενότητα καταλαμβάνει το δυτικό τμήμα της Πελαγονικής ενότητας και έχει διεύθυνση ίδια με αυτή των Ελληνίδων Οροσειρών, δηλαδή ΒΔ-ΝΑ. Η Υποπελαγονική ενότητα:



Εικόνα 1: Χάρτης γεωλογικών ζωνών Ελλάδας/Sp: Υποπελαγονική ζώνη

Πηγή: http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg871y/ch3/sxima_17.jpg

αρχίζει από την Αλβανία, διατρέχει τον κορμό της Ελλάδας, περιλαμβάνονται σε αυτή τμήματα της Δυτικής Θεσσαλίας και της Ανατολικής Ελλάδας.

Εμφανίσεις της παρατηρούνται:

- στα νησιά Σαλαμίνα, Ύδρα και
- στην Ανατολική Πελοπόννησο.

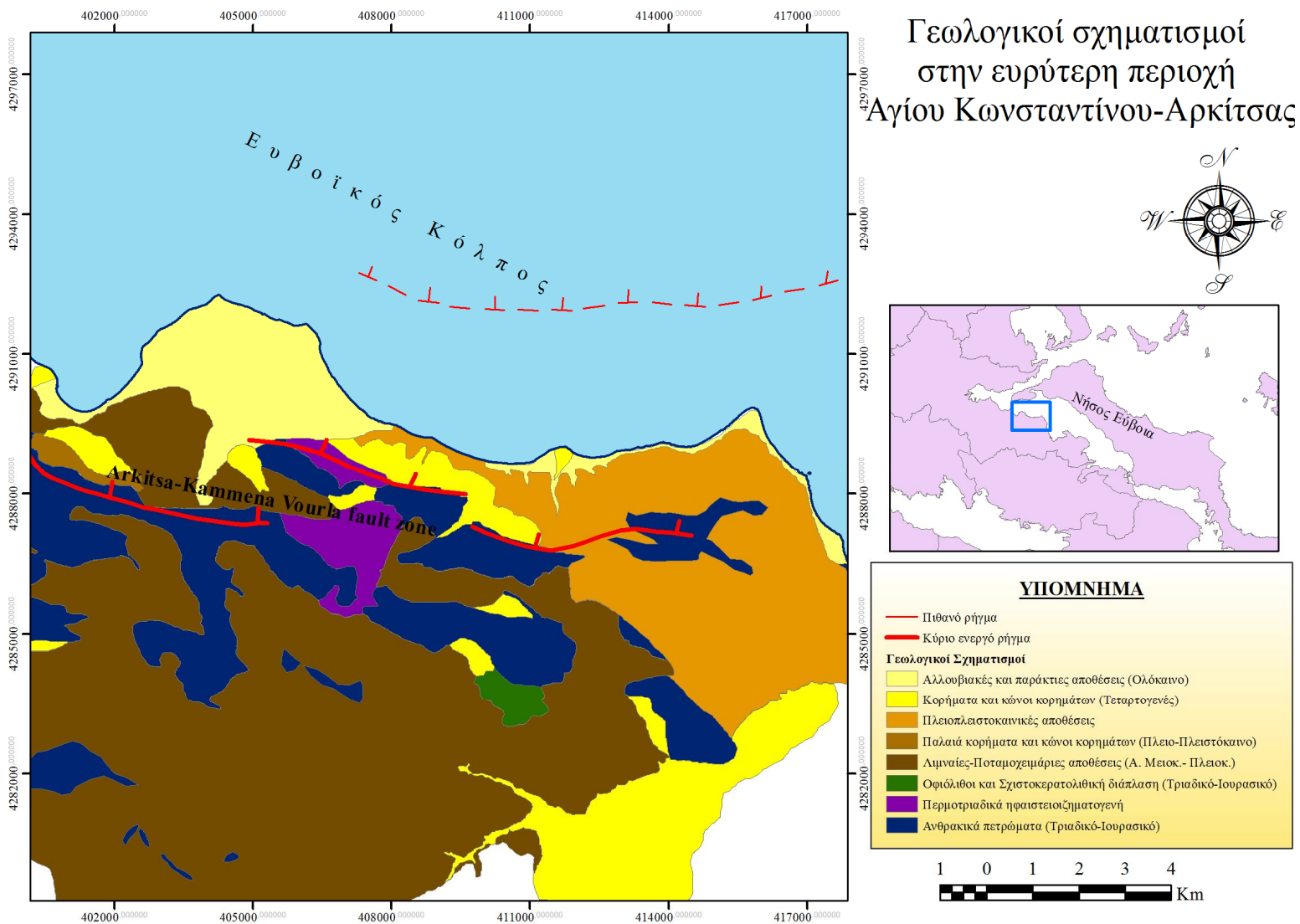
Η ενότητα αυτή είχε χαρακτηριστεί από τους Rentz και Μαρίνο ως Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας, τον όρο Υποπελαγονική τον πήρε από τον Aubouin το 1959 για να υπογραμμίσει την στενή λιθοστρωματογραφική συσχέτισή της με την Πελαγονική ενότητα.

Αποτελείται από νηριτικής φάσεως ασβεστολίθους οι οποίοι υποδεικνύουν μετάβαση από μια νηριτική φάση επί της Πελαγονικής ενότητας προς την πελαγική φάση απόθεσης ασβεστολίθων στην ενότητα της Πίνδου.

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Υποπελαγονικής ενότητας είναι οι μεγάλες οφιολιθικές μάζες, οι οποίες συνδέονται με μια σχιστοκερατολιθική διάπλαση, η οποία έχει πολύ μεγάλη εξάπλωση. (Γεωδυναμική και Γεωτεκτονική Εξέλιξη του Αλπικού Συστήματος στον Ελληνικό Χώρο, ΑΠΘ)

Στην περιοχή μελέτης, όπως φαίνεται και στον γεωλογικό χάρτη που ακολουθεί, στην παράκτια περιοχή παρατηρούνται Ολοκαινικές αλλουβιακές αποθέσεις, καθώς και ένα τμήμα με κώνους κορημάτων, οι οποίοι αποτέθηκαν κατά το Τεταρτογενές. Ακόμη, σε τμήμα της παράκτιας ζώνης και συγκεκριμένα στην κοινότητα του Αγίου Νικολάου, συναντώνται Πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας αποθέσεις.

Όσον αφορά, την ενδοχώρα, το μεγαλύτερο τμήμα καλύπτεται από λιμναίες-ποταμοχειμάρειες (Ανώτερο Μειόκαινο.-Πλεόκαινο) και Πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις, όπως παρατηρείται στο βορειοανατολικό τμήμα του χάρτη, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό αποτελείται από, οφιόλιθους και Περμοτριάδικα ηφαιστιογενή πετρώματα. Τέλος διάσπαρτα παρατηρούνται ανθρακικά πετρώματα από την εποχή του Τριαδικού-Ιουρασικού.



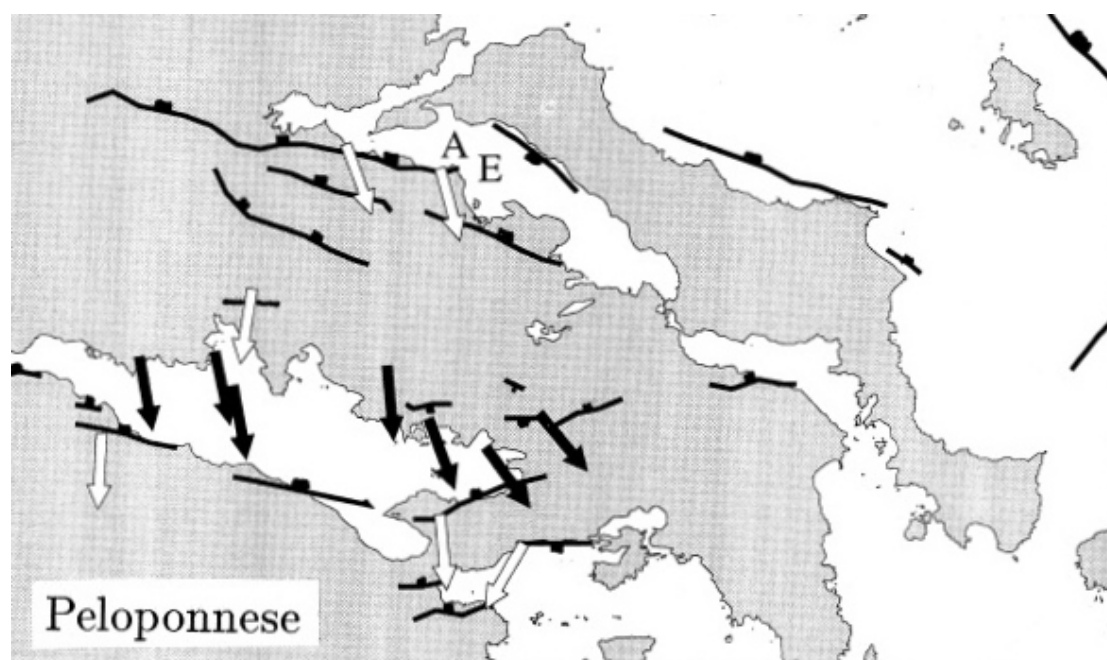
Χάρτης 3: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης βασισμένος σε γεωλογικό χάρτη του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

2.3.2 Τεκτονική

Ο Βόρειος Ευβοϊκός Κόλπος, όπου ανήκει και η περιοχή Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, συνιστά μια τεκτονική τάφρο, η οποία δημιουργήθηκε την εποχή του Τεταρτογενούς, από τη δράση κανονικών ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ έως ΔΒΔ-ΑΝΑ. Επιπλέον, αποτελεί τμήμα μιας πολύ γρήγορα εφελκούμενης ευρύτερης περιοχής, που περιλαμβάνει το Αιγαίο πέλαγος και τη Δυτική Τουρκία. Ακόμα, επηρεάζεται τεκτονικά από δύο πεδία τάσης. Το πρώτο είναι η προέκταση του ρήγματος της Ανατολίας (διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ) και το δεύτερο έχει διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ, η οποία είναι παράλληλη με την τάφρο του Κορινθιακού Κόλπου. (Papoulia et al., 2006).

Στο ΝΔ τμήμα του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου χωροθετούνται τα ενεργά (λόγω μορφολογικών και γεωτεχνικών στοιχείων, που υποδεικνύουν πρόσφατη δραστηριότητα) ρήγματα των Θερμοπυλών, Καμένων Βούρλων, Αγίου Κωνσταντίνου, Αρκίτσας, Καλλίδρομου και Αταλάντης. Οι διευθύνσεις των ενεργών και δυνητικά ενεργών ρηγμάτων είναι ΒΔ-ΝΑ και Δ-Α και είναι ίδιες με αυτή του σύγχρονου εφελκυσμού στο Αιγαίο, ενώ υπάρχει η πιθανότητα ενεργών ρηξιγενών ζωνών διεύθυνσης ΝΔ-ΒΔ. (Papoulia et al., 2006).



Εικόνα 2: Χάρτης της Στερεάς Ελλάδας, όπου φαίνονται κανονικά ρήγματα του Τεταρτογενούς καθώς και οι φορείς ολίσθησης, οι οποίοι μετρώνται σε επιφάνειες ρηγμάτων (λευκά βέλη) και από σεισμούς (μαύρα βέλη). Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της κίνησης της νότιας πλευράς σε σχέση με το βορρά.

Πηγή: (Jackson & McKenzie, 1999).

Στην περιοχή μελέτης (Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα) συναντάται η ρηξιγενής ζώνη Αρκίτσας, η οποία αποτελεί ένα τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης Καμένα Βούρλα-

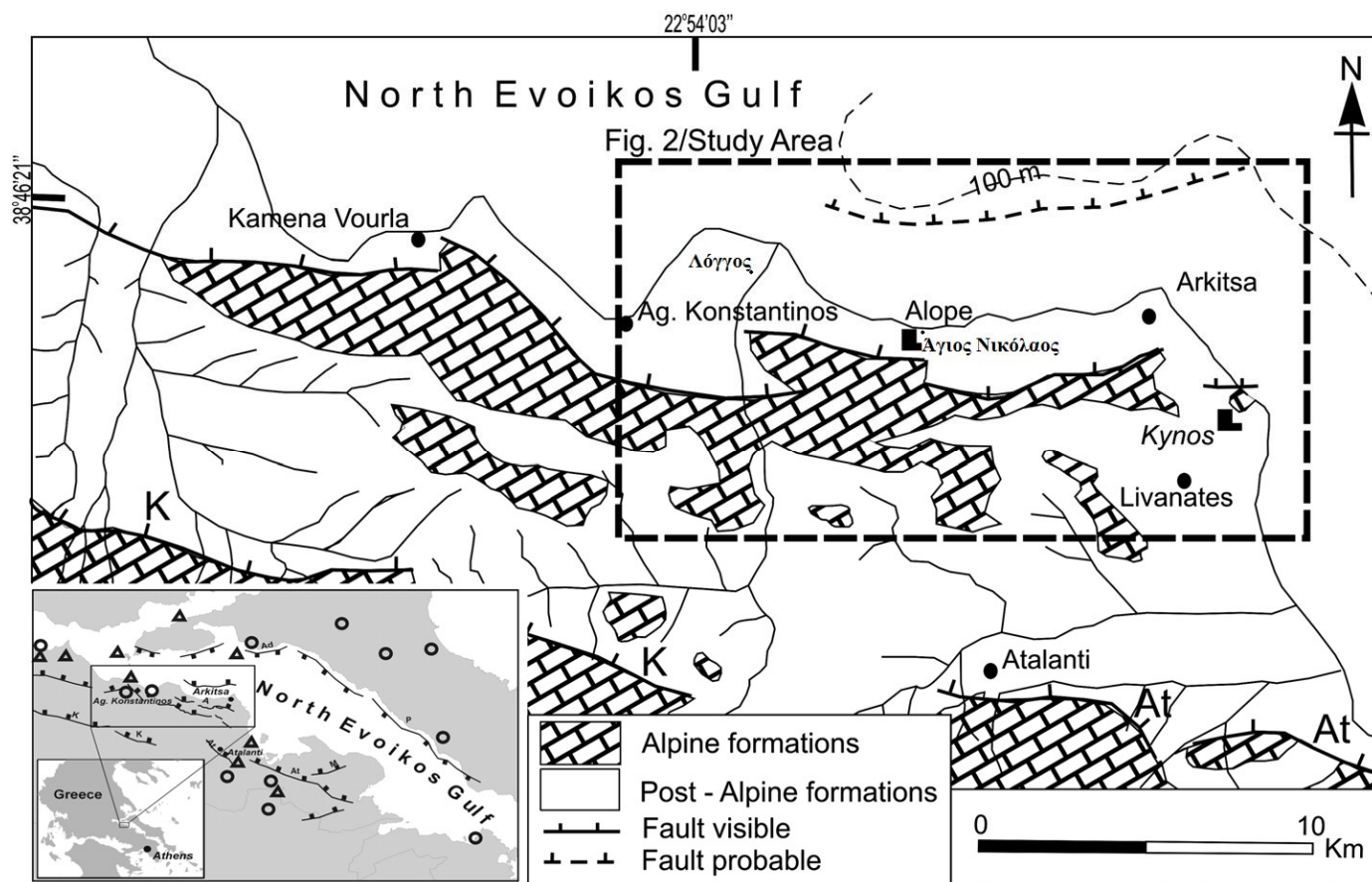
Αρκίτσα και του Βόρειου Ευβοϊκού Κόλπου (άρα κατ' επέκταση και το νοτιότερο περιθώριο της λεκάνης του Σπερχειού ποταμού). Πιο συγκεκριμένα, έχει μήκος περίπου 15-16 km και εμπεριέχει τρία επιμέρους τμήματα, με διευθύνσεις των τμημάτων να είναι έχουν ως εξής: ΑΝΑ-ΔΒΔ έως Α-Δ. Η ρηξιγενής ζώνη Αρκίτσας χωρίζεται στα τρία τμήματα της όπως αναγράφεται παρακάτω:

- Το πρώτο τμήμα, ξεκινάει Ν του Αγ. Κωνσταντίνου και συνεχίζει προς τα ανατολικά, με διεύθυνση ΑΝΑ-ΔΒΔ (107°) για 5 km,
- έπειτα, το δεύτερο τμήμα, έχει μήκος 4 km και ξεκινάει ΝΑ του Λόγγου, η διεύθυνση του ρήγματος παραμένει ως έχει (αλλά όμως στις 109°), έως τον οικισμό του Αγίου Νικολάου, όπου,
- αρχίζει το τρίτο τμήμα, το οποίο φτάνει περίπου τα 7 km σε μήκος και έχει διεύθυνση Α-Δ (80°). Το τελευταίο τμήμα τελειώνει νότια της Αρκίτσας, όπου βρίσκεται και το ανατολικό άκρο της ρηξιγενούς ζώνης που μελετάμε.

Όλα τα τμήματα της ρηξιγενούς ζώνης της Αρκίτσας κλίνουν προς το Βορρά και οι μέγιστες μετατοπίσεις για κάθε τμήμα είναι 400m, 140m, 220m, αντίστοιχα. Τα παραπάνω τμήματα φαίνονται και στους παρακάτω χάρτες. (Jackson & McKenzie, 1999).

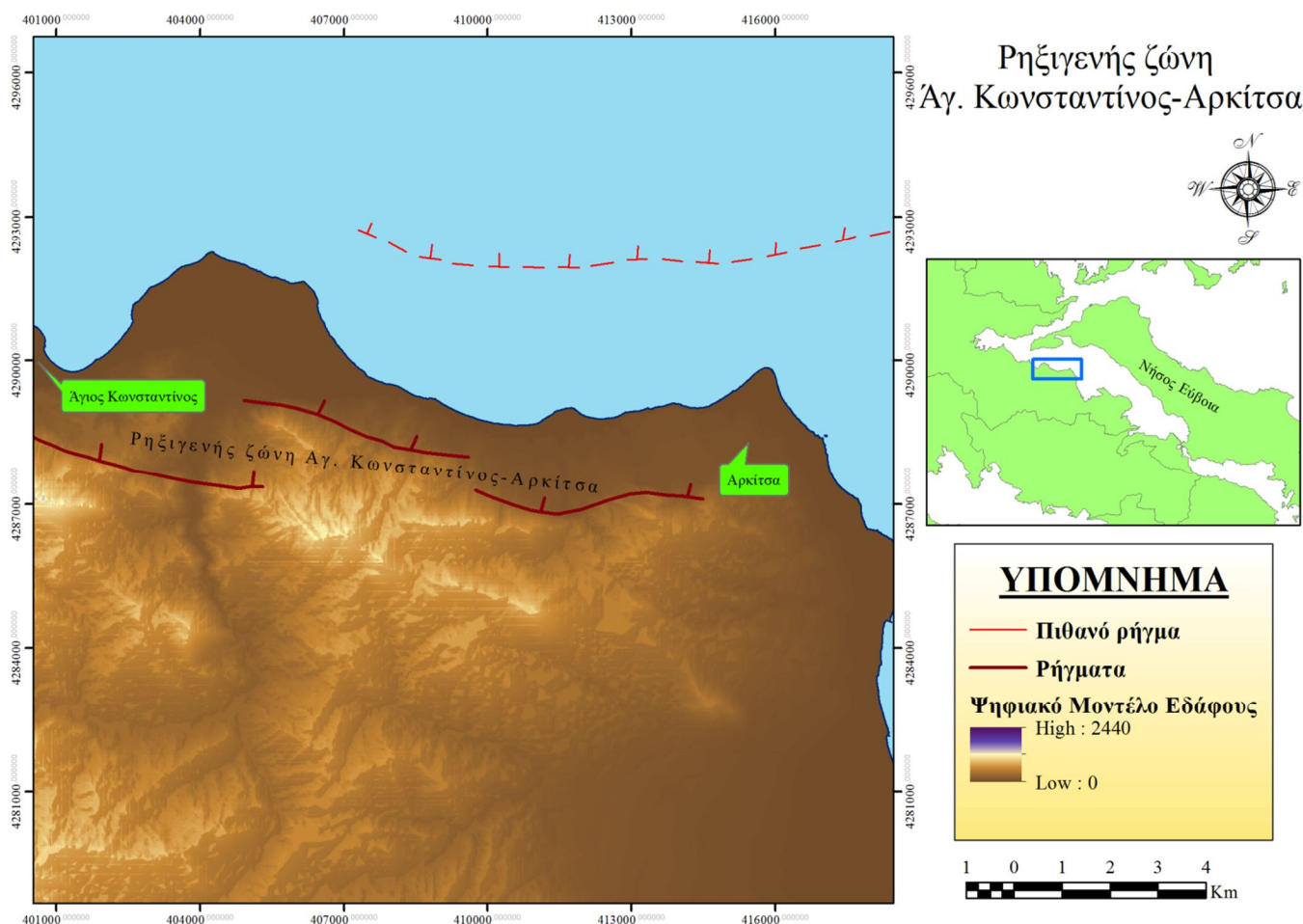
Τέλος το μέτωπο του ρήγματος της Αρκίτσας (καθρέφτης) είναι το πιο εκτεταμένο και καθαρό μέτωπο ρήγματος που παρατηρείται στην περιοχή μελέτης χωρίς να έχει διαβρωθεί σε μεγάλο βαθμό, εξ' αιτίας της πρόσφατης αποκάλυψής του, το 1996, λόγω λειτουργίας ενός λατομείου στην περιοχή. Το ρήγμα που αποκαλύφθηκε έχει ένα μέτωπο-καθρέφτη ρήγματος που φθάνει τα 50m και μήκος που ξεπερνάει 500m. Στην ρηξιγενή ζώνη που μελετάμε συναντάται ένα άλμα που ξεπερνά τα 300-400m.

Πρόκειται για ένα πάρα πολύ ενεργό ρήγμα, αλλά με αργή αλλαγή της διεύθυνσης ολίσθησης του ρήγματος κάτι που μπορεί να συμβαίνει, αλλά και να επαναλαμβάνεται μέσα από διαστήματα σεισμικής έξαρσης (γεγονός που υποδεικνύεται από την πρόσφατη αποκάλυψή του, την ασυμμετρία και την μικρή κύρτωση των ραβδώσεων της επιφάνειάς του). Το ρήγμα αυτό έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών πάνω στο θέμα για το πως δρουν τα νεοτεκτονικά της Ελλάδας και για το πώς αυτά αλλάζουν τη διεύθυνση τους έπειτα από σεισμικές εξάρσεις. (Jackson & McKenzie, 1999, Cundy A. et. al. 2010).



Εικόνα 3: Χάρτης ρηξιγενών ζωνών ευρύτερης περιοχής μελέτης. Στο τετράγωνο εμφανίζεται η περιοχή μελέτης.

Πηγή: Cundy A. et. al. 2010



Χάρτης 4: Ρήγματα περιοχής μελέτης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ρηξιγενής ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα αποτελεί τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης των Καμένων Βούρλων. Επιπροσθέτως, αποτελεί και το ενεργό τμήμα αυτής της ρηξιγενούς ζώνης, παρ' όλα αυτά δε συνδέεται με μεγάλους σεισμούς στο πέρασμα του χρόνου, όπως το ρήγμα της Αταλάντης. Το τμήμα αυτό είναι ακόμα νέο και δεν έχει εξεταστεί πλήρως ως προς την γεωδυναμική του και τους σεισμικούς κινδύνους από τις τεκτονικές δομές του. Πρέπει να αναφερθεί ότι έχει παρατηρηθεί μια παράκτια ανύψωση στην περιοχή του Αγίου Νικολάου. Για την ανύψωση αυτή δεν είναι υπεύθυνο το ρήγμα των Λιβανάτων, μπορεί όμως να εξηγηθεί είτε σαν ασεισμική (τοπική) ανύψωση, είτε να δημιουργήθηκε λόγω της ανύψωσης του τέμαχος ενός παράλληλου υποθαλάσσιου ρήγματος. (Cundy A. et. al. 2010).

2.3.3 Σεισμικότητα

Ο Βόρειος Ευβοϊκός Κόλπος κατακλύζεται από πολλά ρήγματα και όλη αυτή η τεκτονική δραστηριότητα, που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι φυσικό επακόλουθο να έχει προκαλέσει πολλά σεισμικά γεγονότα. (<http://kireas.org/evoikos.htm#rigmata>: Παπαιωάννου κ.α. 2004). Στην περιοχή μελέτης (Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα) έχουν υπάρξει ισχυροί ιστορικοί σεισμοί, αλλά κανένας τους δεν μπορεί να συνδεθεί με εγκυρότητα με τα ρήγματα της περιοχής μελέτης, αλλά και τα ρήγματα της ευρύτερης περιοχής.

Το μόνο ρήγμα που μπορεί να συνδεθεί με σεισμικό γεγονός είναι το ρήγμα της Αταλάντης, που συνδέεται με το σεισμό του 1894, στην Αταλάντη. Πέραν αυτού του σεισμικού γεγονότος υπάρχουν αναφορές για σεισμικά γεγονότα από τον Θουκιδίδη και το Στράβωνα, μεταξύ 5^{ου} και 3^{ου} αι. π.Χ., στην περιοχή του Μαλιακού κόλπου, τα οποία προκάλεσαν και θαλάσσια κύματα βαρύτητας (tsunami). Σύμφωνα με το Στράβωνα κατέρρευσαν 700 οικίες, καθώς και το παραθαλάσσιο τείχος, στην Αταλάντη δημιουργήθηκε ρήγμα. (Στράβωνας, Θουκιδίδης, meteonews.gr, 2013).

