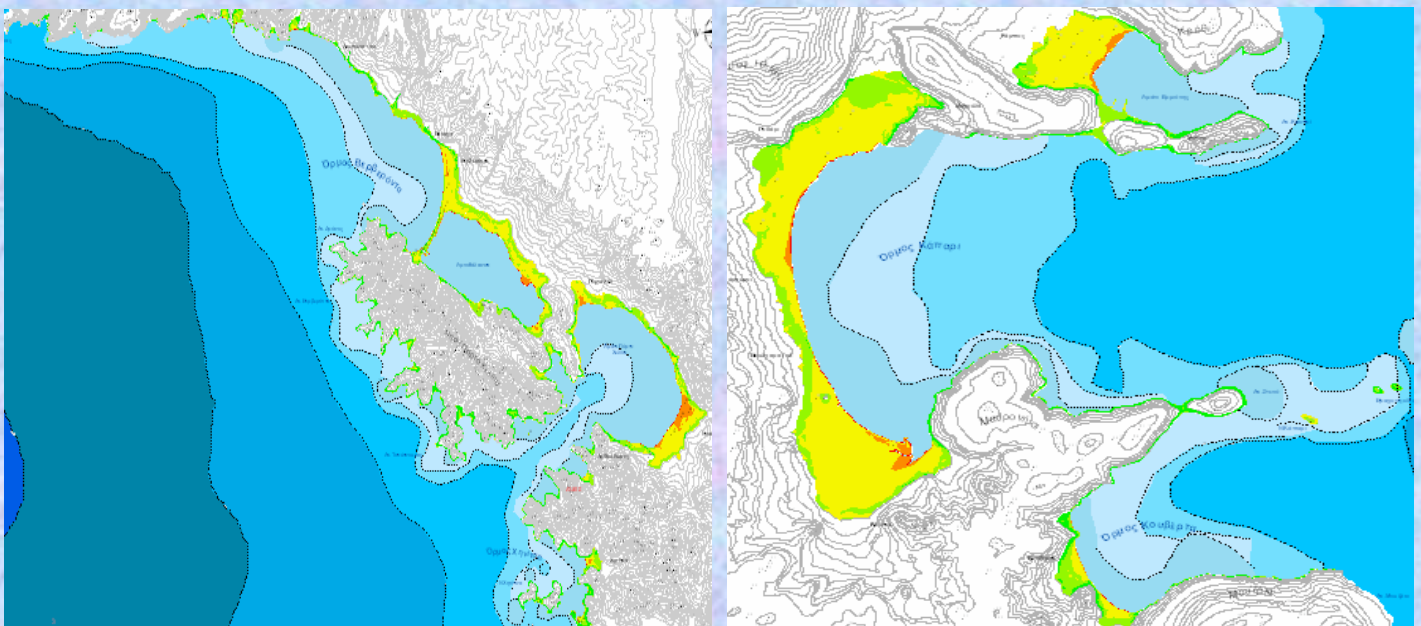


**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία
και Διαχείριση του Χώρου»
Κατεύθυνση Α': Διαχείριση Φυσικών
και Ανθρωπογενών Καταστροφών**

**Προσδιορισμός επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών
από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης
με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών.
Οι περιπτώσεις μελέτης του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης
(Πελοπόννησος)**



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία της μεταπτυχιακής φοιτήτριας
Σενή Αρχόντως

Αθήνα, Μάρτιος 2007

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου»

Κατεύθυνση Α: Διαχείριση Φυσικών και Ανθρωπογενών

Καταστροφών

Προσδιορισμός επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών από την άνοδο της
θαλάσσιας στάθμης με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών
Πληροφοριών. Οι περιπτώσεις μελέτης του Πόρτο Χελίου και της
Ερμιόνης (Πελοπόννησος)

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία της μεταπτυχιακής φοιτήτριας

Σενή Αρχόντως

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Καρύμπαλης Ευθύμιος, Λέκτορας (Επιβλέπων Καθηγητής)

Γάκη-Παπαναστασίου Καλλιόπη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Σαπουντζάκη Καλλιόπη, Επίκουρη Καθηγήτρια

Αθήνα, Μάρτιος 2007

Πρόλογος

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με τίτλο «Προσδιορισμός επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Οι περιπτώσεις μελέτης του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης (Πελοπόννησος)» μου ανετέθη από τον Λέκτορα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, τον Οκτώβριο του 2006.

Με την εργασία αυτή ολοκληρώνεται η φοίτηση μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών της Εφαρμοσμένης Γεωγραφίας του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών και συγκεκριμένα της κατεύθυνσης Διαχείριση των Φυσικών και Ανθρωπογενών Καταστροφών. Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους ανθρώπους που με δίδαξαν, μου μετέδωσαν τις γνώσεις τους και μου έδωσαν τη δυνατότητα να τις συνθέσω ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Αρχικά, από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμώς τον επιβλέποντα κ. Ε. Καρύμπαλη, διότι θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί η διπλωματική εργασία χωρίς την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, ιδιαίτερα στην έρευνα πεδίου και σε θέματα γεωλογικού περιεχομένου.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Λέκτορα κ. Χ. Χαλκιά για τις εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις στο τεχνολογικό μέρος της εργασίας για την τελική παρουσίαση της.

Εξίσου σημαντικές και πολύτιμες υπήρξαν οι παρατηρήσεις των άλλων δυο μελών της εξεταστικής επιτροπής. Από αυτή τη θέση θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Κ. Γάκη-Παπαναστασίου Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος (Τομέας Γεωγραφίας και Κλιματολογίας) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και την κ. Κ. Σαπουντζάκη Επίκουρη Καθηγήτρια του τμήματος Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου για τις εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις τους στην τελική φάση της εργασίας αυτής.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την βοήθεια και την ηθική υποστήριξη που μου παρείχε όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Σενή Αρχόντω

Περίληψη

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής αυτής διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας ως προς μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης παράκτιων περιοχών. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε πιλοτικά σε δύο παράκτιες περιοχές του νοτιοανατολικού Αργολικού και του νοτιοδυτικού Αργοσαρωνικού κόλπου. Η πρώτη είναι η περιοχή του Πόρτο Χελίου και περιλαμβάνει το τμήμα των ακτών από το ακρωτήριο Κόρακας ως το ακρωτήριο Χηνίτσα και η δεύτερη είναι η περιοχή της Ερμιόνης που περιλαμβάνει την παράκτια ζώνη από το ακρωτήριο Μουζάκι ως το λιμάνι της ομώνυμης πόλης.

Επιχειρήθηκε μια πρώτη εκτίμηση των τμημάτων που αναμένεται να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα από την αναμενόμενη σε παγκόσμια κλίμακα μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μέχρι το έτος 2100 και για τις δυο περιοχές. Πραγματοποιήθηκε η υπαίθρια λεπτομερής παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση με χάρτες κλίμακας 1:5000 και την χρήση φορητών σύγχρονων τεχνολογιών υπαίθρου όπου έγινε καταγραφή και απεικόνιση των παράκτιων γεωμορφών που αναπτύσσονται κατά μήκος της ακτογραμμής με σκοπό τον προσδιορισμό των διεργασιών που δρουν στον παράκτιο χώρο και τις καθιστούν τρωτές.

Διαπιστώθηκε ότι τόσο στην Ερμιόνη όσο και στο Πόρτο Χέλι ένα σημαντικό μήκος της ακτογραμμής υφίσταται διάβρωση που προκαλεί την υποχώρηση της ξηράς έναντι της θάλασσας ενώ διαπιστώθηκε ότι σημαντική είναι η ανθρώπινη παρουσία και επέμβαση κατά μήκος της παράκτιας περιοχής, η οποία εντάθηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Οι σημαντικότερες διεργασίες που διαμόρφωσαν την σημερινή μορφολογία των ακτών είναι η σταδιακή άνοδος της θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο, το σύγχρονο κυματικό καθεστώς και η αλληλεπίδραση των θαλάσσιων διεργασιών με τους διαφορετικής λιθολογίας γεωλογικούς σχηματισμούς της παράκτια ζώνης καθώς και τις διεργασίες απόθεσης των, περιοδικής ροής, χειμάρρων της ευρύτερης περιοχής.

Διακρίθηκαν οι περιοχές χαμηλού υψομέτρου καθώς και οι χρήσεις γης αυτών που αναμένεται να πληγούν από φυσικές καταστροφές που σχετίζονται με άνοδο της θαλάσσιας στάθμης βάσει των τιμών των μεταβλητών επιρροής του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας. Εντοπίστηκαν χαρτογραφήθηκαν και υπολογίστηκαν τα ποσοστά (%) των εκτάσεων των σημαντικότερων χρήσεων γης που βρίσκονται μεταξύ την υψομετρικών ζωνών 0-0.5m, 0-1.0m, 0-2.0m, 0-3.0m και 0-4.0m.

Για τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας της παράκτιας περιοχής μελέτης σύμφωνα με μελέτες της IPCC, παρουσιάστηκε και προτάθηκε η χρήση και ο υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index-CVI). Ο εν λόγω δείκτης περιλαμβάνει μεταβλητές που σχετίζονται με τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής (τοπογραφία, γεωλογία, εύρος παλίρροιας, μέσο ύψος κύματος) χωρίς όμως να λαμβάνονται υπόψη κοινωνικοοικονομικές παράμετροι. Συνεπώς κρίθηκε σκόπιμη η τροποποίηση του δείκτη προσθέτοντας δεδομένα για την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της περιοχής, όπως οι χρήσεις γης. Επιπλέον ελήφθη υπόψη η γεωμορφολογία από τις υπαίθριες παρατηρήσεις. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ποσοτική εκτίμηση με την διαδικασία της βαθμονόμησης των μεταβλητών που δρουν στην παράκτια ζώνη των περιοχών της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου σε ότι αφορά την επικινδυνότητα στους παράκτιους φυσικούς κινδύνους που τις απειλούν.

Το σύνολο των δεδομένων και των αντίστοιχων παραμέτρων συλλέχθηκαν και εισήχθησαν σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) όπου πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις και υπολογισμοί, και τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν με την μορφή χαρτών επικινδυνότητας. Στη συνέχεια σχολιάστηκαν τα ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα της ερευνάς καθώς και η προσαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας στον ελλαδικό χώρο.

Τέλος παρουσιάστηκαν μια σειρά από προτάσεις για την λήψη μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των πιθανών μελλοντικών αρνητικών επιπτώσεων που θα λάβουν χώρα στα δύο τμήματα της περιοχής μελέτης από μια ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Abstract

In this Thesis a methodology of assessment of the coastal zone vulnerability to the anticipated sea level rise is proposed. This method has applied for two pilot areas in the southeastern Argolic gulf and southwestern Argosaronikos. The study area of Porto Heli is located between cape Corakas and cape Hinitsa and that of Hermioni includes the coastal zone between cape Mouzaki and the Port of Hermioni.

Additionally the estimation expected to face severe problems due to the anticipated global sea level rise until the year 2100 for two case study areas is attempted. In order to define the active processes along the coastal zone a detailed geomorphological map of the area was made (at scale 1:5000) based on field observations, where coastal landforms were recognized and recorded. The main physical process along a long part of the coastline is marine erosion making it especially vulnerable.

For both the areas of Porto Heli and Hermioni marine erosion causes the retreat of the land. Human activities along the coastal zone have been intense during the last decades. The most important processes, which are responsible for the morphology of the present coast, are: The gradual sea level rise during Holocene, the recent wave activity and long-shore currents and the interaction between marine processes with the various geological formations along the coastal zone.

Lowland areas, which are expected to be inundated by anticipated sea level rise were defined by estimating the variables of the proposed modified Coastal Vulnerability Index. The areas of regions that occupy the elevation zones of 0-0.5 m, 0-1.0m, 0-2.0m, 0-3.0m and 0-4.0 m were estimated. Land uses of the above elevation zones were recognized, mapped and calculated as a percent (%) of the total area.

In order to define vulnerable areas along the coastal zone according to the IPCC scenarios the quantitative estimation of the coastal vulnerability index was proposed. This index involves variables related to the physical geography of the area (such as topography, geology, tidal range mean wave high) without estimation of socio-economic parameters. Consequently the index was modified taking into consideration the socio-economic situation of the region.

The above data and parameters under consideration were imported in a Geographic Information System (GIS) and were also analysed and calculated, and the results were presented in the form of Vulnerability Maps. Then the quantitative and

qualitative results of this research as well as modification of the Coastal Vulnerability Index for Greece were discussed.

Finally in order to prevent and mitigate the undesirable socioeconomic impacts for the two case study areas specific proposals are given.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

<u>Χάρτης 1.</u> Γεωγραφική θέση του Νομού Αργολίδας	1
<u>Χάρτης 2.</u> Τμήμα του τοπογραφικού χάρτη του φύλλου Σπέτσες της Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:50000. Στον χάρτη φαίνεται η περιοχή μελέτης	2
<u>Χάρτης 3.</u> Τμήμα των τοπογραφικών χαρτών Σπέτσες και Ύδρα της Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ). κλίμακας 1:50000. Στον χάρτη φαίνεται το τμήμα της περιοχής που μελετήθηκε	5
<u>Χάρτης 4.</u> Διοικητική Διαίρεση του Νομού Αργολίδας και των τμημάτων της περιοχής μελέτης	8
<u>Χάρτης 5.</u> Χάρτης γεωγραφικής τοποθέτησης των επτά μετεωρολογικών σταθμών περιμετρικά των περιοχών μελέτης	115

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

<u>Εικ.1.</u> Το λιμάνι του Πόρτο Χελίου	4
<u>Εικ. 2.</u> Αεροφωτογραφία της περιοχής μελέτης. Διακρίνεται ο οικισμός της Ερμιόνης και η χερσόνησος Μπίστι	6
<u>Εικ. 3.</u> Ο οικισμός της Ερμιόνης	7
<u>Εικ.4.</u> Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχή του λιμένα των Αλιέων. (Φαράκλας 1973, εικ.21)	66
<u>Εικ.5.</u> Σχέδιο των καταλοίπων της περιοχής του λιμένα των Αλιέων. (Jameson 1969, fig5)	66
<u>Εικ.6.</u> Αναπαράσταση της περιοχής του λιμένα των Αλιέων. (Frost 1985, 64)	67
<u>Εικ.7.</u> Στάδιο λειτουργιών για τη δημιουργία του DEM της περιοχή Ερμιόνης	128
<u>Εικ. 8.</u> Στάδιο δημιουργίας κλάσεων των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β)	130
<u>Εικ. 9.</u> Στάδιο επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης	131
<u>Εικ.10.</u> Στάδιο επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή του Πόρτο Χελίου	131
<u>Εικ.11.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των μορφολογικών κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β)	132
<u>Εικ.12.</u> Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β) ...	135
<u>Εικ.13.</u> Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β)	137
<u>Εικ.14.</u> Χάρτης μετατροπής των διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α)	140
<u>Εικ.15.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης χρήσεων γης για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β)	142
<u>Εικ.16.</u> Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) των χρήσεων γης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου	144
<u>Εικ.17.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου	144
<u>Εικ.18.</u> Στάδιο δημιουργίας ζωνών ενδιαφέροντος για την γεωλογία του Πόρτο Χελίου.	146

<u>Εικ.19.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωλογίας για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	147
<u>Εικ.20.</u> Στάδιο δημιουργίας ζωνών ενδιαφέροντος για την γεωλογία της περιοχής της Ερμιόνης.....	149
<u>Εικ.22.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τη γεωλογία για την περιοχή της Ερμιόνης.....	150
<u>Εικ.23.</u> Χάρτης χαρακτηρισμού ως προς τη διάβρωση και μετατροπής των διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).....	153
<u>Εικ.24.</u> Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τον κυματισμό για την περιοχή της Ερμιόνης.....	157
<u>Εικ.25.</u> Χάρτης επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τον κυματισμό για την περιοχή του Πόρτο Χελίου ως προς τον κυματισμό.....	158

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

<u>Πίνακας 1.</u> Οι δήμοι στους οποίους ανήκουν οι δυο περιοχές μελέτης.....	7
<u>Πίνακας 2.</u> Σύνολο πληθυσμού, αστικός, αγροτικός πληθυσμός για τους δήμους της περιοχής μελέτης.....	8
<u>Πίνακα 3.</u> Η διοικητική διαίρεση του Δήμου Κρανιδίου με τα Δημοτικά διαμερίσματα και τον αντίστοιχο πληθυσμό για το έτος 2001.....	9
<u>Πίνακας 4.</u> Η διοικητική διαίρεση του Δήμου Ερμιόνης με τα Δημοτικά διαμερίσματα και τον αντίστοιχο πληθυσμό για το έτος 2001.....	10
<u>Πίνακας 5.</u> Χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών που βρίσκονται κοντά στη περιοχή μελέτης (αν: ανεμόμετρο, βρ: βροχόμετρο, θερ: θερμόμετρο).....	14
<u>Πίνακας 6.</u> Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής (σε mm) για τους έξι πλησιέστερους στην περιοχή μελέτης μετεωρολογικούς σταθμούς. Οι τιμές αφορούν το χρονικό διάστημα λειτουργίας του κάθε σταθμού.....	16
<u>Πίνακας 7.</u> Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα (°C) και μέσα ετήσια θερμοκρασιακά εύρη (°C) για τους μετεωρολογικούς σταθμούς περιμετρικά των περιοχών μελέτης.....	21
<u>Πίνακας 8.</u> Μεταβολές στα ποσοστά των παράκτιων πεδιάδων, των λόφων και των βουνών κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30.000 ετών. Σαν συνολική περιοχή θεωρείται αυτή που απεικονίζεται στους χάρτες του Σχήματος 9 (Jameson H.M., et al . 1994: 202.).....	88
<u>Πίνακας 9.</u> Προσδιορισμός των θεματικών επιπέδων.....	101
<u>Πίνακας 10.</u> Έκταση (km ²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις υψομετρικές ζώνες μεταξύ της ακτογραμμής και των 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m και 4.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	108
<u>Πίνακας 11.</u> Έκταση (km ²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις υψομετρικές ζώνες μεταξύ της ακτογραμμής και των 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0m και 4.0 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	114
<u>Πίνακας 12.</u> Κατηγοριοποίησης των μεταβλητών του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.....	125
<u>Πίνακας 13.</u> Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).....	127
<u>Πίνακας 14.</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή της Ερμιόνης.....	131
<u>Πίνακας 15.</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	131

<u>Πίνακας 16</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης την περιοχή της Ερμιόνης.....	136
<u>Πίνακας 17</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	136
<u>Πίνακας 18</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας γεωμορφολογίας για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.....	138
<u>Πίνακας 19</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.....	141
<u>Πίνακας 20</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	143
<u>Πίνακας 21</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωμορφολογίας για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.....	149
<u>Πίνακας 22</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της διάβρωσης κατά μήκος της ακτογραμμής.....	154
<u>Πίνακας 23</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης του μέσου σημαντικού ύψος κύματος για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.....	158
<u>Πίνακας 24</u> επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για το μέσο παλιρροιακό εύρος για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.....	159
<u>Πίνακας 25</u> Συγκεντρωτικός πίνακας μεταβλητών, κατηγοριοποίησης και βαθμονόμησης για τις περιοχές του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης.....	161
<u>Πίνακας 26</u> Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).....	162
<u>Πίνακας 27</u> Κατηγοριοποίηση βάσει των ορίων των τιμών του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας για τις περιοχές μελέτης.....	162

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης:

- α) για τον μετεωρολογικό σταθμό Άργος (Ε.Μ.Υ.),
- β) για τον μετεωρολογικό σταθμό Αίγινα (Ε.Μ.Υ.),
- γ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Άστρος (Ε.Μ.Υ.),
- δ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Λεωνίδιο (Ε.Μ.Υ)
- ε) για τον μετεωρολογικό σταθμό Ναύπλιο (Ε.Μ.Υ)
- στ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Πυργέλα (Ε.Μ.Υ)
- η) για τον μετεωρολογικό σταθμό Σπέτσες (Ε.Μ.Υ)
- ζ) συγκριτικό διάγραμμα μέσης ετήσια βροχόπτωσης για τους επτά σταθμούς.....

Σχήμα 2. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας, μέση μηνιαίας μέγιστης και μέσης μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), Άστρος (Ε.Μ.Υ.), Λεωνίδιο(Ε.Μ.Υ.), Ναύπλιο(Ε.Μ.Υ.), Πυργέλα (Ε.Μ.Υ.) και Σπέτσες (Ε.Μ.Υ.).

Σχήμα 3. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα για τους μετεωρολογικούς σταθμούς α) Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), β) Άστρος (Ε.Μ.Υ.), γ) Λεωνίδιο(Ε.Μ.Υ.), δ) Ναύπλιο(Ε.Μ.Υ.), ε) Πυργέλα (Ε.Μ.Υ.) και στ) Σπέτσες (Ε.Μ.Υ.).....

Σχήμα 4. Ετήσια ανεμογράμματα συχνότητας διεύθυνσης και έντασης των ανέμων στις περιοχές Άστρος, Ναύπλιο και Σπέτσες. Στον κεντρικό κυκλικό των ανεμογραμμάτων αναφέρονται τα ποσοστά νηνεμίας (%). Τα ανεμογράμματα σχεδιάστηκαν βάσει των στοιχείων των Πινάκων 16, 17, 18 του Παραρτήματος Ι.

Σχήμα 5. Διαγράμματα για τις μέσες ετήσιες εντάσεις ανέμου σε κόμβους για την περίοδο λειτουργίας του κάθε σταθμού. α) Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), β) Άστρος (Ε.Μ.Υ.), γ)

Λεωνίδιο(E.M.Y.), δ) Ναύπλιο(E.M.Y.), ε) Πυργέλα (E.M.Y.) και στ) Σπέτσες (E.M.Y.).....	33
<u>Σχήμα 6.</u> Απεικόνιση του κύκλου μιας καταστροφής.....	78
<u>Σχήμα 7.</u> Σχηματική απεικόνιση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου (IPCC, 2001)....	81
<u>Σχήμα 8.</u> Καμπύλη ανόδου της θαλάσσιας στάθμης για την ευρύτερη περιοχή μελέτης (Jameson H.M., et al., 1994: 20).....	86
<u>Σχήμα 9.</u> Απεικόνιση της παράκτιας Παλαιογεωγραφίας της νότιας Αργολίδας. (Jameson H.M., et al . 1994: 202).....	87
<u>Σχήμα 10.</u> Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των μελλοντικών άμεσων και έμμεσων συνεπειών του στον πλανήτη.....	89
<u>Σχήμα 11.</u> Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001).....	90
<u>Σχήμα 12.</u> Απεικόνιση της εντολής χωρικής ανάλυσης.....	102
<u>Σχήμα 13.</u> Απεικόνιση της εντολής χωρικής ανάλυσης.....	103
<u>Σχήμα 14.</u> Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	109
<u>Σχήμα 15.</u> Διάγραμμα Β των ποσοστών % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και του 1.0m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	110
<u>Σχήμα 16.</u> Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 2.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	111
<u>Σχήμα 17.</u> Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 3.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	112
<u>Σχήμα 18.</u> Διάγραμμα Ε. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 4.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	113
<u>Σχήμα 19.</u> Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	115
<u>Σχήμα 20.</u> Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-1 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	116
<u>Σχήμα 21.</u> Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 2.0 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	117
<u>Σχήμα 22.</u> Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και θα κατακλυστούν σύμφωνα με το σενάριο ανόδου 0-3 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	118
<u>Σχήμα 23.</u> Διάγραμμα Ε. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και θα κατακλυστούν σύμφωνα με το σενάριο ανόδου 0-4 m για την περιοχή της Ερμιόνης.....	119
<u>Σχήμα 24.</u> Διάγραμμα Ρυθμών διάβρωσης παράκτιων κρημνών ανάλογα με τη λιθολογία τους (σύμφωνα με τους Emery και Kuhn, 1980).....	146
<u>Σχήμα 25.</u> Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM+ στην οποία με κίτρινο χρώμα η ακτογραμμή του 1987 και με κόκκινο χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 2000 για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και του Πόρτο Χελίου (Β).....	151
<u>Σχήμα 26.</u> Κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου WAM και του συστήματος καιρικής πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ (Σουκισιάν., Τ.Χ. Προσπαθόπουλος., Α.Μ.).....	156
<u>Σχήμα 27.</u> Σχηματική αναπαράσταση σταδίων υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.)	161

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

<u>Φώτο 1.</u> Συνεκτικοποιημένα κροκαλοπαγή στην παράκτια ζώνη του Πόρτο Χελίου.....	35
<u>Φώτο 2.</u> Πλακώδεις ασβεστόλιθοι στο βόρειο τμήμα της Ερμιόνης στον ορεινό όγκο Κρόθι.....	36
<u>Φώτο 3.</u> Οφιολιθικά πετρώματα εσωτερικά του όρμου Κουβέρτα στα νότια της περιοχής μελέτης.....	37
<u>Φώτο 4.</u> Εκτεταμένης έκτασης αλλουβιακό ριπίδιο στα νότια της περιοχής μελέτης, εσωτερικά του όρμου Κάπαρι.....	37
<u>Φώτο 5.</u> Πάγκοι κροκαλοπαγών που έχουν αποσπαστεί και ολισθήσει στην θάλασσα νότια του αιγιαλού στην περιοχή Βαθεία Λάκκα.	46
<u>Φώτο 6.</u> Περιοχή Παναγία.. Κρημνός στο μέτωπο αλλουβιακού ριπιδίου. Διακρίνονται οι διαφορετικές στρώσεις των ποταμοχερσαίων αποθέσεων που αντιστοιχούν σε περιόδους διαφορετικές παροχής	47
<u>Φώτο 7.</u> Κρημνός μεγάλης κλίσης από ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα στην περιοχή του Μπίστι ανατολικά του λιμανιού της Ερμιόνης.....	48
<u>Φώτο 8.</u> Κρημνός μεγάλης κλίσης από ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα στην περιοχή Μαγούλα,	49
<u>Φώτο 9.</u> Υπολείμματα εκρηξιγενών εξαλειωμένων πετρωμάτων στον όρμο Κουβέρτα το πίσω μέρος του λιμανιού της Ερμιόνης, περιοχή Μανδράκια.....	49
<u>Φώτο 10.</u> Χαρακτηριστική περίπτωση υποχώρησης ακρωτηρίου στον όρμο Κουβέρτα.....	50
<u>Φώτο 11.</u> Υποχώρηση των κρημνών του αλλουβιακού ριπιδίου στην επιφάνεια του οποίου έχει αναπτυχθεί έδαφος.....	51
<u>Φώτο 12.</u> Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή Χηνίτσα. Στα αριστερά διακρίνεται το νησί Χηνίτσα.....	53
<u>Φώτο 13.</u> Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή Ντράσεζα εσωτερικά του λιμανιού του Πόρτο Χελίου.....	53
<u>Φώτο 14.</u> Αιγιαλός από ανάμεικτο υλικό στην περιοχή Ντράσεζα εσωτερικά του λιμανιού του Πόρτο Χελίου.....	54
<u>Φώτο 15.</u> Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή Βαθεία Λάκκα.....	55
<u>Φώτο 16.</u> Αιγιαλός με αδρομερές υλικό στην περιοχή Βερβερόντα.....	55
<u>Φώτο 17.</u> Αιγιαλός λεπτόκοκκου υλικού στην περιοχή Ποδάρια.....	56
<u>Φώτο 18.</u> Αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα.....	57
<u>Φώτο 19.</u> Αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό στην περιοχή του όρμου Κάπαρι.....	57
<u>Φώτο 20.</u> Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα.....	58
<u>Φώτο 21.</u> Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή Μαγούλα κοντά στον οικισμό της Ερμιόνης.....	58
<u>Φώτο 22.</u> Πλαγιές του όρους Προφ.Ηλία με ερυθροχρώματα στην περιοχή της Κουβέρτας.....	59
<u>Φώτο 23.</u> Περίπτωση αλλουβιακού ριπιδίου στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	60
<u>Φώτο 24.</u> Χαρακτηριστική περίπτωση υποχώρησης του αλλουβιακού ριπιδίου στην περιοχή του όρμου Κάπαρι.....	61
<u>Φώτο 25.</u> Αλλουβιακό ριπίδιο στην περιοχή Κάμπος της Ερμιόνης.....	61
<u>Φώτο 26.</u> Παράκτιο έλος στην περιοχή της Βερβερόντας. Στην φωτογραφία διακρίνεται στον κόκκινο κύκλο.....	62
<u>Φώτο 27.</u> Παράκτιο έλος στο νότιο άκρο του όρμου Κάπαρι, στην περιοχή της Κινέττας.....	63
<u>Φώτο 28.</u> Παράκτιο έλος στο νότιο άκρο του όρμου Κάπαρι στην περιοχή της Κινέττας. Στο βάθος διακρίνεται το φυσικό ύψωμα εσωτερικά του	64

<u>Φώτο 29.</u> Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί από κροκάλες στην περιοχή Κουβέρτα στην Ερμιόνη.....	65
<u>Φώτο 30.</u> Τοποθεσία που εντοπίστηκε ο λιμένας των Αλιέων. Παρατηρείται η μη ύπαρξη οικιστικής ανάπτυξης	66
<u>Φώτο 31.</u> Χερσόνησος Μπίστι όπου εντοπίστηκαν ίχνη από θεμέλια ναού του Ποσειδώνα.....	69
<u>Φώτο 32.</u> Αεροφωτογραφία που δείχνει παραθεριστική κατοικία με ιδιωτική παραλία στις βόρειες ακτές της περιοχής.....	70
<u>Φώτο 33.</u> Ξύλινες κατασκευές για πρόσδεση σκαφών στην περιοχή της Βερβερόντας.....	71
<u>Φώτο 34.</u> Ξύλινες κατασκευές για πρόσδεση σκαφών στην περιοχή του Πόρτο Χελίου, δίπλα από το λιμάνι.....	71
<u>Φώτο 35.</u> Λιμάνι Πόρτο Χελίου.....	72
<u>Φώτο 36.</u> Το λιμάνι της Ερμιόνης από το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.....	73
<u>Φώτο 37.</u> Το λιμάνι της Ερμιόνης στην περιοχή Μανδράκια στο νότιο τμήμα του οικισμού.....	73
<u>Φώτο 38.</u> Το λιμάνι της Ερμιόνης στην περιοχή Μανδράκια στο νότιο τμήμα του οικισμού.....	74
<u>Φώτο 39.</u> Ανθρωπογενής επέμβαση με πέτρινο τοιχίο κατά μήκος του λιμανιού στην περιοχή Μανδράκια.....	74
<u>Φώτο 40.</u> Τσιμεντένια κατασκευή κατά μήκος του δρόμου στην περιοχή Ποδάρι.....	75
<u>Φώτο 41.</u> Κατεστραμμένη ανθρωπογενής κατασκευή από τις θαλάσσιες διεργασίες στην περιοχή Ποδάρι στον όρμο Κάπαρι.	75
<u>Φώτο 42.</u> Περιοχή μεγάλων κλίσεων στην περιοχή της Ερμιόνης.....	133
<u>Φώτο 43.</u> Περιοχή χαμηλών κλίσεων στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	133
<u>Φώτο 44.</u> Περιοχή με κρημνούς στην περιοχή της Ερμιόνης.....	139
<u>Φώτο 45.</u> Αιγιαλός με λεπτόκοκκο υλικό στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	139
<u>Φώτο 46.</u> Χρήση του λιμανιού της Ερμιόνης.....	143
<u>Φώτο 47.</u> Διαφορετικές χρήσεις γης στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	143
<u>Φώτο 48.</u> Κροκαλοπαγή στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.....	147
<u>Φώτο 49.</u> Περιοχή που εντοπίστηκαν Οφιόλιθοι στην περιοχή της Κουβέρτας στην Ερμιόνη....	148
<u>Φώτο 50.</u> Περιοχή έντονης διάβρωσης στην περιοχή των Αγ.Αναργύρων της Ερμιόνης.....	154
<u>Φώτο 51.</u> Περιοχή διάβρωσης στην περιοχή Λαμπριναΐικα του Πόρτο Χελίου.....	155

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ. ΚΛΙΜΑ	13
3.1. Γενικά	13
3.2. Μετεωρολογικοί σταθμοί παρατήρησης	14
3.3. Βροχόπτωση	16
3.4. Θερμοκρασία αέρα	20
3.5. Άνεμος	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	38
5.1. Γενικά	38
5.2. Μεθοδολογία Πεδίου	39
5.3. Ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά και βαθυμετρία	41
5.3.1. <u>Πόρτο Χέλι</u>	41
5.3.2. <u>Ερμιόνη</u>	43
5.4. Παράκτιες γεωμορφές	45
5.4.1. Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης	45
5.4.1.1. Θαλάσσιοι κρημνοί	45
<u>Πόρτο Χέλι</u>	45
<u>Ερμιόνη</u>	48
5.4.2. Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας απόθεσης	51
5.4.2.1. Αιγιαλοί	51
<u>Πόρτο Χέλι</u>	52
<u>Ερμιόνη</u>	56
5.4.2.2. Κορήματα	59
5.4.2.3. Αλλουβιακά ριπίδια	59
<u>Πόρτο Χέλι</u>	59
<u>Ερμιόνη</u>	60
5.4.2.4. Παράκτια έλη	62
<u>Πόρτο Χέλι</u>	62
<u>Ερμιόνη</u>	63
5.4.3. Χαρακτηριστικά του μικροανάγλυφου των παράκτιων αποθέσεων	62
5.4.3.1. Ημισεληνοειδείς αμμώδεις σχηματισμοί	64
5.5. Παράκτιες ανθρωπογενείς επεμβάσεις και κατασκευές	65
5.5.1. Αρχαιότητες	65
<u>Πόρτο Χέλι</u>	65
<u>Ερμιόνη</u>	68
5.5.2. Ανθρώπινες επεμβάσεις	70
<u>Πόρτο Χέλι</u>	70
<u>Ερμιόνη</u>	72
5.5.3. Έξοδοι αγωγών	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	77
6.1. Γενικά	77
6.2. Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου και η παγκόσμια άνοδος της θαλάσσιας στάθμης	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ

ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ.....	84
7.1. Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο.....	84
7.2. Τοπικές μεταβολές.....	85
7.3. Κλιματικά Μοντέλα.....	88
7.4. Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100 σε παγκόσμιο επίπεδο και αναμενόμενες επιπτώσεις.....	90
A) Βιοφυσικά προβλήματα	92
B) Κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα	93
7.5. Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100 στον ελλαδικό χώρο και ενδεχόμενες επιπτώσεις.....	93
7.6. Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.....	96
7.7. Μεθοδολογία εκτίμησης των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο θαλάσσιας στάθμης για την περιοχή μελέτης.	96
7.7.1. Δημιουργία ψηφιακών δεδομένων.....	99
7.7.2. Χάρτες υψομετρικών ζωνών.....	104
<u>Πόρτο Χέλι</u>	105
<u>Ερμιόνη</u>	106
7.7.3. Υπολογισμός εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις διάφορες χρήσεις γης.....	107
<u>Πόρτο Χέλι</u>	108
<u>Ερμιόνη</u>	114
7.7.4. Συνδυαστικοί χάρτες επικινδυνότητας λαμβάνοντας υπόψη τις υψομετρικές ζώνες και τις χρήσεις γης.....	119
<u>Πόρτο Χέλι</u>	120
<u>Ερμιόνη</u>	120
7.7.5. Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (COASTAL VULNERABILITY INDEX- CVI).....	121
7.7.5.1.Τυποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.	124

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VIII. ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

(C.V.I.) ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ

ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ

ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ.....	126
8.1. Τροποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).....	127
8.1.1. Ανάλυση μεταβλητών	
1. <u>Παράκτια Κλίση</u>	127
2. <u>Άνοδος θαλάσσιας στάθμης</u>	134
3. <u>Γεωμορφολογία</u>	136
4. <u>Χρήσεις Γης</u>	139
5. <u>Γεωλογία</u>	145
6. <u>Διάβρωση/υποχώρηση της ακτογραμμής</u>	150
7. <u>Μέσο σημαντικό ύψος κύματος</u>	155
8. <u>Μέσο παλιρροιακό έβρος</u>	159
8.1.2. Βαθμονόμηση.	159
8.2. Υπολογισμός C.V.I.....	162
<u>Ερμιόνη</u>	163

α) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 5 (pixel size 5).....	163
β) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size 2).....	165
<u>Πόρτο Χέλι</u>	166
α) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 5 (pixel size 5).....	166
β) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size 2).....	167
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	168
a) Μέθοδοι αντιμετώπισης.....	168
b) Πιθανά μελλοντικά μέτρα προστασίας..	170

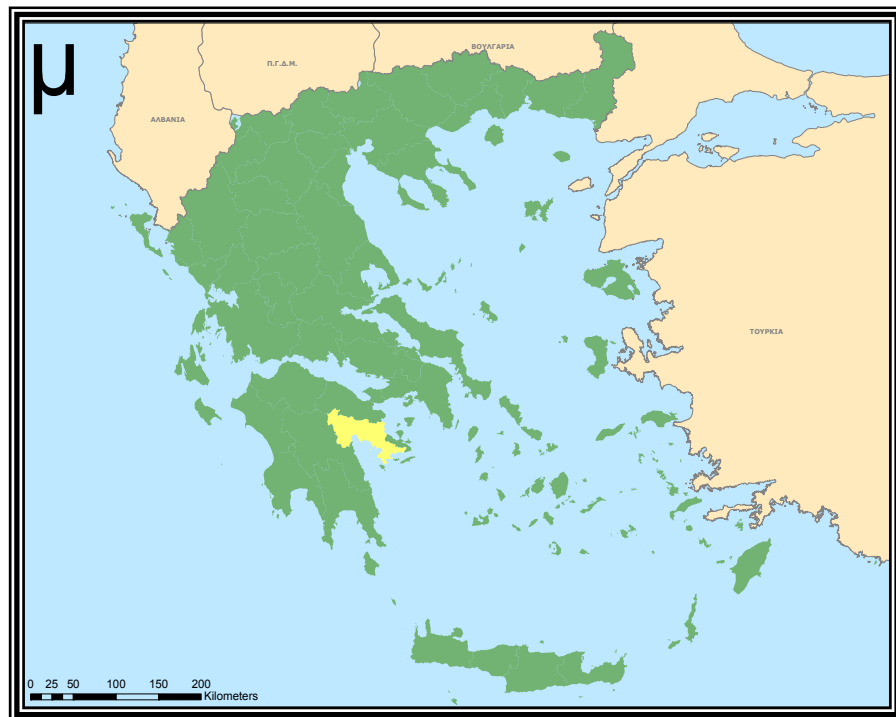
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι-Πίνακες

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ-Χάρτες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Η περιοχή μελέτης ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Πελοποννήσου και διοικητικά υπάγεται στο νομό Αργολίδας (έκταση 2.154,3 km²), ο οποίος περιλαμβάνει τις επαρχίες Ερμιονίδος, Ναυπλίας και Άργους. Η περιοχή περιλαμβάνει τμήματα των ακτών της επαρχίας Ερμιονίδος που έχει πρωτεύουσα το Κρανίδι (Χάρτης 1).



Χάρτης 1. Γεωγραφική θέση του Νομού Αργολίδας

Το πρώτο τμήμα της παράκτιας ζώνης που μελετήθηκε είναι η περιοχή του Πόρτο Χελίου στο νότιοανατολικό τμήμα του Αργολικού κόλπου. Η περιοχή που μελετήθηκε οριοθετείται από το ακρωτήρι Κόρακας ως το ακρωτήρι Χηνίτσα και το συνολικό μήκος της ακτογραμμής για την εν λόγω περιοχή εκτιμήθηκε στα 38,93 km.

Κατά μήκος της ακτής από τα βόρεια-βορειοδυτικά προς τα νότια-νοτιοανατολικά συναντώνται το Ακρωτήρι Κόρακας στην ομώνυμη περιοχή, οι περιοχές Άγιος Νικόλαος, Βαθειά Λάκκα, Λαμπριναίϊκα, Βερβερόντα με τον ομώνυμο όρμο, όπου εσωτερικά περικλείει το Ιχθυοτροφείον ή λιμνοθάλασσα Βερβερόντα, ακολουθεί το Ακρωτήριο Αγ. Δρόσος, οι περιοχές Μπούκα και Νησί Πορτοχελίου και τα Ακρωτήρια

Βερβερόντα και Τσούτσουρα. Στη συνέχεια εντοπίζεται το Λιμάνι του Χελίου όπου υπάρχει και ο οικισμός της περιοχής που είναι χτισμένος σε κλειστό απάνεμο όρμο με θαυμάσιο φυσικό λιμάνι και αρκετή βλάστηση. Ακολουθούν οι περιοχές Πανόραμα, Ντράσεζα και Μπουζάϊκα. Στην περιοχή υπάρχει ο παράκτιος και υποθαλάσσιος αρχαίος οικισμός Αλιείς ή Αλική νότια του Πόρτο Χελίου. Επιπλέον βρίσκονται το μικρής έκτασης νησί Καλόγηρος με μήκος ακτής 0,0074 km και έκταση 0,005 km² και τέλος ο όρμος Χηνίτσα δυτικά του οποίου βρίσκεται το ομώνυμο νησί με μήκος ακτής 2,01 km και έκταση 0,03 km² (Χάρτης 2).

Εσωτερικά της παράκτιας ζώνης από δυτικά προς ανατολικά, διακρίνονται οι εξής ορεινοί όγκοι με τα αντίστοιχα μέγιστα υψόμετρα: Κορακιά (89 m), Κούγκουλο (131 m), Βουγλαρίνες (153 m), Κρέριζες (151 m), Λόφος Βίγλες (110 m), Κούκουρας (101 m) και Ράχη Καλογεροπούλου (54,9 m). Στην παράκτια ζώνη καταλήγουν μικρού μήκους ποτάμια ρεύματα περιοδικής ροής, με χειμαρρώδη χαρακτηριστικά, που σε αρκετές περιπτώσεις έχουν διαμορφώσει μικρής έκτασης αλλουβιακά δελταϊκά ριπιδία. Το κυριότερο απ' αυτά είναι στο βορειοανατολικό τμήμα το Βαθύ ρέμα.



Χάρτης 2. Τμήμα του τοπογραφικού χάρτη του φύλλου Σπέτσες της Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:50000. Στον χάρτη φαίνεται η περιοχή μελέτης.

Απέναντι από τα ερείπια των Αλιέων ή Αλικής, βρίσκεται το σημερινό Πορτοχέλι. Σύμφωνα με τον Ηρόδοτο, η πόλη των Αλιέων ιδρύθηκε μετά το 479 π.Χ. από Τυρίνθιους πρόσφυγες, όταν η πόλη τους καταλήφθηκε από το Αργος. Τα κατάλοιπα της πόλης εντοπίζονται στη νοτιοδυτική πλευρά του όρμου του Πορτοχελίου. Προάστιο της Ερμιόνης οι αρχαίοι Αλιείς, πήραν το όνομά τους από την κύρια δραστηριότητα των κατοίκων τους, που ήταν αλιείς πορφύρας και τεχνίτες στην επεξεργασία της. Με το πέρασμα του χρόνου, οι Αλιείς μετονομάστηκαν σε Χαλιείς, Χέλι και τελικά πήραν το όνομα Πόρτο-Χέλι καθώς η πόλη ήταν και είναι χτισμένη σε φυσικό λιμάνι με ανοιχτή αλλά ήρεμη θάλασσα (*Εικόνα 1*). Τα ερείπια της αρχαίας πόλης σώζονται μέχρι και σήμερα. Ένα τμήμα της βρίσκεται στην ξηρά με την Ακρόπολη των Αλιέων, ενώ τμήμα της που περιλαμβάνει τα τείχη του αρχαίου λιμανιού και το ναό του Απόλλωνα βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αποτελεί το πιο ολοκληρωμένο παράδειγμα ανεσκαμμένης τυπικής Ελληνικής πόλης (Βήμα: Ένθετο Ελλάδα, 2006).

Στους ρωμαϊκούς χρόνους κατασκευάζονται θέρμες και τμήμα πιθανότατα έπαυλης κοντά στον κυκλικό πύργο, στο βορειοανατολικό άκρο της ακρόπολης. Όπως ήδη αναφέρθηκα βορειοδυτικά του Πόρτο Χελίου υπάρχει η λιμνοθάλασσα της Βερβερόντας. Σύμφωνα με την παράδοση ο κόλπος αυτός ήταν το αγαπημένο καταφύγιο των Βερβερίνων πειρατών.

Στην περιοχή διενήργησε αρχαιολογική έρευνα από το 1959 μέχρι και το 1967 το Πανεπιστήμιο της Pennsylvania ενώ η ανασκαφή του νεκροταφείου εκτός των τειχών της ακροπόλεως έγινε από την Ελληνική Αρχαιολογική Υπηρεσία το 1958. Το 1967 και 1968 η έρευνα έγινε από κοινού με το Πανεπιστήμιο της Indiana υπό την αιγίδα της Αμερικάνικης Σχολής Κλασικών Σπουδών της Αθήνας και την επίβλεψη της Δ' Εφορείας Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων Ναυπλίου. Τότε ερευνήθηκε και ο λιμένας μαζί με το ποντισμένο τμήμα της πόλης. Από τα αρχαιολογικά στοιχεία προκύπτει ότι η πόλη ήκμασε τον 5ο και 4ο αι. π.Χ., ενώ μικρή εγκατάσταση συνέχισε να υπάρχει μέχρι και τα Παλαιοχριστιανικά χρόνια. (www.ermionida.gr)



Εικ1. Το λιμάνι του Πόρτο Χελίου

Το δεύτερο τμήμα της παράκτιας ζώνης που ερευνήθηκε εντοπίζεται στην περιοχή της Ερμιόνης και περιλαμβάνει το τμήμα των ακτών από το ακρωτήριο Μουζάκι ως το λιμάνι της ομώνυμης περιοχής. Το συνολικό μήκος της ακτογραμμής για την εν λόγω περιοχή εκτιμήθηκε στα 19,903 km. Ο οικισμός της Ερμιόνης είναι χτισμένος στην ανατολική πλαγιά του αρχαίου λόφου Πρώνα (Χάρτης 3).