Έρευνες που έχουν λάβει χώρα με τη μέθοδο της χρονολόγησης απολιθωμάτων-ηλικίας περίπου 1,2 εκατομμύρια χρόνια (Ma)- τα οποία βρέθηκαν στη βάση ιζημάτων που αποτέθηκαν στη λεκάνη του Ρεγγινίου, είχαν σαν αποτέλεσμα (σύμφωνα με τους Ioakim και Rondoyanni, 1988) τα εξής:

- το σύστημα ρηγμάτων του Καλλίδρομου ήταν ενεργό στο Κατώτερο Τεταρτογενές και
- ότι η τεκτονική δραστηριότητα των παράκτιων ρηγμάτων των Καμένων Βούρλων και Αρκίτσας, επικεντρώθηκε σε αυτά τα τελευταία 1-2 εκατομμύρια χρόνια.

2.4 Κλιματολογικά και Μετεωρολογικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης

Η διαμόρφωση των κλιματολογικών συνθηκών ενός τόπου εξαρτάται από κάποιους παράγοντες, όπως θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, άνεμος. Οι παράγοντες αυτοί, θα πρέπει να μελετηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα (τριάντα έτη το λιγότερο), ούτως ώστε να μπορέσουμε να ορίσουμε το κλίμα μιας περιοχής.

Όσον αφορά την περιοχή μελέτης έχει ξηροθερμικό Μεσογειακό κλίμα. Οι παράγοντες, οι οποίοι καθόρισαν το κλίμα της περιοχής μελέτης αναφέρονται παρακάτω, όπως τους κοινοποιεί η ΕΜΥ και η περίοδος των δεδομένων είναι από το 1967 έως το 1997. Επειδή στην περιοχή μελέτης μου (Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα) δεν υπάρχει μετεωρολογικός σταθμός χρησιμοποιήθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα του κοντινότερου σταθμού που βρίσκεται στην Αλιάρτο. Στον παρακάτω πίνακα, παρατίθενται συνοπτικά τα μετεωρολογικά στοιχεία του σταθμού της Αλιάρτου.

Παράγοντες \ Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	3,2	3,6	4,9	7,9	12,1	15,9	17,8	17,3	14,4	10,9	7,1	4,3
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12	8,6
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	12	12,7	15,4	20,2	25,8	30,8	32,2	31,7	28,5	22,3	17,1	12,9
Μέση Μηνιαία Υγρασία	75	71,1	67,9	60,3	56,1	47,6	47,6	50,4	56,2	67,8	74,3	76
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	81	75,2	62,4	41,8	28,6	14,3	7	15,4	16,7	68,3	73	99,3
Συνολικές Μέρες Βροχής	12	12,1	11,2	8,3	6,2	3,5	2,2	2,4	3,3	8,4	9,4	12,4
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	Ν	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	4,3	4,8	4,8	4,9	4,5	4,7	4,9	4,5	4,2	3,9	3,3	3,8

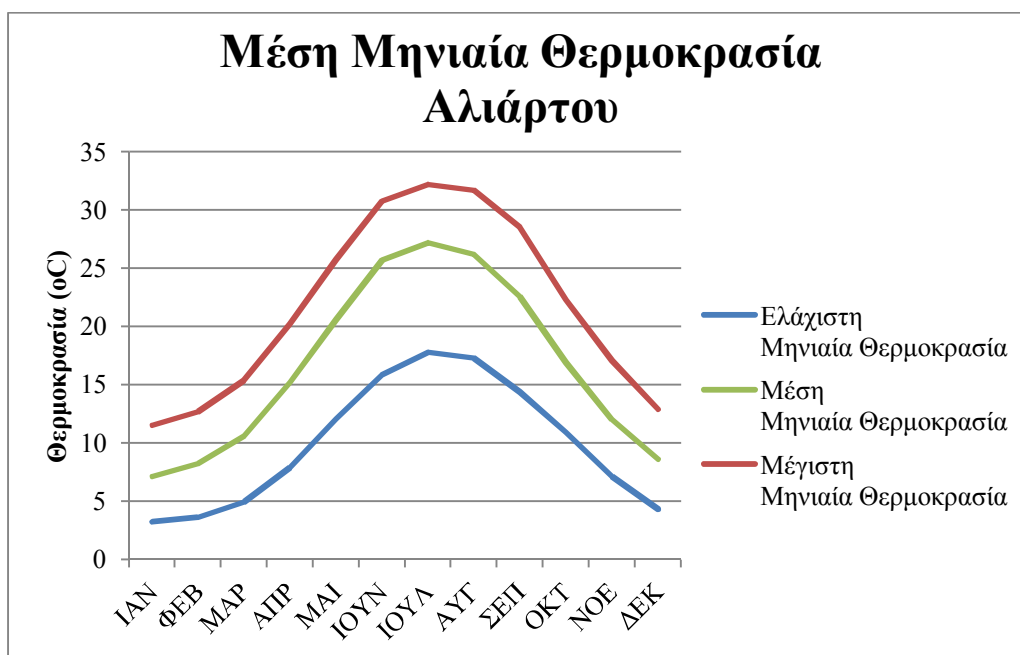
Πίνακας 1: Μέσες τιμές μετεωρολογικών παραμέτρων του μετεωρολογικού σταθμού Αλιάρτου

Ιδία επεξεργασία

Πηγή: ΕΜΥ (1967-1997)

2.4.1 Θερμοκρασία

Το κλίμα, όπως μπορούμε να διακρίνουμε μόνο από τον παράγοντα της θερμοκρασίας, είναι ήπιο με πολύ θερμό καλοκαίρι. Η μικρότερη μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιανουάριο στους 3,2° C, ενώ αντιθέτως η μεγαλύτερη μέση μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον μήνα Ιούλιο και φτάνει τους 32,2° C. Το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος, όπως προκύπτει από τις μέγιστες και τις ελάχιστες θερμοκρασίες είναι 11,8° C. Παρατίθεται το διάγραμμα κατανομής της θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 3:Ελάχιστη μέση και μέγιστη ετήσια θερμοκρασία, του μετεωρολογικού σταθμού της Αλιάρτου.

Ιδία επεξεργασία

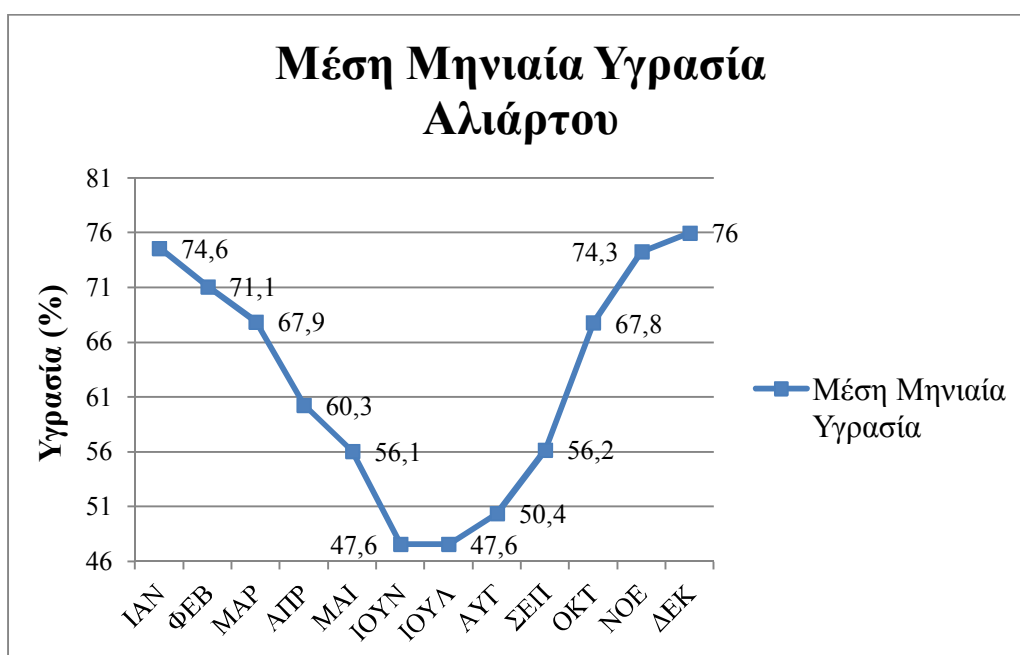
Πηγή: EMY (1967-1997)

2.4.2 Υγρασία

Υγρασία ορίζεται ως η ποσότητα των υδρατμών οι οποίοι περιέχονται σε ορισμένο όγκο αέρα και μετριέται συνήθως σε gr/m^3 . (Καπόπουλος)

Η υγρασία μιας περιοχής, παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας και του κλίματος. Επιπλέον, επηρεάζει άμεσα την υγεία των ανθρώπων της πανίδας και χλωρίδας ενός τόπου.

Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται πως μεταβάλλεται το ποσοστό της υγρασίας, ανά μήνα, μέσα σε ένα ημερολογιακό έτος, σύμφωνα με το μετεωρολογικό σταθμό της Αλιάρτου.



Διάγραμμα 4: Μέση τιμή της ετήσιας υγρασίας, σύμφωνα με το μετεωρολογικό σταθμό Αλιάρτου.

Ιδία επεξεργασία

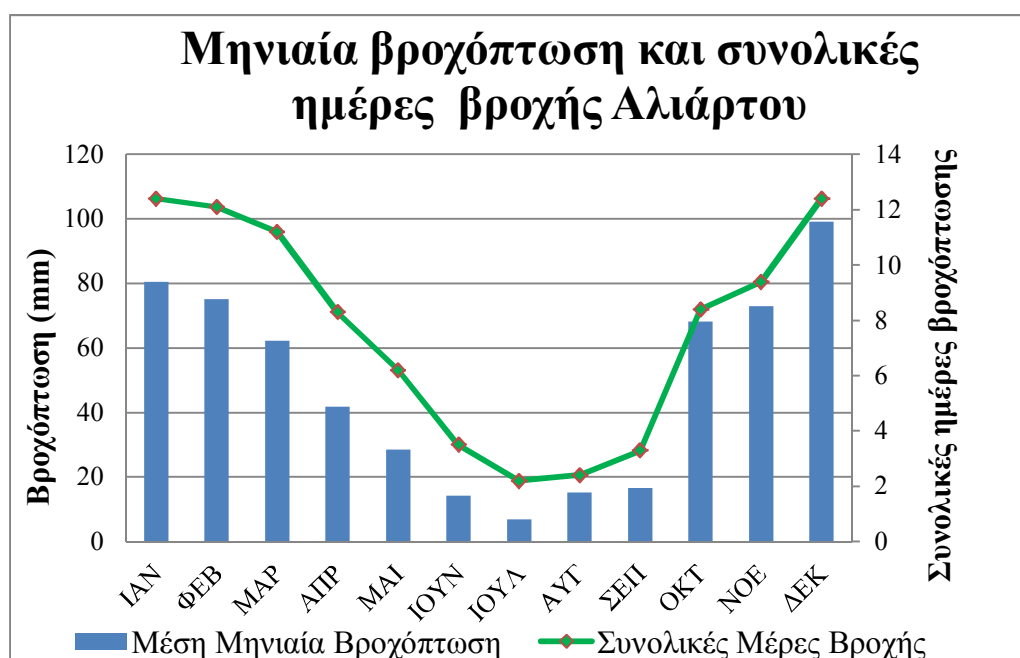
Πηγή: ΕΜΥ (1967-1997)

Στο διάγραμμα 4 παρατηρούμε, ότι τους χειμερινούς μήνες (Δεκέμβριο, Ιανουάριο) η υγρασία αγγίζει το 75-76%, ενώ αντιθέτως τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο, Ιούλιο) δεν ξεπερνάει το 48%.

2.4.3 Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα

Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα ή υετό ή υδρομετέωρα ονομάζονται οι διάφορες μορφές νερού, υγρές ή στερεές που φθάνουν από τα σύννεφα στην επιφάνεια της γης, όπως βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.α. Η ένταση της βροχής υπολογίζεται με το ύψος της βροχής που πέφτει στη μονάδα του χρόνου και εκφράζεται σε mm/h. Ύψος βροχής ορίζεται ως το ύψος εκείνο, στο οποίο θα έφτανε η στάθμη του νερού της βροχής αν έπεφτε πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια, αποκλείοντας τους παράγοντες: διαρροή, απορρόφηση και εξάτμιση. (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, 2011, Λαζαρίδου-Αθανασιάδου)

Στο διάγραμμα που παρατίθεται παρακάτω, απεικονίζονται η μέση μηνιαία βροχόπτωση, καθώς επίσης και οι συνολικές ημέρες βροχόπτωσης για κάθε μήνα (δεξιά στήλη 0-12), όπως δίδεται από το μετεωρολογικό σταθμό της Αλιάρτου.



Διάγραμμα 5: Μέση μηνιαία βροχόπτωση και συνολικές ημέρες βροχόπτωσης, για κάθε μήνα ενός ημερολογιακού έτους.

Ιδία επεξεργασία

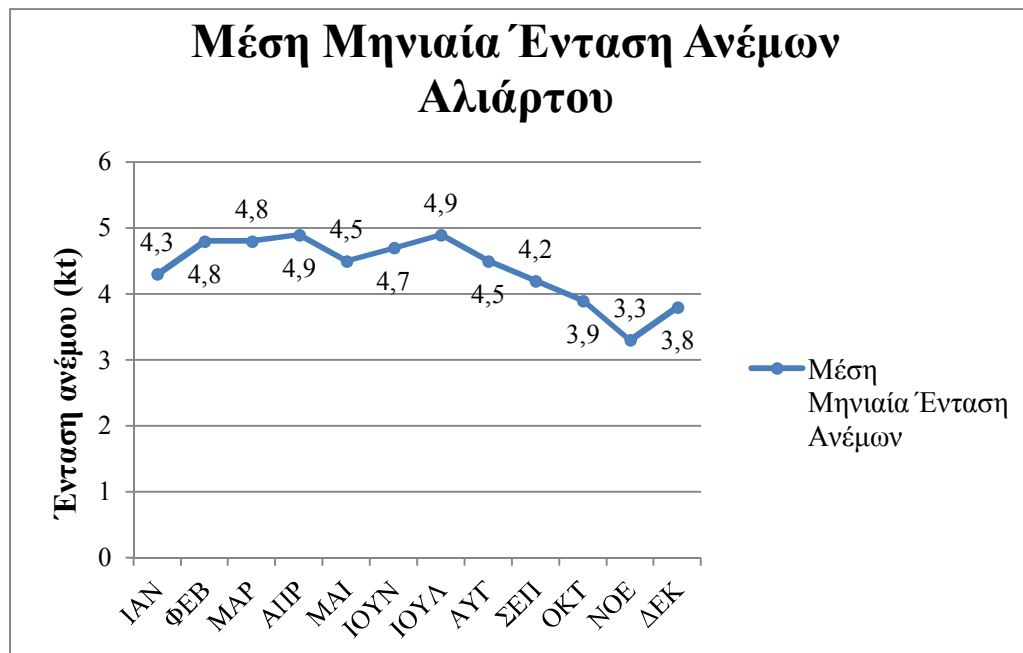
Πηγή: EMY (1967-1997)

Στο διάγραμμα 5 παρατηρείται, ότι όλους τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις δεν ξεπερνούν τα 20-35mm, καθώς επίσης και τις 4 συνολικές ημέρες βροχόπτωσης, εν αντιθέσει με τους χειμερινούς μήνες, που η βροχόπτωση ξεπερνάει τα 95mm και τις 12 συνολικές ημέρες βροχόπτωσης.

2.4.4 Άνεμοι

Οι άνεμοι φέρουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος, διότι είναι αυτοί οι οποίοι μεταφέρουν τα σύννεφα, άρα συνεπώς και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Στο παρακάτω διάγραμμα της ΕΜΥ από το μετεωρολογικό σταθμό της Αλιάρτου, απεικονίζεται η μηνιαία ένταση του ανέμου σε knots (kt) (κόμβους).



Διάγραμμα 6: Μέση μηνιαία ένταση ανέμου σε knots (κόμβους).

Ιδία επεξεργασία

Πηγή: ΕΜΥ (1967-1997)

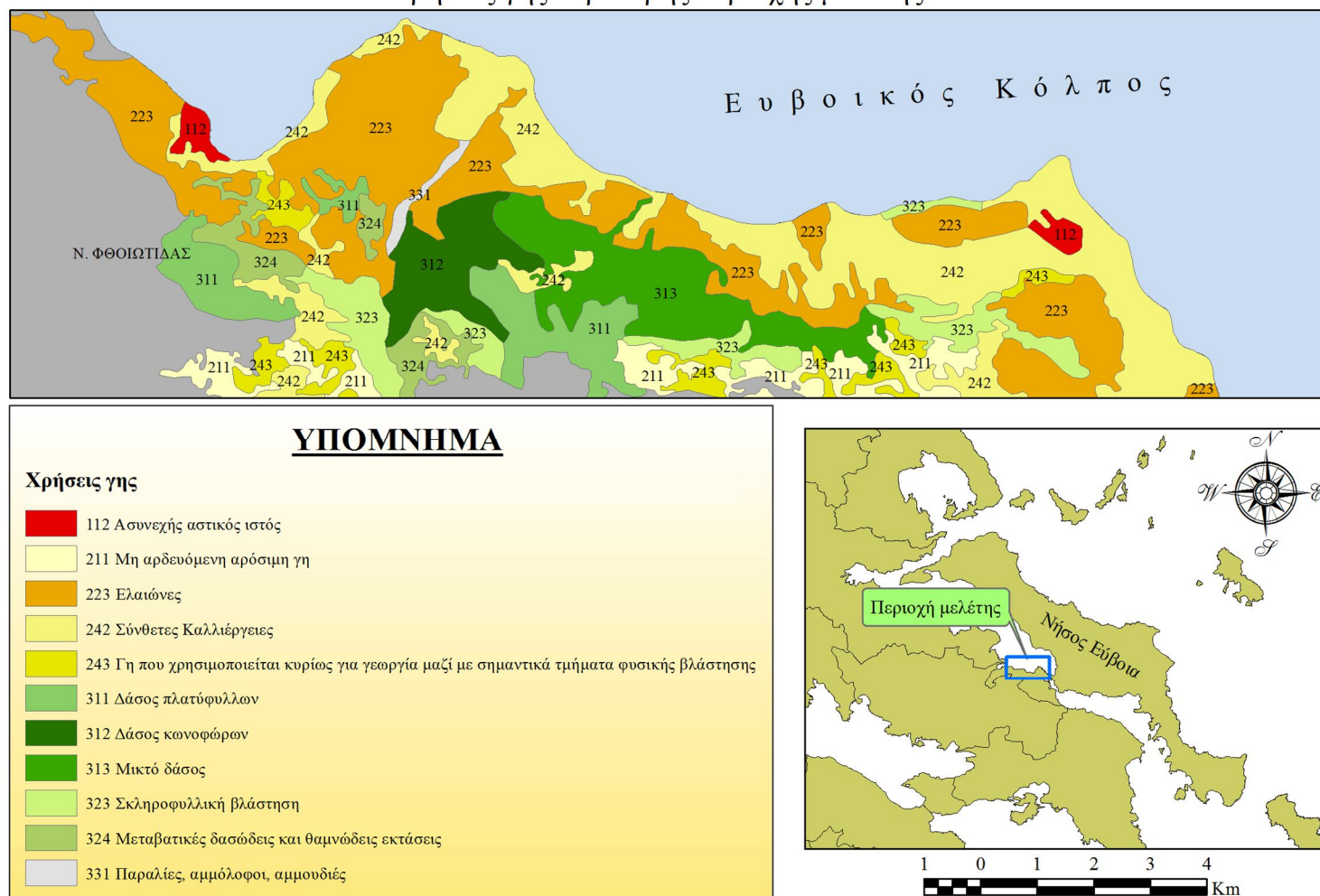
Από το διάγραμμα της έντασης του ανέμου και από τον πίνακα 1 συμπεραίνεται, ότι η μέγιστη ένταση του ανέμου ανέρχεται στους 4,9 kt (Απρίλιος, Ιούλιος) και η μέση μηνιαία διεύθυνση του είναι ΒΔ.

2.5 Χρήσεις γης

Στο υποκεφάλαιο αυτό, θα αναλυθούν οι χρήσεις γης της παράκτιας ζώνης Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, με βάση δεδομένα που λήφθηκαν από το Corine 2000.

Στον παρακάτω χάρτη, παρουσιάζονται οι χρήσεις γης της παράκτιας ζώνης της περιοχής μελέτης, όπως χαρτογραφήθηκαν από το Corine 2000.

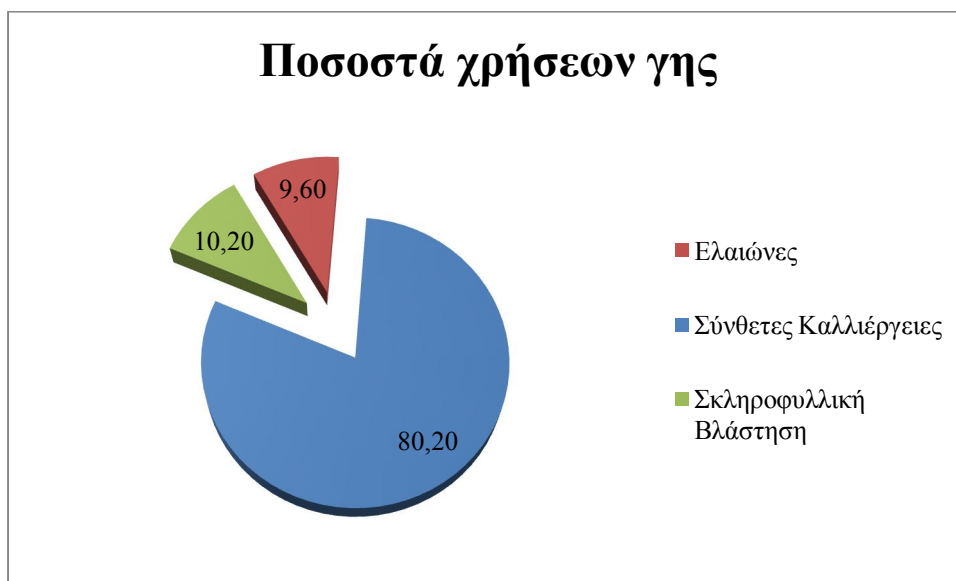
Χρήσεις γης ευρύτερης περιοχής μελέτης



Χάρτης 5: Χρήσεις γης παράκτιας ζώνης Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα με βάση το Corine 2000

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται τα ποσοστά των χρήσεων γης τα οποία αφορούν το τμήμα της ακτογραμμής (Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, μήκος: 18,77 km) που μελετάται σε αυτή την πτυχιακή εργασία.



Διάγραμμα 7: Ποσοστά χρήσεων γης στην παράκτια ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως προκύπτει από τον χάρτη χρήσεων γης και το παραπάνω διάγραμμα το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσεων γης, στην παράκτια ζώνη, καταλαμβάνεται από εκτάσεις με σύνθετες καλλιέργειες (80,20 %). Από την άλλη μεριά, το μικρότερο ποσοστό χρήσεων γης στην ακτογραμμή το καταλαμβάνουν οι ελαιώνες (9,60%), αλλά όμως δεν έχει μεγάλη απόκλιση, από την έκταση της σκληροφυλλικής βλάστησης (10,20%), μόλις 0,6%.

2.6 Χλωρίδα και πανίδα

Στην παράκτια ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα όπως ούτως ή άλλως μπορούμε να συμπεράνουμε και από το χάρτη χρήσεων γης, δεν υπάρχει πλούσια χλωρίδα. Ακόμη στην περιοχή, δεν υπάρχει πλούσια πανίδα. Ο λόγος που η χλωρίδα και η άγρια πανίδα είναι μηδενικές στην περιοχή, είναι η ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Η χλωρίδα που υπάρχει στην περιοχή μελέτης είναι ελαιώνες, σύνθετες καλλιέργειες και ένα τμήμα σκληροφυλλικής βλάστησης, που και αυτή η χλωρίδα οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στην περιοχή μελέτης δεν υπάγονται περιοχές οι οποίες να έχουν χαρακτηριστεί ως περιοχές Natura 2000. Οι κοντινότερες, στην περιοχή μελέτης, περιοχές Natura 2000 είναι οι εξής δύο:

- το όρος Καλλίδρομο, με κωδικό 2440006 και
- η κοιλάδα και οι εκβολές του Σπερχειού στον Μαλιακό Κόλπο, με κωδικό GR 2440002. (Πασχάλη-Μάνου Κωνσταντία).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ-ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

3.1 Ορισμός φυσικών καταστροφών

Με τον όρο καταστροφές περιγράφεται το σύνολο όλων εκείνων των αρνητικών αποτελεσμάτων, τα οποία έχουν μεγάλη κλίμακα και αποτελούν την εκδήλωση ενός φαινομένου. Ένα φαινόμενο λοιπόν, ορίζεται σαν καταστροφικό, όταν οι απώλειες που προκαλεί είναι μεγάλης κλίμακας, όπως επίσης κοινωνικές και οικονομικές. (Μακρόπουλος, 2006).

Για τον όρο «φυσικές καταστροφές», έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί, οι επικρατέστεροι των οποίων είναι οι παρακάτω τρεις:

- ✓ «Τα στοιχεία εκείνα του περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σ' αυτόν».
- ✓ «Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική και σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή».
- ✓ «Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες». (Λέκκας, 2000).

Η φυσική καταστροφή αποτελεί μια αστραπιαία, στιγμιαία ή μεγάλη σύγκρουση μεταξύ φυσικού και κοινωνικο-οικονομικού περιβάλλοντος. Από πολλούς θεωρείται και σαν ένα γεγονός στο χωροχρόνο, το οποίο απειλεί την κοινωνία με σοβαρές επιπτώσεις, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της ανεπάρκειας, των μέχρι τότε επαρκών, προφυλάξεων. (Λέκκας, 2000).