Κατά μήκος της ακτής από τα νοτιοανατολικά προς τα βόριο-βορειοανατολικά συναντώνται το Ακρωτήριο Μουζάκη, ο όρμος Κουβέρτα και η ομώνυμη περιοχή, το Ακρωτήριο Στενό όπου ανατολικά του υπάρχουν το Νησί Κάπαρι και οι βραχονησίδες Γερωκούλια. Ακολουθούν οι περιοχές Κινέττα, Βουλγαραίικα και η Μονή των Αγίων Αναργύρων, ο όρμος Κάπαρι (Ποτόκια) και η περιοχή Ποδάρι. Στην συνέχεια συναντώνται το Ακρωτήριο Καστρί και το Λιμάνι της Ερμιόνης όπου υπάρχει και ο οικισμός (Χάρτης 3).



Χάρτης 3. Τμήμα των τοπογραφικών χαρτών Σπέτσες και Ύδρα της Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ). κλίμακας 1:50000. Στον χάρτη φαίνεται το τμήμα της περιοχής που μελετήθηκε.

Εσωτερικά της παράκτιας ζώνης από τα νοτιοανατολικά προς τα βόριο-βορειοανατολικά διακρίνονται οι εξής ορεινοί όγκοι με τα αντίστοιχα μέγιστα υψόμετρα: Μουζάκι (205 m), Μαυρονήσι (57 m), Δισκούρια (177m), Προφήτης Ηλίας (227 m), Ασπροβούνι (396 m), Μικροβούνι (208 m), Κρόθι (162 m). Και σε αυτό το τμήμα της περιοχής μελέτης στην παράκτια ζώνη καταλήγουν μικρού μήκους ποτάμια ρεύματα περιοδικής ροής, με χειμαρρώδη χαρακτηριστικά, που σε αρκετές περιπτώσεις έχουν διαμορφώσει μικρής έκτασης αλλουβιακά δελταϊκά ριπίδια. Ανατολικά του ακρωτηρίου Στενό υπάρχει το μικρής έκτασης νησί Κάπαρι με μήκος ακτής 0,29 km και έκταση 0,004 km² και οι βραχονησίδες Γερωκούλια με συνολικό μήκος ακτής 0,44 km και έκταση 0,006 km².

Η Ερμιόνη είναι μια παραλιακή κωμόπολη, χτισμένη σε κλειστό πευκόφυτο όρμο. Ιδρυμένη από τον Ερμιώνα -εγγονό του βασιλιά του Πργους, Φορωνέα- η αρχαία

Ερμιόνη, γνώρισε ακμή από τους ομηρικούς κιόλας χρόνους. Οι κάτοικοί της, φιλειρηνικοί από την φύση τους, αξιοποίησαν την πορφύρα, ανέπτυξαν το εμπόριο, ανέδειξαν ποιητές και μουσικούς. Είναι χτισμένη στην ανατολική πλαγιά του αρχαίου λόφου Πρώνα (Εικόνα 3). Στην προεξέχουσα χερσόνησο Μπίστι, (στενή και μακριά σαν ουρά, μπίστι σημαίνει ουρά στα Αρβανίτικα) οι αρχαιολογικές ανασκαφές έφεραν στο φως σημαντικά ευρήματα καθώς και ίχνη από θεμέλια ναού του Ποσειδώνα (Εικόνα 2), ενώ στην τοποθεσία Ηλιόκαστρο βρέθηκαν τα λείψανα της αρχαίας πόλης Ειλεοί. Αξίζει να αναφερθεί ότι την τοποθεσία αυτή την αναφέρει και ο αρχαίος ιστορικός Πausanias ως τόπο με ιερά των Ελευσίνιων Θεών. (www.ermionida.gr)



Εικ 2. Αεροφωτογραφία της περιοχής μελέτης. Διακρίνεται ο οικισμός της Ερμιόνης και η χερσόνησος Μπίστι.

Επίσης, ιστορικά ευρήματα έχει φέρει στο φώς η αρχαιολογική σκαπάνη στο προαύλιο του Δημοτικού Σχολείου, στον Μητροπολιτικό ναό των Ταξιαρχών που ιδρύθηκε τον 17ο αιώνα στη θέση του αρχαίου ναού της Δήμητρας. Στον Μητροπολιτικό Ναό των Ταξιαρχών έλαβε χώρα η 3η Εθνοσυνέλευση- το Καποδιστριακό. Ενώ ένα αξιόλογο μνημείο της Βυζαντινής περιόδου είναι το Μοναστήρι των Αγίων Αναργύρων που είναι χτισμένο πάνω σε ερείπια αρχαίου Ασκληπιείου ιδρύθηκε στα τέλη του 11ου αιώνα και διαθέτει μοναδικές τοιχογραφίες, επιχρυσωμένο ξυλόγλυπτο τέμπλο, πλούσια βιβλιοθήκη και ιαματικά νερά.



Εικ 3.Ο οικισμός της Ερμιόνης

Απέναντι από την Ερμιόνη βρίσκεται η νήσος Δοκός, εκεί όπου το 1975 οι υποβρύχιες έρευνες έφεραν στο φως αρχαιολογικά ευρήματα της Προτοελλαδικής εποχής από το αρχαιότερο γνωστό ναυάγιο στον κόσμο το οποίο χρονολογείται μεταξύ 2.500 - 2.000 π.Χ. Το νησί σύμφωνα με αρχαιολογικές έρευνες είχε κατοικηθεί από την Νεολιθική περίοδο, πριν 6.000 χρόνια. Λείψανα της εποχής εκείνης βρέθηκαν κατά μήκος όλης της παραλίας (Βήμα: Ένθετο Ελλάδα, 2006).

II. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

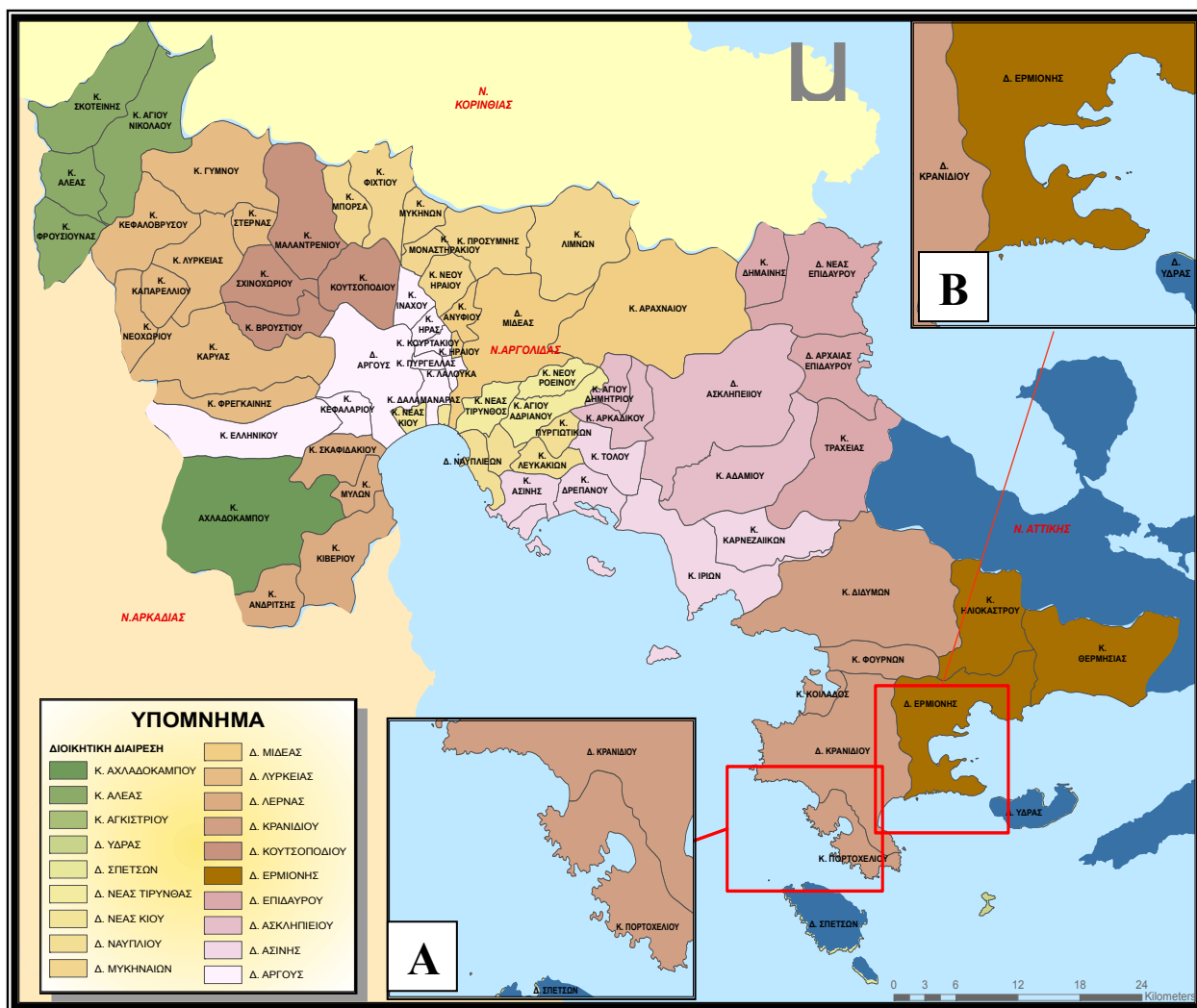
Οι δυο περιοχές που μελετήθηκαν ανήκουν σε διαφορετικούς δήμους. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η διοικητική διαίρεση της περιοχής πριν και μετά την εφαρμογή του Σχεδίου Καποδίστρια (Πίνακας 1).

Διοικ.Διαίρεση πριν το Σχέδιο Καποδίστρια	Διοικ.Διαίρεση μετά το Σχέδιο Καποδίστρια
Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ
Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ
Κ. ΠΟΡΤΟΧΕΛΙΟΥ	Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ

(Πηγή: Δήμος Κρανιδίου)

Πίνακας 1. Οι δήμοι στους οποίους ανήκουν οι δυο περιοχές μελέτης

Στον Χάρτη 4 απεικονίζεται η διοικητική διαίρεση τόσο του Νομού Αργολίδας όσο και της περιοχής μελέτης. Τα δυο τμήματα που εστιάζονται στον Χάρτη 4 είναι η περιοχή του Πόρτο Χελίου (Α) και της Ερμιόνης (Β). Το Πόρτο Χέλι ανήκει στον Δήμο Κρανιδίου και η Ερμιόνη στον ομώνυμο Δήμο.



Χάρτης 4. Διοικητική Διαίρεση του Νομού Αργολίδας και των τμημάτων της περιοχής μελέτης

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο Δήμος Κρανιδίου έχει μεγαλύτερο ποσοστό αγροτικού πληθυσμού απ' ότι αστικό στο σύνολό του ενώ για τον Δήμο Ερμιόνης ο αστικός πληθυσμός υπερिशύχει. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι ο πληθυσμός στον δήμο Κρανιδίου ασχολείται με αγροτικές δραστηριότητες. Ο Πίνακας 2 δείχνει τα αριθμητικά μεγέθη και το είδος των πληθυσμών για τους 2 δήμους για το έτος 2001.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΗΜΟΥ	ΣΥΝΟΛΟ	ΑΣΤΙΚΟΣ	ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ
Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	4.554	3.194	1.360
Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	10.347	4.912	5.435

(Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.)

Πίνακας 2. Σύνολο πληθυσμού, αστικού, αγροτικού πληθυσμού για τους δήμους της περιοχής μελέτης.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η διοικητική διαίρεση σε Δημοτικά Διαμερίσματα (Δ.Δ) και Κοινότητες και ο πληθυσμός του Δήμου Κρανιδίου για το έτος 2001. Τα Δ.Δ με τα ομώνυμα κέντρα τους διαθέτουν τον περισσότερο πληθυσμό. Στο συγκεκριμένο πίνακα ενδιαφέρον πληθυσμιακά έχει για το τμήμα της περιοχής μελέτης του Πορτο Χελίου ο ομώνυμος οικισμός (1913 κάτοικοι), η Βερβερόντα (158 κάτοικοι) και η Χηνίτσα (37 κάτοικοι) και οι Λάκκες (19 κάτοικοι) για το Δ.Δ. Κρανιδίου.

ΔΗΜΟΣ ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Δ.Δ. Κρανιδίου	4912	Δ.Δ. Διδύμων	1599	Δ.Δ. Κοιλιάδος	1166
Κρανίδι	4312	Δίδυμα	1254	Κοιλιάς	1106
Βλαχοπουλείκα	32	Άγιος Ιωάννης	12	Δορούφι (Κοιλιάδος)	17
Άγιος Νικόλαος	53	Λουκαΐτιο	233	Κάμπος (Κοιλιάδος)	39
Δορούφι (Κρανιδίου)	15	Πελεή	13	Κορωνίς (νησί)	4
Θυνί	15	Ράδον	81		
Κάμπος (Κρανιδίου)	85	Σαλάντιο	6		
Κουνούπι	38				
Λάκκες	19				
Πετροθάλασσα	343				
	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		
Δ.Δ. Πορτοχελίου	2300	Δ.Δ. Φούρνων	370		
Πορτοχέλι	1913	Φούρνοι	361		
Άγιος Αιμιλιανός	109	Παραλία Φούρνων	9		
Βερβερόντα	158				
Κόστα	83				
Χηνίτσα (νησί)	0				
Χηνίτσα	37				

(Πηγή: Δήμος Κρανιδίου)

Πίνακα 3. Η διοικητική διαίρεση του Δήμου Κρανιδίου με τα Δημοτικά διαμερίσματα και τον αντίστοιχο πληθυσμό για το έτος 2001.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η διοικητική διαίρεση σε Δημοτικά Διαμερίσματα (Δ.Δ) και Κοινότητες και ο πληθυσμός του 2001 για τον Δήμο Ερμιόνης. Τα κέντρα των Δ.Δ διαθέτουν τον περισσότερο πληθυσμό. Στον πίνακα αυτό ενδιαφέρον πληθυσμιακό έχει για το τμήμα της περιοχής μελέτης της Ερμιόνης το ομώνυμο Δ.Δ. (σύνολο κατοίκων 3194).

ΔΗΜΟΣ ΕΡΜΙΟΝΗΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Δ.Δ. Ερμιόνης	3194	Δ.Δ. Ηλιοκάστρον	599	Δ.Δ. Θερμησίας	761
Ερμιόνη	2562	Ηλιόκαστρο	599	Θερμησία	437
Άγιοι Ανάργυροι	427			Άγία Αικατερίνη	17
Αχλαδίτσα	205			Ακτή Ύδρα	37
				Μετόχι	56
				Πηγάδια	113
				Πλέπι	46
				Σωληνάρι	55

(Πηγή: Δήμος Ερμιόνης)

Πίνακας 4. Η διοικητική διαίρεση του Δήμου Ερμιόνης με τα Δημοτικά διαμερίσματα και τον αντίστοιχο πληθυσμό για το έτος 2001.

Η γεωγραφική θέση των δυο περιοχών σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές συνθήκες που επικρατούσαν, όπως το εύκρατο κλίμα, τα εύφορα εδάφη, η ήπια μορφολογία κ.α είχαν σαν αποτέλεσμα την κατοίκηση της από τους προϊστορικούς χρόνους (Gifford J., 1990).

Οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες βοήθησαν σημαντικά την ανάπτυξη των γεωργικών καλλιεργειών στην περιοχή καθιστώντας την γεωργικά σημαντική. Επιπλέον η σχετικά μικρή απόσταση από τα μεγάλα αστικά κέντρα (Αθήνα, Ναύπλιο, Κόρινθος, Άργος κ.α) σε συνδυασμό με την πολυμορφία των ακτών της περιοχής και τη διαύγεια των υδάτων της θάλασσας αποτέλεσαν καταλυτικούς παράγοντες για την τουριστική και παραθεριστική της αξιοποίησης. Τα τελευταία χρόνια παρατηρήθηκαν αλλαγές στις χρήσεις γης προκειμένου να καλυφθούν οι σύγχρονες ανάγκες σε παραθεριστικές κατοικίες και σε τουριστικές εγκαταστάσεις. Η παράκτια χαρτογράφηση και η αποτύπωση της ανθρώπινης παρουσίας στην παράκτια ζώνη έδειξαν ότι αν και η αυθαίρετη και άναρχη οικιστική ανάπτυξη δεν είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη, έχει ενταθεί σημαντικά την τελευταία δεκαετία με αποτέλεσμα να υπάρχουν επιμέρους περιοχές όπου η παρέμβαση του ανθρώπου είναι εμφανής.

Μια μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, σύμφωνα με τα προτεινόμενα σενάρια, κατά τα επόμενα 100 χρόνια, θα πλήξει άμεσα την παράκτια ζώνη προκαλώντας σημαντικές κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεδομένου ότι η περιοχή διαθέτει ακόμα σημαντικά περιθώρια ανάπτυξης. Επιπλέον το κόστος για τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων θα είναι εξαιρετικά υψηλό.

Η παρούσα εργασία πρόκειται για μια πιλοτική εφαρμογή της μεθοδολογίας της βαθμονόμησης και στόχος της αποτελεί η εκτίμηση της επικινδυνότητας στην παράκτια περιοχή από την αναμενόμενη παγκόσμια άνοδο της θαλάσσιας στάθμης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση σε συνδυασμό με την καταγραφή και την αποτύπωση των χρήσεων της παράκτιας ζώνης, η παράκτια κλίση, η γεωλογία, η διάβρωση και η πρόσχωση της ακτογραμμής, το εύρος παλίρροιας καθώς και το μέσο σημαντικό ύψος κύματος οδήγησε στον εντοπισμό περιοχών που πρόκειται να αντιμετωπίσουν τις αρνητικές συνέπειες από μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Γι' αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε η ποσοτική εκτίμηση (βαθμονόμηση) της παράκτιας ζώνης των περιοχών της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου σε ότι αφορά την επικινδυνότητα στους φυσικούς κινδύνους που τις απειλούν. Για τον προσδιορισμό της τρωτότητας της παράκτιας περιοχής μελέτης σύμφωνα με μελέτες και αναφορές της IPCC, προτάθηκε η χρήση, η τροποποίηση και ο υπολογισμός του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (Coastal Vulnerability Index-CVI.) ο οποίος περιλαμβάνει μεταβλητές που σχετίζονται με τα φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά (τοπογραφία, γεωλογία, εύρος παλίρροιας, μέσο ύψος κύματος) της εκάστοτε περιοχής. Τις δυο περιοχές μελέτης τις προσδιορίζουν τόσο διαφορετικά κλιματολογικά στοιχεία όσο και διαφορετική λιθολογία. Επιπλέον κρίθηκε σκόπιμη η τροποποίηση του δείκτη προσθέτοντας δεδομένα για τις κοινωνικοοικονομικές παραμέτρους.

Οι δυο περιοχές μελέτης επιλέχθηκαν λόγω της διαφορετικής λιθολογίας που τις αποτελούν και κατ'επέκταση της ανθεκτικότητας τους στην θαλάσσια διάβρωση, της ποικιλίας και της εναλλαγής των παράκτιων γεωμορφών κατά μήκος της ακτογραμμής και λόγω της πλούσιας τουριστικής δραστηριότητας κατά τις τελευταίες δεκαετίες η οποία και αποτελεί ίσως την σημαντικότερη ασχολία των κατοίκων τόσο της Ερμιόνης όσο και του Πόρτο Χελίου.

Έτσι λοιπόν, το σύνολο των δεδομένων και των αντίστοιχων παραμέτρων που λήφθηκαν υπόψη εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν σε ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) πραγματοποιώντας αναλύσεις και υπολογισμούς για κάθε μια από τις παραμέτρους και τα αποτελέσματα απεικονίστηκαν με την μορφή θεματικών χαρτών επικινδυνότητας. Τα ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα της ερευνάς έδωσαν ενδιαφέροντα στοιχεία για την προσαρμογή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας στον ελλαδικό χώρο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω αναγκαία κρίθηκε και η διερεύνηση των παραγόντων που διαμόρφωσαν τη μορφολογία του παράκτιου χώρου όπως οι κλιματολογικές συνθήκες, το τεκτονικό καθεστώς και οι γεωμορφολογικές διεργασίες που είναι ενεργές στην παράκτια ζώνη. Επιπλέον, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην καταγραφή και αποτύπωση των ανθρώπινων επεμβάσεων που έχουν αυξηθεί κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών στον παράκτιο χώρο. Δεδομένου λοιπόν ότι η περιοχή μελέτης παρουσιάζει αρκετά μεγάλο κοινωνικοοικονομικό ενδιαφέρον πραγματοποιήθηκε η καταγραφή, αποτύπωση και ομαδοποίηση των χρήσεων γης και εκτιμήθηκε η έκταση που αναμένεται να υποστεί τις αρνητικές επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης (IPCC, 2001) δεχόμενοι διάφορα σενάρια ανόδου από τη διεθνή βιβλιογραφία (Titus J.G. and Richman C., 2001).

Τέλος, παραθέτονται εκτιμήσεις και προτάσεις που θα βοηθήσουν στην λήψη αποφάσεων και μέτρων από τις αρμόδιες αρχές προκειμένου να αποφευχθούν ή να περιοριστούν κατά το δυνατόν τα κοινωνικοοικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα που θα λάβουν χώρα στα δύο τμήματα της περιοχής μελέτης από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

III. ΚΛΙΜΑ

3.1 Γενικά.

Η Ελλάδα αποτελεί μια περιοχή με πολλές διαφοροποιήσεις στο κλίμα της, λόγω φυσικογεωγραφικών και δυναμικών παραγόντων (Παυλόπουλος Κ., 1992). Οι κυριότεροι παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος της χώρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, η κυκλοφορία των αέριων μαζών, η μορφολογία του αναγλύφου και η διανομή ξηράς και θάλασσας, οι εποχιακοί και τοπικοί άνεμοι που πνέουν σε μία περιοχή, η απόσταση από τις θαλάσσιες μάζες, η διαφοροποίηση του υψομέτρου και η βλάστηση. Σύμφωνα με όλες τις κλιματικές ταξινομήσεις από πλευράς μακροκλίματος, η χώρα μας ανήκει στο Μεσογειακό τύπο με κύριο χαρακτηριστικό τα ξηρά και θερμά καλοκαίρια και τους ήπιους και βροχερούς χειμώνες.

Οι γεωμορφολογικές διεργασίες σε έναν τόπο είναι άμεσα συνδεδεμένες με τις κλιματολογικές συνθήκες. Η θερμοκρασία του αέρα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν δύο από τους κυριότερους παράγοντες καθορισμού του είδους (χημική, μηχανική) και της ταχύτητας αποσάθρωσης των πετρωμάτων. Η ένταση, η συχνότητα και η διεύθυνση του ανέμου είναι στοιχεία που επηρεάζουν την ένταση, το ύψος και την διεύθυνση πρόσπτωσης του κυματισμού στις παράκτιες περιοχές (Pethic J., 1984). Η κατανομή της κυματικής ενέργειας κατά μήκος της ακτογραμμής αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες διαμόρφωσης των ακτών. Η αλληλεπίδραση μεταξύ παραγόντων όπως η λιθολογία των σχηματισμών που δομούν την παράκτια ζώνη και η ανθεκτικότητα τους στη διάβρωση, η κυματική ενέργεια και τα παράκτια ρεύματα, η απόθεση φερτών υλών απ' τους χειμάρρους και του κλιματικού καθεστώτος που επικρατεί, αποτελούν τις κύριες αιτίες διαμόρφωσης του σημερινού παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης.