Οι φυσικές καταστροφές ακολουθούν τον άνθρωπο, καθ' όλη την ιστορία του, επάνω στη Γη. Παρ' όλη όμως, την πρόοδο της επιστήμης, τα θύματα και οι υλικές ζημιές, από τα ακραία φυσικά φαινόμενα, ολοένα και αυξάνονται σε παγκόσμιο επίπεδο.

Από τα τέλη του προηγούμενου αιώνα, οι φυσικές καταστροφές, έχουν αυξηθεί αισθητά και αυτό οφείλεται:

- Στη γεωγραφική θέση μιας περιοχής, καθώς και στην οικονομική ανάπτυξή της, που οδηγούν σε πυκνοκατοίκηση του τόπου αυτού, ο οποίος παλαιότερα αποτελούσε περιοχή καταστροφής.
- Στην περιβαλλοντική απροσεξία. Παράδειγμα αποτελούν, τα αντιπλημμυρικά έργα, που έχουν γίνει σε ορισμένους ποταμούς και οδηγούν στην αύξηση της

επιφανειακής απορροής και αυτό έπειτα στην αύξηση του κινδύνου πλημμύρας στις υπό προστασία περιοχές.

- Όταν εξελίσσεται μια κοινωνία, τόσο λιγότερη σημασία δίνει στις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών. Ακόμη, με την απόκτηση φυσικού κεφαλαίου¹, παρατηρείται συγκέντρωση πληθυσμού σε περιοχές υψηλού κινδύνου ή σε περιοχές όπου παρουσιάζονται καταστροφές. Τέτοιου είδους περιοχές γίνονται ολοένα και πιο πυκνοκατοικημένες, όσο αυξάνεται ο πληθυσμός.
- Τελευταίος παράγοντας, ο οποίος δείχνει να είναι και ο πιο σημαντικός είναι η απόκτηση γνώσεων, η διεξαγωγή έρευνας και η διατύπωση κανονισμών προστασίας, γύρω από τον τομέα των φυσικών καταστροφών και των επιπτώσεών τους.

¹ Φυσικό κεφάλαιο= τα υγιή εδάφη, που μας δίνουν τροφή, οι πρώτες ύλες που χρειαζόμαστε για τα κτίρια και τον ρουχισμό μας, το γλυκό νερό που πίνουμε και ο καθαρός αέρας που αναπνέουμε. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή: Περιβάλλον/ ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/index_el.htm).

3.2 Είδη φυσικών καταστροφών

Οι φυσικές καταστροφές διακρίνονται με βάση το φυσικό φαινόμενο που τις προκάλεσε. Οι φυσικοί κίνδυνοι, οι οποίοι είναι δυνατόν να έχουν ολέθριες συνέπειες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες.

- ❖ Κοσμικοί κίνδυνοι: προκύπτουν από φαινόμενα που προέρχονται από το κοσμικό διάστημα (π.χ. μετεωρίτες κομήτες).



Εικόνα 4: Μετεωρίτης πέφτει στη Ρωσία

Πηγή: <http://yiorgosthalassis.blogspot.com/2013/02/500.html>

- ❖ Γεωλογικοί κίνδυνοι: προέρχονται από το στερεό τμήμα της Γης (κατολισθήσεις, σεισμοί, εκρήξεις ηφαιστείων).



Εικόνα 5: Έκρηξη ηφαιστείου Θήρας

Πηγή: <http://minoan.yolasite.com/catastrophe.php>

- ❖ Ατμοσφαιρικοί κίνδυνοι: εκδηλώνονται μέσα από τα μετεωρολογικά φαινόμενα (έντονες βροχοπτώσεις, ανεμοστρόβιλοι, καύσωνες, κλπ.).



Εικόνα 6: Ανεμοστρόβιλος στη Βόρεια Αμερική.

Πηγή: http://tro-ma-ktiko.blogspot.gr/2011/11/blog-post_8982.html

- ❖ Υδρολογικοί κίνδυνοι: προέρχονται από την ατμόσφαιρα, αλλά όμως η εξέλιξη του φαινομένου πραγματοποιείται στα επιφανειακά ύδατα ή στη θάλασσα. (πλημμύρες, μετακίνηση παγετώνων).



Εικόνα 7: Πλημμύρες στη Δυτική Ελλάδα.

Πηγή: <http://www.thebest.gr/news/index/viewStory/113000>

- ❖ Τεχνολογικοί ή ανθρωπογενείς κίνδυνοι: (π.χ. διαφυγή τοξικών αερίων από βιομηχανικές εκρήξεις).



Εικόνα 8: Έκρηξη σε πυρηνικό εργοστάσιο στη Φουκουσίμα.

Πηγή: http://navi-patra.blogspot.gr/2011/03/blog-post_14.html

- ❖ Φυσικοτεχνολογικοί κίνδυνοι ή Na-Tech: μια φυσική διεργασία, η οποία μπορεί να προκαλέσει δυσλειτουργία μιας τεχνολογικής δραστηριότητας και τελικά να προκληθεί καταστροφή στο ανθρώπινο περιβάλλον.

Οι γεωλογικοί, οι ατμοσφαιρικοί και οι υδρολογικοί κίνδυνοι, δύνανται να ενοποιηθούν σε μία κατηγορία, με την ονομασία «Γεωφυσικοί κίνδυνοι». (Παπαδόπουλος Α.Γ., 2000).

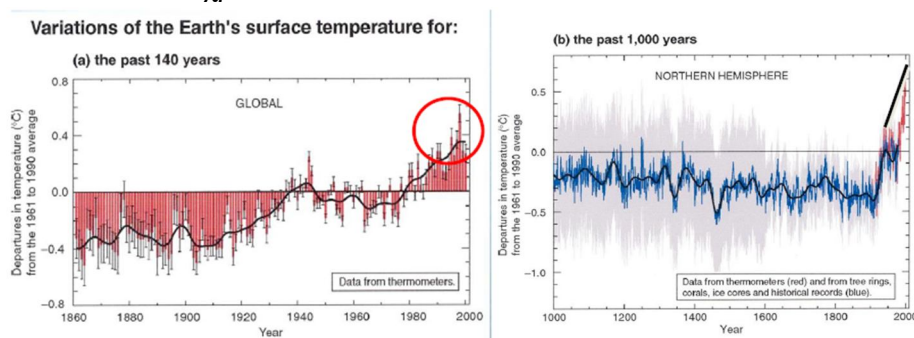
3.3 Κλιματική Αλλαγή

Σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι πλέον αποδεκτό ότι το κλίμα αλλάζει. Ένας εμφανής-εύκολα παρατηρήσιμος δείκτης είναι η περιβαλλοντική θερμοκρασία που έχει αυξηθεί.

Ως κλιματική αλλαγή νοείται η οποιαδήποτε συστηματική μεταβολή της στατιστικής κατανομής των ατμοσφαιρικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος) για εκτεταμένη χρονική περίοδο (δεκαετιών ή αιώνων ή εκατομμυρίων ετών).

Ενδείξεις Κλιματικής Αλλαγής

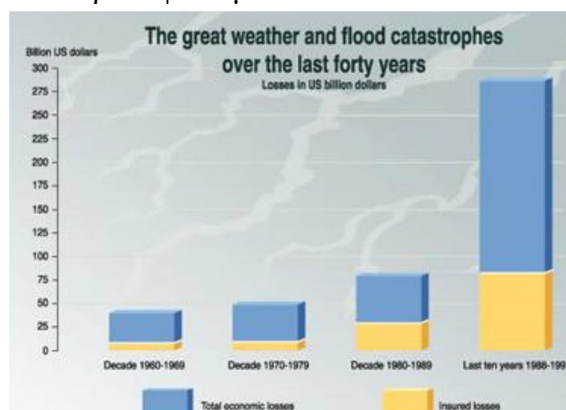
- ❖ Αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα στην επιφάνεια έχει αυξηθεί κατά $0,7^{\circ}\text{C}$, από τα τέλη του 19^{ου} αι.
- ❖ Η δεκαετία 1990, παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας τα τελευταία 1000 χρόνια.



Εικόνα 9: Διαγράμματα διακύμανσης της επιφανειακής θερμοκρασίας της Γης, τα τελευταία 140 χρόνια και τα τελευταία 1000 χρόνια.

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

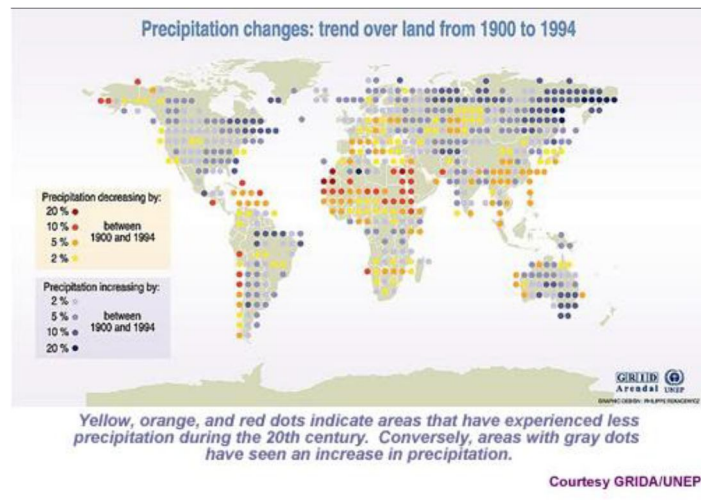
- ❖ Πλημμύρες-Ακραία καιρικά φαινόμενα



Εικόνα 10: Διάγραμμα καταστροφών από πλημμύρες τα τελευταία 40 χρόνια.

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

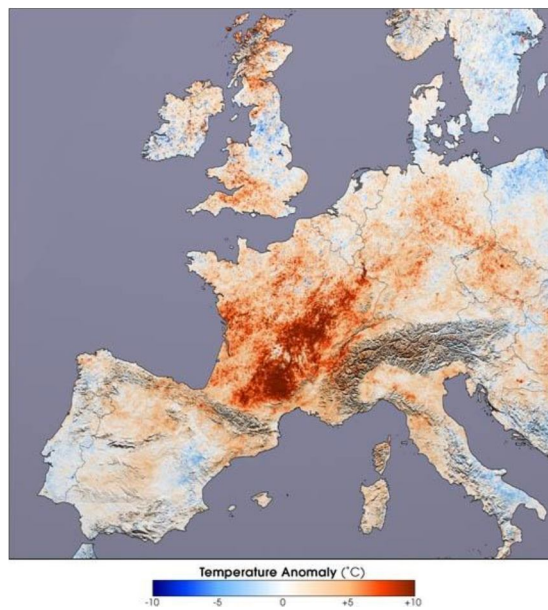
❖ Ξηρασίες



Εικόνα 11: Αλλαγές στα κατακρημνίσματα από το 1900 έως 1994

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

❖ Καύσωνες



Εικόνα 12: Ανωμαλίες της θερμοκρασίας

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

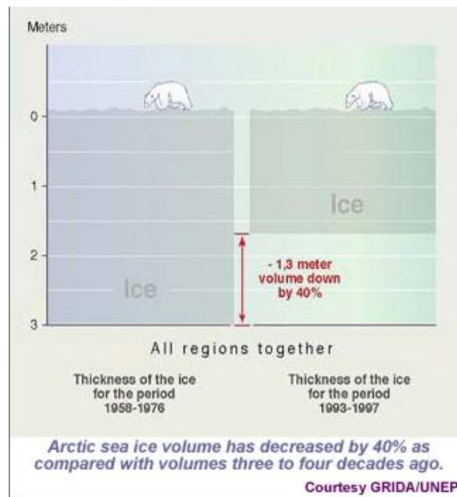
❖ Θερμοί χειμώνες



Εικόνα 13: Παγετώνας Muir. Αριστερά 1899, δεξιά 2003.

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

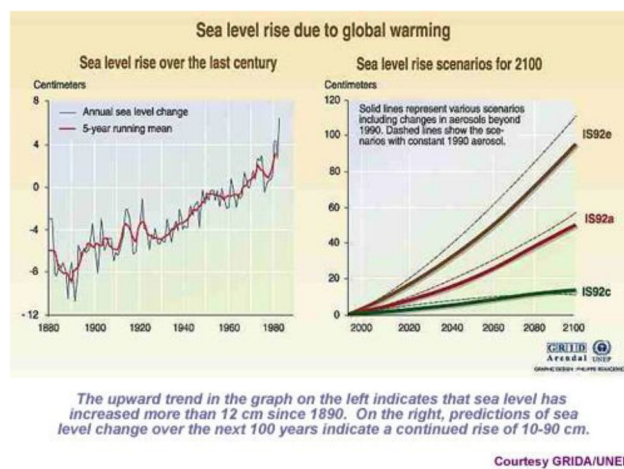
- ❖ Αλλαγές στα οικοσυστήματα (μετανάστευση ειδών και μετάλλαξη κάποιων ειδών για προσαρμογή στις νέες κλιματολογικές συνθήκες).
- ❖ Πολλές καλλιεργούμενες εκτάσεις θα μετατραπούν σε άγονες περιοχές.
- ❖ Λιώσιμο των πάγων



Εικόνα 14: Διάγραμμα μεταβολής του πάγου της Αρκτικής θάλασσας

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

- i. Άνοδος της θαλάσσιας στάθμης (10-20cm άνοδος τον 20^ο αι.)



Εικόνα 15: Διάγραμμα αύξησης της θαλάσσιας στάθμης, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Πηγή: Κατσαφάδος 2012-2013

3.4 Σενάρια κλιματικής αλλαγής

Η εγκυρότερη και πιο αξιόπιστη οργάνωση με θέματα για την κλιματική αλλαγή είναι η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel for Climate Change-IPCC), που ιδρύθηκε το 1988.

Στην πιο πρόσφατη έκθεσή της αναφέρει ότι η μέση παγκόσμια θερμοκρασία θα παρουσιάσει άνοδο από 1,8° – 4° C, μέχρι το τέλος του 21^{ου} αι., λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Σύμφωνα με την IPCC έχουν αναπτυχθεί τέσσερις πλοκές οι οποίες παράγουν τέσσερα σύνολα σεναρίων, τα οποία αποκαλούνται «οικογένειες»: A1, A2, B1, B2. Τα σενάρια αυτά αποτελούνται από έξι ομάδες σεναρίων, οι οποίες προέρχονται από τις τέσσερις οικογένειες. Τρεις ομάδες υπάρχουν μέσα στην οικογένεια A1, η οποία χαρακτηρίζει τις εναλλακτικές εξελίξεις των ενεργειακών τεχνολογιών και από μία ομάδα υπάρχει στις υπόλοιπες οικογένειες (A2, B1, B2). (Κατσαφάδος, Μαυροματίδης, Λιακόπουλος, 2012).

Παρακάτω αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων σεναρίων:

- i. Η οικογένεια πλοκής και σεναρίου A1 περιγράφει έναν μελλοντικό κόσμο ταχείας οικονομικής ανάπτυξης, με παγκόσμιο πληθυσμό που φτάνει στην κορύφωσή του στα μέσα του αιώνα και έκτοτε παρουσιάζει μείωση και με ταχεία εισαγωγή νέων και αποδοτικότερων τεχνολογιών. Σημαντικά θέματα που «καραδοκούν» είναι:

- α. η σύγκλιση μεταξύ περιοχών,
- β. η δυνατότητα κατασκευής υποδομών,
- γ. οι αυξανόμενες πολιτιστικές και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, με μια ουσιαστική μείωση των τοπικών διαφορών στο κατά κεφαλήν εισόδημα.

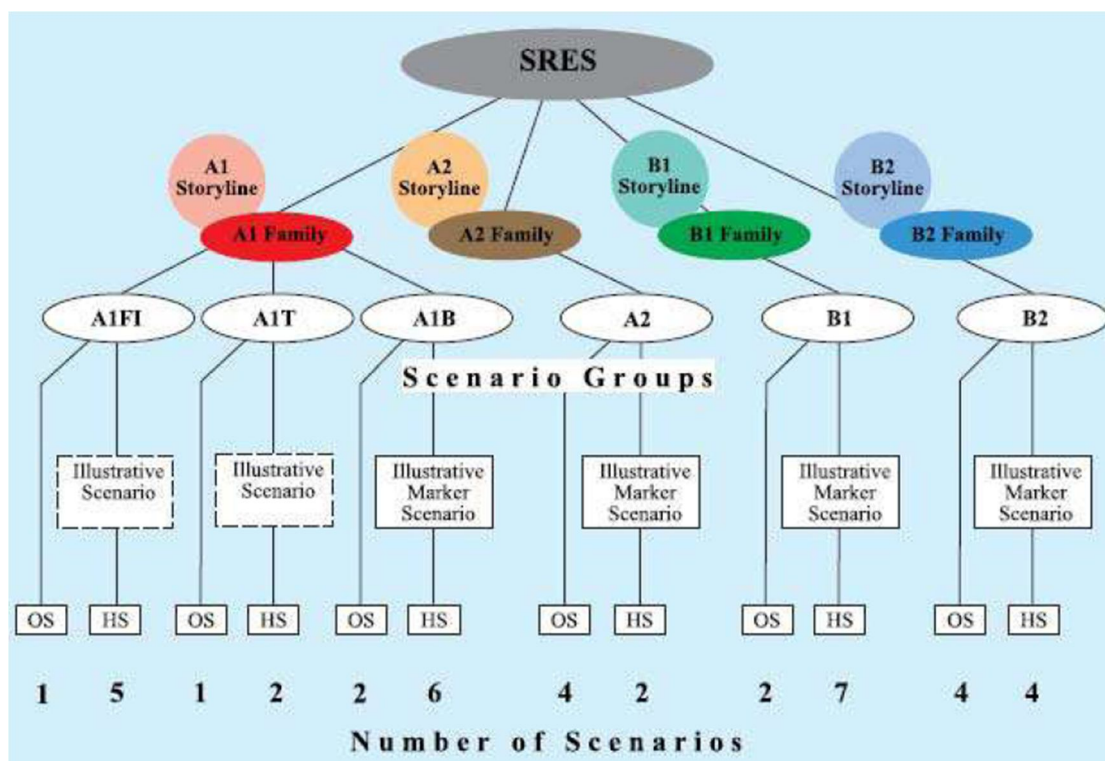
Η οικογένεια σεναρίου A1 αναπτύσσεται σε τρεις ομάδες, οι οποίες περιγράφουν τις ενεργειακές κατευθύνσεις της τεχνολογικής αλλαγής στο ενεργειακό σύστημα. Οι τρεις ομάδες A1 κατηγοριοποιούνται με βάση την τεχνολογική τους έμφαση σε: εντατική χρήση ορυκτών καυσίμων (A1F1), πηγές άλλων ορυκτών (A1T), ή μια ισορροπία μεταξύ όλων των πηγών (A1B). (Κατσαφάδος, Μαυροματίδης, Λιακόπουλος, 2012).

- ii. Η οικογένεια πλοκής και σεναρίου A2 περιγράφει έναν πολύ ετερογενή κόσμο. Το κυρίαρχο θέμα σε αυτό το σενάριο είναι η αυτάρκεια και η συντήρηση των τοπικών ταυτοτήτων. Οι δομές που σχετίζονται με τη γονιμότητα στις διάφορες περιοχές συγκλίνουν πολύ αργά, γεγονός που οδηγεί στην συνεχή αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Η οικονομική ανάπτυξη είναι προσανατολισμένη πρωτίστως τοπικά, ενώ η κατά κεφαλήν οικονομική ανάπτυξη και η τεχνολογική αλλαγή είναι τεμαχισμένες και πιο αργές

συγκριτικά με άλλες πλοκές. (Κατσαφάδος, Μαυροματίδης, Λιακόπουλος, 2012).

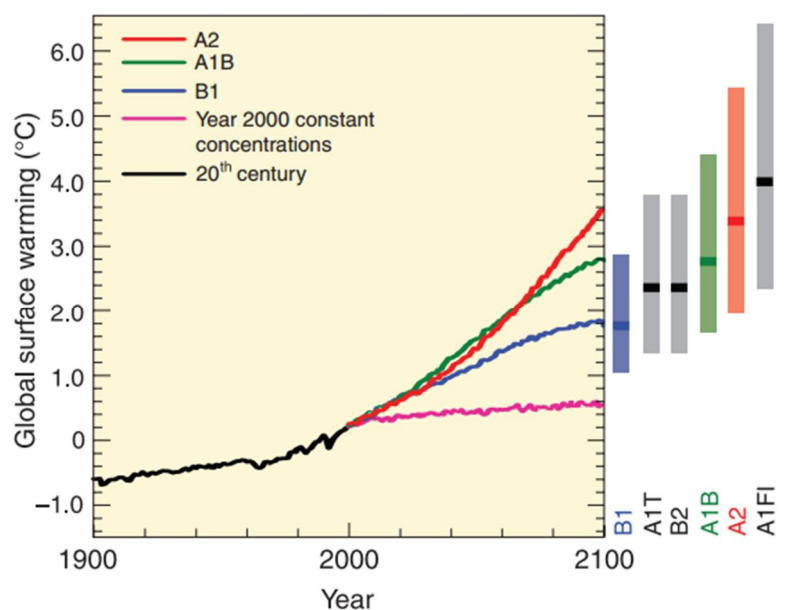
- iii. Το σενάριο B1, όπως και το σενάριο A1 περιγράφει έναν συγκλίνοντα κόσμο με παγκόσμιο πληθυσμό που φτάνει στην κορύφωσή του στα μέσα του αιώνα και έκτοτε παρουσιάζει μείωση, αλλά εδώ παρουσιάζονται γρήγορες αλλαγές των οικονομικών δομών προς μία οικονομία υπηρεσιών και πληροφοριών, με μειώσεις στην πυκνότητα των υλικών και την εισαγωγή των καθαρών και αποδοτικών, ως προς τους πόρους τεχνολογιών. Η έμφαση δίνεται σε παγκόσμιες λύσεις, για οικονομική, κοινωνική περιβαλλοντική βιωσιμότητα, ένα βελτιωμένο δίκαιο, αλλά όμως δεν υπάρχουν πρόσθετες πρωτοβουλίες για το κλίμα. (Κατσαφάδος, Μαυροματίδης, Λιακόπουλος, 2012).
- iv. Το τελευταίο σενάριο B2, περιγράφει έναν κόσμο στον οποίο δίνεται έμφαση στις τοπικές λύσεις για την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Είναι ένας κόσμος με συνεχώς αυξανόμενο πληθυσμό με χαμηλότερο όμως ρυθμό από το σενάριο A2, ενδιάμεσα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης και λιγότερο γρήγορη και ποικίλη τεχνολογική αλλαγή από τις πλοκές B1 και A1. Το σενάριο αυτό προσανατολίζεται επίσης προς την προστασία του περιβάλλοντος και εστιάζει στο τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. (Κατσαφάδος, Μαυροματίδης, Λιακόπουλος, 2012).

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται οι τέσσερις πλοκές που παράγουν τα τέσσερα υποσύνολα σεναρίων, τις «οικογένειες» A1, A2, B1, B2.



Εικόνα 16: Σχηματική απεικόνιση των σεναρίων SRES

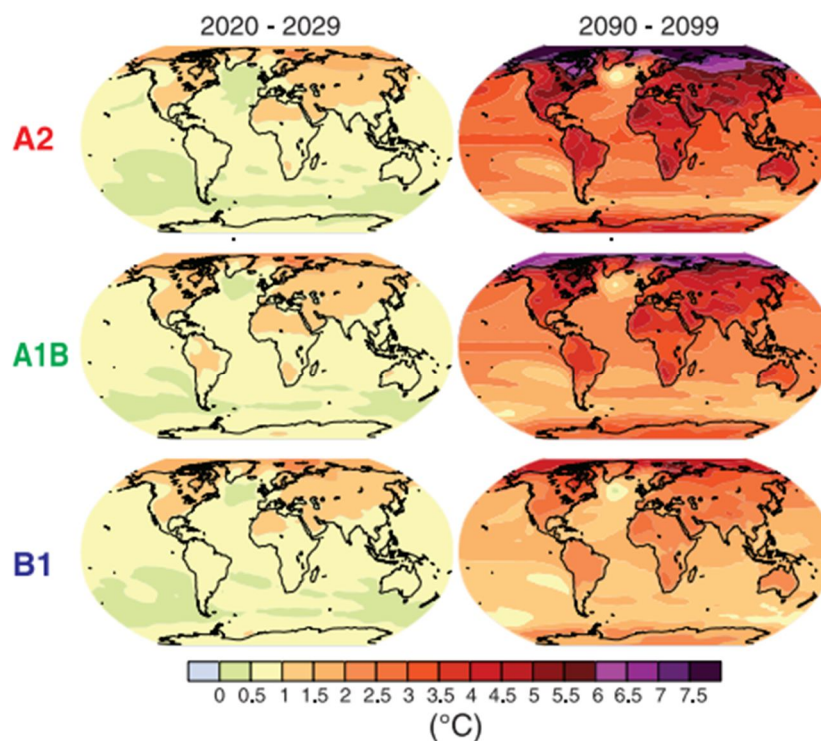
Πηγή: IPCC, 2000



Εικόνα 17: Διάγραμμα παγκόσμιων μέσων όρων θερμοκρασίας επιφάνειας.

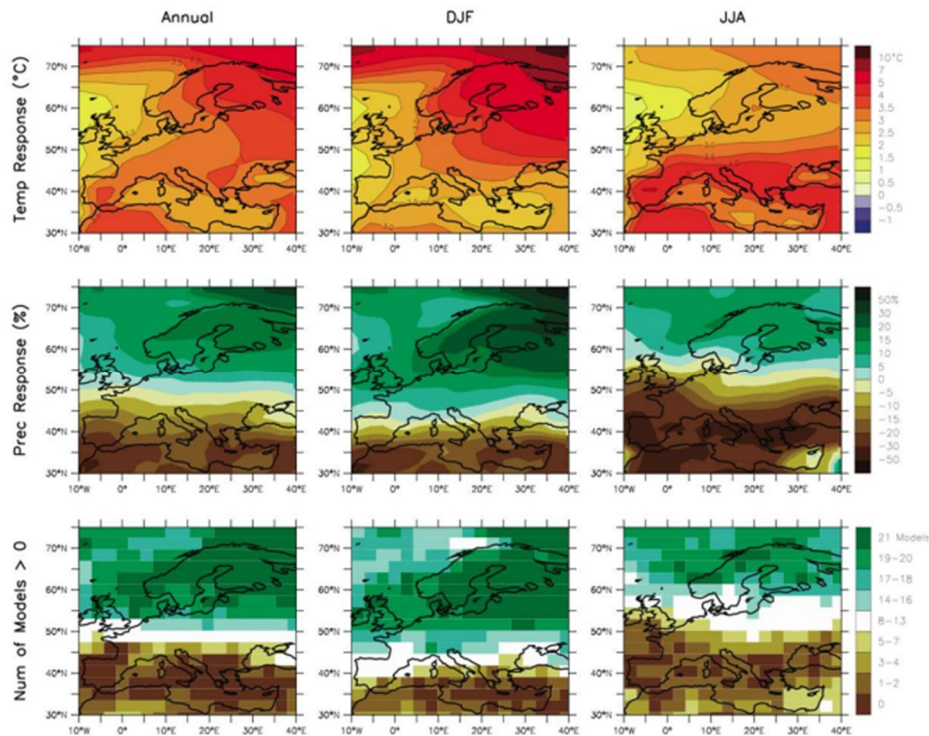
Πηγή: IPCC, 2007

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζονται με πολύχρωμες γραμμές οι παγκόσμιοι μέσοι όροι θερμοκρασιών επιφάνειας (1980-1999 εκτίμηση) για τα σενάρια SRES A2, A1B και B1.



Εικόνα 18: Παγκόσμιες μέσοι όροι επιφανειακής θερμοκρασίας για τα σενάρια A2, A1B, B1

Πηγή: IPCC, 2007



Εικόνα. 19: Μεταβολές θερμοκρασίας και βροχοπτώσης στην Ευρώπη που εκτιμούνται για το σενάριο εκπομπών A1B.

Ανώτερη σειρά: μέση ετήσια, DJF (χειμώνας) και JJA (καλοκαίρι), μεταβολή της θερμοκρασίας μεταξύ των ετών 1980-1999 και 2080-2099.

Μέση σειρά: όπως στην ανώτερη σειρά, αλλά για ποσοστιαία μεταβολή των βροχοπτώσεων.

Κατώτερη σειρά: εκτίμηση που προβλέπει αύξηση στις βροχοπτώσεις

Πηγή: IPCC, 2007

Ποιες αλλαγές προβλέπονται για τη Μεσόγειο;

Σύμφωνα με την IPCC και την τέταρτη έκθεση αξιολόγησης, από προσομοιώσεις των μοντέλων GCM και RCM και με βάση το σενάριο εκπομπών A1B η μέση ετήσια αύξηση της θερμοκρασίας από το 1980-1999 ως το 2080-2099 στη νότια Ευρώπη και στην περιοχή της Μεσογείου εκτιμάται σε 2.2°C έως 5.1°C, που προκύπτει από 21 εφαρμογές του μοντέλου GCM.

Άλλα σχετικά σημεία από τη συνοπτική έκθεση αξιολόγησης της IPCC είναι:

- Η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας στη Μεσόγειο είναι πιθανόν να παρατηρηθεί κατά την θερινή περίοδο.
- Οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι πολύ πιθανό να μειωθούν στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής της Μεσογείου.
- Ο ετήσιος αριθμός των ημερών βροχής είναι πολύ πιθανό να μειωθεί στη Μεσόγειο.
- Ο κίνδυνος θερινής ξηρασίας είναι πιθανό να αυξηθεί στη Μεσόγειο.



Εικόνα 20: Η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή είναι ίσως το πιο φοβερό όπλο μαζικής καταστροφής που έχει εμφανιστεί ποτέ στον κόσμο.

Πηγή: <http://www.youmagazine.gr/wordpress/2014/02/man-made-climate-change-weapon/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

4.1 Θαλάσσια στάθμη-ορισμός

Ο ορισμός της θαλάσσιας στάθμης είναι δύσκολος, γιατί η επιφάνεια των θαλασσών και των ωκεανών δεν είναι επίπεδη, γιατί επηρεάζεται από διεργασίες μεγάλης ή μικρής διάρκειας. Καταλήγουμε λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι «η θαλάσσια στάθμη ορίζεται σαν το μέσο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας».

Η σχετική στάθμη της θάλασσας αναφέρεται στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας, σε σχέση με την ξηρά. Παρατηρούνται δύο τύποι μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης:

- α) η θετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, που ονομάζεται επίκλυση (προέρχεται από τη βύθιση τμήματος της ξηράς)
- β) η αρνητική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, που ονομάζεται απόσυρση (προέρχεται από την πτώση του επιπέδου της θάλασσας ή από την τεκτονική ή ισοστατική ανύψωση της ξηράς). (Καρύμπαλης, 2010).

4.2 Αίτια μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης

Πολλές απόψεις έχουν διατυπωθεί για την ερμηνεία των μεταβολών της στάθμης της θάλασσας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας είναι τρεις.

Καταρχήν, η ανύψωση του θαλάσσιου πυθμένα λόγω των ιζημάτων που αποτέθηκαν στο βυθό των ωκεανών, συνέβαλαν στη μεταβολή του όγκου των θαλάσσιων και ωκεάνιων λεκανών (παράγοντας που από μόνος του δεν εξηγεί ικανοποιητικά τις μεγάλες παρελθοντικές μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης).

Δεύτερος παράγοντας είναι ο παγετο-ευστατισμός ή ευστατισμός, δηλαδή η διεργασία κατά την οποία στη διάρκεια των παγετωδών περιόδων, ποσότητα νερού δεσμεύεται (σαν πάγος) στην επιφάνεια της ξηράς, προκαλώντας, πτώση της θαλάσσιας στάθμης και κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών περιόδων, οι πάγοι λιώνουν, μεγάλη ποσότητα νερού μετακινείται από την ξηρά στη θάλασσα και ανεβαίνει η θαλάσσια στάθμη.

Επιπλέον, σε τοπική κλίμακα οι μεταβολές, εκτός από τον ευστατισμό μπορεί να προέρχονται και από τοπικά αίτια, τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή της ξηράς (ανύψωση ή βύθιση). Η διεργασία ανύψωσης ή βύθισης της ξηράς, λόγω τεκτονικών ή ισοστατικών κινήσεων, που οφείλονται στην αυξομείωση του βάρους των πάγων της ξηράς κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους, ονομάζεται παγετο-ισοστασία.

Συνήθως, οι μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης αποτελεί συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων. (Καρύμπαλης, 2010)

Ειδικότερα, όπως ανακοινώθηκε και στο 9^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας:

«Η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης (SLC) αποτελεί το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα του ευστατισμού (E), της ισοστασίας (I) και του τεκτονισμού (T) (Lambeck 1995; Lambeck & Purcell, 2005). Είναι γνωστό ότι ο ευστατισμός περιλαμβάνει: α) τον παγετώδη ευστατισμό (Egl), β) το γεωειδή ευστατισμό (Egd), γ) τις δυναμικές αλλαγές στην επιφάνεια της θάλασσας (Edy) και δ) τον περιστροφικό ευστατισμό (Ero) που σχετίζεται με τις αλλαγές στην περιστροφική κίνηση του πλανήτη λόγω των διαδικασιών πήξης και τήξεως των παγετώνων (Mörner 1996 & 2000). Η ισοστασία διακρίνεται επίσης στην: α) υδρο-ισοστασία (Ihd) και β) στην παγετώδη-ισοστασία (Igl). Τέλος, ο τεκτονισμός (T) κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας κυρίως στις τεκτονικά ενεργές περιοχές. Σύμφωνα με τα παραπάνω, οποιαδήποτε αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης σε σχέση με την παρακείμενη ακτή, μπορεί να εκφραστεί με την εξής εξίσωση: $SLCR = (Egl + Egd + Edy + Ero) + (Ihd + Igl) + T$.» (Παυλόπουλος Κ., 2009).

4.3 Ενδείξεις μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης

Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας στο πέρασμα του χρόνου αποτυπώνονται με διάφορους τρόπους στις παρά την ακτή περιοχές. Οι δείκτες που αποδεικνύουν το ύψος της θαλάσσιας στάθμης στο παρελθόν, έχουν τις ακόλουθες μορφές: γεωμορφές διάβρωσης και απόθεσης, βιολογικοί δείκτες, αρχαιολογικά ευρήματα και ιστορικά στοιχεία και καταγραφές. (Καρύμπαλης, 2010)

Αναλυτικότερα:

- Γεωμορφές διάβρωσης, όπως είναι οι θαλάσσιες εγκοπές οι οποίες αναπτύσσονται στη βάση του μετώπου των παράκτιων κρημνών και έχουν δημιουργηθεί από τη συνδυασμένη δράση του κυματισμού και της βιολογικής δραστηριότητας των οργανισμών, οι θαλάσσιες αναβαθμίδες και αψίδες. Όταν οι διαβρωσιγενείς αυτές μορφές είναι ανενεργές, εμφανίζονται δηλαδή πάνω ή κάτω από το επίπεδο, στο οποίο ανάλογες γεωμορφές σχηματίζονται σήμερα, αποτελούν ένδειξη της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης από την περίοδο του σχηματισμού τους. (Καρύμπαλης, 2010)
- Γεωμορφές απόθεσης, όπως είναι οι ακτόλιθοι (beachrocks), τα παλιρροιακά πεδία, καθώς και οι κοραλλιογενείς σχηματισμοί που βρίσκονται πάνω ή κάτω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη. (Καρύμπαλης, 2010)
- Βιολογικοί δείκτες, όπως είναι κοράλλια, διάφορα είδη οστράκων, κελύφη μαλακίων, σκόληκες, τα οποία όταν είναι ζωντανά βρίσκονται σε γνωστά παλιρροιακά επίπεδα, ενώ σήμερα βρίσκονται απολιθωμένα σε διαφορετικό ύψος, λόγω της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης, που συνέβη μετά το θάνατό τους. (Καρύμπαλης, 2010)
- Αρχαιολογικά ευρήματα, όπως αρχαίες πόλεις ή λιμάνια, που έχουν ανυψωθεί και βρίσκονται επάνω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη ή το αντίστροφο και βρίσκονται κάτω από ιζήματα ή τη σημερινή θαλάσσια στάθμη, αποδεικνύουν, ότι την περίοδο ακμής τους η στάθμη της θάλασσας ήταν σε διαφορετικό επίπεδο από το σημερινό. (Καρύμπαλης, 2010) (π.χ. Παυλοπέτρι, Νότια Πελοπόννησος)



Εικόνα 21: Τμήμα αγγείου από το Παυλοπέτρι
Πηγή: DVD του BBC (Pavlopetri)

- Ιστορικά στοιχεία και καταγραφές, συνήθως είναι δείκτες πρόσφατων μεταβολών και περιλαμβάνουν μετρήσεις παλιρροιογράφων. Είναι διαθέσιμες για ορισμένες περιοχές της Γης. (Καρύμπαλης, 2010)

4.4 Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Τεταρτογενές

Το Τεταρτογενές αποτελεί την περίοδο κατά την οποία κάνει την εμφάνιση του το γένος του ανθρώπου (Homo) και ειδικότερα στο τέλος της περιόδου το γένος του σύγχρονου ανθρώπου (Homo Sapiens). Το Τεταρτογενές αποτελεί την ψυχρότερη περίοδο του Καινοζωικού, χαρακτηρίζεται από συχνές κλιματικές αλλαγές και η διάρκειά του φθάνει τα 2,5 εκατομμύρια χρόνια. Ακόμη χωρίζεται στο Πλειστόκαινο και το Ολόκαινο. Το όριο του Πλειστόκαινου-Ολόκαινου σχεδόν όλοι οι ερευνητές το τοποθετούν στα 11700 χρόνια πριν από σήμερα. (Καρκάνας, 2010).

Ηλικία (χιλ. χρόνια)	Γεωλογικές βαθμίδες		Παλαιομαγνητισμός
0	Τεταρτογενές	Ολόκαινο	Bruhnes
10		Ανώτερο Πλειστόκαινο	
130		Μέσο Πλειστόκαινο	
750		Κατώτερο Πλειστόκαινο	Matuyama
2.400		Πλειόκαινο	Gauss

Εικόνα 22: Διαίρεση του Τεταρτογενούς

Πηγή: Καρκάνας, 2010

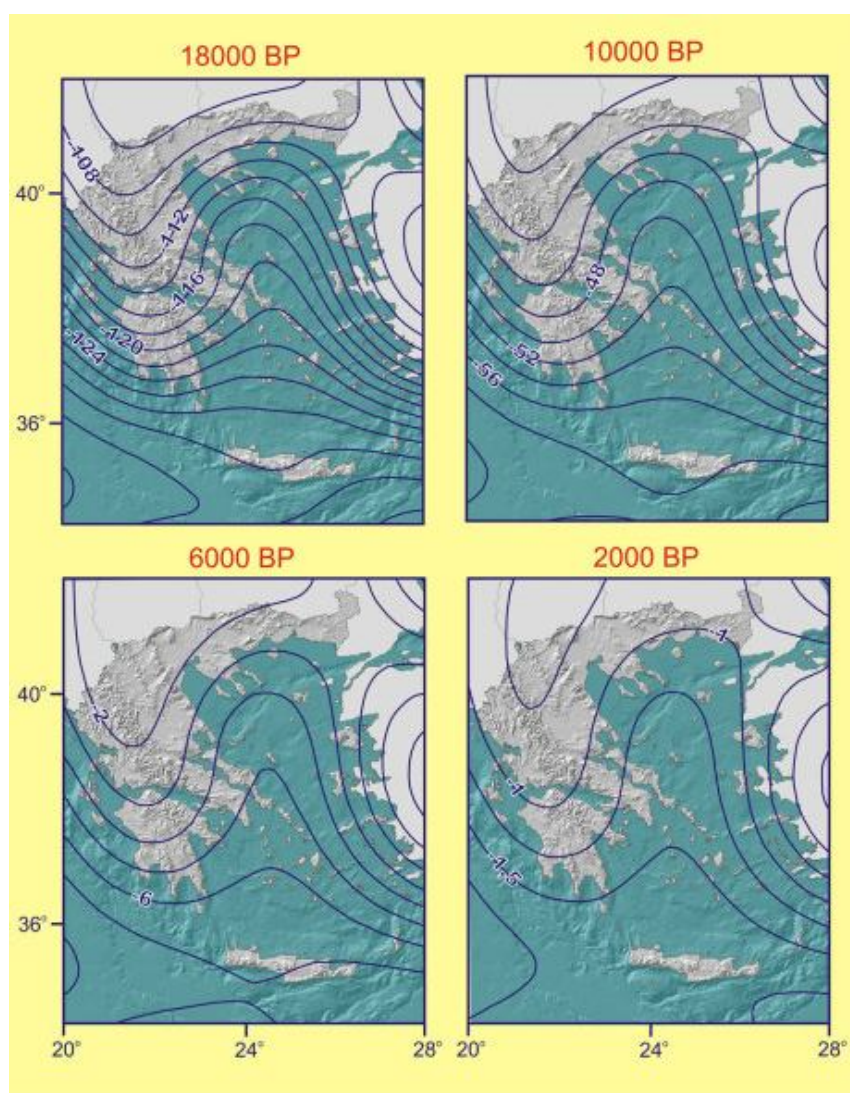
Το Πλειστόκαινο (1,8 εκατ. χρόνια πριν), είναι γνωστό ως η εποχή των Παγετώνων και έχουν οριστεί σε αυτή την εποχή, 17 εναλλαγές ψυχρών (παγετώδεις) και θερμών (μεσοπαγετώδεις) κλιματικών φάσεων. Κατά την εναλλαγή αυτών των κλιματικών φάσεων παρατηρούνταν ευστατικές αλλαγές. (Παυλόπουλος, 2011).

Μέσω της διαχρονικής καταγραφής των ισοτόπων του οξυγόνου των ωκεανών καταγράφονται οι μεταβολές του όγκου των παγετώνων και άρα η εναλλαγή των παγετωδών-μεσοπαγετωδών περιόδων.

Τα τρία ισότοπα του οξυγόνου (16, 17, 18) υπάρχουν σε όλες τις καταστάσεις του νερού. Το ισότοπο του οξυγόνου 17 είναι αμελητέα ποσότητα που μπορεί να αγνοηθεί. Κατά τις παγετώδεις περιόδους το νερό που εξατμίζεται από τους ωκεανούς αποθηκεύεται στα στρώματα του πάγου. Η αναλογία των ισοτόπων 16 και 18 του οξυγόνου είναι διαφορετική στο νερό των ωκεανών απ' ότι στους πάγους λόγω μιας διεργασίας κλασματοποίησης. Οπότε η απομάκρυνση του νερού από τον ωκεανό μέσω της εξάτμισης και η δέσμευση του ισοτοπικά ελαφρύτερου νερού στα στρώματα πάγου είχε σαν αποτέλεσμα, οι ωκεανοί να γίνονται ισοτοπικά βαρύτεροι

κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων και το αντίστροφο στις μεσοπαγετώδεις περιόδους. (Καρύμπαλης, 2010).

Στην περίοδο του Ολοκαίνου: 18000 χρόνια πριν, η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν 120m χαμηλότερα από τη σημερινή. Στο τέλος αυτής της περιόδου παρουσιάστηκε μια γρήγορη άνοδος της θαλάσσιας στάθμης με ρυθμό 1m/100 έτη έως τα 7000 με 5000 χρόνια πριν από σήμερα, αλλά στη συνέχεια ο ρυθμός αυτός ελαττώθηκε στα 2-3cm/100 έτη. Η άνοδος αυτή ονομάστηκε Φλάνδρια επίκληση. Η ιστορία αυτών των μεταβολών απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, για τον ελλαδικό χώρο, σύμφωνα με τον Lambeck το 1996.



Εικόνα 23: Η εκτίμηση των μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης για τον ελλαδικό χώρο.

Πηγή: www.greekscapes.gr

Σε όλες τις χρονολογίες τις παραπάνω εικόνας, φαίνεται η αύξηση των τιμών των καμπυλών, όσο απομακρυνόμαστε από τον ηπειρωτικό χώρο. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο συνδυασμό των φαινομένων της παγετο-ισοστασίας και της υδρο-ισοστασίας. (Καρύμπαλης, 2010).

4.5 Μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης της Μεσογείου τον τελευταίο αιώνα

Η Μεσόγειος Θάλασσα, είναι μια ημίκλειστη λεκάνη, που έχει βιώσει την άνοδο της στάθμης της θάλασσας με διαφορετικό τρόπο από τον παγκόσμιο μέσο όρο.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια για την κατανόηση της μεταβολής της στάθμης της Μεσογείου σε μακροπρόθεσμη βάση, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις διαδικασίες που είναι υπεύθυνες για τις παρατηρούμενες αλλαγές.

Οι μέσες μεταβολές της στάθμης της Μεσογείου εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

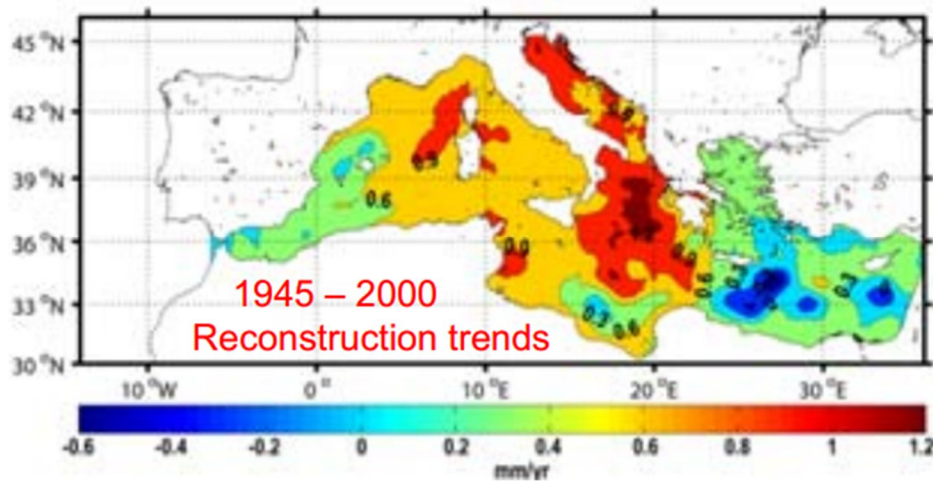
- τη στερεοχημική σύσταση (αλλαγές στην πυκνότητα της στήλης του νερού, λόγω της αλλαγής της θερμοκρασίας και της αλατότητας).
- η συνιστώσα μάζα που αντιπροσωπεύει την προσθήκη νερού και αλατιού.
- η ατμοσφαιρική σύσταση (λόγω του μηχανικού εξαναγκασμού της ατμοσφαιρικής πίεσης και του ανέμου).

Οι εκτιμώμενες τάσεις δείχνουν τη μεσογειακή μέση θαλάσσια στάθμη να παρουσιάζει αύξηση με χαμηλότερο ρυθμό από τη μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας, κατά το δεύτερο μισό του 20^{ου} αι., λόγω της αρνητικής συμβολής της ατμοσφαιρικής και στερεοχημικής σύστασης. (Gomis, Tsimplis, et.al, MedClivar).

Η μεγαλύτερη σειρά μετρήσεων από παλιρροιογράφους στη Μεσόγειο Θάλασσα δείχνουν ότι η μεταβολή του επιπέδου της Μεσογειακής θαλάσσιας στάθμης χωρίζεται σε τρεις χρονικές περιόδους. Οι τρεις περίοδοι αναφέρονται παρακάτω:

- Πριν τη δεκαετία του 1960: οι τάσεις μεταβολής ήταν ισοδύναμες με εκείνες των ωκεανών.
- Μετά τη δεκαετία του 1960 και έως τις αρχές του 1990: η στάθμη της θάλασσας της Μεσογείου, ή δεν είχε αρχίσει να αλλάζει ή ούτε καν να μειώνεται.
- Μεταξύ 1993 και 2000: χαρακτηρίζεται από την γρήγορη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στην Ανατολική Μεσόγειο ($+1.9 \pm 0.2 \text{ mm/yr}$, μέτρηση στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου). Την περίοδο αυτή μπορούμε να την αναλύσουμε και με βάση υψομετρικά στοιχεία.

Οι πληροφορίες σχετικά με τις τάσεις μεταβολής της στάθμης της Μεσογείου, για την περίοδο 1945-2000, ανασυγκροτούνται από τους Calafat και Gomis το 2009 και απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα. (Gomis, Tsimplis, et.al, MedClivar).



Εικόνα 24: Σχηματική απεικόνιση της ανασυγκρότησης των τάσεων της μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης για τη Μεσόγειο, από τους Calafat και Gomis το 2009.

Πηγή: http://digital.csic.es/bitstream/10261/93349/1/C4_GOMIS_TH242A.pdf

Η μέση μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σε όλη την έκταση της Μεσογείου είναι:

- για την περίοδο 1945-2000: $+0.6 \pm 0.1 \text{ mm/yr}$,
- για την περίοδο 1961-2000 $+0.2 \pm 0.1 \text{ mm/yr}$.
- παρατηρούμε, ότι είναι πολύ μικρότερη, από την αντίστοιχη παγκόσμια.

(Gomis, Tsimplis, et.al, MedClivar).