Επιπλέον, το κλίμα αποτελεί ένας παράγοντας ο οποίος καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις χρήσεις γης και καθιστά περιοχές σημαντικές για την τουριστική τους αξιοποίηση. Για τη περιγραφή των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή του Αργολικού κόλπου κρίθηκε αναγκαία η συλλογή και επεξεργασία μετρήσεων που αφορούν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, την θερμοκρασία του αέρα και τον άνεμο.

3.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί παρατήρησης.

Για την σκιαγράφιση του κλιματικού καθεστώτος της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα επτά μετεωρολογικών σταθμών, τα χαρακτηριστικά των οποίων παρατίθενται στον Πίνακα 5. Όλοι οι σταθμοί έχουν εγκατασταθεί από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ).

Η στατιστική επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων (Πίνακες 1-12, Παράρτημα Ι), η σχεδίαση των διαγραμμάτων και η αξιολόγηση των μέσων τιμών και της ετήσιας κύμανσης των κλιματικών παραμέτρων των σταθμών, οδηγούν στην περιγραφή των κλιματικών συνθηκών της περιοχής.

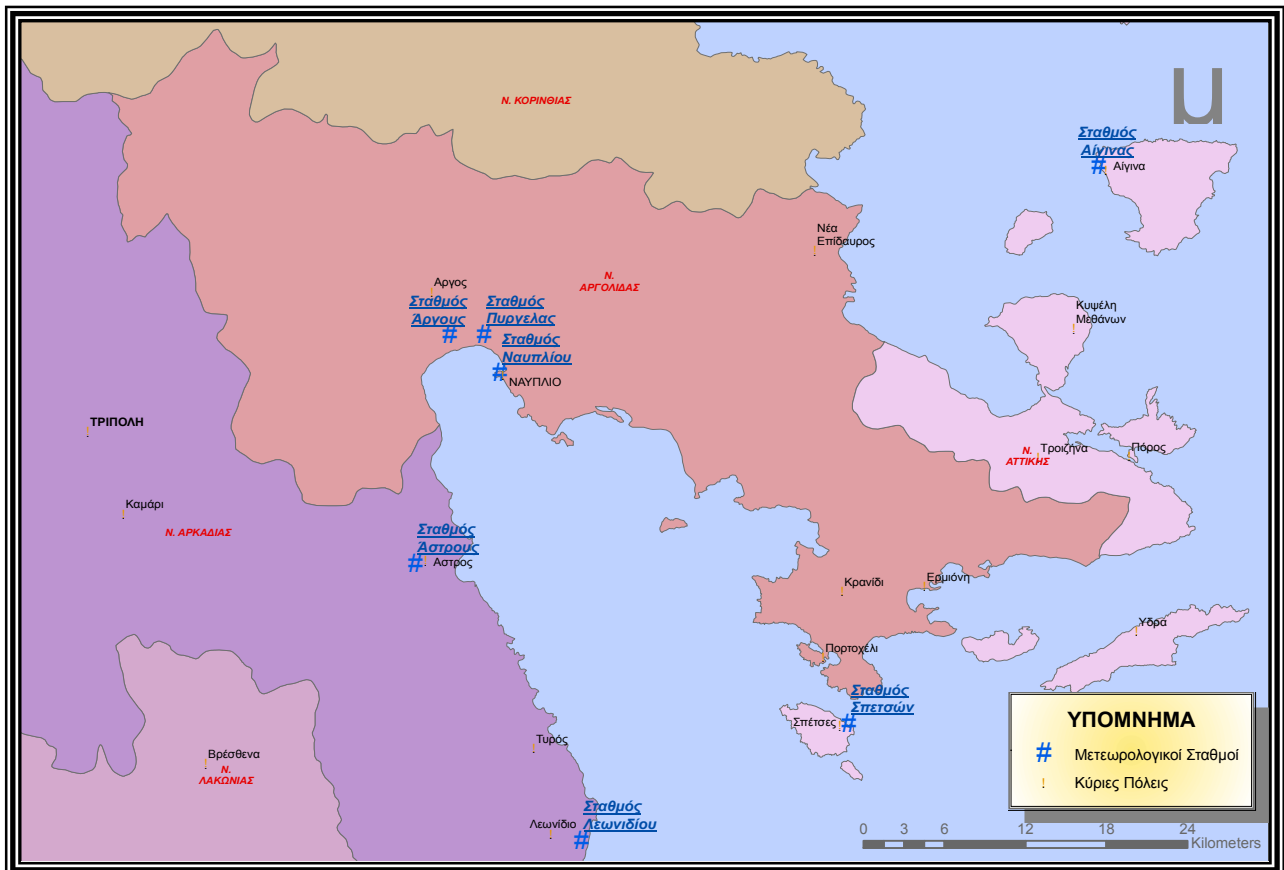
Σταθμός	Γεωγραφικό μήκος (λ)	Γεωγραφικό πλάτος (φ)	Εγκ.Μερκατορική Γεωγ.μήκος	Εγκ.Μερκατορική Γεωγ.πλάτος	Υψόμετρο	Όργανα μέτρησης	Περίοδος Λειτουργίας	Φορέας
Αίγινα	23 ⁰ 25'	37 ⁰ 58'	448612,445	4201989,525	1.5 m	θερ, βρ, αν	1974-1997	Ε.Μ.Υ.
Άργος	22 ⁰ 45'	37 ⁰ 35'	389483,735	4160033,175	15 m	βρ,	1974-1997	Ε.Μ.Υ.
Άστρος	22 ⁰ 43'	37 ⁰ 24'	386263,145	4139731,982	25 m	θερ, βρ, αν	1974-1997	Ε.Μ.Υ.
Λεωνίδιο	22 ⁰ 51'	37 ⁰ 10'	397750,177	4113692,573	2.1 m	θερ, βρ, αν	1981-1987	Ε.Μ.Υ.
Ναύπλιο	22 ⁰ 48'	37 ⁰ 34'	393874,984	4158126,418	1.5 m	θερ, βρ, αν	1975-1988	Ε.Μ.Υ.
Πυργελα	22 ⁰ 47'	37 ⁰ 36'	392450,939	4161843,719	11.2 m	θερ, βρ, αν	1980-1997	Ε.Μ.Υ.
Σπέτσες	23 ⁰ 10'	37 ⁰ 16'	425963,188	4124492,675	4 m	θερ, βρ, αν	1974-1996	Ε.Μ.Υ.

(Πηγή: Ε.Μ.Υ.- Προσωπική επεξεργασία)

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών που βρίσκονται κοντά στη περιοχή μελέτης (αν: ανεμόμετρο, βρ: βροχόμετρο, θερ: θερμόμετρο).

Στο Χάρτη 5, παρουσιάζεται η γεωγραφική τοποθέτηση των επτά μετεωρολογικών σταθμών. Από τους σταθμούς αυτούς οι σταθμοί του Ναυπλίου και των Σπετσών είναι παράκτιοι. Από τις διαθέσιμες μετρήσεις των κλιματικών στοιχείων οι πιο πρόσφατες προέρχονται απ' τον σταθμό του Άστρους και αντιστοιχούν στην χρονική περίοδο λειτουργίας του σταθμού, δηλαδή μεταξύ των ετών 1974 και 1997. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μετεωρολογικοί σταθμοί της Αίγινας, του Άργους και της Πυργελας συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία αλλά δεν επηρεάζουν σημαντικά τις δυο περιοχές που μελετήθηκαν.

Όλοι οι σταθμοί διαθέτουν μετρήσεις θερμοκρασιών, βροχόπτωσης και συχνότητας διεύθυνσης και έντασης του ανέμου για τις αντίστοιχες χρονικές περιόδους λειτουργίας τους (Πίνακες 1-12 Παράρτημα Ι). Ο σταθμός του Άργους διαθέτει μόνο βροχομετρικά δεδομένα. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι όλες οι μετρήσεις θερμοκρασίας, βροχόπτωσης και ανέμου, αφορούν την χρονική περίοδο λειτουργίας των αντίστοιχων σταθμών, έτσι όπως αυτή παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.



Χάρτης 5. Χάρτης γεωγραφικής τοποθέτησης των επτά μετεωρολογικών σταθμών περιμετρικά των περιοχών μελέτης.

Για κάθε έναν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και για κάθε κλιματικό στοιχείο υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες καθώς και η μέση ετήσια τιμή για την χρονική περίοδο λειτουργίας τους. Βάσει των στοιχείων αυτών σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα ετήσιας κύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα και της βροχόπτωσης καθώς και τα μηνιαία και ετήσια ανεμοδιαγράμματα συχνότητας διεύθυνσης και έντασης των ανέμων.

3.3 Βροχόπτωση.

Ο Πίνακας 6 περιλαμβάνει τα μέσα μηνιαία και τα μέσα ετήσια ύψη βροχής και, για κάθε έναν απ' τους μετεωρολογικούς σταθμούς, για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα λειτουργίας τους.

ΣΤΑΘΜΟΣ /ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Άργος	67.9	52.1	55.3	35.4	20.1	9.1	13	19.8	15.9	41.4	93.2	71.3	494.5
Αίγινα	51	47.5	45.6	29.6	16.6	4.8	2.7	9.9	7.8	40.1	53.2	72.1	380.9
Άστρους	79.4	75.8	43.3	27.5	16	6.8	8.4	5.3	8	61.2	76.6	81	489.3
Λεωνίδιο	72.9	58.3	50.4	18.3	17.4	4.7	4.2	3.3	9.2	44.7	79.9	75.5	438.8
Ναύπλιο	68	71.4	51.9	42.9	23.9	13.9	7.9	6.7	18.3	75.7	85.8	71.3	537.7
Πυργέλα	73.1	55.4	49.8	36.8	23	10.7	11	15.6	13.3	55.2	78.5	62.9	485.3
Σπέτσες	36	23	19.2	11	6.8	3.5	2.7	0.7	7.9	34.6	30.6	32.4	208.4

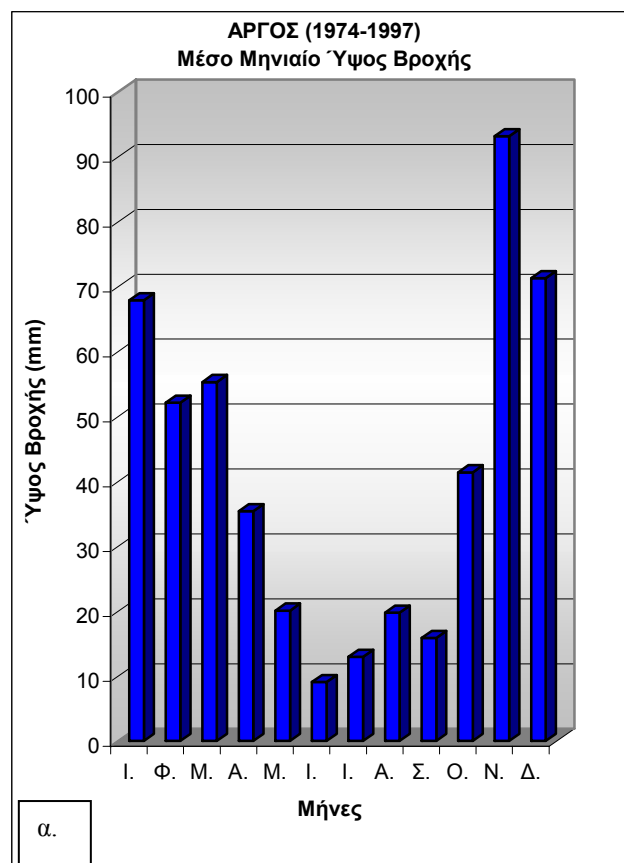
(Πηγή: Ε.Μ.Υ.- Προσωπική επεξεργασία)

Πίνακας 6. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής (σε mm) για τους έξι πλησιέστερους στην περιοχή μελέτης μετεωρολογικούς σταθμούς. Οι τιμές αφορούν το χρονικό διάστημα λειτουργίας του κάθε σταθμού.

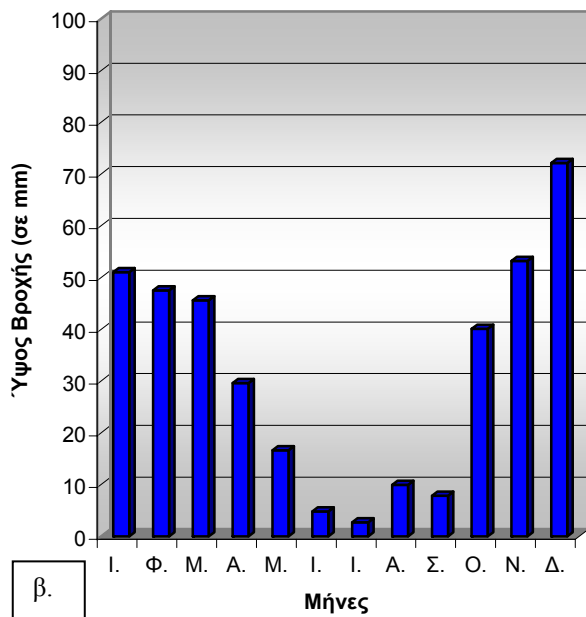
Για τον σταθμό του Άργους η βροχόπτωση παρουσιάζει απλή κύμανση με το μέγιστο να εμφανίζεται τον μήνα Νοέμβριο (93,2 mm) ενώ η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε τον μήνα Ιούνιο (9,1 mm). Για τον σταθμό της Αίγινας η βροχόπτωση εμφανίζει απλή κύμανση με το μέγιστο να εμφανίζεται τον μήνα Νοέμβριο (53.2 mm) και ελάχιστη τιμή κατά τον μήνα Ιούνιο (2,7 mm) ενώ για τον σταθμό του Άστρους ο μήνας με το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχής είναι ο Ιανουάριος (79,4 mm) και ο μήνας με την μικρότερη τιμή είναι ο Αύγουστος (5,3 mm). Ο σταθμός του Λεωνιδίου εμφανίζει και αυτός απλή κύμανση με το μέγιστο τον μήνα Νοέμβριο (79,9 mm) και ελάχιστη τιμή κατά τον μήνα Αύγουστο (3,3 mm)

Για τον σταθμό του Ναυπλίου η βροχόπτωση εμφανίζει απλή κύμανση με το μέγιστο τον μήνα Νοέμβριο (87 mm) και την ελάχιστη τιμή κατά τον μήνα Αύγουστο (7,6 mm) ενώ για τον σταθμό του Άστρους ο μήνας με το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχής είναι ο Ιανουάριος (87,9 mm) και ο μήνας με την μικρότερη τιμή είναι ο Αύγουστος (12,3 mm). Ο σταθμός των Σπετσών, που είναι και ο πιο κοντινός και αντιπροσωπευτικός για τα δυο τμήματα της περιοχής μελέτης, παρουσιάζει απλή διακύμανση με το μέγιστο να εμφανίζεται τον Ιανουάριο (36 mm) και το ελάχιστο τον Αύγουστο (0.7 mm).

Σύμφωνα με την ετήσια πορεία της βροχής που φαίνεται στα διαγράμματα του σχήματος 1 θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι ελάχιστες τιμές και στους επτά σταθμούς παρατήρησης, εντοπίζεται κατά τους θερινούς μήνες ενώ οι μέγιστες τιμές κατά τον τελευταίο φθινοπωρινό για τους σταθμούς Άργους, Λεωνίδιο, Πυργελα και Ναυπλίου και το πρώτο μήνα του χειμώνα για τον σταθμό του Άστρους και της Αίγινας. Αξιοσημείωτο είναι ότι τα μέσα ετήσια ύψη βροχής των σταθμών του Ναυπλίου και του Άστρους έχουν παραπλήσιες τιμές (552,7 mm και 543,6 mm αντίστοιχα), σε αντίθεση με τον σταθμό του Άργους (494,5 mm) που εμφανίζει ελαφρώς μικρότερη τιμή. Ο σταθμός των Σπετσών παρουσιάζει μέγιστες τιμές το δεύτερο μήνα του χειμώνα. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί, ότι και στους επτά σταθμούς, η ελάττωση του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής, από τον υγρότερο προς τον ξηρότερο μήνα, μεταβάλλεται ομαλά σε σχέση με την απότομη αύξηση της βροχόπτωσης που παρατηρείται κατά τους φθινοπωρινούς μήνες.

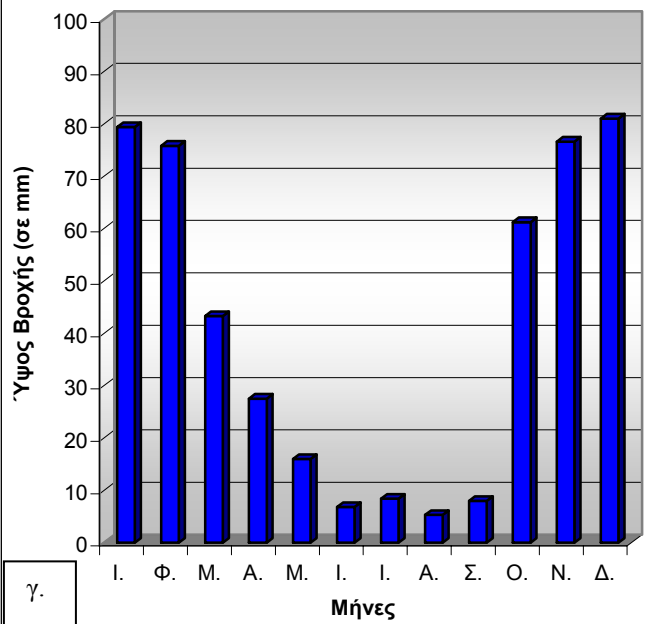


ΑΙΓΙΝΑ (1974-1997)
Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής



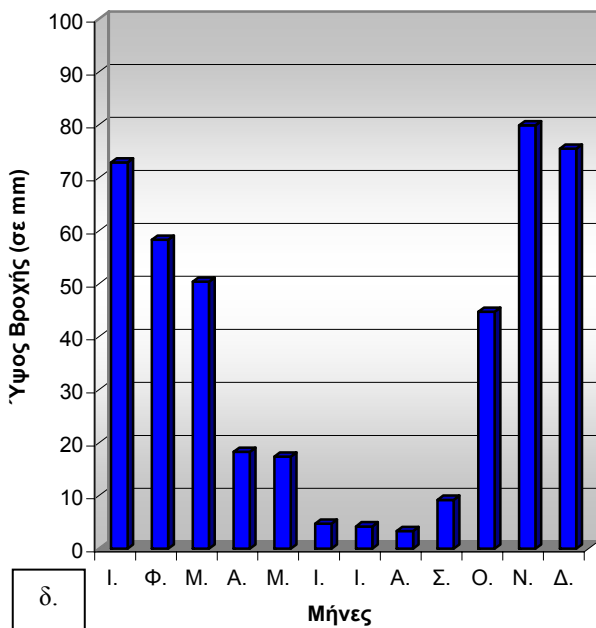
β.

ΑΣΤΡΟΣ (1974-1997)
Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής



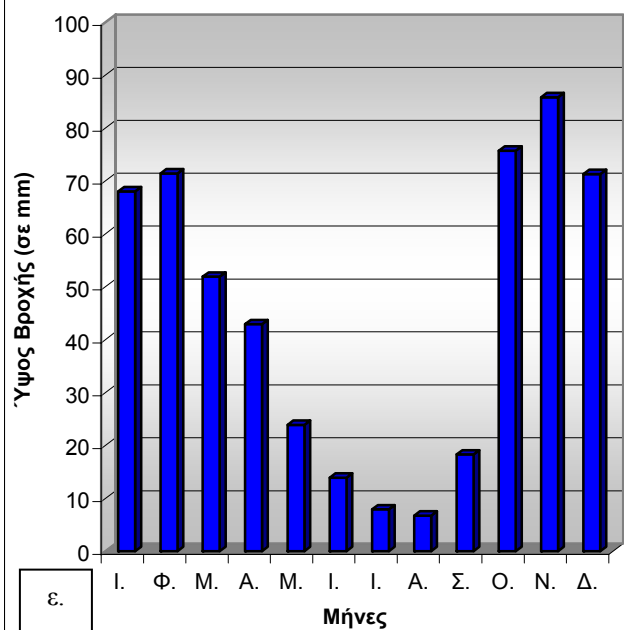
γ.

ΛΕΩΝΙΔΙΟ (1981-1987)
Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής

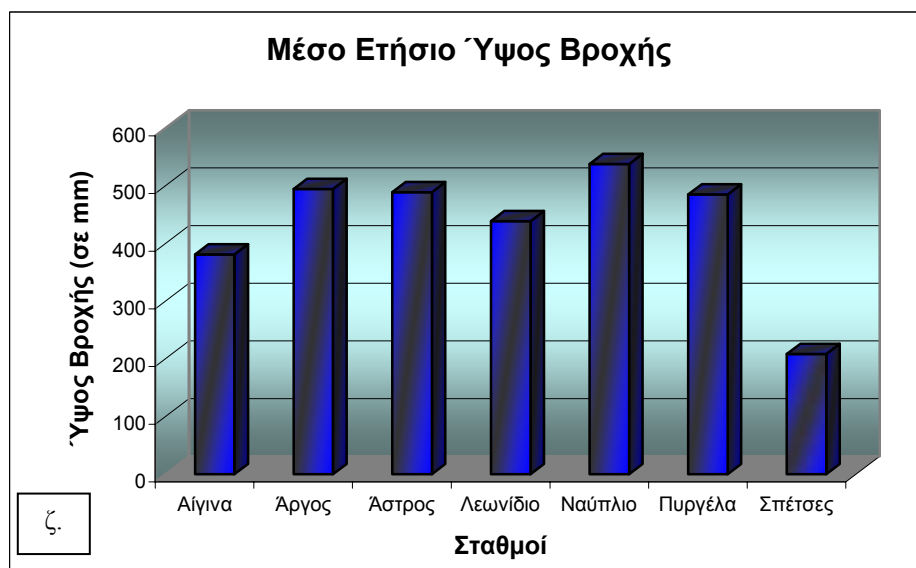
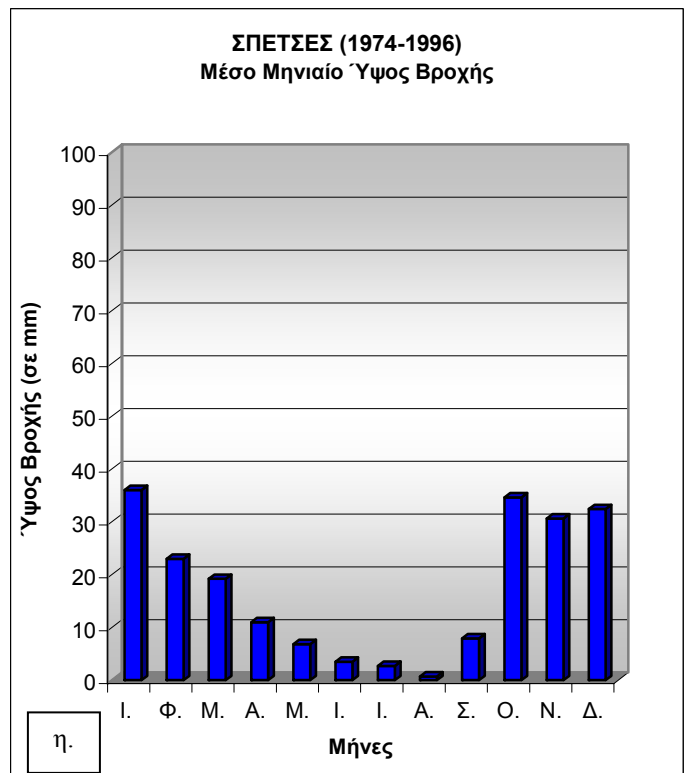
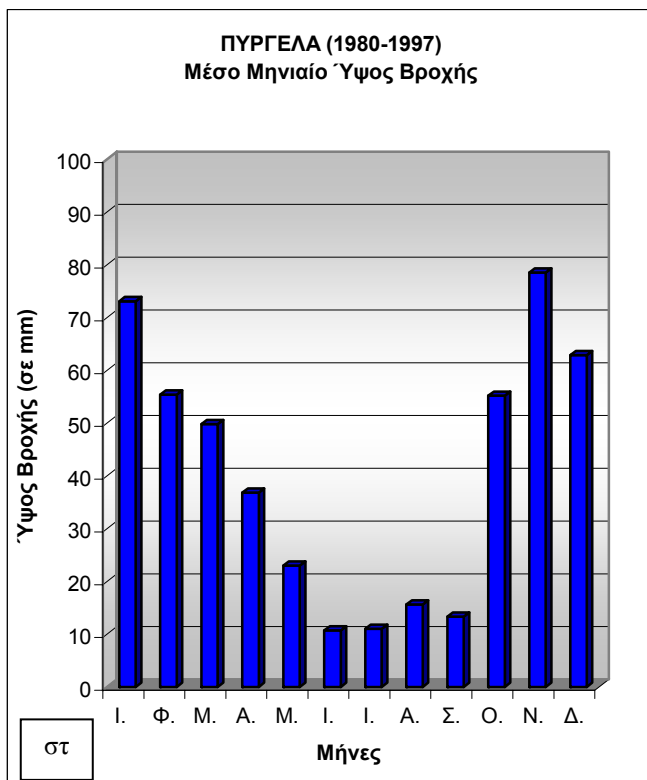


δ.