4.6 Μελλοντική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης

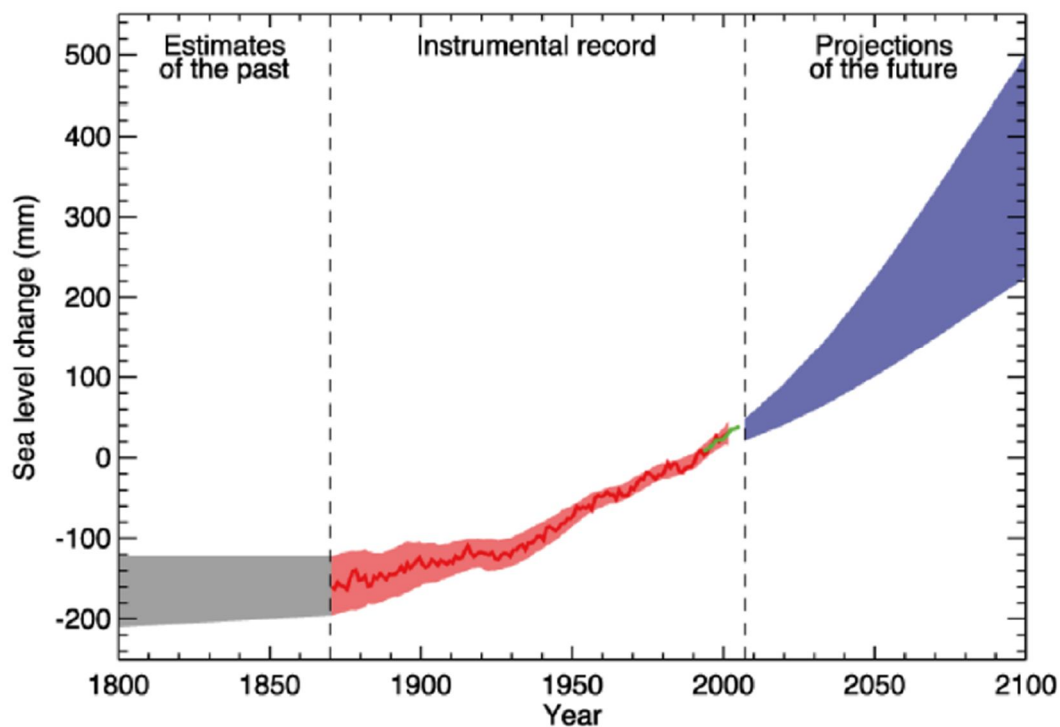
Η πρόβλεψη των μελλοντικών μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης, είναι πολύ δύσκολη, εξ' αιτίας των πολλών διαφορετικών μεταβλητών που εμπλέκονται. Για τις μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας χρησιμοποιούνται δεδομένα, όπως χρονοσειρές εποχιακών μεταβολών των κλιματικών στοιχείων των τελευταίων δεκαετιών, διαχρονικές μετρήσεις παλιρροιογράφων σε τοπική και παγκόσμια κλίμακα, μαθηματικές προσομοιώσεις, που βασίζονται κυρίως σε κλιματικές μεταβολές (αύξηση θερμοκρασίας, εκπομπές ρυπαντών αερίων κ.α.) και δεδομένα Τηλεπισκόπησης.

Σύμφωνα, με τα παγκόσμια κλιματικά δεδομένα της Environmental Protection Agency (E.P.A.) της Αμερικής και με τα μαθηματικά μοντέλα της IPCC, προκύπτει ότι μέχρι το 2050 η θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 1° C και μέχρι το 2100, κατά 2° C. Η κύρια αιτία αυτής της αύξησης της θερμοκρασίας είναι η επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του CO₂, από τις βιομηχανικές εκπομπές. (Καρύμπαλης, 2010).

Η αύξηση της θερμοκρασίας που αναφέρεται παραπάνω, θα οδηγήσει σε τήξη των πολικών πάγων και των πάγων των ηπειρωτικών περιοχών, στη θερμική διαστολή της μάζας του νερού των ωκεανών και με τελικό αποτέλεσμα την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. (Καρύμπαλης, 2010).

Η IPCC στην έκθεσή της, αναφέρει ότι οι πιο έντονες μεταβολές πιστεύεται ότι θα σημειωθούν στην Δυτική Ανταρκτική και την Γροιλανδία. Ακόμη, αναφέρει ότι η Γροιλανδία καλύπτεται με τόσο πάγο, τόσο που αν για κάποιο λόγο προκληθεί η τήξη του, θα αυξηθεί το επίπεδο της θάλασσας κατά 7m. (IPCC, 2007).

Με βάση παρελθοντικά στοιχεία και σύγχρονες μετρήσεις και δορυφορικές παρατηρήσεις, αναμένεται η παγκόσμια θαλάσσια στάθμη θα είναι κατά 15cm υψηλότερη από τη σημερινή, μέχρι το 2050 και κατά 50cm, μέχρι το 2100. Ο ρυθμός ανόδου προβλέπεται να αγγίζει τα 5,5mm/έτος μέχρι το έτος 2100. (Καρύμπαλης, 2010).



Εικόνα 25: Διάγραμμα εκτίμησης της μεταβολής της παγκόσμιας θαλάσσιας στάθμης από το έτος 1800 έως το έτος 2100, από την IPCC

Πηγή: IPCC, 2007

Στην γκριζα περιοχή της εικόνας 19, απεικονίζονται οι εκτιμήσεις της θαλάσσιας στάθμης για τα έτη 1800-1870, όπου οι μετρήσεις δεν ήταν διαθέσιμες. Με την κόκκινη γραμμή απεικονίζεται η θαλάσσια στάθμη όπως μετρήθηκε από παλιρροιογράφους. Η κόκκινη σκιασμένη περιοχή παρουσιάζει την αβεβαιότητα. Η πράσινη γραμμή παρουσιάζει πως μετράται η στάθμη της θάλασσας από δορυφόρους. Τέλος, η σκιασμένη μωβ περιοχή αναπαριστά τη μελλοντική στάθμη της θάλασσας.

4.7 Κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης

Η μελλοντική άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αναμένεται να επιφέρει παγκόσμια, ένα πλήθος κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων. Με κυριότερες τις αρνητικές επιπτώσεις στον τουρισμό, στην αλιεία, στα αποθέματα και στην ποιότητα του γλυκού νερού,, στη γεωργία των παράκτιων ζωνών που αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις. Προβλήματα θα αντιμετωπίσουν οι οικισμοί και οι κατοικημένες περιοχές των παράκτιων ζωνών, καθώς επίσης και οι οικονομικές υπηρεσίες και η ανθρώπινη υγεία.

Στην παράκτια ζώνη σήμερα εκτιμάται ότι 40 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από πλημμύρες και πιστεύεται ότι μέχρι το 2100 θα διπλασιαστούν ή και θα τριπλασιαστούν. (Καρύμπαλης, 2010).

Παρ' όλο που το κόστος λήψης μέτρων για την αποφυγή ή τη μετρίαση των αρνητικών επιπτώσεων της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, αναδεικνύεται εξαιρετικά υψηλό, κρίνεται ως ζωτικής σημασίας η προστασία των χαμηλών νησιωτικών περιοχών, καθώς και των χωρών με χαμηλές εκτεταμένες δελταϊκές πεδιάδες. Παραδείγματα τέτοιων περιοχών αποτελούν οι νήσοι Μαλβίδες και η Κίνα. (Καρύμπαλης, 2010).

Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης μας οδηγεί σε νέα δεδομένα. Η προσαρμογή σ' αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να συνεκτιμήσει τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτισμικές αξίες ανά τμήματα της παράκτιας ζώνης. Πολλές χώρες θα υποχρεωθούν να πάρουν σκληρές αποφάσεις, σχετικά με το σε ποιες ακτές θα εφαρμοστούν προστατευτικά μέτρα και σε ποιες όχι.

Ειδικότερα για την Ελλάδα, οι επιπτώσεις θα είναι πολύ σοβαρές, αφού οι χαμηλές παράκτιες περιοχές στην ηπειρωτική Ελλάδα εξαπλώνονται με τη μορφή δέλτα ποταμών, λιμνοθαλασσών, παράκτιων αλλουβιακών πεδιάδων μικρών αιγιαλών και παρουσιάζουν σημαντική αποίκηση, τουριστική και βιομηχανική αξιοποίηση.

Ακόμη, σημαντικό πλήγμα θα υποστούν οι ελληνικές τοπικές αγροτικές οικονομίες, καθώς οι περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις βρίσκονται σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Τέλος, αρνητικές επιπτώσεις στην αγροτική οικονομία θα προκαλέσει η υφαλμύριση των υδροφόρων οριζόντων και των περιοχών που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή. (Καρύμπαλης, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Υπολογισμός του ΔΠΕ για την παράκτια ζώνη Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της εποχής είναι η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, η οποία οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος και επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τις παράκτιες περιοχές. Η παράκτια τρωτότητα είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, γι' αυτό και δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένος ορισμός, για το φαινόμενο αυτό. Ακολουθούν δύο ορισμοί οι οποίοι προσπαθούν να ορίσουν την έννοια της τρωτότητας, παρατίθενται από τον πιο παλιό έως τον πιο πρόσφατο.

«Η παράκτια τρωτότητα ορίζεται ως η σύνθεση της επικινδυνότητας του φυσικού παράκτιου συστήματος και της επικινδυνότητας του κοινωνικοοικονομικού παράκτιου συστήματος λόγω των κλιματικών αλλαγών.» (Nicholls, 2003).

«Ως τρωτότητα ορίζεται ο βαθμός κατά τον οποίο η κλιματική αλλαγή μπορεί να καταστρέψει ή να βλάψει ένα σύστημα και ο οποίος δεν εξαρτάται μόνο από την ευαισθησία του συστήματος, αλλά και από την ικανότητα του να προσαρμόζεται στις νέες κλιματικές συνθήκες.» (IPCC, 2007).

Αυτό που προσπαθεί να επιτευχθεί με αυτή την εργασία είναι να γίνει μια ταξινόμηση με βάση την επικινδυνότητα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, στην παράκτια περιοχή Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (Δ.Π.Ε.), με τη χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Ο Δ.Π.Ε. μετά την πρώτη του εφαρμογή το 1994, από τους Gornitz, Daniels, White, Birdwell, τροποποιήθηκε το 1999 από τους Thieler και Hammar-Klose και έπειτα είναι ευρέως διαδεδομένος και έχει χρησιμοποιηθεί πάρα πολλές φορές στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. (Karymbalis, et al, 2012). Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα και στις οποίες έχει υπολογιστεί ο Δ.Π.Ε.

- Παράκτιες περιοχές Βορειοδυτικού Κορινθιακού Κόλπου, Νασόπουλος, Καρύμπαλης, Πούλος
- Ακτές του Αργολικού Κόλπου, Σένη Α., Γάκη-Παπαναστασίου Κ., Καρύμπαλης Ε., Ζούβα Χ.
- Σαλαμίνα, Χαλκιάς Γ., κ.α.

Για τον υπολογισμό του Δ.Π.Ε. συνυπολογίζονται έξι παράμετροι, οι οποίοι είναι:

- ✓ η γεωμορφολογία,
- ✓ η παράκτια κλίση,
- ✓ η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης

- ✓ ο ρυθμός διάβρωσης/προέλασης της ακτογραμμής
- ✓ το μέσο παλιρροιακό εύρος και
- ✓ το μέσο σημαντικό ύψος κύματος.

Ο υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας στην συγκεκριμένη εργασία έγινε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο, που συνδυάζει και τις έξι προαναφερθείσες παραμέτρους.

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

Όπου:

- a: η γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης
- b: η παράκτια κλίση
- c: ρυθμός διάβρωσης/προέλασης της ακτογραμμής
- d: σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης
- e: μέσο παλιρροιακό εύρος
- f: μέσο σημαντικό ύψος κύματος.

(Karymbals, et al, 2012)

Τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν με τη χρήση του λογισμικού ArcGis 10.2.1, αφορούσαν τη γεωλογία, την τοπογραφία, καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά του θαλάσσιου χώρου (ως προς την ωκεανογραφία) της περιοχής που μελετάται.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

- α) 11 τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ, κλίμακας 1:5000, σε μορφή shp.
- β) Ένας γεωλογικός χάρτης, κλίμακας 1:2500, από το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Τα τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ, αφού γεωαναφέρθηκαν με βάση το ελληνικό γεωδαιτικό σύστημα, ΕΓΣΑ '87, χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιοποίηση των ισοϋψών καμπυλών, από 0m (ακτογραμμή)-20m. Μέσω των ισοϋψών καμπυλών κατασκευάστηκε το Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο της περιοχής μελέτης, από το οποίο υπολογίστηκε η παράκτια κλίση.

Ο γεωλογικός χάρτης, χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής μελέτης. Μέσω αυτών και του πίνακα επικινδυνότητας για τις ελληνικές ακτές (Karympalis et. al.2012), δημιουργήθηκε στα περιγραφικά δεδομένα, του λογισμικού ArcGis, μια νέα στήλη που δείχνει την

επικινδυνότητα της παράκτιας διάβρωσης, ανάλογα με το γεωλογικό σχηματισμό, που υπάρχει σε κάθε σημείο της περιοχής μελέτης.

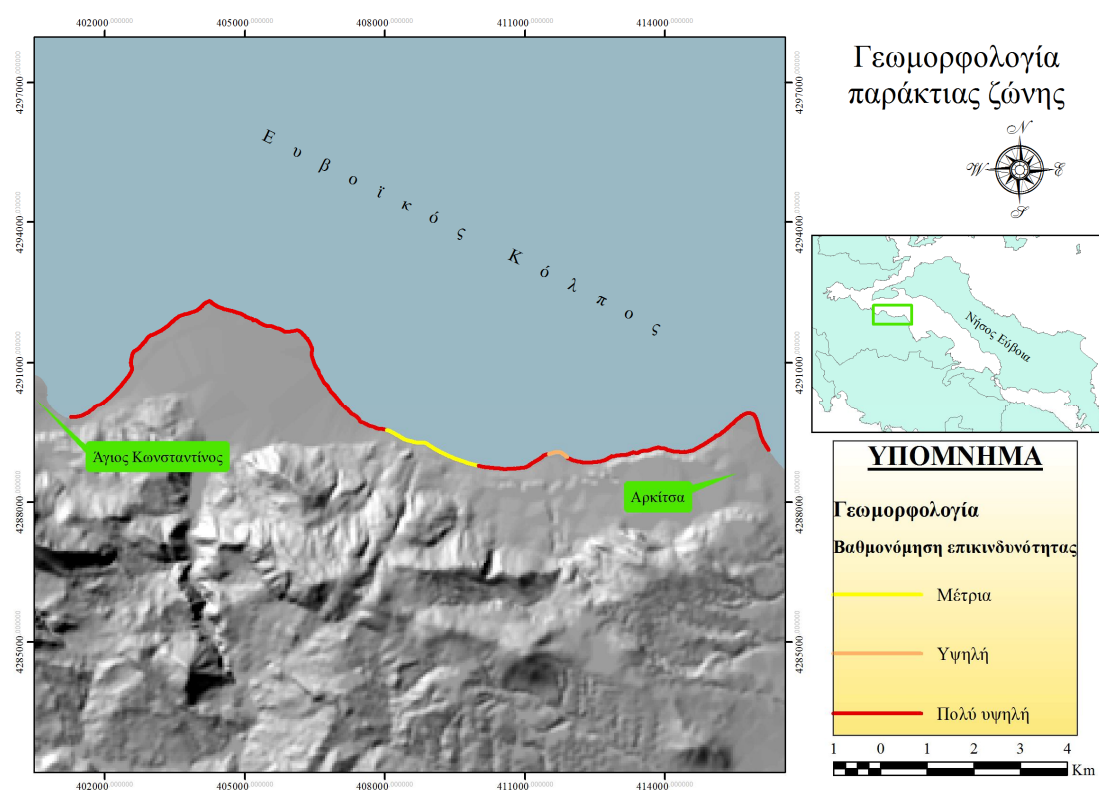
Με βάση τις τιμές ορίων που έχουν προταθεί για τις ελληνικές ακτές ταξινομήθηκαν οι παράμετροι για κάθε τμήμα της ακτογραμμής, με τιμές επικινδυνότητας από το 1 (πολύ χαμηλή) έως και το 5 (πολύ υψηλή). Ο υπολογισμός του Δ.Π.Ε. έγινε με βάση την προαναφερθείσα εξίσωση.

Στη συνέχεια παρατίθενται χάρτες και διαγράμματα των παραμέτρων που συνυπολογίστηκαν για τον καθορισμό του Δ.Π.Ε..

5.1 Γεωμορφολογία

Η γεωμορφολογία μιας περιοχής εκφράζεται από τους τύπους των γεωλογικών σχηματισμών που παρατηρούνται σε αυτή. Κατά πόσο τρωτό είναι το κάθε είδος γεωλογικού σχηματισμού από τη δράση της διάβρωσης, στην παράκτια επικινδυνότητα εκφράζεται από την παράμετρο της γεωμορφολογίας και εξαρτάται από την μορφολογία του, την κοκκομετρία του και τη σύσταση των πετρωμάτων που το αποτελούν.

Για την συγκεκριμένη μελέτη ψηφιοποιήθηκαν οι παράκτιοι γεωλογικοί σχηματισμοί στο λογισμικό ArcGis 10.2.1, από το γεωλογικό χάρτη της περιοχής (Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο) κλίμακας 1:2500. Οι γεωμορφές με βάση την επικινδυνότητα τους διακρίθηκαν σε 5 κατηγορίες, που αποτυπώνονται στο χάρτη 6.



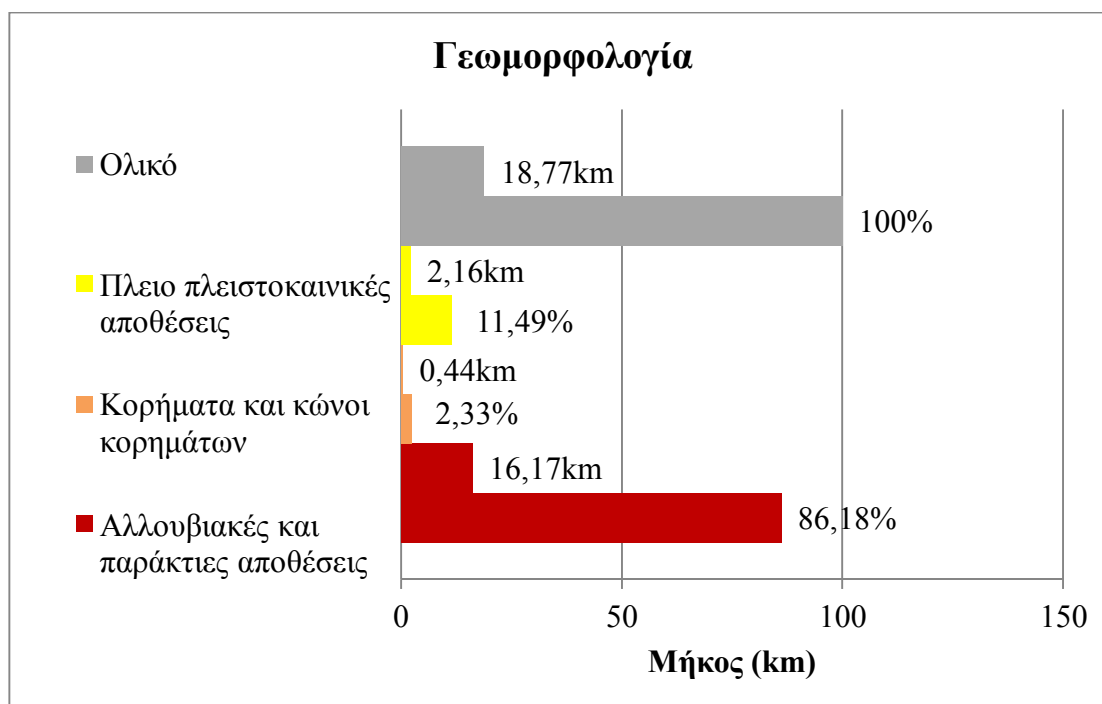
Χάρτης 6: Βαθμονόμηση της γεωμορφολογίας της περιοχής μελέτης.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Γεωμορφολογία	-----	-----	Πλειο πλειστοκαινικές αποθέσεις	Κορήματα και κώνοι κορημάτων	Αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις	Ολικό
Μήκος (%)	0	0	11,49	2,33	86,18	100
Μήκος (km)	0	0	2,16	0,44	16,17	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 2: Βαθμονόμηση της γεωμορφολογίας, όπου φαίνεται και η τιμή (1-5) που δόθηκε σε κάθε έναν γεωλογικό σχηματισμό που συναντάται κατά μήκος της ακτογραμμής.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 8: Ραβδόγραμμα γεωμορφολογικής κατηγοριοποίησης. Απεικονίζονται οι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί της ακτογραμμής, καθώς και το μήκος της οποίας καταλαμβάνουν σε km και σε ποσοστό.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με τον χάρτη 6, τον πίνακα 2 και το διάγραμμα 8, διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο τμήμα της ακτογραμμής, αποτελείται από αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις (16,17km) και παρουσιάζει πολύ υψηλή επικινδυνότητα. Μικρότερο τμήμα αποτελούν οι Πλειο πλειστοκαινικές αποθέσεις (2,16km) και παρουσιάζουν μέτρια επικινδυνότητα. Τέλος, το μικρότερο ποσοστό της ακτογραμμής, καταλαμβάνεται από κορήματα και κώνους κορημάτων (0,44km) και παρουσιάζει υψηλή επικινδυνότητα.

5.2 Παράκτια κλίση

Ακτογραμμές με μικρή παράκτια κλίση είναι πιο ευάλωτες στη διάβρωση από τον κυματισμό, τις παλίρροιες και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τόσο σε μικρά όσο και σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, τοπικά (γεωλογικά) γεγονότα, ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Κλίση μιας επιφάνειας είναι ο ρυθμός μεταβολής του υψομέτρου στην περιοχή αυτή και μετράται σε μοίρες ή ποσοστό μεταβολής επί τοις εκατό (%).

Η εκτίμηση της παράκτιας κλίσης έγινε με τη χρήση του Ψηφιακού Υψομετρικού Μοντέλου, το οποίο προήλθε από την ψηφιοποίηση ισοϋψών καμπυλών (από τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ, κλίμακας 1:5000 και ισοδιάστασης 4m).

Το Ψηφιακό Υψομετρικό Μοντέλο δημιουργήθηκε στο ArcMap, σύμφωνα με τις ακόλουθες εντολές:

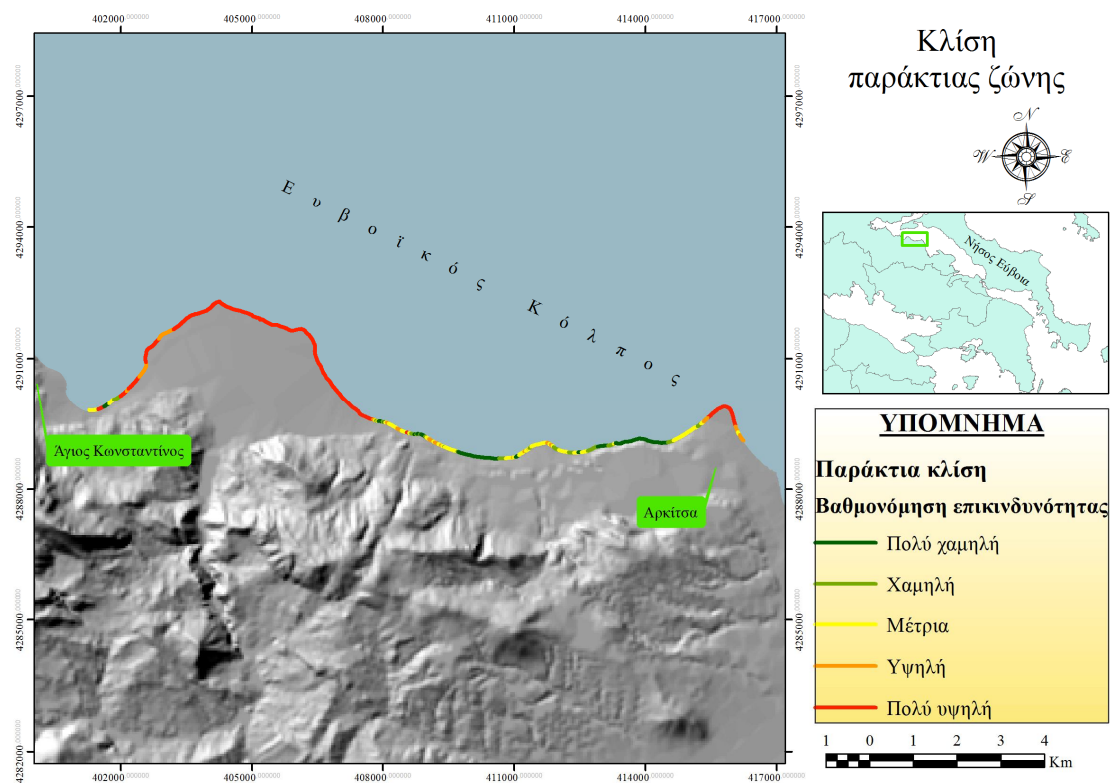
Arc Toolbox→ 3D Analyst→ Data Management Tools→ Tin→ Create Tin

Arc Toolbox→ 3D Analyst→ Conversion tools→ From tin→ Tin to raster

Έπειτα με την εντολή,

Arc Toolbox→ Spatial Analyst→ Surface→ Slope

Δημιουργήθηκε το θεματικό επίπεδο της παράκτιας κλίσης, το οποίο χωρίστηκε σε πέντε κλάσεις, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα προτεινόμενα όρια επικινδυνότητας για την Ελλάδα.