ΝΑΥΠΛΙΟ (1975-1988)
Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής



ε.



Σχήμα 1. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης: α) για τον μετεωρολογικό σταθμό Άργος (Ε.Μ.Υ.), β) για τον μετεωρολογικό σταθμό Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), γ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Άστρος (Ε.Μ.Υ.), δ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Λεωνίδιο (Ε.Μ.Υ) ε) για τον μετεωρολογικό σταθμό Ναύπλιο (Ε.Μ.Υ) στ) για τον μετεωρολογικό σταθμό Πυργέλα (Ε.Μ.Υ) η) για τον μετεωρολογικό σταθμό Σπέτσες (Ε.Μ.Υ) ζ) συγκριτικό διάγραμμα μέσης ετήσια βροχόπτωσης για τους επτά σταθμούς.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, για την περιοχή μελέτης παρατηρούμε ότι ο χειμώνας είναι η υγρότερη εποχή του έτους και το καλοκαίρι η ξηρότερη ενώ το φθινόπωρο έχει μεγαλύτερο ύψος βροχής σε σχέση με την άνοιξη. Την υψηλότερη μέση ετήσια τιμή παρουσιάζει ο σταθμός του Ναυπλίου και την χαμηλότερη ο σταθμός των Σπετσών με την ύπαρξη σημαντικών διαφοροποιήσεων μεταξύ των επτά σταθμών. Σύμφωνα με την ετήσια πορεία της βροχόπτωσης, η περιοχή ανήκει στο Μεσογειακό ή υποτροπικό βροχομετρικό σύστημα με το μέγιστο των βροχοπτώσεων να συμβαίνει το χειμώνα και το ελάχιστο το καλοκαίρι. Η γεωγραφική θέση των σταθμών συνηγορεί ότι τα βροχομετρικά χαρακτηριστικά τους μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι όλες οι μετρήσεις των μετεωρολογικών σταθμών δίνουν το κλιματικό προφίλ της περιοχής αλλά θεωρείται ότι αυτοί που είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικοί των περιοχών είναι οι σταθμοί του Άστρους, του Λεωνιδίου και των Σπετσών για την περιοχή του Πόρτο Χελίου και για την περιοχή της Ερμιόνης διότι μεταξύ αυτών και της περιοχής μελέτης δεν παρεμβάλλεται έντονο ανάγλυφο.

3.4 Θερμοκρασία αέρα.

Για τους έξι σταθμούς παρατήρησης, υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες, οι μέσες μηνιαίες μέγιστες και μέσες μηνιαίες ελάχιστες τιμές και οι αντίστοιχες μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα λειτουργίας τους (Πίνακας 1,3,5,7,9,11 Παράρτημα Ι).

ΑΙΓΙΝΑ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	10.9	10.8	12.9	16.5	21.6	26.8	29.3	28.9	26.0	20.8	15.4	12.4	19.4
Μέγιστη	14.1	14.0	16.1	19.9	25.2	30.3	32.9	32.6	29.7	24.3	18.8	15.4	22.8
Ελάχιστη	7.1	7.0	8.5	11.2	15.1	19.6	22.1	21.7	19.4	15.6	11.5	8.8	14.0

ΑΣΤΡΟΣ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	10.1	10.3	12.3	15.9	20.9	26.0	28.4	27.9	24.6	19.6	14.6	11.7	18.5
Μέγιστη	13.8	14.0	16.2	20.0	25.3	30.6	33.3	32.7	29.3	23.8	18.5	15.3	22.7
Ελάχιστη	6.1	6.1	7.8	10.5	15.1	19.3	21.6	21.4	18.5	14.5	10.4	7.9	13.3

ΛΕΩΝΙΔΙΟ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	10.5	10.2	12.1	15.6	20.5	25.1	27.5	27.5	24.1	19.3	14.8	11.8	18.3
Μέγιστη	14.2	13.8	15.6	19.3	24.2	28.7	31.4	31.6	28.2	23.2	18.4	15.3	22.0
Ελάχιστη	7.3	7.0	8.4	11.1	15.2	19.2	21.9	22.0	19.5	15.7	11.6	8.7	14.0

ΝΑΥΠΑΙΟ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	10.5	10.6	12.6	16.1	20.7	25.4	28.0	27.3	24.7	19.7	15.0	12.2	18.6
Μέγιστη	13.5	13.7	15.8	19.4	23.9	28.8	31.6	30.9	28.3	23.1	18.4	15.2	21.9
Ελάχιστη	6.0	6.1	7.5	10.5	14.7	19.0	21.6	21.0	18.0	14.3	10.2	7.9	13.1

ΠΥΡΓΕΛΑ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	8.1	8.2	10.5	14.5	19.9	24.7	27.0	26.2	22.5	17.6	12.8	9.5	16.8
Μέγιστη	14.4	14.4	16.7	21.0	26.0	30.9	33.4	33.2	29.9	24.2	18.8	15.6	23.2
Ελάχιστη	3.0	2.9	4.2	6.4	10.2	13.8	16.4	16.5	13.9	11.3	7.6	4.5	9.2

ΣΠΕΤΣΕΣ

ΜΗΝΕΣ	Ι.	Φ.	Μ.	Α.	Μ.	Ι.	Ι.	Α.	Σ.	Ο.	Ν.	Δ.	Έτος
Μέση	10.8	11.1	12.8	15.7	20.1	25.0	27.8	27.7	25.1	20.5	16.0	12.6	18.8
Μέγιστη	13.6	13.7	15.8	19.1	23.9	29.0	31.8	31.7	28.5	23.7	18.8	15.1	22.1
Ελάχιστη	8.1	8.4	9.7	12.2	16.2	20.9	24.0	23.9	21.9	17.4	13.3	9.9	15.5

(Πηγή: Ε.Μ.Υ- Προσωπική επεξεργασία)

Πίνακας 7. Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα (°C) και μέσα ετήσια θερμοκρασιακά εύρη (°C) για τους μετεωρολογικούς σταθμούς περιμετρικά των περιοχών μελέτης.

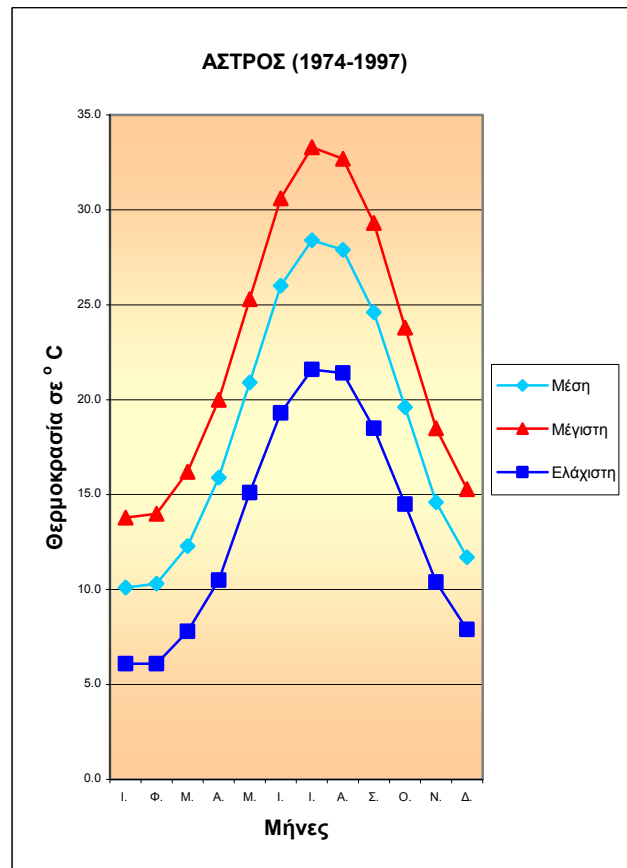
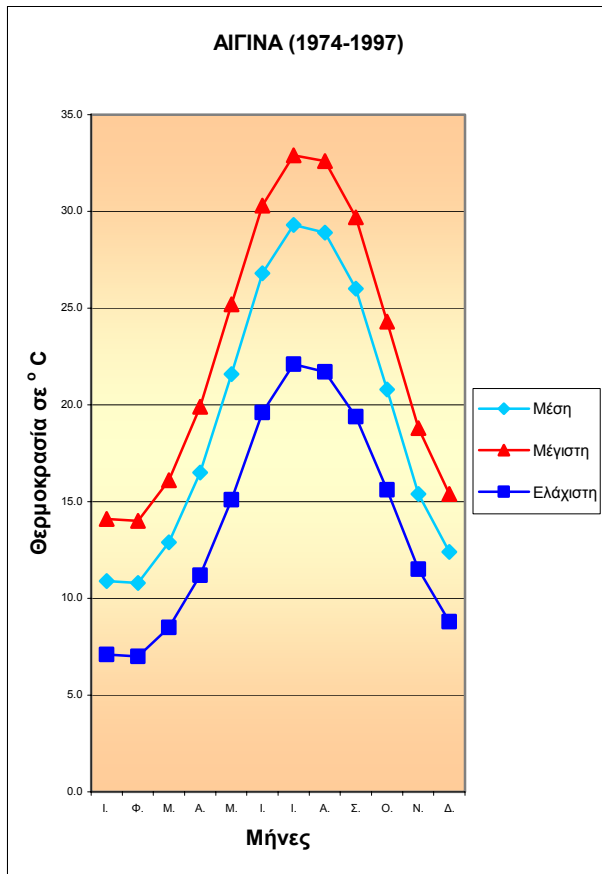
Τα διαγράμματα του Σχήματος 2, δείχνουν ότι η ετήσια πορεία της μέσης θερμοκρασίας παρουσιάζει την μέγιστη τιμή το μήνα Ιούλιο και την ελάχιστη τον Ιανουάριο για όλους τους σταθμούς παρατήρησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου αλλά και Ιουλίου, Αυγούστου είναι πολύ μικρή. Παρατηρώντας τα διαγράμματα διαπιστώνεται μια απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας από τους ανοιξιάτικους στους καλοκαιρινούς μήνες καθώς και μια απότομη πτώση της από τον Αύγουστο έως το Δεκέμβριο.

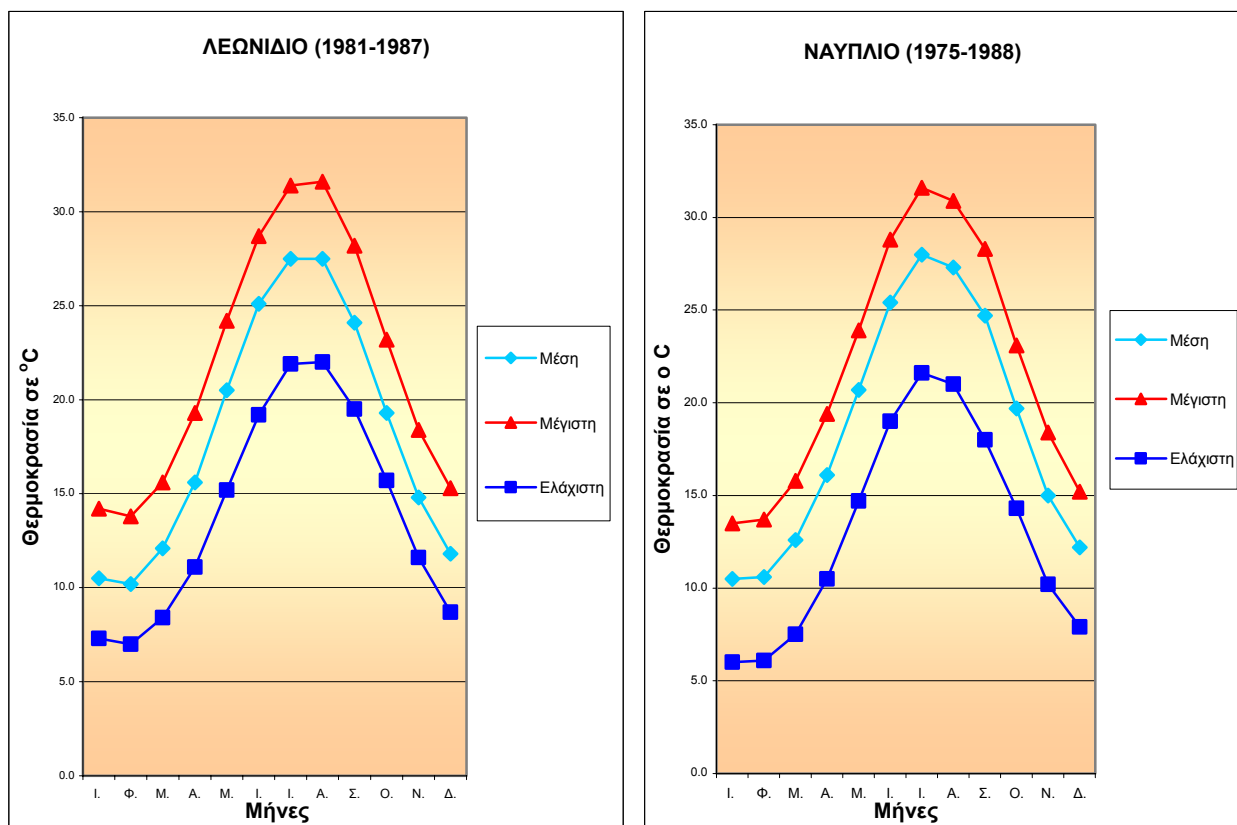
Για τον σταθμό της Αίγινας η μέση ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι απλή με τη μέση θερμοκρασία να ανέρχεται στους 19,4 °C και μέγιστη και ελάχιστη τιμή κατά τον Ιούλιο (29,3°C) και Ιανουάριο (10,5°C) αντίστοιχα. Η μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 32,9 °C και 22,1 °C και 14 °C και 7 °C αντίστοιχα για τους ίδιους μήνες.

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 7 η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα για τον σταθμό του Άστρους είναι 18,5 °C και σύμφωνα με το διάγραμμα, η ετήσια πορεία της είναι απλή με μέγιστη τιμή τον Ιούλιο (28,4 °C) και ελάχιστη τον Ιανουάριο (10.1 °C). Τον Ιανουάριο η μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 13,8 °C - 6,1 °C και τον Ιούλιο από 33,2 °C - 21,6 °C.

Για τον σταθμό του Λεωνιδίου η μέση ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι απλή με τη μέση θερμοκρασία να ανέρχεται στους 18,3 °C και μέγιστη και ελάχιστη τιμή κατά τον Ιούλιο (27,5°C) και Φεβρουάριο (10,2°C) αντίστοιχα. Η μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 31,6 °C και 22 °C και 13,8 °C και 7 °C αντίστοιχα για τους ίδιους μήνες

Για τον σταθμό του Ναυπλίου η μέση ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι απλή με τη μέση θερμοκρασία να ανέρχεται στους 18,6 °C και μέγιστη και ελάχιστη τιμή κατά τον Ιούλιο (28°C) και Ιανουάριο (10,5°C) αντίστοιχα. Η μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 31,6 °C και 21,6 °C και 13,5 °C και 6,8 °C αντίστοιχα για τους ίδιους μήνες.

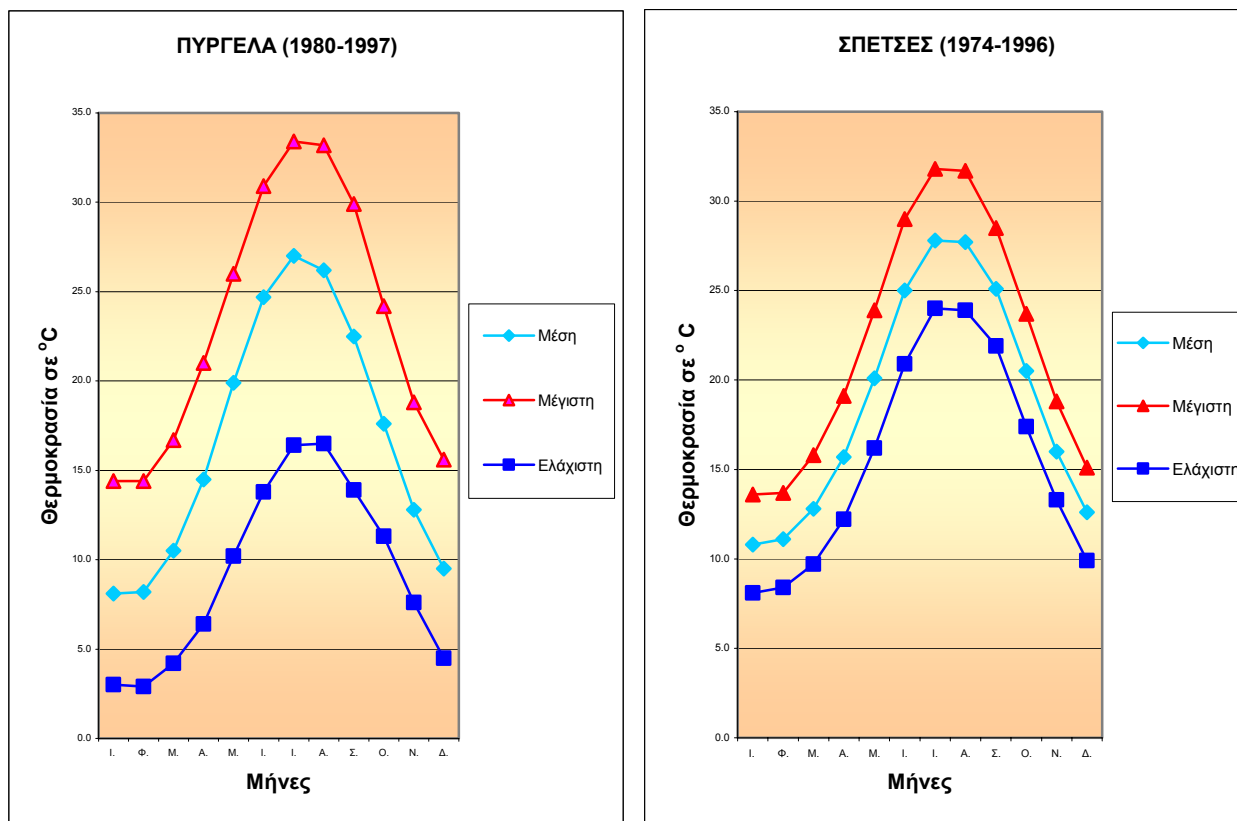




Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 7 η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα για τον σταθμό Πυργελα είναι 16,8 °C και σύμφωνα με το διάγραμμα, η ετήσια πορεία της είναι απλή με μέγιστη τιμή τον Ιούλιο (27 °C) και ελάχιστη τον Ιανουάριο (8,1 °C). Η μέση μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 33,4 °C – 16,5 °C τον Αύγουστο-Ιούλιο και από 14,4 °C – 2,9 °C τον Φεβρουάριο.

Για τον σταθμό των Σπετσών η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι 19 °C. Η ετήσια κύμανση είναι απλή με μέγιστη τιμή 27,8 °C κατά τον μήνα Ιούλιο και ελάχιστη 10,8 °C κατά τον μήνα Ιανουάριο. Οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας για τους ίδιους μήνες κυμαίνονται μεταξύ 31,8 °C-24 °C και 13,6 °C -8,1 °C αντίστοιχα.

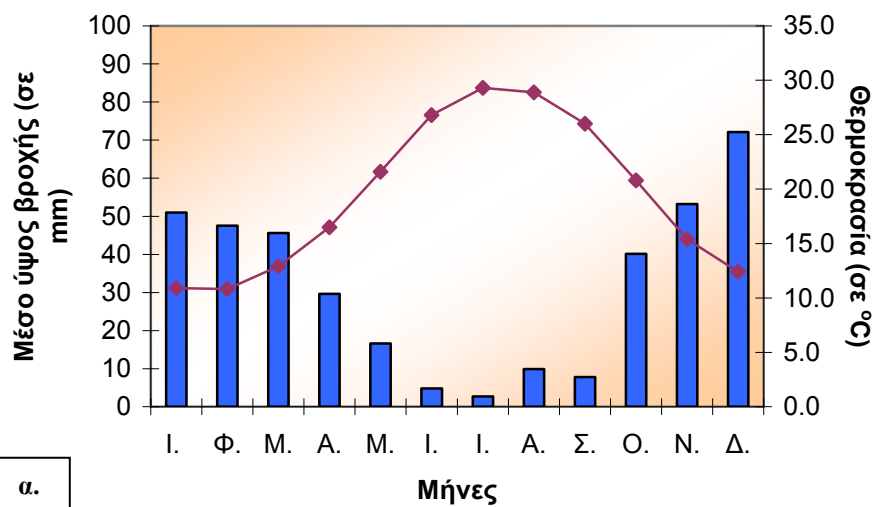
Η μεγαλύτερη μέση ετήσια τιμή (19,4°C) παρατηρήθηκε στον σταθμό της Αίγινας και μετά στο σταθμό των Σπετσών (18,8°C). Το Μέσο Ετήσιο Θερμοκρασιακό Εύρος (ΕΘΕ) για τον σταθμό της Αίγινας, του Άστρους, του Λεωνιδίου, του Ναυπλίου, της Πυργελας, και των Σπετσών είναι 18,5°C, 18,3°C, 17,3°C, 17,5°C, 18,9°C και 17°C αντίστοιχα. Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία των πινάκων η θερμότερη εποχή στην περιοχή είναι το καλοκαίρι και ψυχρότερη ο χειμώνας ενώ το φθινόπωρο είναι θερμότερο της άνοιξης.