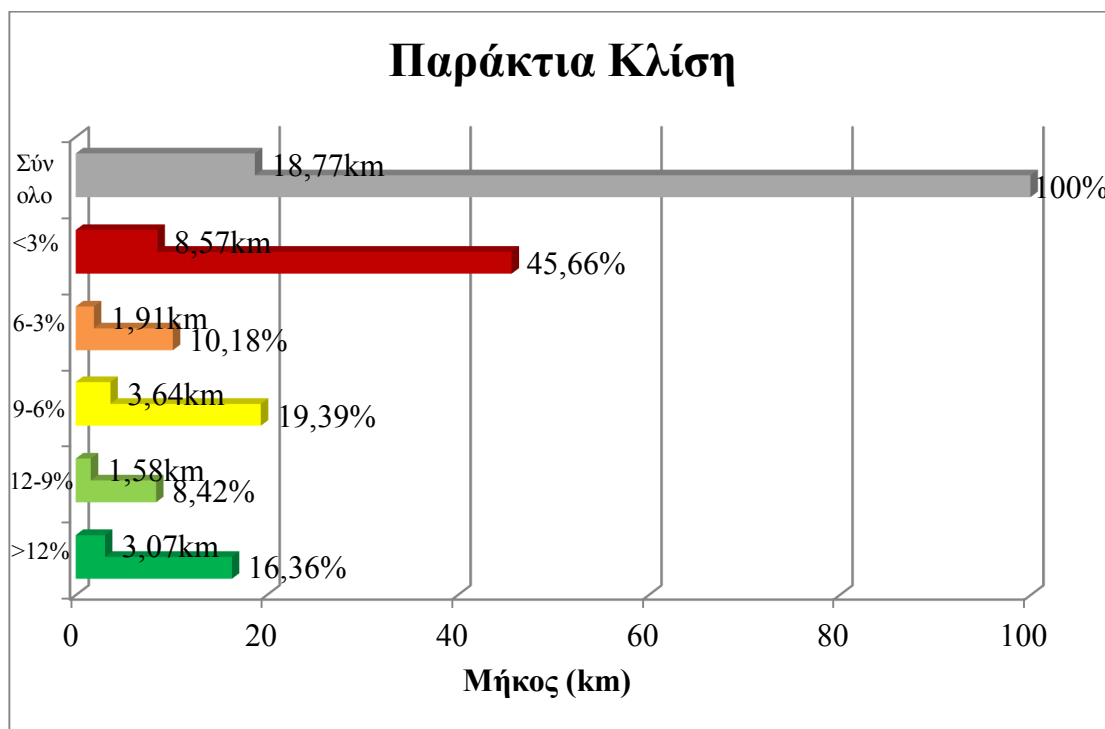
Χάρτης 7: Βαθμονόμηση παράκτιας κλίσης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Παράκτια κλίση	>12%	12-9%	9-6%	6-3%	<3%	Ολικό
Μήκος (%)	16,36	8,42	19,39	10,18	45,66	100
Μήκος (km)	3,07	1,58	3,64	1,91	8,57	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 3: Βαθμονόμηση της παράκτιας κλίσης στην υπό μελέτη περιοχή, όπου φαίνεται και η τιμή (1-5) της επικινδυνότητας για κάθε κατηγορία κλίσης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 9: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της υπό μελέτη ακτογραμμής, με βάση την επικινδυνότητα που οφείλεται στην κλίση. Απεικονίζονται: α) το μήκος της ακτογραμμής (οριζόντιος άξονας), β) οι κλάσεις επικινδυνότητας παράκτιας κλίσεις (κατακόρυφος άξονας).

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

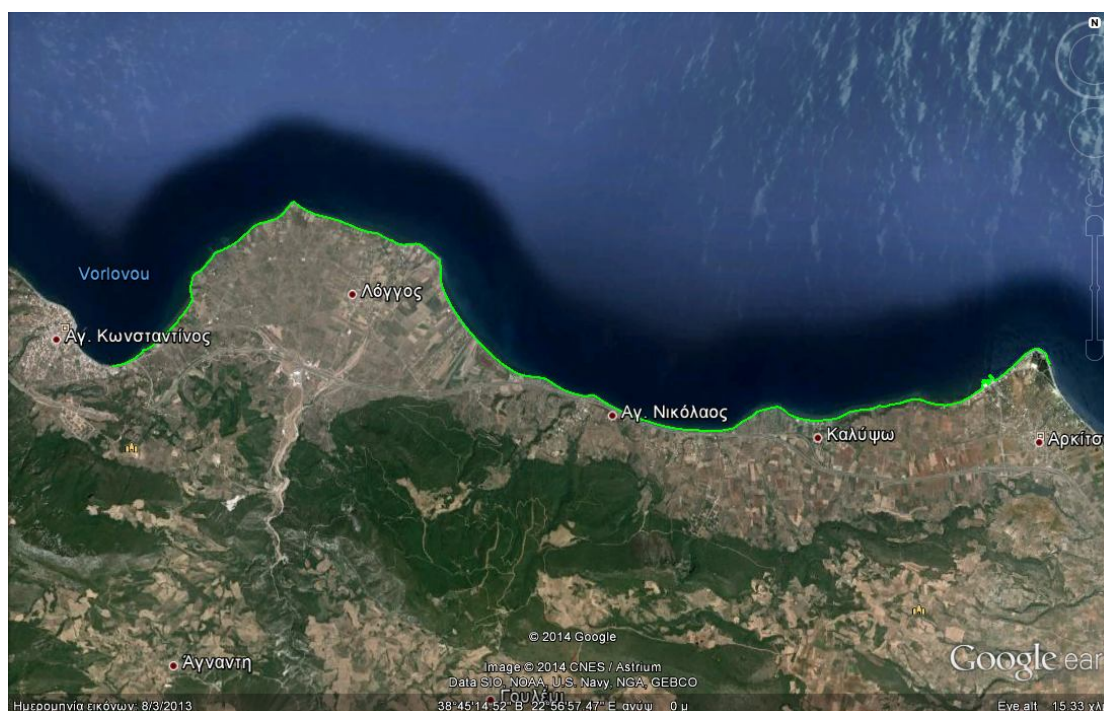
Ο πλημμυρικός κίνδυνος, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, μιας οποιασδήποτε περιοχής είναι άμεσα συνδεδεμένος με την κλίση της παράκτιας ζώνης, αφού περιοχές με χαμηλές παράκτιες κλίσεις είναι πιο ευάλωτες από τις απόκρημνες παράκτιες ζώνες. Όπως διακρίνεται και από τον χάρτη 7, τον πίνακα 3 και το διάγραμμα 9, ένα ποσοστό 45,66% (8,57km) της ακτογραμμής που μελετάται αντιστοιχεί σε περιοχές με χαμηλή κλίση που συνεπάγεται πολύ υψηλή επικινδυνότητα. Ένα δεύτερο ποσοστό της ακτογραμμής 19,39% (3,64km), αποτελείται από μεσαίας κλίσης περιοχές, άρα παρατηρούμε και μεσαίου βαθμού επικινδυνότητα. Τέλος, το 16,36% (3,07km) της ακτογραμμής είναι περιοχές με μεγάλη κλίση άρα και με χαμηλού βαθμού επικινδυνότητα.

5.3 Ρυθμός Διάβρωσης/Προέλασης της ακτογραμμής

Η μακροπρόθεσμη απώλεια των υλικών της ακτογραμμής αποτελεί την παράκτια διάβρωση· σημαντικό πρόβλημα που γίνεται εντονότερο στις περιοχές όπου η ακτή θεωρείται παράμετρος ανάπτυξης.

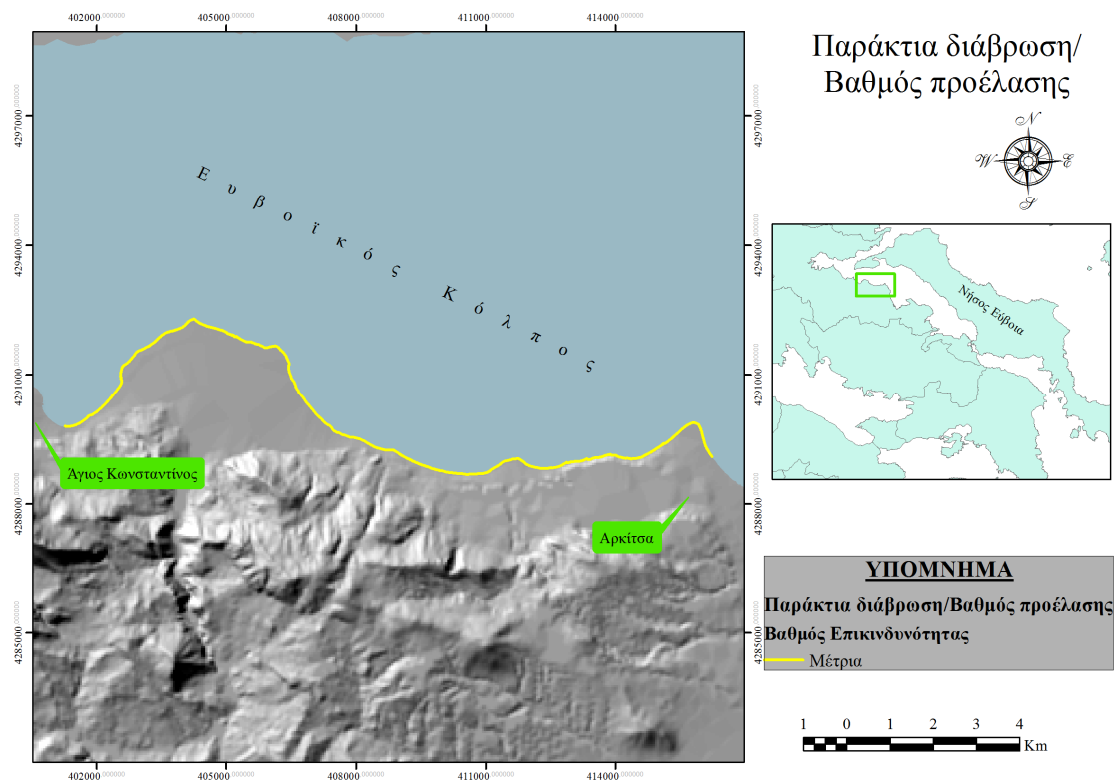
Στην Ευρώπη υποχωρεί το 20% των ακτών (EUROSION, 2002), ενώ στην Ελλάδα το 32% (Καρύμπαλης, 2010), εξ' αιτίας των έντονων κυματισμών και ανθρωπίνων παρεμβάσεων (τουριστικές δραστηριότητες, φράγματα).

Για τον εντοπισμό των μεταβολών της ακτογραμμής, λόγω της προέλασης και της διάβρωσης, ψηφιοποιήθηκε αρχικά η ακτογραμμή από το Google Earth (Εικόνα 16, ημερομηνία εικόνας 8/3/2013). Στη συνέχεια εισήχθη, η νέα ακτογραμμή στο ArcMap, αφού πρώτα είχε μετατραπεί από KML σε shp και συγκρίθηκε με αυτή του 1975, που προέκυψε από την ψηφιοποίηση των χαρτών της ΓΥΣ, κλίμακας 1:5000.



Εικόνα 26: Ψηφιοποίηση της ακτογραμμής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα./Ιδία επεξεργασία.

Πηγή: Google Earth



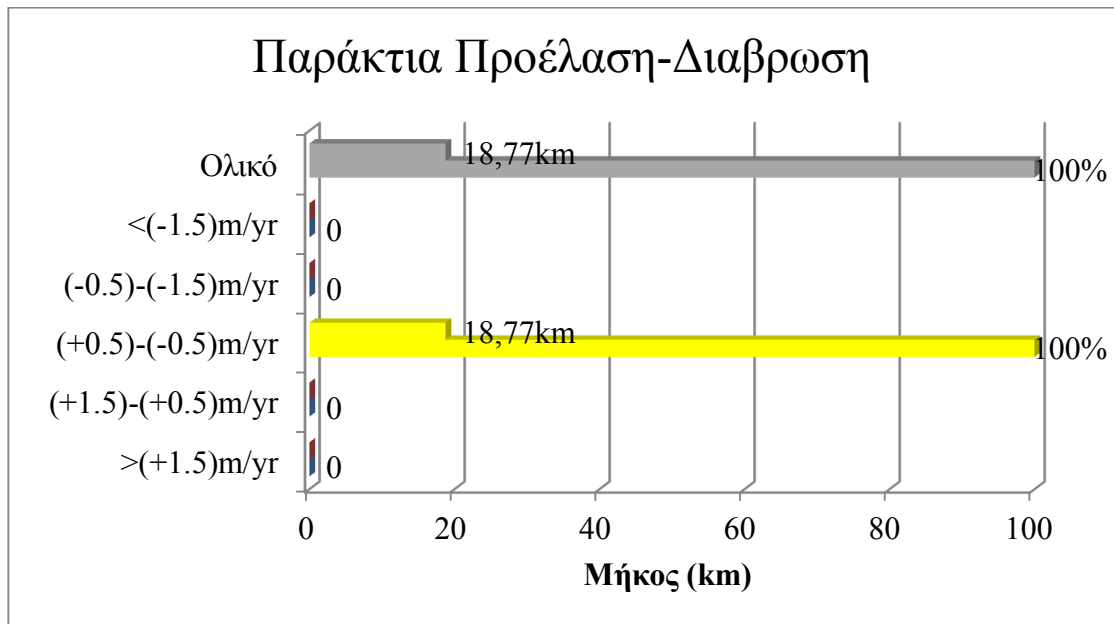
Χάρτης 8: Βαθμονόμηση του ρυθμού μεταβολής της ακτογραμμής, με βάση την επικινδυνότητα, λόγω διάβρωσης/προέλασης.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία%

Παράκτια Προέλαση Διάβρωση	>(+1.5)m/yr	(+1.5)-(+0.5)m/yr	(+0.5)-(-0.5)m/yr	(-0.5)-(-1.5)m/yr	<(-1.5)m/yr	Ολικό
Μήκος (%)	0	0	100	0	0	100
Μήκος (km)	0	0	18,77	0	0	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 4: Βαθμονόμηση του βαθμού προέλασης και διάβρωσης της ακτογραμμής

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 10: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης του ρυθμού προέλασης και διάβρωσης της ακτογραμμής, σε 5 κλάσεις επικινδυνότητας. Οριζόντιος άξονας: μήκος ακτογραμμής σε km. Κατακόρυφος άξονας: κλάσεις του βαθμού επικινδυνότητας.

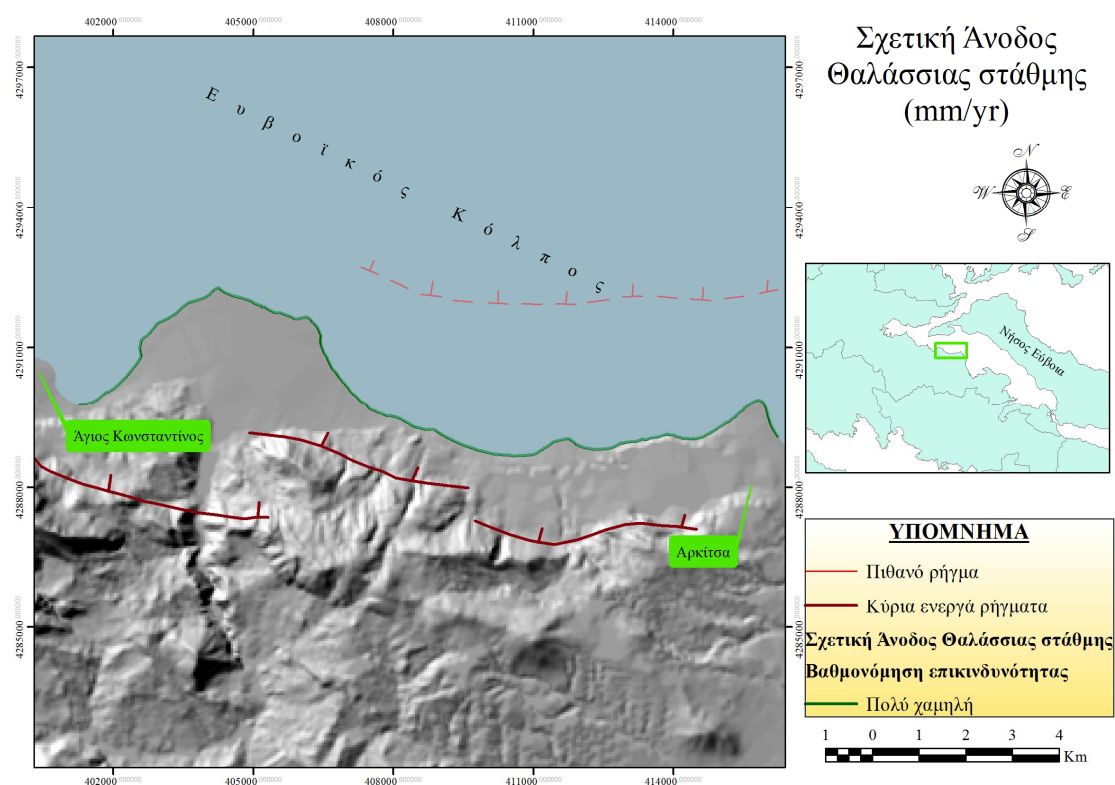
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως συμπεραίνεται, από το χάρτη 8, τον πίνακα 4 και το διάγραμμα 10, η ακτογραμμή από το 1975 μέχρι σήμερα δεν έχει υποστεί ιδιαίτερες μεταβολές.

5.4 Σχετική μεταβολή θαλάσσιας στάθμης

Ο ευστατισμός, η ισοστασία και ο τεκτονισμός είναι παράγοντες που καθορίζουν το ρυθμό ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2007), η τιμή της παραμέτρου για την περιοχή μελέτης είναι 1,8mm/yr. Αν και η περιοχή που μελετάται στην παρούσα εργασία είναι τεκτονικά ενεργή, η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης οφείλεται σε ασεισμικές αιτίες. (Cundy et. al., 2010).



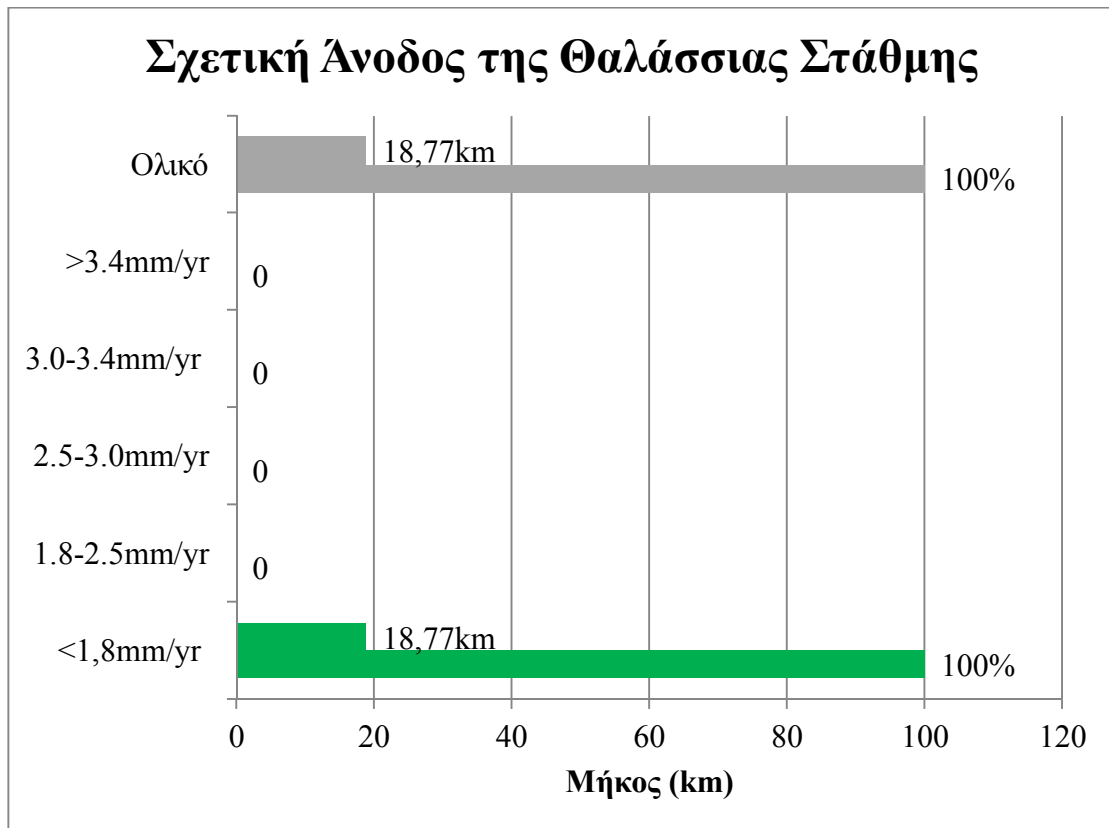
Χάρτης 9: Βαθμονόμηση της μεταβολής θαλάσσιας στάθμης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχετική Άνοδος Θαλάσσιας Στάθμης (mm/yr)	<1,8mm/yr	1.8-2.5mm/yr	2.5-3.0mm/yr	3.0-3.4mm/yr	>3.4mm/yr	Ολικό
Μήκος (%)	100	0	0	0	0	100
Μήκος (km)	18,77	0	0	0	0	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 5: Βαθμονόμηση της σχετικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



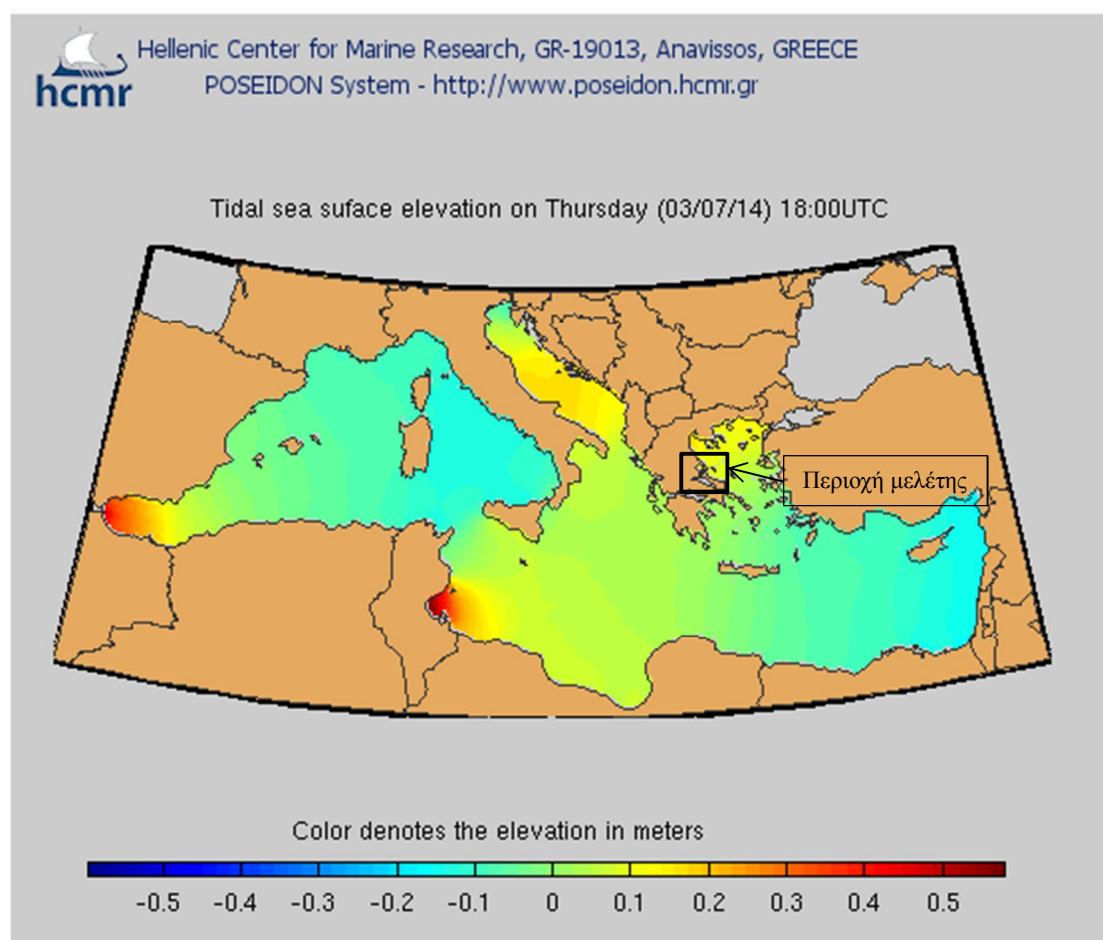
Διάγραμμα 11: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης της ακτογραμμής, με βάση τη σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης. Οριζόντιος άξονας: μήκος ακτογραμμής σε km. Κατακόρυφος άξονας: 5 κλάσεις επικινδυνότητας.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

5.5 Μέσο Παλιρροιακό εύρος

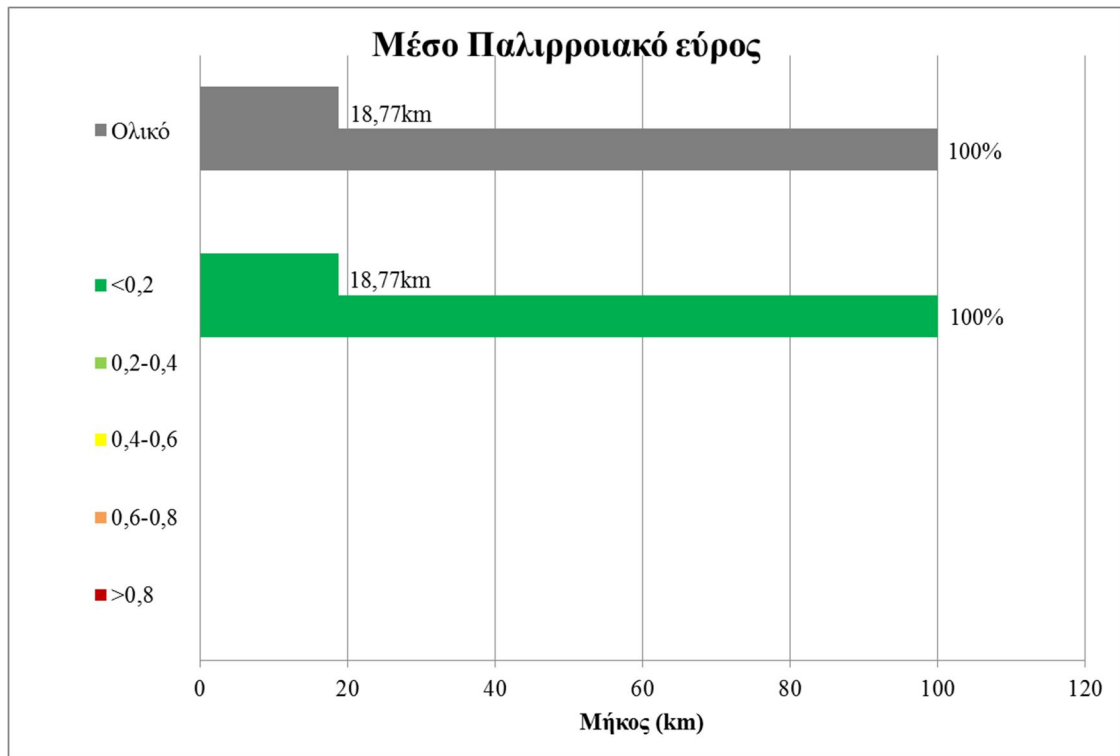
Με τις πλημμύρες και τον κίνδυνο διάβρωσης μιας ακτογραμμής συνδέεται άμεσα το παλιρροιακό εύρος. Το μέσο παλιρροιακό εύρος, γενικά στην Ελλάδα είναι λιγότερο από 0,87m, σύμφωνα με στοιχεία της υδρογραφικής υπηρεσίας του πολεμικού ναυτικού.

Ειδικά, για την περιοχή Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα αποτελέσματα του συστήματος «Ποσειδών» του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών, παρατηρήθηκε, ότι η μέση τιμή του παλιρροιακού εύρους, είναι 0,15m/yr, καθ' όλο το μήκος της συγκεκριμένης ακτογραμμής.



Εικόνα 27: Μέσο παλιρροιακό εύρος σύμφωνα στη Μεσόγειο, με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος Ποσειδών

Πηγή: http://www.poseidon.hcmr.gr/sealevel_forecast.php

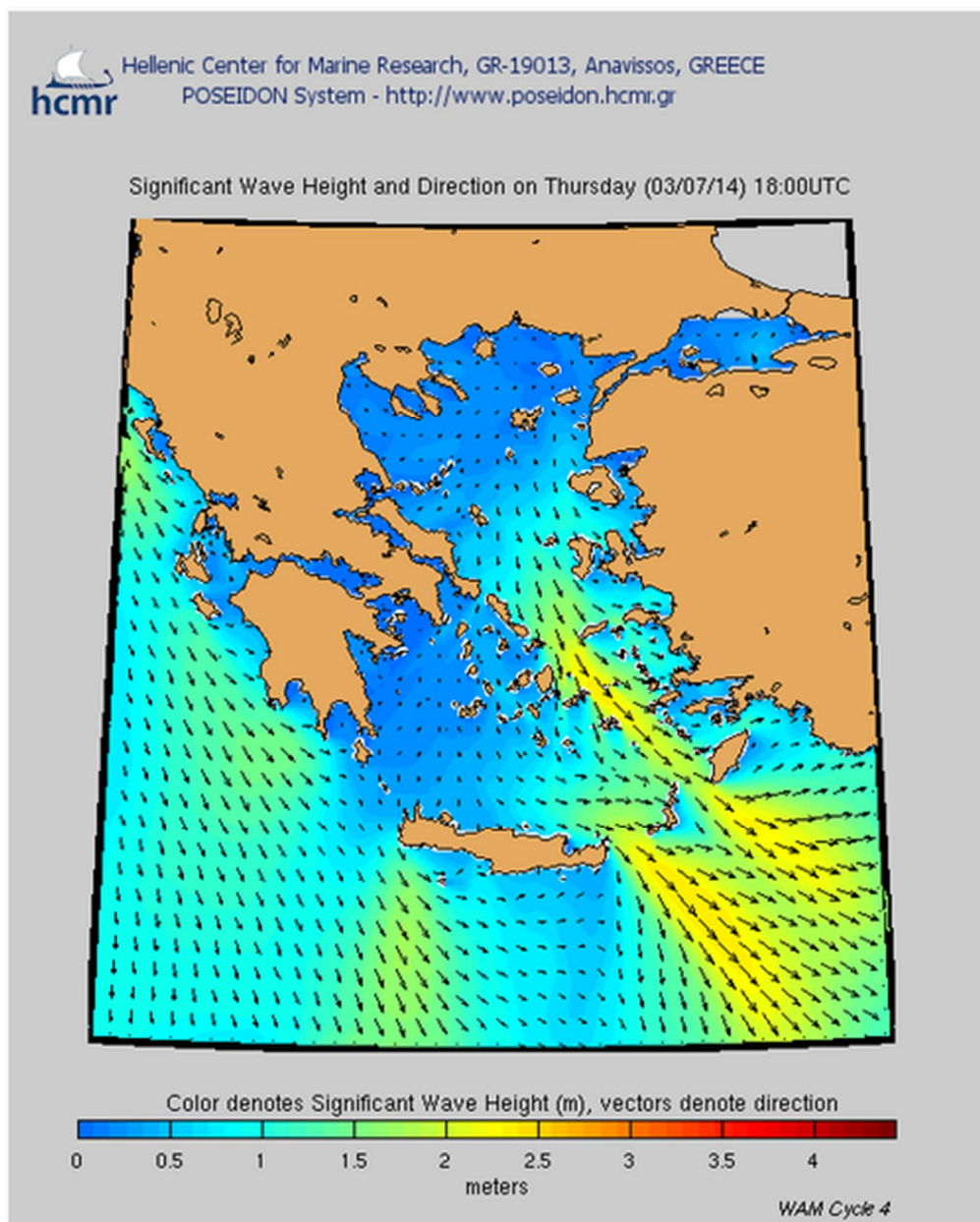


Διάγραμμα 12: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης του μέσου παλιρροιακού εύρους της ακτογραμμής. Οριζόντιος άξονας: μήκος ακτογραμμής σε km. Κάθετος άξονας: οι 5 κλάσεις επικινδυνότητας.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

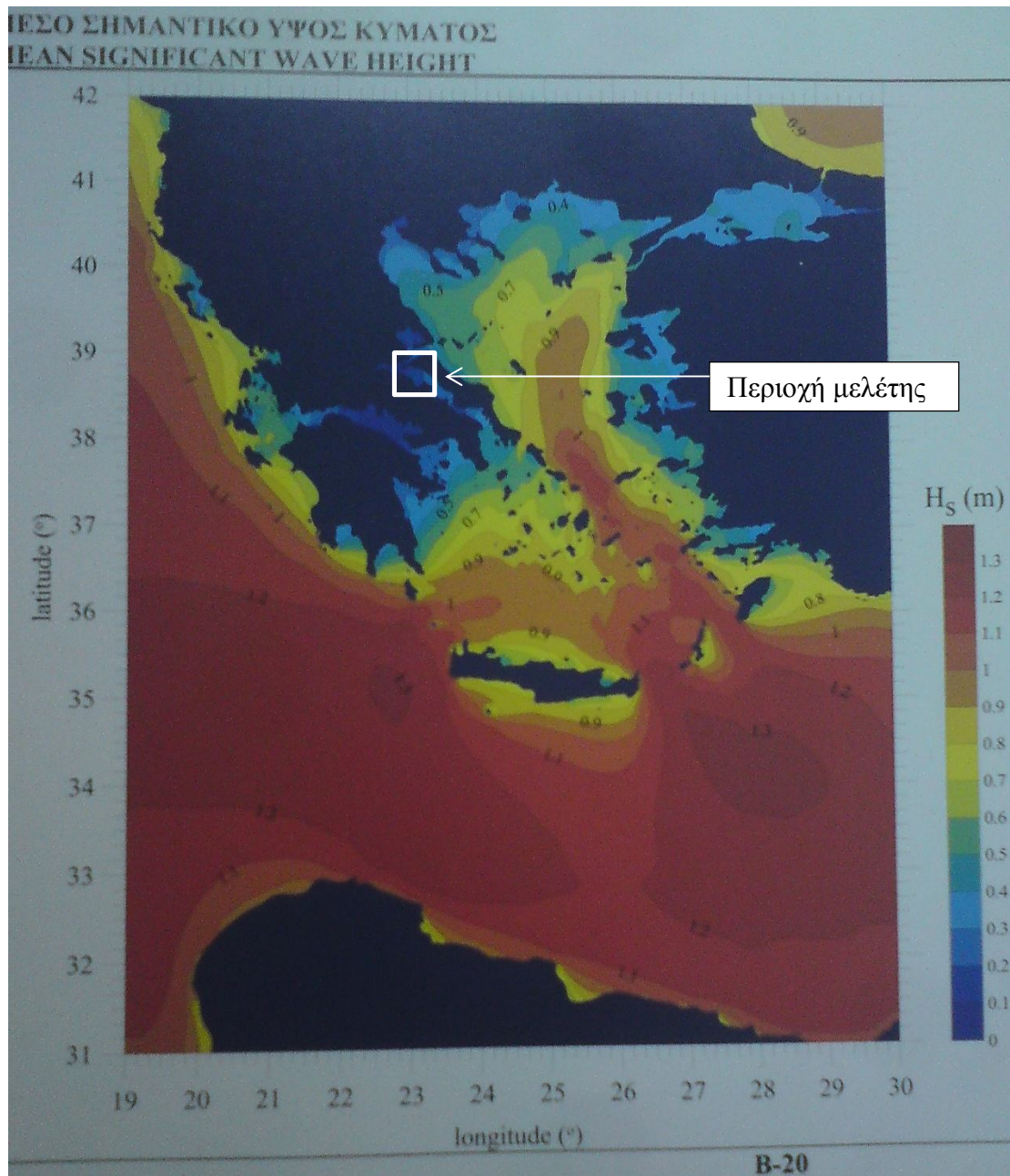
5.6 Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος

Το σημαντικό ύψος κύματος σε μια περιοχή είναι η μέση τιμή ύψους (από κορυφή σε κοιλία) του ενός τρίτου των υψηλότερων κυμάτων. Το πιθανό αναμενόμενο μέγιστο ύψος κύματος μπορεί να φτάσει μέχρι δύο φορές το υπολογιζόμενο σημαντικό ύψος κύματος. (Ποσειδών, ΕΛΚΕΘΕ). Με το μέσο σημαντικό ύψος κύματος εκφράζεται η κυματική ενέργεια, που προσπίπτει κατά μήκος της ακτογραμμής.



Εικόνα 28: Κατανομή μέσου σημαντικού ύψους κύματος στον Ελλαδικό χώρο.

Πηγή: http://poseidon.hcmr.gr/waves_forecast_gr.php?area_id=aeg



Εικόνα 29: Κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στον Ελλαδικό χώρο.

Πηγή: Άτλαντας Ανέμου και Κυμάτων των ελληνικών θαλασσών

Το ΕΛΚΕΘΕ, χρησιμοποιεί για την καθημερινή πρόγνωση του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στον Ελλαδικό χώρο, το φασματικό μοντέλο 3^{ης} γενιάς WAM-cycle 4 (WAM), που υπολογίζει την εξέλιξη του δισδιάστατου φάσματος της κυματικής ενέργειας.

Το WAM επιλύει την παρακάτω εξίσωση μεταφοράς για βαθύ και ρηχό νερό, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη διάθλαση λόγω βάθους και παρουσίας ρευμάτων.

$$N(\mathbf{x}, \sigma, \theta) = E(\mathbf{x}, \sigma, \theta) / \sigma$$

όπου

N = η πυκνότητα κυματικής δράσης

E = η πυκνότητα κυματικής ενέργειας

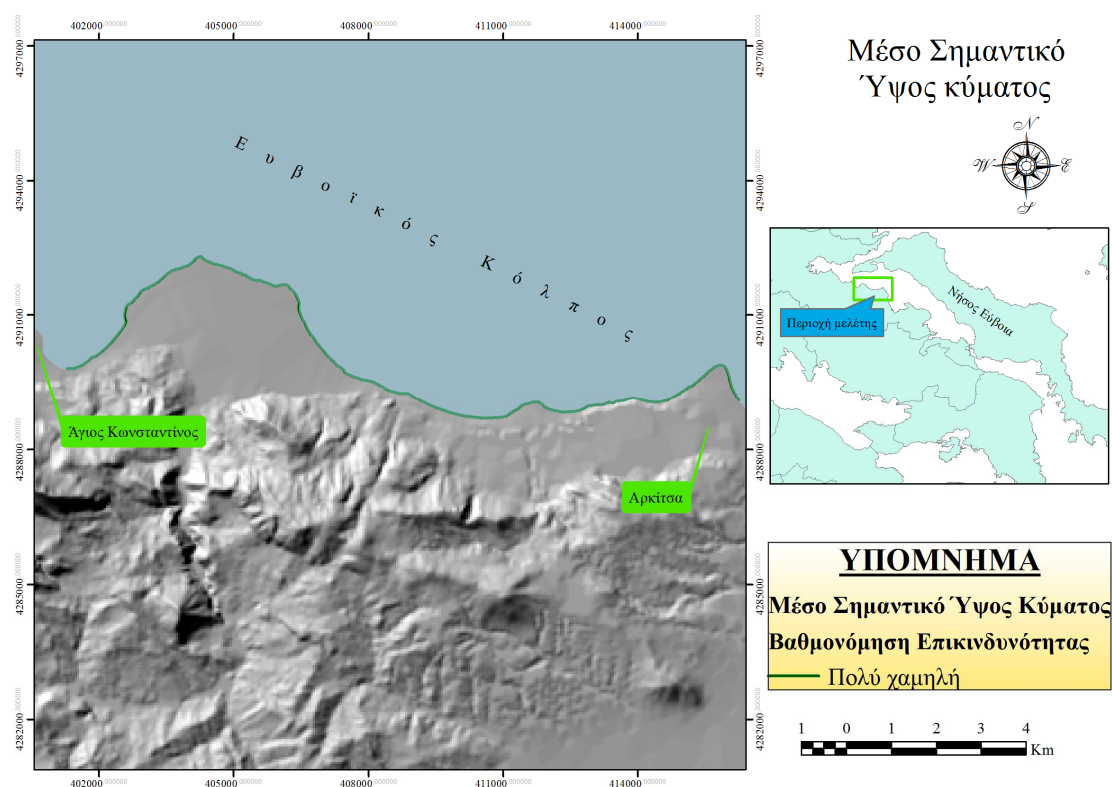
$\chi = (x,y)$ το διάνυσμα θέσης

θ =η κατεύθυνση του κύματος και

$\sigma = \omega - k \cdot U$ η σχετική συχνότητα.

Η εξίσωση μεταφοράς είναι εκφρασμένη σε όρους του φάσματος πυκνότητας κυματικής δράσης (στην περίπτωση παρουσίας ρευμάτων διατηρείται η κυματική δράση και όχι η κυματική ενέργεια).

Το WAM-cycle 4, έχει ικανοποιητική προγνωστική ικανότητα για τις τάσεις του κυματικού κλίματος στο Αιγαίο, αλλά γενικά εμφανίζεται να υποεκτιμά τις καταστάσεις της θάλασσας και κυρίως τις έντονες. (Σουκισιάν, Προσπαθόπουλος, 2003).



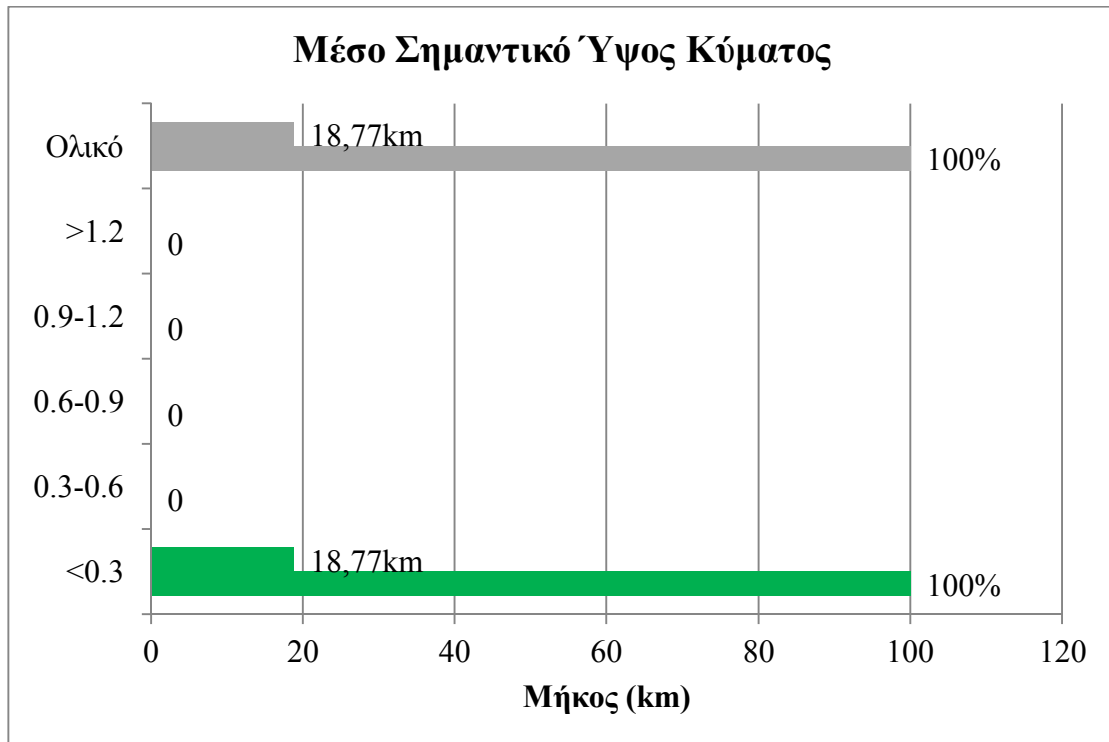
Χάρτης 11: Βαθμονόμηση του μέσου σημαντικού ύψους κύματος

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Μέσο Σημαντικό Ύψος Κύματος	<0.3	0.3-0.6	0.6-0.9	0.9-1.2	>1.2	Ολικό
Μήκος (%)	100	0	0	0	0	100
Μήκος (km)	18,77	0	0	0	0	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 7: Βαθμονόμηση μέσου σημαντικού ύψους κύματος. Τιμές μέσου σημαντικού ύψους κύματος σε m.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



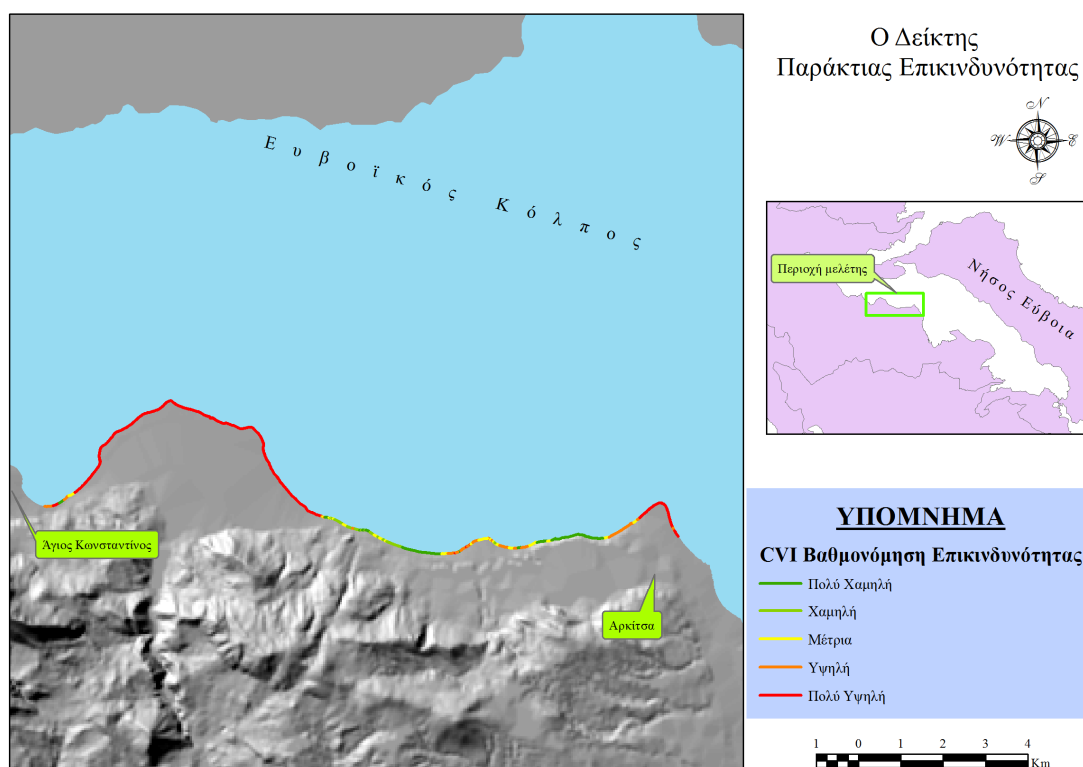
Διάγραμμα 13: Ραβδόγραμμα κατηγοριοποίησης του μέσου σημαντικού ύψους κύματος της ακτογραμμής. Οριζόντιος άξονας: μήκος ακτογραμμής σε km. Κάθετος άξονας: οι 5 κλάσεις επικινδυνότητας.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με το χάρτη της βαθμονόμησης του μέσου σημαντικού ύψους κύματος, όλη η περιοχή μελέτης τοποθετείται στην κατηγορία πολύ μικρής επικινδυνότητας. Συνεπώς ο κυματισμός δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην μεταβολή της τιμής του Δ.Π.Ε., κατά μήκος της ακτογραμμής μελέτης.

5.7 Υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας

Για κάθε μία από τις έξι παραμέτρους, στον πίνακα περιγραφών δημιουργήθηκε μία νέα στήλη risk που περιείχε τιμές από το 1 έως το 5 με βάση το βαθμό επικινδυνότητας. Για τον υπολογισμό του Δ.Π.Ε., ήταν αναγκαία η ένωση των έξι προαναφερθέντων παραμέτρων, η οποία έγινε με τη χρήση της εντολής Intersect, από το ArcMap. Η εντολή αυτή δημιουργεί ένα νέο επίπεδο, που περιέχει την τομή των επιπέδων που εισήχθησαν (όλες οι παράμετροι: γεωλογία, παράκτια κλίση, ρυθμός προέλασης και διάβρωσης, σχετική μεταβολή θαλάσσιας, μέσο παλιρροιακό εύρος, σημαντικό ύψος κύματος) και έτσι διατηρεί την πληροφορία όλων των επιπέδων. Η διαδρομή για την εντολή Intersect είναι: Arc Toolbox→Analysis Tools→ Overlay→ Intersect. Έπειτα με την εντολή Field Calculator, όπου εισήχθησαν οι στήλες risk (της κάθε παραμέτρου, από το καινούριο επίπεδο που δημιουργήθηκε με το Intersect) και με βάση τη γνωστή εξίσωση του Δ.Π.Ε., υπολογίστηκε ο Δ.Π.Ε της ακτογραμμής και δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης.



Χάρτης 12: Βαθμονόμηση επικινδυνότητας της παράκτιας περιοχής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα.