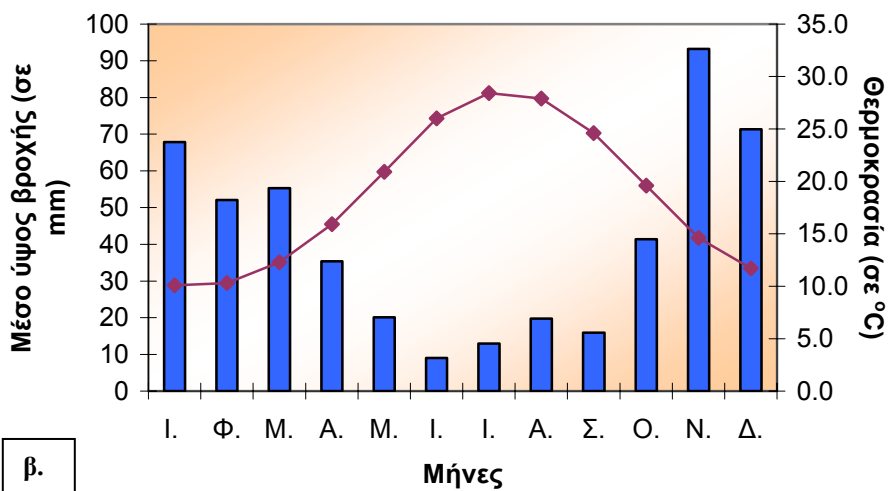
Σχήμα 2. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας, μέση μηνιαίας μέγιστης και μέσης μηνιαίας ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), Άστρος (Ε.Μ.Υ.), Λεωνίδιο(Ε.Μ.Υ.), Ναύπλιο(Ε.Μ.Υ.), Πυργέλα (Ε.Μ.Υ.) και Σπέτσες (Ε.Μ.Υ.).

Παρατηρώντας τα διαγράμματα του σχήματος 3 που ακολουθούν, τα συνθετικά διαγράμματα ετήσιας κύμανσης της βροχής και της θερμοκρασίας για όλους τους σταθμούς διακρίνεται μια θερμή και ξηρή εποχή του έτους, που διαρκεί από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο και μια υγρή και ψυχρή περίοδος, από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο, γεγονός που υποδηλώνει τον μεσογειακό χαρακτήρα του κλίματος της περιοχής.

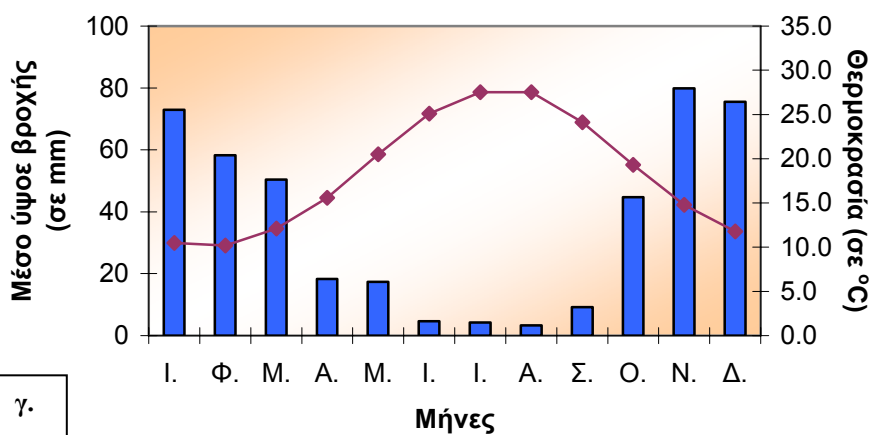
Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό Αίγινα



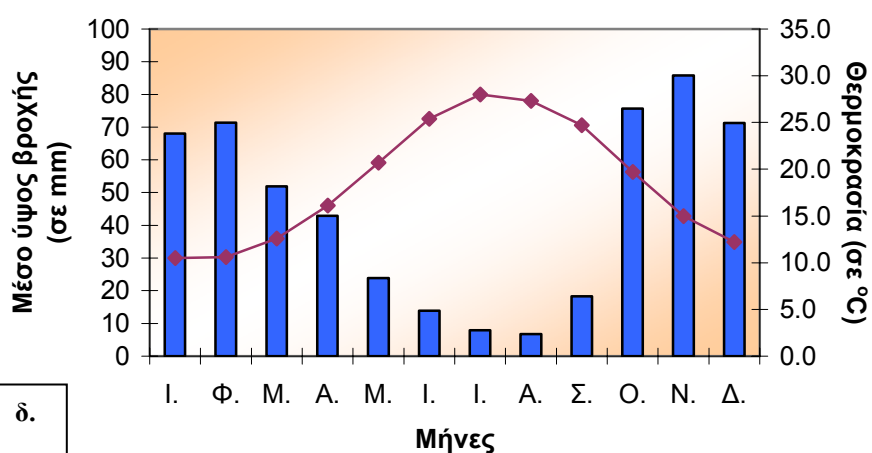
Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό Άστρος



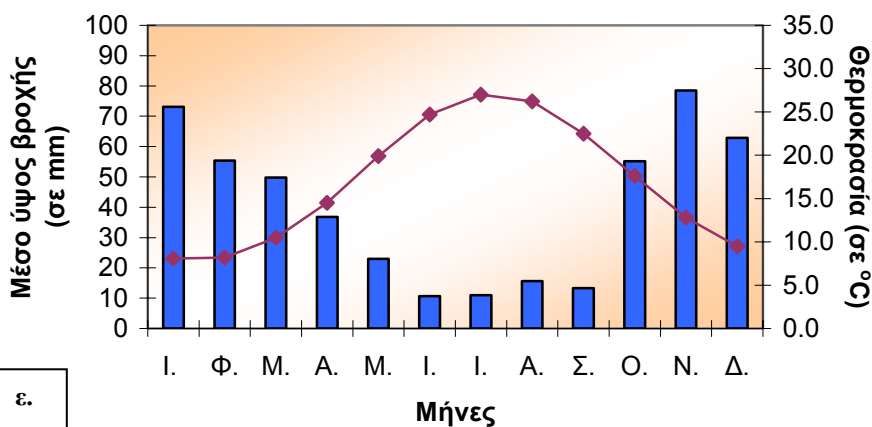
Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό Λεωνίδιο

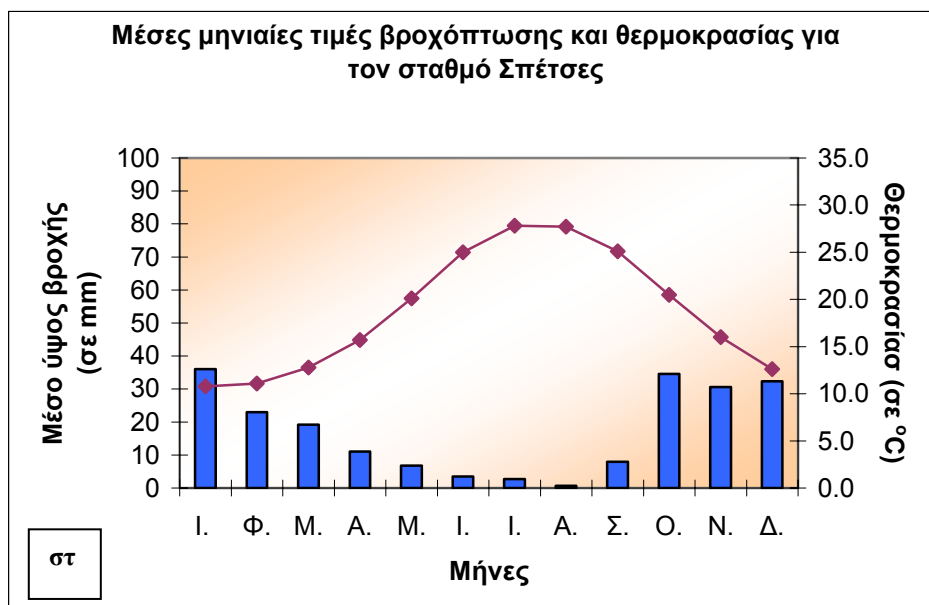


Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό Ναύπλιο



Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον σταθμό Πυργελα





Σχήμα 3. Διαγράμματα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης και μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα για τους μετεωρολογικούς σταθμούς α) Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), β) Άστρος (Ε.Μ.Υ.), γ) Λεωνίδιο(Ε.Μ.Υ.), δ) Ναύπλιο(Ε.Μ.Υ.), ε) Πυργέλα (Ε.Μ.Υ.) και στ) Σπέτσες (Ε.Μ.Υ.).

Συνοψίζοντας, κατά τους ψυχρούς χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες, όπου παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις η παροχή και στερεοπαροχή των χειμάρρων αυξάνεται με αποτέλεσμα την τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με χονδρόκοκκο υλικό. Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο στο βορειοδυτικό τμήμα της περιοχής του Πόρτο Χελίου καθώς και στο νοτιοανατολικό αλλά και στο βορειοανατολικό της περιοχής της Ερμιόνης, εξαιτίας της παρουσίας μεγάλων μορφολογικών κλίσεων των λεκανών απορροής και των χειμαρρωδών χαρακτηριστικών των κοιτών των υδρογραφικών δικτύων στις περιοχές αυτές.

3.5 Άνεμος.

Ο άνεμος είναι ένας κλιματικός παράγοντας που εξαρτάται από τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής και σε αρκετές περιπτώσεις καθορίζει τις τοπικές ιδιομορφίες των κλιματικών τύπων των διαφόρων περιοχών στις οποίες πνέει. Ο ατμοσφαιρικός αέρας βρίσκεται σε μια αέναη κίνηση. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν και δημιουργούν αυτές τις κινήσεις των αέριων μαζών είναι η ηλιακή ενέργεια που προσλαμβάνει η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια του εδάφους, οι ανωμαλίες του γήινου αναγλύφου καθώς και η περιστροφή της γης γύρω από τον

άξονα της. Ιδιαίτερο κλιματικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι οριζόντιες μετακινήσεις του ανέμου. Σαν άνεμος ορίζεται κάθε οριζόντια μετακίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με το έδαφος (Καρύμπαλης Ε., 2003).

Σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία των σταθμών Άστρους, Ναυπλίου και Σπετσών παρατηρείται ότι μεταβάλλεται τόσο η διεύθυνση όσο και η ένταση των ανέμων που πνέουν στην ευρύτερη περιοχή του Αργολικού κόλπου, γεγονός που οφείλεται τόσο στην μορφολογία του χερσαίου αναγλύφου όσο και την διανομή ξηράς-θάλασσας. Οι διακυμάνσεις στην ταχύτητα και την ένταση του ανέμου είναι μεγαλύτερη πάνω από την ξηρά εξαιτίας της ύπαρξης των μορφολογικών ανωμαλιών του αναγλύφου.

Για την καλύτερη απεικόνιση του ανεμολογικού καθεστώτος κατά την διάρκεια του έτους σχεδιάστηκαν τα ετήσια ανεμογράμματα συχνότητας διευθύνσεων και εντάσεων του ανέμου, για όλο το έτος, που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4, έπειτα από την επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων των Πινάκων 1-12 του Παραρτήματος Ι. Οι άνεμοι ομαδοποιήθηκαν σε ασθενείς, μέτριους, ισχυρούς και σφοδρούς ανάλογα με την ένταση τους 1-2 Beaufort, 3-5 Beaufort, 6-7 Beaufort και >7 Beaufort αντίστοιχα.

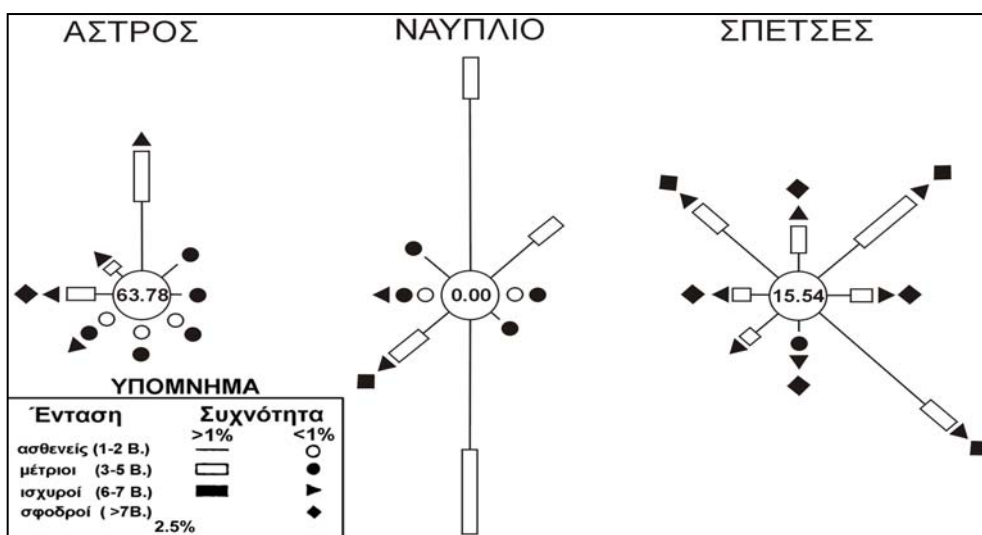
Για τον σταθμό του Άστρους οι άνεμοι που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι, οι βόρειοι (19,60 %) και ακολουθούν οι δυτικοί (6,56%), οι βορειοανατολικοί (3,40%), οι βορειοδυτικοί (2,4%) και το μικρότερο ποσοστό (0,08%) παρατηρείται στους νοτιοανατολικούς. Τα ποσοστά συχνότητας των νηνεμιών είναι αρκετά υψηλά, κυμαινόμενα από 47,06% τον Ιανουάριο έως 75,765 τον Αύγουστο, ενώ σε ετήσια βάση η νηνεμία φτάνει το 63,78%. Το ετήσιο ποσοστό ασθενών ανέμων εντάσεως 1-2 Beaufort, υπερಿಸχύει με 20,89% και ακολουθεί των μέτριας έντασης (3-5 Beaufort) με 15,07%, ενώ των ισχυρών και σφοδρών ανέμων (εντάσεως 6-7 Beaufort και >7 Beaufort) είναι πολύ μικρό. Το ποσοστό της έντασης των επικρατούντων βορείων ανέμων κλιμακώνεται από 31,49% σε 33,09% έως 36,69% για τους χειμερινούς μήνες Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Ιανουάριο αντίστοιχα. Κατά κανόνα τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο δεν έχουμε ανέμους ανατολικής, νοτιοανατολικής και νότιας διεύθυνσης και αν πνέουν είναι πολύ μικρής έντασης.

Για τον σταθμό του Ναυπλίου, μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε όλη τη διάρκεια του έτους παρουσιάζουν οι νότιοι άνεμοι (35,31%), ακολουθούν οι βόρειοι (34,80%) ενώ το μικρότερο ποσοστό παρουσιάζουν οι ανατολικοί. Τα ποσοστά συχνότητας των νηνεμιών κυμαίνονται από 0% για όλους τους μήνες, έως 0.02% για

τους μήνες Μάιο και Μάρτιο ενώ σε ετήσια βάση έχουμε 0%. Πρόκειται για μια από τις περιοχές του Αργολικού κόλπου που πλήττεται περισσότερο από τους ανέμους. Το ετήσιο ποσοστό έντασης των ανέμων 1-2 Beaufort είναι 69,56%, των 3-5 Beaufort 30,36% και των υπολοίπων εντάσεως 6-7 Beaufort και >7 Beaufort αντίστοιχα. Το ποσοστό έντασης των επικρατούντων βόρειων ανέμων είναι 47,97% τον μήνα Ιούνιο. Αξιοσημείωτο είναι ότι κατά τους μήνες Απρίλιο, Μάιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο δεν πνέουν ανατολικοί άνεμοι ενώ για του υπόλοιπους μήνες τα ποσοστά είναι πολύ μικρά.

Για τον σταθμό των Σπετσών οι άνεμοι που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι οι νοτιοανατολικοί (26,51%) και ακολουθούν οι βορειοανατολικοί (16,73%) ενώ μικρότερο ποσοστό παρουσιάζουν οι νότιοι (2,79%). Τα ποσοστά συχνότητας των νηνεμιών κυμαίνονται από 8,61% για τον μήνα Φεβρουάριο, έως 23,77% για τον μήνα Ιούνιο ενώ σε ετήσια βάση φτάνει το 15,54%. Το ετήσιο ποσοστό ασθενών ανέμων (εντάσεως 1-2 Beaufort) φτάνει το 54,51% ενώ των μετρίων (εντάσεως 3-5 Beaufort) το 28,17% και ακολουθούν οι ισχυροί (εντάσεως 6-7 Beaufort) και σφοδροί (>7 Beaufort) άνεμοι με ποσοστό 1,1% και 0,68% αντίστοιχα. Το ποσοστό της έντασης των επικρατούντων νοτιοανατολικών ανέμων φτάνει το 32,91% κατά τον μήνα Απρίλιο.

Σύμφωνα με την γεωγραφική θέση των σταθμών, σαφή εικόνα για το ανεμολογικό και συνεπώς το κυματικό καθεστώς που επικρατεί στην περιοχή μελέτης μας δίνουν οι σταθμοί του Άστρους, του Λεωνιδίου και των Σπετσών. Ο σταθμός του Άστρους και του Λεωνιδίου είναι τοποθετημένος ακριβώς απέναντι απ' την περιοχή μελέτης, στην δυτική πλευρά του Αργολικού κόλπου, και δεδομένου ότι δεν παρεμβάλλεται κάποιος ορεινός όγκος, τα ανεμολογικά στοιχεία του σταθμού δεν θα διαφέρουν πολύ απ' τις συνθήκες που επικρατούν στην υπό μελέτη περιοχή του Πόρτο Χελίου. Σε ένα παρόμοιο συμπέρασμα θα μπορούσαμε να καταλήξουμε και για τον σταθμό των Σπετσών αφού η μορφολογία του αναγλύφου που παρεμβάλλεται μεταξύ της περιοχής μελέτης και του σταθμού είναι ήπια. Βέβαια δεν ισχύει το ίδιο για τον σταθμό του Ναυπλίου αφού μεταξύ αυτού και της περιοχής μελέτης παρεμβάλλεται ανάγλυφο έντονης μορφολογίας με χαρακτηριστικό παράδειγμα τον ορεινό όγκο του Παλαμηδίου, της Ντρίβας και Τραγοπήδημα.



Σχήμα 4. Ετήσια ανεμογράμματα συχνότητας διεύθυνσης και έντασης των ανέμων στις περιοχές Άστρος, Ναύπλιο και Σπέτσες. Στον κεντρικό κυκλικό των ανεμογραμμάτων αναφέρονται τα ποσοστά νηνεμίας (%). Τα ανεμογράμματα σχεδιάστηκαν βάσει των στοιχείων των Πινάκων 16, 17, 18 του Παραρτήματος Ι.

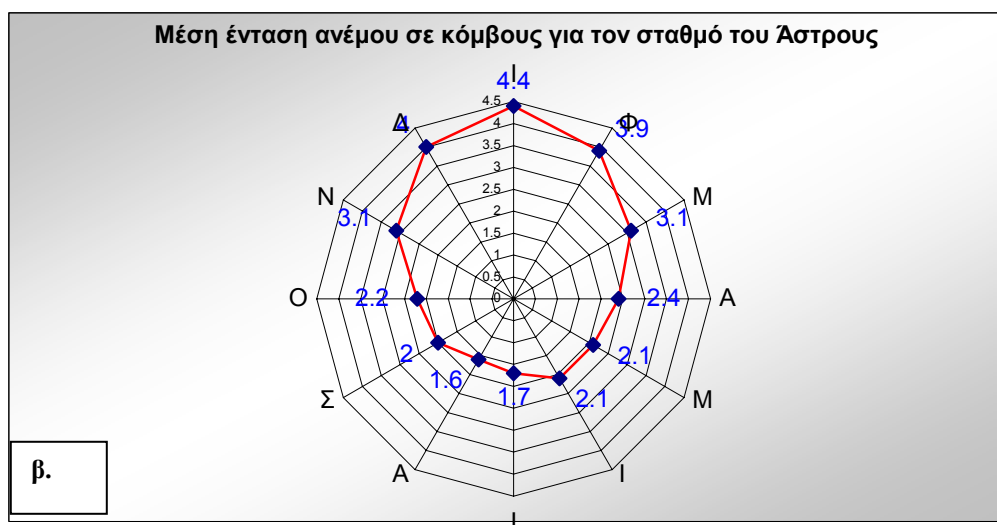
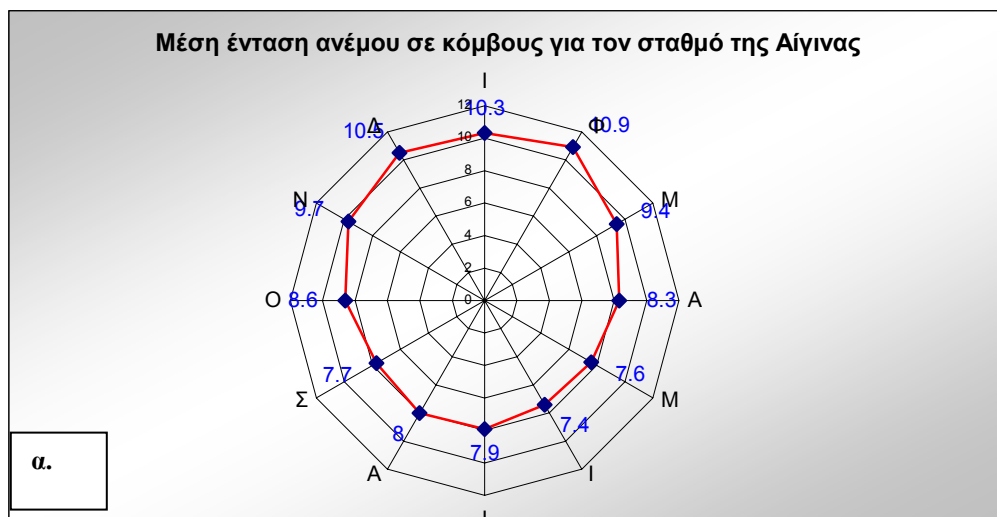
Ακραία φαινόμενα όπως καταιγίδες ή έντονος κυματισμός και κατ' επέκταση μεγάλη κατανάλωση κυματικής ενέργειας κατά μήκος της ακτογραμμής, αποτελούν δύο από τους κυριότερους παράγοντες διαμόρφωσης της. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανεμολογικά δεδομένα του σταθμού του Άστρους παρατηρούμε ότι υψηλή συχνότητα εμφάνισης και έντασης παρουσιάζουν οι βόρειοι άνεμοι (19,60 %) και ακολουθούν οι δυτικοί (6,56%), οι βορειοανατολικοί (3,40%), οι βορειοδυτικοί (2,4%), οι νοτιοανατολικοί (0,08%) κατά τους φθινοπωρινούς, χειμερινούς και πρώτους ανοιξιάτικους μήνες.