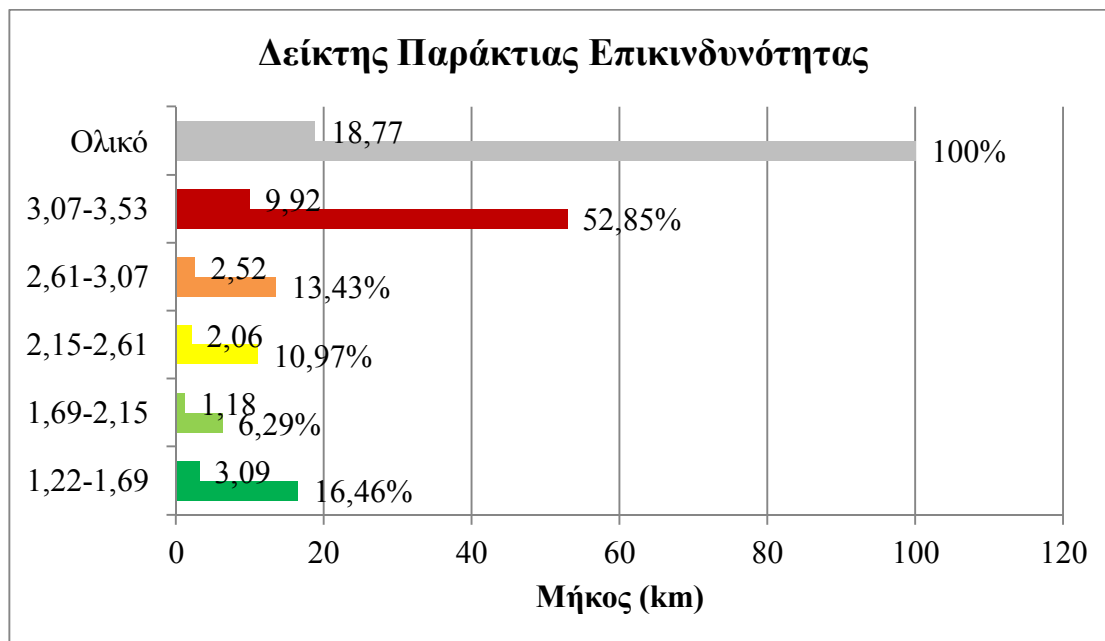
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Οι τιμές του Δ.Π.Ε., για την περιοχή μελέτης κυμαίνονται από 1,22 έως και 3,53. Έπειτα, οι τιμές αυτές κατηγοριοποιήθηκαν όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας	1,22-1,69	1,69-2,15	2,15-2,61	2,61-3,07	3,07-3,53	Ολικό
Μήκος (%)	16,46	6,29	10,97	13,43	52,85	100
Μήκος (km)	3,09	1,18	2,06	2,52	9,92	18,77
Επικινδυνότητα	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέτρια (3)	Υψηλή (4)	Πολύ Υψηλή (5)	

Πίνακας 8: Βαθμονόμηση του Δ.Π.Ε. για την περιοχή Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



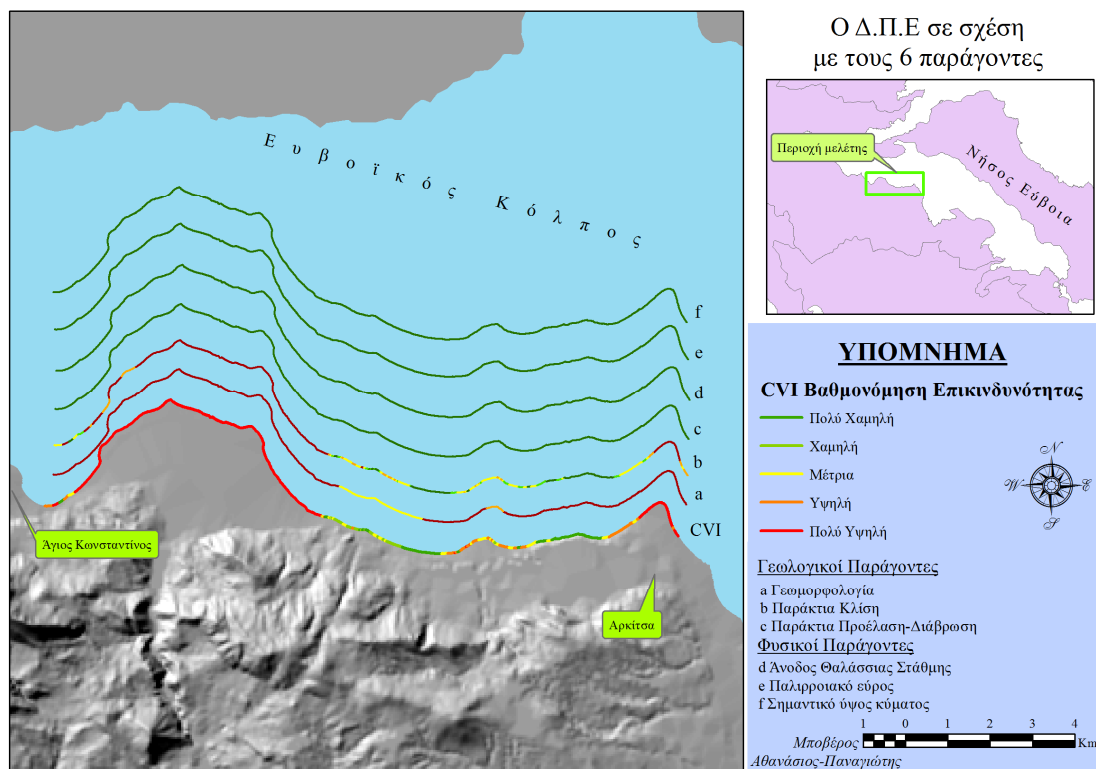
Διάγραμμα 14: Ραβδόγραμμα με την κατηγοριοποίηση της επικινδυνότητας. Οριζόντιος άξονας: μήκος ακτογραμμής σε km. Κάθετος άξονας: τιμές του Δ.Π.Ε..

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όπως διαπιστώνεται, από το χάρτη του Δ.Π.Ε., τον πίνακα 8 και το διάγραμμα 14, το 52,85% της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από πολύ υψηλό βαθμό επικινδυνότητας. Το ποσοστό αυτό της ακτογραμμής βρίσκεται στις περιοχές της Αρκίτσας, καθώς και της Ακτής και του Λόγγου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές του ΔΠΕ στην περιοχή μελέτης Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, κυμαίνονται από 1,22-3,53 (και είναι τοπικές) και ανάλογα με αυτές τις τιμές χαρακτηρίστηκε η παράκτια ζώνη περιοχής μελέτης, από πολύ χαμηλής έως πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Οι τιμές του ΔΠΕ όμως για την Ελλάδα, όπως έχουν δείξει άλλες έρευνες όπως στον Κορινθιακό Κόλπο, κυμαίνονται από 0.6 έως 9.1, άρα η περιοχή μελέτης Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα μπορεί να θεωρηθεί σε πανελλαδικό επίπεδο ως μια περιοχή πολύ χαμηλής έως χαμηλής επικινδυνότητας. (Karymbalis et. al. 2012).

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας χάρτης όπου απεικονίζεται ο Δ.Π.Ε. με βάση τους 6 παράγοντες, που τον επηρεάζουν.



Χάρτης 13: Απεικόνιση του Δ.Π.Ε. σε σχέση με τους 6 παράγοντες που μελετήθηκαν.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Χρήσεις που πλήττονται άμεσα

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι ο εντοπισμός των τρωτών τμημάτων της ακτογραμμής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης αποφασίζονται τα μέτρα προστασίας που θα πρέπει να εφαρμοστούν, στην ζώνη υψηλού κινδύνου.

Με βάση το χάρτη 14 εντοπίζονται γεωγραφικά στα άκρα της εξεταζόμενης ακτογραμμής, οι περιοχές πολύ υψηλού κινδύνου. Οι περιοχές αυτές αποτελούνται από αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις και έχουν μικρή μορφολογική κλίση.

Από τη εφαρμογή του Δ.Π.Ε., συμπεραίνουμε ότι οι σημαντικότεροι παράγοντες που τον καθορίζουν είναι:

- α. η γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης και
- β. η παράκτια κλίση.

Για τη χρήση των αποτελεσμάτων του δείκτη και την διαφοροποίηση της ακτογραμμής ως προς την επικινδυνότητα του δείκτη, συνεκτιμήθηκαν, ακόμη και τα μήκη των χρήσεων γης κατά μήκος της ακτογραμμής και συνδέθηκαν με τις περιοχές υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας, όπως προέκυψαν από τη μελέτη για τον Δ.Π.Ε..

Χρήσεις γης	Επικινδυνότητα									
	Πολύ χαμηλή		Χαμηλή		Μέτρια		Υψηλή		Πολύ Υψηλή	
	Km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Σύνθετες Καλλιέργειες	1,16	42,5	0,41	78,8	2,21	73,4	2,02	80,5	9,2	92,6
Ελαιώνες	0,13	4,8	0,11	21,2	0,43	14,3	0,4	15,9	0,73	7,4
Σκληροφυλλική Βλάστηση	1,44	52,7	-	-	0,37	12,3	0,09	3,6	-	-
Σύνολο	2,73	100	0,52	100	3,01	100	2,51	100	9,93	100

Πίνακας 9: Μήκος της ακτογραμμής και τα αντίστοιχα ποσοστά των χρήσεων γης, σε σχέση με τις πέντε κατηγορίες του Δ.Π.Ε.

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Με βάση τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι περιοχές με πολύ υψηλή επικινδυνότητα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό στις καλλιέργειες. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι στις περιοχές αυτές υπάρχουν αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις, οι οποίες κατά κανόνα θεωρούνται πολύ γόνιμες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Μέτρα προστασίας των παράκτιων περιοχών

Η διάβρωση των ακτών είναι μια φυσική διεργασία, που μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στο κοινωνικοοικονομικό και φυσικό περιβάλλον. (Καρύμπαλης, 2010).

Για να περιοριστεί η παράκτια διάβρωση και οι αρνητικές επιπτώσεις της εφαρμόζονται δύο κατηγορίες μέτρων προστασίας: οι σκληρές μηχανικές λύσεις² και οι ήπιες μέθοδοι³.

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. (Καρύμπαλης, 2010).

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.

² Σκληρές μηχανικές λύσεις= κατασκευές από βραχίονες ή προβόλους ή τοίχων προστασίας από τη διάβρωση, ζεύγη προβόλων, κατασκευή κυματοθραυστών.

³ Ήπιες μέθοδοι= μίμηση της φυσικής διεργασίας, τροφοδοτώντας τεχνητά την παραλία με ίζημα. Πολυέξοδες και προσωρινές.

Παραδείγματα προστατευτικών έργων των ακτών

Κατηγορία I (Σκληρές και Ήπιες Μέθοδοι)

A. Σκληρές μέθοδοι προστασίας παράκτιων περιοχών

i. Κυματοθραύστες (Breakwaters)



Εικόνα 30: Κυματοθραύστης στην Αίγινα

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

ii. Τοίχοι προστασίας (Seawalls)



Εικόνα 31: Τοίχος προστασίας στο Lonsdale Bight, Αυστραλία

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

iii. Βραχίονες ή πρόβολοι



Εικόνα 32: Πρόβολοι από κορμούς

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

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



Εικόνα 33: Παραλία αναπληρώνεται με άμμο μέσω ενός σωλήνα.

Πηγή: <http://geology.uprm.edu/Morelock/mancst.htm> →
http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/repln.jpg



Εικόνα 34: Μαϊάμι, Φλόριδα, πριν και μετά από την τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με άμμο.

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



Εικόνα 35: Πρόβολος-τροφοδοσία αιγιαλού

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



Εικόνα 36: Βραχίονας-τροφοδοσία με άμμο

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

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

A. Εγκάρσια (βραχίονες και ζεύγη προβόλων)



Εικόνα 37: Ζεύγη προβόλων, στην Ουάσινγκτον.

Πηγή: <http://geology.uprm.edu/Morelock/manast.htm> →
http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/groin.jpg

B. Παράλληλα (κυματοθραύστες και τοίχοι προστασίας)



Εικόνα 38: Τοίχος προστασίας, στο Γκάλβεστον, Τέξας.

Πηγή: <http://geology.uprm.edu/Morelock/manast.htm> →
http://geology.uprm.edu/Morelock/5_image/seawal.jpg

Περιορισμός αρνητικών επιπτώσεων παράκτιας διάβρωσης

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. (Καρύμπαλης, 2010).

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. (Καρύμπαλης, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Συμπεράσματα-Συζήτηση

Με τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Δ.Π.Ε.), στην περιοχή Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα, επιχειρείται η ανάδειξη των παράκτιων εκτάσεων που απειλούνται από την ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Οι παράγοντες που συνεκτιμήθηκαν για την εκτίμηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας και την εξαγωγή των συμπερασμάτων είναι η γεωμορφολογία, η παράκτια κλίση, η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, ο ρυθμός προέλασης/διάβρωσης της ακτογραμμής, το μέσο παλιρροιακό εύρος και το μέσο σημαντικό ύψος κύματος. Για την εξαγωγή των ακριβών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα νέα όρια επικινδυνότητας, ανά παράμετρο, όπως προτάθηκαν για τον ελλαδικό χώρο τον Μάιο του 2012, από τους Καρύμπαλη Ε., Χαλκιά Χ., Χαλκιά Γ., Φερεντίνιο Μ., Μάνθο Γ. και Γρηγορόπουλο Ε.. Στην συγκεκριμένη μελέτη, οι παράμετροι που έπαιξαν τον ουσιαστικότερο ρόλο στη διαφοροποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, ήταν η παράκτια κλίση και η γεωμορφολογία της περιοχής. Οι υπόλοιποι παράγοντες δεν επηρέασαν σημαντικά τον Δ.Π.Ε..

Το συνολικό μήκος της υπό μελέτη ακτογραμμής ήταν 18,77km. Από αυτό, το 52,85%, δηλαδή 9,92km, χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλής επικινδυνότητας και χωροθετούνται στο Ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης (παράκτια περιοχή Αρκίτσας) και στο Δυτικό τμήμα της (εκβολές ρέματος Ξεριάς, περιοχές Λόγγος, Ακτή). Το 13,43%, του συνολικού μήκους της ακτογραμμής, δηλαδή 2,52m, θεωρούνται υψηλής επικινδυνότητας. Παρατηρούνται σε πολλά τμήματα της περιοχής Άγιος Κωνσταντίνος-Αρκίτσα. Πιο συγκεκριμένα χωροθετούνται κυρίως στην ευρύτερη περιοχή της Αρκίτσας, στην περιοχή της Καλυψώς και του Αγίου Κωνσταντίνου. Το υπόλοιπο τμήμα της ακτογραμμής χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή έως μέτρια επικινδυνότητα.

Στις περιοχές υψηλής έως πολύ υψηλής επικινδυνότητας παρουσιάζονται αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις, όπως επίσης και πολύ χαμηλή παράκτια κλίση. Εν αντιθέσει, στις παράκτιες περιοχές, όπου η επικινδυνότητα χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλή έως μέτρια, αποτελούνται κυρίως από πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις και κώνους κορημάτων.

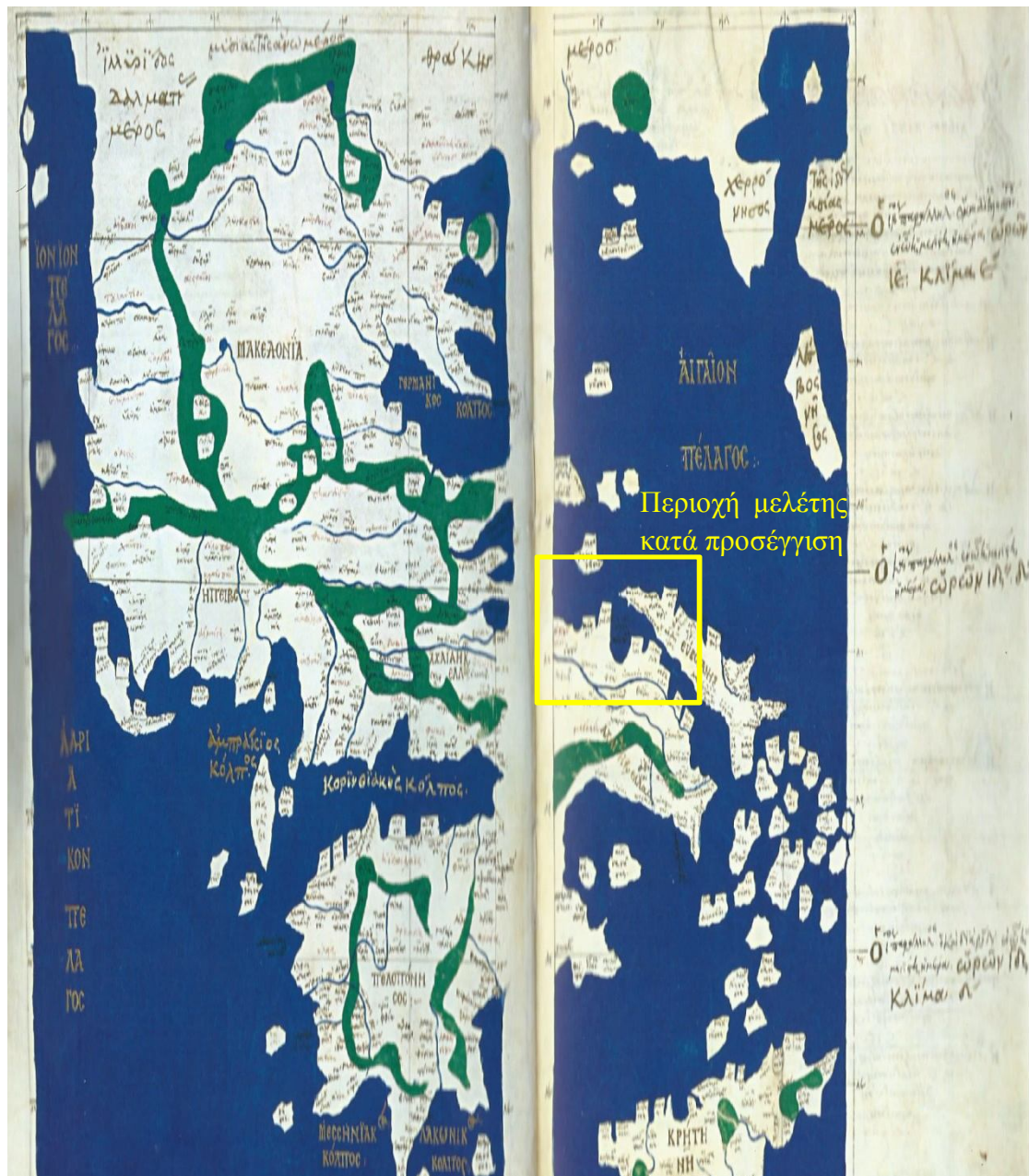
Σημαντικό ρόλο για την προκαταρκτική εκτίμηση της τρωτότητας παίζουν και οι χρήσεις γης της υπό μελέτη περιοχής. Οι σύνθετες καλλιέργειες και οι ελαιώνες, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, καλύπτουν περιοχές που χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλή επικινδυνότητα, δικαιολογημένα λόγω της μικρής κλίσης (<3%) και από τους γεωλογικούς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης (αλλουβιακές και παράκτιες αποθέσεις). Θετικό σημείο αποτελεί το γεγονός ότι οι πιο ευάλωτες

περιοχές, στην ενδεχόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, δεν παρουσιάζουν οικιστική ανάπτυξη, οπότε δεν συντρέχει άμεσος κίνδυνος για απώλειες ανθρώπινων ζώων και περιουσιών.

Γενικά, στον ελλαδικό χώρο παρατηρείται μεγάλος βαθμός παράκτιας διάβρωσης, ο οποίος μπορεί να επιφέρει, ανάλογα με την περιοχή, αρνητικές συνέπειες στην οικονομία, στον τουρισμό, στα οικοσυστήματα, στο περιβάλλον και ανθρώπινες απώλειες. Οι συνέπειες αυτές όμως, όπως προαναφέρθηκε, δεν ισχύουν για την περιοχή μελέτης.

Η Γεωπληροφορική είναι η επιστήμη, η οποία συνεισφέρει ουσιαστικά στην εκτίμηση διάφορων δεικτών, όπως του Δ.Π.Ε., καθ' ότι όλες οι διαδικασίες εξαγωγής των δεικτών αυτών είναι αυτοματοποιημένες, γρήγορες, ακριβείς και περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό το ανθρώπινο σφάλμα.

Εν κατακλείδι, η διεξαγωγή συμπερασμάτων από τον Δ.Π.Ε., πρέπει να γίνει η βάση για τον σχεδιασμό μιας σωστής πολιτικής διαχείρισης της εκάστοτε μελετώμενης παράκτιας ζώνης, παραμερίζοντας τα συμφέροντα κέρδους ορισμένων ατόμων, αναδεικνύοντας την ευημερία των κατοίκων, ως πρώτο μέλημα και ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές συνέπειες μια ενδεχόμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.



Εικόνα 39: Ο ελλαδικός χώρος αποτυπωμένος σε έναν γεωγραφικό πίνακα της «Γεωγραφικής Υφήγησης» του γεωγράφου Κλαύδιου Πτολεμαίου (Αλεξάνδρεια 2^{ος} μ.Χ. αι.)

Πηγή: Συλλεκτικό ημερολόγιο (2001) Κλαύδιος Πτολεμαίος: Γεωγραφική Υφήγηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Δουκάκης Ε. (2007) «Φυσικές Καταστροφές και Παράκτιες ζώνες»
2. ΕΛΚΕΘΕ (2007) «Άτλαντας Ανέμου και Κυμάτων των ελληνικών θαλασσών», Αθήνα
3. Καπόπουλος Χ. «Προστασία και Διαχείριση των Παράκτιων ζωνών»
4. Καρκάνας Π. (2010) «Εισαγωγή στη Γεωαρχαιολογία», Εκδόσεις ΝΕΦΕΛΗ, Αθήνα
5. Καρύμπαλης Ε. (2010) «Παράκτια Γεωμορφολογία», Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα
6. Κατσαφάδος Π. (2012-2013) «Διαλέξεις μαθήματος: Κλιματική Αλλαγή», Αθήνα
7. Κατσαφάδος Π. Μαυροματίδης Η. Λιακόπουλος Σ. (2013) «Κλιματική Αλλαγή», Αθήνα
8. Κουλούρη Π., (2013) «Μορφολογική Μελέτη Αλλουβιακών Ριπιδίων και των αντίστοιχων Λεκανών Απορροής στον Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο», Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα
9. Λαζαρίδου-Αθανασιάδου Μ. «Μετεωρολογία-Κλιματολογία», ΤΕΙ Καβάλας
10. Λέκκας (2000) «Φυσικές & Τεχνολογικές Καταστροφές» Έκδοση ACCESS, Αθήνα
11. Μακρόπουλος (2006) « Φυσικές Καταστροφές: Σεισμοί και Μέτρα Προστασίας», 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 25-27 Οκτωβρίου., 2006
12. Μαντόγλου (2001) «Διαχείριση παράκτιων ζωνών», Σ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π., Αθήνα
13. Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου (2011) «Στοιχεία Μετεωρολογίας»
14. Παυλίδης Σ. Β.¹, Βαλκιανιώτης Σ.¹, Γκανάς Α.², Κεραμυδάς Δ.¹, Σμπόρας Σ.¹ (Απρίλιος, 2004) , «Το Ενεργό Ρήγμα της Αταλάντης-Επανεκτίμηση με Νέα Γεωλογικά Δεδομένα», Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη, σελ 1560-1567
15. Παυλόπουλος Κ. (2009) «Μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης στο Αιγαίο τα τελευταία 6000 χρόνια: Αποτελέσματα από καταγραφές σε ιζήματα και beachrocks σε παράκτια περιβάλλοντα», Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συμποσίου Ωκεανογραφίας & Αλιείας, Τόμος Ι, σελ. 61-66
16. Παυλόπουλος Κ (2011) «Γεωμορφολογία: Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες», Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα
17. Πασχάλη-Μάνου Κ. «Η Περιβαλλοντική Διάσταση του Έργου της Διπλής Ζεύξης του Μαλιακού», Ημερίδα: «Διπλή Ζεύξη Μαλιακού Κόλπου», ENVIROPLAN Α.Ε.

18. Σουκισιάν Τ., Προσπαθόπουλος Α., (2003) «Εφαρμογή του Κυματικού Μοντέλου 3^{ης} Γενιάς WAM-Cycle 4 στο Αιγαίο Πέλαγος», Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, IV, τεύχ. 1-2
19. Συλλεκτικό Ημερολόγιο (2001) «Κλαύδιος Πτολεμαίος: Γεωγραφική Υφήγησις», Εκδόσεις Μίλητος, Αθήνα
20. Φράγκου Τ (2011) «Τεκτονική Ανάλυση στην περιοχή της Αρκίτσας με τη χρήση GIS», Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γενικής Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωδυναμικής, Πάτρα
21. Χαλκιάς Γ. (2012) «Ανάπτυξη Συστήματος Υπολογισμού Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας με τη χρήση της Γεωπληροφορικής», Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Bindoff N., Willebrand J., “Oceanic Climate Change and Sea Level” IPCC Report, pg 385-432
2. Cundy A., Gaki-Papanastasiou K, Papanastasiou D., Maroukian H., Frogley M.R., Cane T. (2010) “Geological and geomorphological evidence of recent coastal uplift along a major Hellenic normal fault system (the Kamena Vourla fault zone, NW Evoikos Gulf, Greece)”, pg 156-164
3. Goldsworthy M., Jackson J., Haines J (2001) “The continuity of active fault systems in Greece”, pg 596-618
4. Ioakim, C., Rondoyanni, T., (1988) “Contribution to the geological study of Zeli region, Locris (central Greece). Revue de Micropaleontologie 31”, pg 129-136.
5. Jackson J., McKenzie D. (1999) “A hectare of fresh striations on the Arkitsa Fault, central Greece”, pg 1-6
6. Karymbalis E., Chalkias C., Chalkias G., Grigoropoulou E., Manthos G., Ferentinou M. (2012) “Assessment of the Sensitivity of the Southern Coast of the Gulf of Corinth (Peloponnese, Greece) to Sea-level Rise”, Central European Journal of Geosciences, Athens
7. Gomis D., Tsimplis M., Marcos M., Fenoglio-Marc L., Pérez B, Raicich F., Vilibić I., Wöppelmann G., Monserrat S., Jordà G. “MedCLIVAR – Mediterranean CLimate VARiability: Sea Level Rise and its Forcing in the Mediterranean Sea”
8. Papoulia J., Makris J., Drakopoulou V. (2006) “Local seismic array observations at north Evoikos, central Greece, delineate crustal deformation between the North Aegean Trough and Corinthiakos Rift”, Technophysics, pg 97-106
9. Tsimplis M. (1994) “Tidal Oscillations in the Aegean and Ionian Seas”, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 39, pg 201-208
10. Tsimplis M., Blackman D. (1997) “Extreme Sea-level Distribution and Return Periods in the Aegean and Ionian Seas”, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 44, pg 79-89

Διαδίκτυο

1. Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος→Φυσικό Κεφάλαιο, http://ec.europa.eu/environment/basics/natural-capital/index_el.htm
2. Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, www.statistics.gr
3. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διαλέξεις, Γεωδυναμική και Γεωτεκτονική Εξέλιξη του Αλπικού Συστήματος στον Ελληνικό Χώρο, <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg871y/ch3.htm>
4. ΕΜΥ→Κλιματολογία→Αλίαρτος, http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Aliartos
5. Ευβοϊκός Κόλπος→Μορφολογία, <http://kireas.org/evoikos.htm>
<http://kireas.org/evoikos.htm#sximatismos>
6. www.greekscapes.gr
7. <http://www.poseidon.hcmr.gr/>
8. Εικόνα εξωφύλλου: Ρήγμα Αρκίτσας (Μνημείο της Φύσης), Φωτογράφος: ΜΑΡΚΑΤΣΕΛΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Λογισμικά

Τα λογισμικά, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ήταν τα εξής;

- ArcGis→ArcMap,
- MsOffice και
- Google Earth.