Επιπλέον, σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία των πινάκων 1, 3, 5, 7, 9, 11 στο παράρτημα Ι για τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα λειτουργίας του κάθε σταθμού προέκυψαν τα ακόλουθα διαγράμματα του σχήματος 5. Παρατηρώντας τα διαγράμματα (α-στ) μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι στην ευρύτερη περιοχή μελέτης πνέουν άνεμοι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η μέση ένταση των οποίων κυμαίνεται από σταθμό σε σταθμό. Για τον σταθμό της Αίγινας κυμαίνεται από 7,4 ως 10,9 κόμβους για τον μήνα Ιούνιο και Φεβρουάριο αντίστοιχα και με επικρατούσα διεύθυνση ΒΑ.

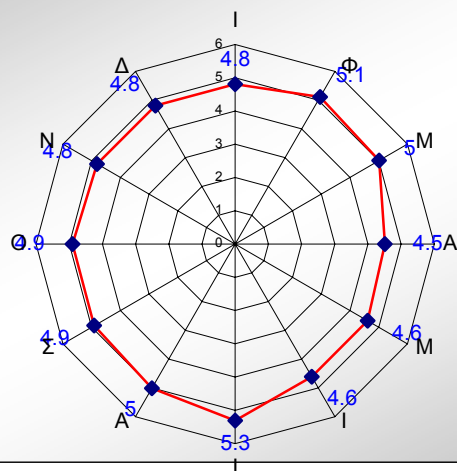
Για τον σταθμό του Άστρους η μέση ένταση ανέμου κυμαίνεται από 1,6 κόμβους μέχρι 4,4 κόμβους για τον μήνα Αύγουστο και Ιανουάριο αντίστοιχα ενώ η

επικρατούσα διεύθυνση είναι η Β. Για τον σταθμό του Λεωνιδίου η μέση ένταση κυμαίνεται από 4,5 ως 5,1 κόμβους για τους αντίστοιχους μήνες Απρίλιο και Φεβρουάριο ενώ δεν υπάρχει επικρατούσα διεύθυνση καθώς ισόποσα μοιρασμένοι πνέουν σε ΒΔ και Α.

Για τους σταθμούς του Ναυπλίου και Πυργελα, η μέση ένταση ανέμου κυμαίνεται από 4,4 ως 6,2 κόμβους και από 3,1 μέχρι 5,6 κόμβους αντίστοιχα για τους μήνες Νοέμβριο και Ιούλιο και με επικρατούσα διεύθυνση τη Β. Τέλος για τον σταθμό των Σπετσών, αν και έχει προαναφερθεί και αναλυθεί διεξοδικά, η μέση ένταση ανέμου σε κόμβους κυμαίνεται από 4,7 για τον μήνα Ιούνιο ως 7,4 για τον μήνα Ιανουάριο με επικρατούσα διεύθυνση ανέμου την ΝΑ.

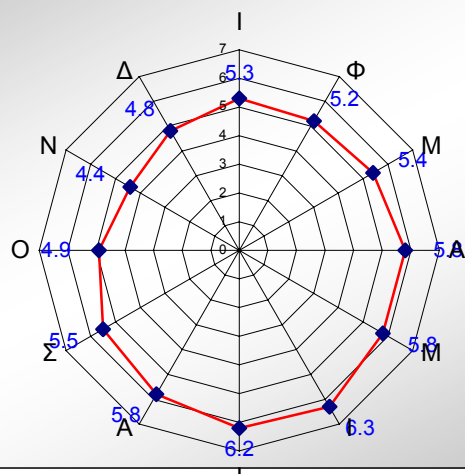


Μέση ένταση ανέμου σε κόμβους για τον σταθμό του Λεωνιδίου



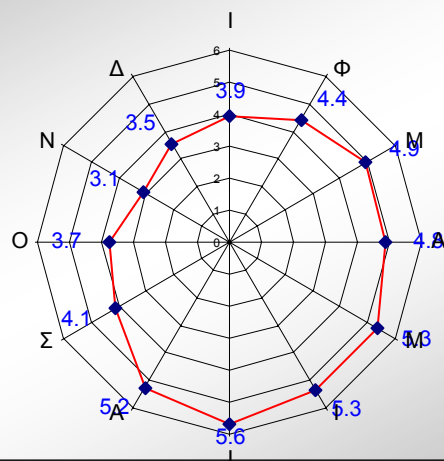
γ.

Μέση ένταση ανέμου σε κόμβους για τον σταθμό του Ναυπλίου

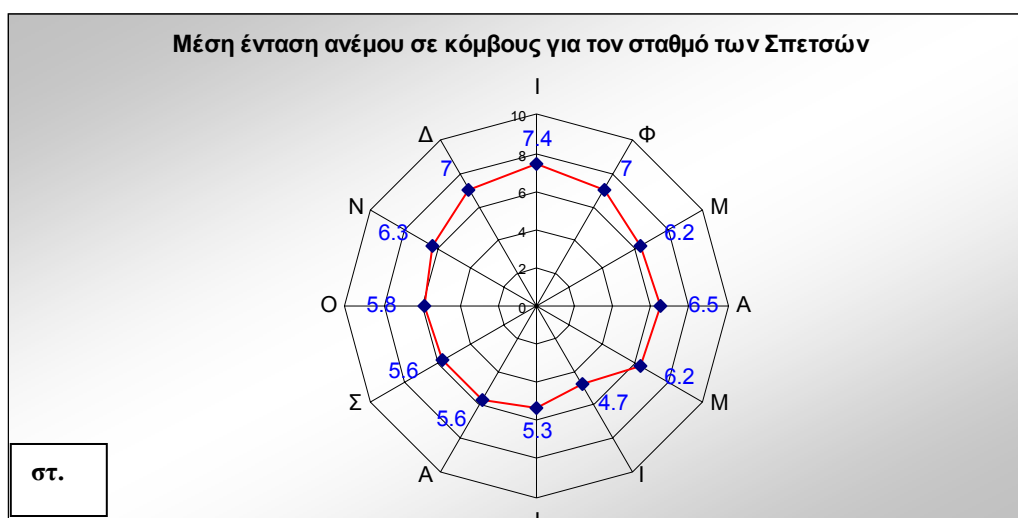


δ.

Μέση ένταση ανέμου σε κόμβους για τον σταθμό της Πυργέλας



ε.



Σχήμα 5. Διαγράμματα για τις μέσες ετήσιες εντάσεις ανέμου σε κόμβους για την περίοδο λειτουργίας του κάθε σταθμού. α) Αίγινα (Ε.Μ.Υ.), β) Άστρος (Ε.Μ.Υ.), γ) Λεωνίδιο(Ε.Μ.Υ.), δ) Ναύπλιο(Ε.Μ.Υ.), ε) Πυργέλα (Ε.Μ.Υ.) και στ) Σπέτσες (Ε.Μ.Υ.).

Ένας από τους παράγοντες εμφάνισης και ανάπτυξης των επιφανειακών θαλάσσιων κυμάτων είναι η ταχύτητα του ανέμου. Τα θαλάσσια κύματα ουσιαστικά αντιπροσωπεύουν διάδοση ενέργειας η οποία σε μεγάλο ποσοστό καταναλώνεται κατά μήκος της ακτογραμμής. Ο κυματισμός αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους γεωμορφολογικούς παράγοντες που δρουν στην παράκτια ζώνη. Τα κύματα που προσπίπτουν στην ακτή μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση, μεταφορά ιζήματος ή και απόθεση κατά μήκος της ακτογραμμής.

Άλλοι παράγοντες οι οποίοι συντελούν στην εμφάνιση και ανάπτυξη των επιφανειακών κυμάτων είναι η διάρκεια κατά την οποία πνέει ο άνεμος, η απόσταση μέσα στην οποία μπορεί να αναπτυχθεί ο κυματισμός και η αρχική κατάσταση της επιφάνειας της θάλασσας. (Καρύμπαλης., Ε. 2006)

Σύμφωνα με τα παραπάνω και οι δυο περιοχές μελέτης θεωρούνται σχετικά προστατευμένες από τον κυματισμό. Τμήμα της ακτογραμμής τόσο στο Πόρτο Χέλι όσο και στην Ερμιόνη προστατεύεται από την ύπαρξη του νησιού των Σπετσών, της Ύδρας και Δοκού αντίστοιχα. Παρόλα αυτά, λαμβάνοντας υπόψη την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε και για τις δυο περιοχές, παρατηρήθηκε ότι τμήματα κατά μήκος της ακτογραμμής υποχωρούν λόγω του κυματισμού.

Συγκεκριμένα στην περιοχή του Πόρτο Χελίου παρατηρήθηκε έντονη διάβρωση σε τμήματα της ακτογραμμής τα οποία επηρεάζονται από δυτικούς και νοτιοδυτικούς ανέμους οι οποίοι κατ' επέκταση δημιουργούν κυματισμό αντίστοιχής διεύθυνσης. Επιπλέον στην περιοχή της Ερμιόνης παρατηρήθηκε έντονη διάβρωση σε τμήμα της ακτογραμμής το οποίο επηρεάζεται από βορειοανατολικούς και ανατολικούς ανέμους.

IV. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Για την απεικόνιση των λιθολογικών σχηματισμών που αναπτύσσονται στα δυο τμήματα της περιοχής μελέτης και ιδιαίτερα στον παράκτια ζώνη χρησιμοποιήθηκαν ο γεωμορφολογικός και γεωλογικός χάρτης της Πελοποννήσου του Dufaure (1978).

Οι αποθέσεις Πλειο-Καλαβρίου ηλικίας εντοπίζονται σε όλο το μήκος της περιοχής του Πόρτο Χελίου από το ακρωτήρι Κόρακας έως το ακρωτήρι Χηνίτσα (Φώτο 1). Η ενιαία λιθολογία έχει σαν αποτέλεσμα να μην παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση των γεωμορφών κατά μήκος της περιοχής αυτής. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από εναλλαγές μαργών, άμμων, αργίλων και κροκαλοπαγών.



Φώτο 1. Συνεκτικοποιημένα κροκαλοπαγή στην παράκτια ζώνη του Πόρτο Χελίου.

Τα συνεκτικοποιημένα κροκαλοπαγή υπερισχύουν έναντι των άλλων στρωμάτων στην μεγαλύτερη έκταση της παράκτιας ζώνης όπου εμφανίζεται ο σχηματισμός αυτός. Κατά θέσεις είναι περισσότερο αδρομερή ενώ σε άλλες περιοχές υπερισχύουν οι άμμοι και το συνδετικό υλικό (Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου, Παράρτημα II).

Στην περιοχή της Ερμιόνης εμφανίζονται Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, σύμφωνα με τον Dufaure (1978) είναι Άνω Κρητιδικής ηλικίας και εντοπίζονται στις περιοχές σε ολόκληρο τον ορεινό όγκο Μουζάκι νότια της περιοχής, στο ορεινό όγκο του

Μαυρονησίου, στην περιοχή που είναι κτισμένος ο οικισμός της περιοχής μελέτης (Φώτο 2) καθώς και στο βόρειο τμήμα στον ορεινό όγκο Κρόθι (Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή της Ερμιόνης, Παράρτημα II).



Φώτο 2. Πλακώδεις ασβεστόλιθοι στο βόρειο τμήμα της Ερμιόνης στον ορεινό όγκο Κρόθι.

Χαρακτηριστική είναι η εμφάνιση οφιολιθικών πετρωμάτων ηλικίας Ιουρασικού που αναφέρονται στον χάρτη του Dufauve (1978) ως περιδοτίτες της Ερμιόνης. Εντοπίζονται εσωτερικά του όρμου Κουβέρτα στα νότια της περιοχής μελέτης (Φώτο 3) και κατά μήκος της ακτογραμμής εμφανίζονται κατά θέσεις χημικά εξαλλοιωμένοι και αποσαθρωμένοι (Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου, Παράρτημα II).



Φώτο 3. Οφιολιθικά πετρώματα εσωτερικά του όρμου Κουβέρτα στα νότια της περιοχής μελέτης.

Στην περιοχή του Κάμπου στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης καθώς και νότια και εσωτερικά του όρμου Κάπαρι, κατά μήκος της ακτογραμμής υπάρχουν αλλουβιακά ριπίδια που έχουν σχηματισθεί στις εκβολές των χειμάρρων περιοδικής ροής. Εσωτερικά του όρμου, στο νότιο και βόρειο τμήμα του, τα αλλουβιακά ριπίδια έχουν μικρότερη κλίση και είναι αρκετά εκτεταμένα διότι έχουν σχηματισθεί από μεγαλύτερα υδρογραφικά δίκτυα ενώ στο κεντρικά και κατά μήκος της ακτογραμμής η κλίση του είναι αυξημένη (Φώτο 4).



Φώτο 4. Εκτεταμένης έκτασης αλλουβιακό ριπίδιο στα νότια της περιοχής μελέτης, εσωτερικά του όρμου Κάπαρι.

V. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

5.1 Γενικά.

Η γεωμορφολογική εξέλιξη μιας περιοχής αποτελεί την δυναμική διαδικασία μετάβασης από ένα περιβάλλον με συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά σ' ένα άλλο όπου κυριαρχούν διαφορετικές συνθήκες (Pethic J., 1984). Η μελέτη και η διερεύνηση της γένεσης και εξέλιξης των γεωμορφών καθώς και των διεργασιών που τις διαμορφώνουν, αποτελεί μια πολύπλοκη συνθετική εργασία ενός πλήθους μεταβλητών παραγόντων δυναμικά αλληλοξαρτημένων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της περιγραφικής γεωμορφολογικής ανάλυσης και για τα δυο τμήματα της περιοχής μελέτης. Η μέθοδος αυτή βασίζεται κυρίως στην συλλογή στοιχείων και πληροφοριών για τις γεωμορφές, οι οποίες απεικονίζουν την πραγματική υπάρχουσα κατάσταση του παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους γεωμορφολογικούς παράγοντες και τις συνθήκες που επηρεάζουν και διαμορφώνουν το ανάγλυφο αυτής.

Η γεωμορφολογική χαρτογράφηση αποτελεί την υπό κλίμακα αποτύπωση της συλλογής των πληροφοριών και των χαρακτηριστικών των γεωμορφών (Ζαμάνη-Παπαέτρου Α., 1995). Στην συνέχεια ακολουθεί η αναγνώριση, η καταγραφή, η ανάλυση και η συσχέτιση των γεωμορφών με τις διεργασίες δημιουργίας και εξέλιξης τους. Ιδιαίτερης σημασίας είναι η σύνθεση των αποτελεσμάτων της παράκτιας χαρτογράφησης με σκοπό την κατανόηση της γεωμορφολογικής εξέλιξης της περιοχής, καθώς και των παραγόντων που επέδρασαν σε συνάρτηση με τον χρόνο. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτή η μέθοδος απεικονίζει πάντα μια πραγματική κατάσταση όπου οι γεωμορφές παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες και ιδιομορφίες ανεξάρτητα με το εάν ανήκουν σε μία συγκεκριμένη κατηγορία.

Η παράκτια ζώνη αποτελεί ένα περιβάλλον που περιοδικά μπορεί να επηρεάζεται από διεργασίες υψηλής ενέργειας και δυναμικού με αποτέλεσμα η εξέλιξη των γεωμορφών στον χώρο αυτό να είναι ταχύτατη όπως και η εξέλιξη της μορφολογίας σε συνάρτηση του χρόνου. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κατά μήκος της ακτογραμμής μπορεί να διαφοροποιούνται ακόμη και από εποχή σε εποχή ανάλογα με τα ποσά ενέργειας που δέχεται. Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση συνίσταται στον εντοπισμό την αποτύπωση και την ανάλυση των παράκτιων γεωμορφών με σκοπό τον προσδιορισμό και την διερεύνηση των διαχρονικών φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών και των ανθρώπινων που έδρασαν κατά το παρελθόν

καθώς και εκείνων που δρουν σήμερα στην παράκτια ζώνη μέχρι και σήμερα. Σκοπός της λεπτομερούς απεικόνισης των γεωμορφών που παρατηρούνται κατά μήκος της ακτογραμμής που μελετήθηκε δεν ήταν τόσο η εξέλιξη της περιοχής όσο η καταγραφή της σημερινής κατάστασης και η σύνθεση της γεωμορφολογίας με τις ενδεχόμενες επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

5.2 Μεθοδολογία Πεδίου.

Η παράκτια ζώνη περιλαμβάνει την περιοχή εκείνη που επηρεάζεται από την κυματική ενέργεια και εκτείνεται από την ακτογραμμή μέχρι την ισοβαθή των 15m. περίπου. Στα πλαίσια της παράκτιας γεωμορφολογικής έρευνας της περιοχής μελέτης ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία:

- Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής χαρτογράφηση των γεωμορφών που εμφανίζονται κατά μήκος της ακτής, για τον προσδιορισμό των παραγόντων που επέδρασαν και δρουν σήμερα στη διαμόρφωση της παράκτιας ζώνης. Η παράκτια χαρτογράφηση εκτός από την καταγραφή και αποτύπωση των γεωμορφών που οφείλουν τη δημιουργία τους σε φυσικές διεργασίες συμπεριέλαβε τόσο τις σύγχρονες όσο και τις παλαιότερες ανθρωπογενείς επεμβάσεις με σκοπό τον προσδιορισμό του μεγέθους της επέμβασης του ανθρώπου στην παράκτια ζώνη για την περιοχή του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης.

- Η παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε κατά την διάρκεια του Φεβρουάριου του έτους 2007. Συνολικά το μήκος της ακτογραμμής που χαρτογραφήθηκε για την περιοχή του Πόρτο Χελίου ανέρχεται σε 38,93 km και την περιοχή της Ερμιόνης 19,903 km περίπου συμπεριλαμβανομένου του μικρής έκτασης νησιού Καλόγηρος και των γειτονικών βραχονησίδων. Η διαδικασία της συλλογής, παρουσίασης και αξιολόγησης των στοιχείων που σχετίζονται με τη γεωμορφολογία της περιοχής μπορεί να διακριθεί σε τέσσερα στάδια :

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την συλλογή χαρτών (τοπογραφικοί, βαθυμετρικοί, γεωλογικοί,) διαφόρων κλιμάκων.

Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει την επίσκεψη στα δυο τμήματα της περιοχής μελέτης, αμέσως μετά την ανάθεση του θέματος (Οκτώβριος 2006), με σκοπό τη διερεύνηση της δυνατότητας πρόσβασης στην περιοχή, την εκτίμηση της συνολική της έκταση, την εκτίμηση του όγκου των πληροφοριών που πρέπει να συλλεχθούν καθώς και τον προγραμματισμό των περαιτέρω ενεργειών για την διεκπεραίωση της μελέτης.

Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη συλλογή και μελέτη του βιβλιογραφικού υλικού με σκοπό την ενημέρωση σχετικά με παλαιότερες επιστημονικές προσεγγίσεις της περιοχής ενόψει της επίσκεψης για την γεωμορφολογική της χαρτογράφηση.

Κατά το τέταρτο στάδιο που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο (2007) έγινε η λεπτομερής χαρτογράφηση της περιοχής. Όπως έχει αναφερθεί η περιοχή μελέτης αποτελείται από δυο επιμέρους τμήματα. Αρχικά χαρτογραφήθηκε η περιοχή της Ερμιόνης που περιλαμβάνει την ακτογραμμή από το ακρωτήρι Μουζάκι έως και το λιμάνι του ομώνυμου οικισμού (*Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή της Ερμιόνης, Παράρτημα II*). Την επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία για την περιοχή του Πόρτο Χελίου που περιελάμβανε την παράκτια ζώνη από το δυτικότερο ακρωτήρι Κόρακας έως το ανατολικότερο ακρωτήρι Χηνίτσα (*Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου, Παράρτημα II*).

Χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνολογίες πεδίου. Έγινε χρήση του φορητού Pocket PC Cassiopeia του τμήματος Γεωγραφίας και με την βοήθεια του λογισμικού ArcPad έκδοσης 6.0 και του GPS ενσωμάτωσης πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών, των παράκτιων γεωμορφών κατά μήκος της ακτογραμμής της περιοχής, των ανθρωπογενών επεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί και των φωτογραφιών που ελήφθησαν κατά την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση.

Οι παράκτιες μορφές και οι σύγχρονες ανθρωπογενείς κατασκευές και επεμβάσεις εντοπίστηκαν, μελετήθηκαν και αποτυπώθηκαν σε χάρτες κλίμακας 1:5000. Η χαρτογράφηση έγινε βασιζόμενη στο ψηφιακό υπόβαθρο που δημιουργήθηκε από 9 φύλλα τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1:5000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) έτους έκδοσης 1982 και για τις δυο περιοχές. Για την απεικόνιση της βαθυμετρίας χρησιμοποιήθηκε τόσο οι τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:50000 έτους έκδοσης 1992 (φύλλο Σπέτσες, Ύδρα) όσο και ο υδρογραφικός χάρτης κλίμακας 1:75000 της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Πολεμικού Ναυτικού έτους έκδοσης 1979. Για την ορθή καταγραφή και αποτύπωση των παράκτιων μορφολογικών χαρακτηριστικών κατά την διάρκεια της χαρτογράφησης χρησιμοποιήθηκαν δυο μεθοδολογίες καταγραφής δεδομένων στο πεδίο. Η μια περιλαμβάνει την δημιουργία δεδομένων βάσει του προβολικού συστήματος του ψηφιακού υποβάθρου που είχε δημιουργηθεί και η άλλη την χρήση στίγματος από το GPS για την χαρτογράφηση των

ορίων των γεωλογικών σχηματισμών και των γεωμορφών, καθώς και τον εντοπισμό των θέσεων της λήψης των φωτογραφιών και την καταγραφή των ανθρωπογενών επεμβάσεων, με σημειακά δεδομένα.

Επίσης χρησιμοποιήθηκε κλισίμετρο για την σωστή κατηγοριοποίηση των ακτών, με κριτήριο την μορφολογική τους κλίση. Τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση των γεωμορφών κατά την διάρκεια της χαρτογράφησης αντλήθηκαν από την διεθνή βιβλιογραφία (Trikart J. 1974, Goudie A. et al ., 1981, Gardiner V. and Dakombe R., 1983).

5.3 Ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά και βαθυμετρία.

5.3.1 Πόρτο Χέλι

Στο νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής του Πορτο Χελίου, από το ακρωτήριο Κόρακας έως το ακρωτήριο Χηνίτσα, το μέγιστο βάθος που παρατηρείται είναι 165 m και εντοπίζεται 1,3 km απ' την ακτογραμμή. Προσεγγίζοντας την ακτή παρατηρείται μια σταδιακή μείωση των βαθών (*Χάρτης 8 Παραρτήματος II*).

Παρατηρώντας τον βαθυμετρικό χάρτη (*Χάρτης 8 , Παράρτημα II*) διαπιστώνεται ότι αισθητά μεγαλύτερα βάθη παρατηρούνται στο βόρειοδυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης, με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ σε μικρή απόσταση από την ακτογραμμή. Τα βάθη μειώνονται αισθητά όσο μειώνεται η απόσταση από την ακτογραμμή και εκβάλλουν οι κοίτες των χειμάρρων των υδρογραφικών δικτύων που καταλήγουν σε αυτή. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι πολύ μικρά βάθη εντοπίζονται εντός της Λιμνοθάλασσας του Πορτο Χελίου στον όρμο Βερβερόντα και εντός του λιμανιού της ομώνυμης περιοχής. Η ανάπτυξή τους ευνοήθηκε από την λιθολογία και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή. Σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωσης του παράκτιου χώρου διαδραματίζει το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής το οποίο καθορίζει τόσο τα κυματικά χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση την παράκτια κυκλοφορία όσο και τον ρυθμό διάβρωσης και υποχώρησης της παράκτιας ζώνης καθώς και την αναδιανομή των υλικών κατά μήκος αυτής.

Τα θαλάσσια κύματα αντιπροσωπεύουν διάδοση ενέργειας η οποία σε μεγάλο ποσοστό καταναλώνεται κατά μήκος της ακτογραμμής (Haslett S., 2000). Τα κύματα που προσπίπτουν στην ακτή μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση, μεταφορά ιζημάτων ή και απόθεση στον παράκτιο χώρο (Pethic J., 1984). Για το λόγο αυτό ο κυματισμός αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους γεωμορφολογικούς παράγοντες που δρουν

στην παράκτια ζώνη. Η δημιουργία επιφανειακών θαλάσσιων κυμάτων εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, την διάρκεια κατά την οποία πνέει ο άνεμος, την απόσταση μέσα στην οποία μπορεί να αναπτυχθεί ο κυματισμός, και την αρχική κατάσταση της επιφάνειας της θάλασσας (Αλμπανάκης Κ., 1999).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανεμολογικά στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών του Άστρους, του Λεωνιδίου και των Σπετσών που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο όπου αναλύονται τα κλιματικά στοιχεία, σε συνδυασμό με την περιγραφή των βαθυμετρικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης και τη μορφολογία της ακτής μπορεί να δοθεί μια πρώτη εκτίμηση της κυματικής ενέργειας που καταλήγει στην ακτή. Σύμφωνα με τα ανεμολογικά δεδομένα στην περιοχή πνέουν με μεγαλύτερη σταδιακά συχνότητα άνεμοι βόρειοι, δυτικοί, βορειοανατολικοί, βορειοδυτικοί και νοτιοανατολικοί. Οι άνεμοι των διευθύνσεων αυτών επηρεάζουν τις νότιες και ανατολικές καθώς και τις βορειοανατολικές και νοτιοανατολικές περιοχές της παράκτιας ζώνης της περιοχής του Πόρτο Χελίου. Οπότε αναμένεται έντονη διάβρωση στο τμήμα αυτό της παράκτιας ζώνης και απομάκρυνση των υλικών από αυτό.

Το βόριο τμήμα της περιοχής μελέτης επηρεάζεται από άνεμους νότιας διεύθυνσης, όπου σύμφωνα με τα ανεμολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού των Σπετσών πνέουν σε μικρότερη συχνότητα και ένταση. Εντούτοις η διαμόρφωση της βόρειας ακτογραμμής σε διεύθυνση δύσης - ανατολής οδηγεί στη διαπίστωση ότι με την επίδραση των δυτικής διεύθυνσης ανέμων παρατηρείται παράκτια κυκλοφορία από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη διαπίστωση ότι το τμήμα αυτό της παράκτιας ζώνης αλλά και το υποθαλάσσιου περιβάλλοντος διαφέρει αισθητά από το υπόλοιπο.

Μικρά βάθη (1m-5m) αναπτύσσονται στα βοριοανατολικά τμήματα της περιοχής με αξιοσημείωτα αυτά που εντοπίζονται στον όρμο Βερβερόντα, στην Λιμνοθάλασσα του Πορτο Χελίου και εσωτερικά του λιμανιού. Ο όρμος του λιμανιού της ομώνυμης περιοχής αποτελεί μια εκτεταμένη θαλάσσια περιοχή όπου τα βάθη είναι μικρά και εκτείνεται μέχρι τη νοητή ευθεία που διευθύνεται νοτιοδυτικά-βορειοανατολικά από την είσοδο του. Το νησί των Σπετσών που βρίσκεται μπροστά από τον όρμο, προκαλεί το φαινόμενο της περίθλασης δημιουργώντας κυματική σκιά στην περιοχή νοτιοανατολικά αυτού. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται σημαντικά η κυματική ενέργεια που προσπίπτει σε όλο το μήκος της ακτογραμμής του όρμου. Η μειωμένη κυματική ενέργεια έχει ευνοήσει την απόθεση των υλικών που καταλήγουν στην

ευρύτερη περιοχή μέσω του υδρογραφικού δικτύου των ρεμάτων. Η απόθεση έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση του βάθους όσο προσεγγίζουμε την ακτογραμμή.

Αξιοσημείωτη είναι και η διαφοροποίηση της κοκκομετρίας των επιφανειακών και υποθαλάσσιων ιζημάτων που καλύπτουν την περιοχή κατά μήκος της ακτογραμμής. Στους αβαθείς κολπίσκους το υλικό είναι ανάμεικτο με διάφορες διαβαθμίσεις οι οποίοι εντοπίζονται στην βόρειο-βορειοανατολική πλευρά της περιοχής. Αδρομερή υλικά εντοπίζονται στην βόρεια πλευρά καθώς και στην περιοχή του νησιού του Πόρτο Χελίου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην διαφοροποίηση των παρακτίων ρευμάτων των επιμέρους περιοχών τα οποία εξαρτώνται από τα ανεμολογικά και κατ' επέκταση τα κυματικά χαρακτηριστικά που τα προκαλούν και καθορίζουν αν θα μεταφέρουν ίζημα από ή προς την ακτή.

5.3.2 Ερμιόνη

Για την περιοχή της Ερμιόνης από το ακρωτήριο Μουζάκι έως το λιμάνι του ομώνυμου οικισμού το μέγιστο βάθος που παρατηρείται είναι 102 m. Προσεγγίζοντας την ακτή παρατηρείται ταυτόχρονα μια σταδιακή μείωση των βαθών (*Χάρτης 9 Παραρτήματος II*). Στην περιοχή του κόλπου υπάρχουν δυο ύφαλοι οι οποίοι αποτελούσαν προέκταση της ξηράς. Ο πρώτος εντοπίζεται στα βορειοανατολικά των βραχονησίδων και φτάνει μέχρι το βάθος των 5 m. Ο δεύτερος εντοπίζεται ανατολικότερα αυτών και φτάνει σε βάθος 9 m.

Παρατηρώντας τον βαθυμετρικό χάρτη (*Χάρτης 9, Παράρτημα II*) διαπιστώνεται ότι αισθητά μεγαλύτερα βάθη παρατηρούνται στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης, με κατεύθυνση Δ-Α σε μεγάλη απόσταση από την ακτογραμμή. Τα βάθη μειώνονται αισθητά όσο μειώνεται η απόσταση από την ακτογραμμή. Αυτό το γεγονός οφείλεται στην ανάπτυξη εκτεταμένων αλλουβιακών ριπιδίων στις εκβολές των χειμάρρων. Υποθαλάσσια είναι χαρακτηριστική η ανάπτυξη κατακλυσθέντων υποθαλάσσιων κοιλάδων στις περιοχές του όρμου Κουβέρτα, Κάπαρι και εσωτερικά του ομώνυμου λιμανιού.

Όπως και στην περιοχή του Πόρτο Χελίου η ανάπτυξή τους ευνοήθηκε από την λιθολογία και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή. Και σε αυτή την περιοχή σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωσης του παράκτιου χώρου διαδραματίζει το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής το οποίο καθορίζει τόσο τα κυματικά χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση την παράκτια κυκλοφορία όσο και τον ρυθμό

διάβρωσης και υποχώρησης της παράκτιας ζώνης καθώς και την αναδιανομή των υλικών κατά μήκος αυτής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανεμολογικά στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών των Σπετσών και της Αίγινας που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο των κλιματικών χαρακτηριστικών, σε συνδυασμό με την περιγραφή των βαθυμετρικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης μπορεί να δοθεί μια πρώτη εκτίμηση της κυματικής ενέργειας που καταλήγει στην ακτή. Στην περιοχή πνέουν με μεγαλύτερη σταδιακά συχνότητα άνεμοι νοτιοανατολικοί, βορειοανατολικοί και νότιοι σύμφωνα με τα ανεμολογικά δεδομένα. Οι άνεμοι των διευθύνσεων αυτών επηρεάζουν ελάχιστα την περιοχή της Ερμιόνης λόγω της προστασίας που παρέχει η νήσος Δοκός και Ύδρα.

Σύμφωνα με τον σταθμό της Αίγινας στην περιοχή πνέουν βορειοανατολικοί άνεμοι οπότε αναμένεται έντονη διάβρωση στις δυτικές ακτές του όρμου Κουβέρτα και απομάκρυνση των υλικών από αυτές. Αντίθετα, το βόριο τμήμα της περιοχής μελέτης επηρεάζεται από ανέμους νότιας διεύθυνσης, όπου σύμφωνα με τα ανεμολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού των Σπετσών πνέουν σε μικρότερη συχνότητα και ένταση. Όπως αναφέρθηκε οι ακτές αυτές προστατεύονται με έναν φυσικό τρόπο από τα νησιά Ύδρα και Δοκός που δημιουργούν μια φυσική κυματική σκιά.

Μικρά βάθη (1m-5m) αναπτύσσονται σε όλο το μήκος του βορειοδυτικού, δυτικού και νοτιοδυτικού τμήματος της περιοχής με αξιοσημείωτα αυτά που εντοπίζονται στους όρμους Κουβέρτα και Κάπαρι καθώς και εσωτερικά του λιμανιού της Ερμιόνης. Ο όρμος του λιμανιού της ομώνυμης περιοχής αποτελεί μια εκτεταμένη θαλάσσια περιοχή όπου τα βάθη είναι μικρά. Τα νησιά Δοκός και Ύδρα που βρίσκεται ανατολικά από τον όρμο Κουβέρτα, προκαλεί το φαινόμενο της περίθλασης δημιουργώντας μικρή κυματική σκιά στην περιοχή νοτιοδυτικά αυτών. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται σημαντικά η κυματική ενέργεια που προσπίπτει σε όλο το μήκος της ακτογραμμής του όρμου. Η μειωμένη κυματική ενέργεια έχει ευνοήσει την απόθεση των υλικών που καταλήγουν στην ευρύτερη περιοχή μέσω του υδρογραφικού δικτύου των ρεμάτων. Η απόθεση έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση του βάθους όσο προσεγγίζουμε την ακτογραμμή. Επίσης παρατηρήθηκε διαφοροποίηση της κοκκομετρίας των επιφανειακών παράκτιων ιζημάτων κατά μήκος της ακτογραμμής.

5.4 Παράκτιες γεωμορφές.

Παράκτιες γεωμορφές είναι εκείνες που δημιουργούνται από τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη. Οι παράκτιες γεωμορφές με βάση τα αίτια δημιουργίας τους διακρίνονται σε γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης, απόθεσης και αιολικής προέλευσης (Pethic J., 1984). Συνήθως η τελική τους διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης πολλών διεργασιών τόσο χερσαίων όσο και θαλάσσιων. Συνεπώς είναι αρκετά δύσκολη η κατάταξη των γεωμορφών σε ένα συγκεκριμένο τύπο.

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

5.4.1 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας διάβρωσης.

5.4.1.1 Θαλάσσιοι κρημνοί.

Αποτελούν την κυριότερη παράκτια γεωμορφή θαλάσσιας διάβρωσης (Haslett S., 2000). Ορίζεται ως η γεωμορφή που κύριο χαρακτηριστικό έχει την απότομη αλλαγή στην μορφολογική κλίση. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός παράκτιου κρημνού όπως η κλίση, η ύπαρξη ή όχι υλικού μπροστά από αυτόν καθώς και οι ρυθμοί υποχώρησής του εξαρτώνται από την λιθολογική σύσταση και συνεκτικότητα των πετρωμάτων στα οποία δημιουργείται καθώς και από την σχέση προσφοράς και απομάκρυνσης του υλικού προς και από αυτόν (Pethic J., 1984).

Πόρτο Χέλι

Στην περιοχή του Πόρτο Χελίου ένα μεγάλο μήκος της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης καταλαμβάνεται από παράκτιους κρημνούς (*Γεωμορφολογικός Χάρτης Παράκτιας Ζώνης Παράρτημα II*). Οι κρημνοί που εντοπίζονται στην περιοχή Βαθειά Λάκκα αποτελούν χαρακτηριστική περίπτωση. Η μορφολογική τους κλίση είναι σχεδόν κατακόρυφη και η δημιουργία τους οφείλεται στην υποχώρηση της ξηράς από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (θαλάσσια διάβρωση) (*Φώτο 5*). Σε αρκετές

θέσεις, του νότιου κυρίως τμήματος της περιοχής του Πόρτο Χελίου, όπου οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι λιγότερο ανθεκτικοί στη θαλάσσια διάβρωση, όπως κροκαλοπαγή και μάργες του Νεογενούς, παρατηρήθηκαν πάγκοι - υπολείμματα της θαλάσσιας διάβρωσης μπροστά από την ακτογραμμή.



Φώτο 5. Πάγκοι κροκαλοπαγών που έχουν αποσπαστεί και ολισθήσει στην θάλασσα νότια του αιγιαλού στην περιοχή Βαθειά Λάκκα.

Χαμηλοί κρημνοί ύψους από 1-3 m παρατηρούνται κατά μήκος των αλλουβιακών ριπιδίων που έχουν αναπτυχθεί στις εκβολές των χειμάρρων περιοδικής ροής. Στις περιπτώσεις που τα υδρογραφικά δίκτυα αποστραγγίζουν μεγαλύτερης έκτασης περιοχές σχετικά ευδιάβρωτης λιθολογίας, το υλικό των αλλουβιακών ριπιδίων είναι χονδρόκοκκό ποταμοχειμάρριο που υποχωρεί και στην επιφάνειά τους έχει αναπτυχθεί εδαφικός ορίζοντας (Φώτο 6). Αυτό παρατηρείται στις βόρειες και βορειοδυτικές ακτές της περιοχής όπου αναπτύσσονται Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας κροκαλοπαγή.

Από το ακρωτήρι Κόρακας έως την περιοχή Παναγία παρατηρήθηκαν κρημνοί με μεγάλο ύψος και παρουσία χονδρόκοκκου υλικού στη βάση τους, του οποίου η

προέλευση προέρχονται κυρίως από την υποσκαφή της βάσης του κρημνού εξαιτίας του κυματισμού.



Φώτο 6. Περιοχή Παναγία. Κρημνός στο μέτωπο αλλουβιακού ριπιδίου. Διακρίνονται οι διαφορετικές στρώσεις των ποταμοχερσαίων αποθέσεων που αντιστοιχούν σε περιόδους διαφορετικές παροχής

Ερμιόνη

Και στην Ερμιόνη ένα μεγάλο μήκος της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης καταλαμβάνεται από παράκτιους κρημνούς (*Γεωμορφολογικός Χάρτης παράκτιας ζώνης για την περιοχή της Ερμιόνης, Παράρτημα II*) όπως αυτοί που εντοπίζονται στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα και στα νοτιοανατολικά του όρμου Κάπαρι. Η μορφολογική τους κλίση είναι σχεδόν κατακόρυφη και η δημιουργία των περισσότερων παράκτιων κρημνών οφείλεται στα ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής. Παρόμοιοι είναι οι κρημνοί της περιοχής Μαγούλα πλησίον του ομώνυμου οικισμού (*Φώτο 8*), του ακρωτηρίου Καστρί (περιοχή Μπίστι) (*Φώτο 7*) καθώς και σε όλο το τμήμα βόρεια του λιμανιού της Ερμιόνης.



Φώτο 7. Κρημνός μεγάλης κλίσης από ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα στην περιοχή του Μπίστι ανατολικά του λιμανιού της Ερμιόνης.



Φώτο 8. Κρημνός μεγάλης κλίσης από ανθεκτικά ασβεστολιθικά πετρώματα στην περιοχή Μαγούλα, στο πίσω μέρος του λιμανιού της Ερμιόνης, περιοχή Μανδράκια.

Η έντονη υποχώρηση της ξηράς από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών (θαλάσσια διάβρωση) παρατηρείτε στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα αλλά και σε χαρακτηριστικές θέσεις του όρμου Κάπαρι (Φώτο 9).



Φώτο 9. Υπολείμματα εκρηξιγενών εξαλειωμένων πετρωμάτων στον όρμο Κουβέρτα.

Σε αρκετές θέσεις, όπου οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι λιγότερο ανθεκτικοί στη θαλάσσια διάβρωση, όπως εκρηξιγενή εξαλειωμένα πετρώματα. Παρατηρήθηκαν υπολείμματα των πετρωμάτων λόγω της θαλάσσιας διάβρωσης μπροστά από την ακτογραμμή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η υποχώρηση του ακρωτηρίου στα βορειοδυτικά του όρμου Κουβέρτα. Στην υποχώρηση των ακρωτηρίων συντελεί το φαινόμενο της σύγκλισης της κυματικής ενέργειας που προκαλεί έντονη διάβρωση (Φώτο 10).



Φώτο 10. Χαρακτηριστική περίπτωση υποχώρησης ακρωτηρίου στον όρμο Κουβέρτα.

Χαμηλοί κρημνοί ύψους από 1-3 m παρατηρούνται κατά μήκος των αλλουβιακών ριπιδίων που έχουν αναπτυχθεί στις εκβολές των χειμάρρων περιοδικής ροής με εναλλαγές στρώσεων χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου υλικού. Το υλικό των αλλουβιακών ριπιδίων είναι λεπτομερές ερυθρωπό και στην επιφάνειά τους έχει αναπτυχθεί εδαφικός ορίζοντας. Αυτό παρατηρείται σε όλο το μήκος της ακτής στον όρμο Κάπαρι, από την περιοχή Βουλγαραϊκα ως την περιοχή Ποδάρι (Φώτο 11).



Φώτο 11. Υποχώρηση των κρημνών του αλλουβιακού ριπιδίου στην επιφάνεια του οποίου έχει αναπτυχθεί έδαφος.

5.4.2 Παράκτιες γεωμορφές θαλάσσιας απόθεσης.

5.4.2.1 Αιγιαλοί.

Οι γεωμορφές αυτές οφείλονται στην θαλάσσια απόθεση. Οι αιγιαλοί αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα ποικίλης κοκκομετρίας και εκτείνονται από τη μέση χαμηλή στάθμη της θάλασσας έως το σημείο που παρατηρείται αλλαγή στη μορφολογία ή στη βλάστηση προς την ξηρά (Bird E.C.F., 1984). Το υλικό τους παρουσιάζει μεγάλη κοκκομετρική διαβάθμιση και μπορεί να κυμαίνεται από λεπτόκοκκη άμμο μέχρι κροκάλες. Οι αιγιαλοί είναι δυναμικές γεωμορφές που μπορούν να προσαρμόζουν τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (εύρος, μήκος, κλίση) στις αλλαγές της κυματικής ενέργειας (Pethic J., 1984). Η δημιουργία τους οφείλεται στην απόθεση των στερεών υλικών, που προήλθαν από την αποσάθρωση και την διάβρωση γειτονικών χερσαίων περιοχών και μεταφέρονται στις ακτές με την επίδραση των κυμάτων των παράκτιων ρευμάτων και της παλίρροιας.

Πόρτο Χέλι

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση αιγιαλοί εντοπίστηκαν κατά θέσεις σε αρκετά σημεία της ακτογραμμής. Παρατηρήθηκαν ουσιαστικές διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού των αιγιαλών μεταξύ του βορειοδυτικού και του νοτιοανατολικού τμήματος της περιοχής.

Τμήμα του αιγιαλού στις περιοχές Παναγία (στον όρμο Βερβερόντα), εσωτερικά της λιμνοθάλασσας, το ανατολικό τμήμα του λιμανιού της περιοχής καθώς και μικροί κολπίσκοι στον όρμο Χηνίτσα απέναντι από το ομώνυμο νησί αποτελούνται από λεπτόκοκκο υλικό (*Γεωμορφολογικός Χάρτης Παράκτιας Ζώνης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου* Παράρτημα II).

Στην διαμόρφωση του αιγιαλού της λιμνοθάλασσας βοήθησε σημαντικά η ύπαρξη στην είσοδο του φυσικού κυματοθραύστης περιορίζοντας σημαντικά την κυματική ενέργεια που καταλήγει στην ακτή. Παρόμοια θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και η περιοχή του αιγιαλού ανατολικά του λιμανιού όπου δεν παρατηρείται κυματισμός λόγω της φυσικής του προστασίας καθώς και των αιγιαλών στην περιοχή της Χηνίτσας (*Φώτο 12*) λόγω της προστασίας που παρέχει η κυματική σκιά από το ομώνυμο νησί.

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την προσφορά λεπτομερούς υλικού από τις κεντρικές κοίτες των ρεμάτων περιοδικής ροής που εκβάλλουν στους όρμους, συντέλεσε στην ανάπτυξη του αιγιαλού, με λεπτομερές αμμο-ιλυώδες υλικό, κατά μήκος των αλλουβιακών ριπιδίων.



Φώτο 12. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή Χηνίτσα. Στα αριστερά διακρίνεται το νησί Χηνίτσα.



Φώτο 13. Αιγιαλός από αμμώδες υλικό στην περιοχή Ντράσεζα εσωτερικά του λιμανιού του Πόρτο Χελίου.

Αιγιαλοί με ανάμεικτο υλικό (λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο) παρατηρήθηκαν κατά θέσεις σε όλο σχεδόν τμήμα της περιοχής μελέτης και συγκεκριμένα στην

περιοχή Βαθεια Λάκκα, στον όρμο Βερβερόντα, κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού του Πόρτο Χελίου, εσωτερικά του λιμανιού στην περιοχή Ντράσεζα (Φώτο 13). και Μπουζαΐκα (Φώτο 14) κοντά (Γεωμορφολογικός Χάρτης Παράκτιας Ζώνης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου Παράρτημα II).



Φώτο 14. Αιγιαλός από ανάμεικτο υλικό στην περιοχή Ντράσεζα εσωτερικά του λιμανιού του Πόρτο Χελίου.

Τέλος, αιγιαλοί με αδρομερές υλικό εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά στη Βαθεια Λάκκα (Φώτο 15) ως τη Βερβερόντα, (Φώτο 16) τμήμα της περιοχής μελέτης, κατά μήκος της ακτογραμμής του νησιού του Πόρτο Χελίου αλλά και στα βορειοανατολικά στο εσωτερικό του λιμανιού του Πόρτο Χελίου περιορισμένης όμως έκτασης. Την περίοδο παρατήρησης το υλικό των αιγιαλών αυτών ήταν ασβεστολιθικές κροκάλες αρκετά μεγάλου μεγέθους, που πιθανά προέρχονται από τον κυματισμό και το παράκτιο ρεύμα.



Φωτό 15. Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή Βαθεία Λάκκα.



Φώτο 16. Αιγιαλός με αδρομερές υλικό στην περιοχή Βερβερόντα.

Ερμιόνη

Κατά την παράκτια χαρτογράφηση αιγιαλοί εντοπίστηκαν κατά θέσεις σε αρκετά σημεία της ακτογραμμής. Και στην περιοχή της Ερμιόνης παρατηρήθηκαν διαφορές σε ότι αφορά την κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού των αιγιαλών μεταξύ του βόρειου και του νότιου τμήματος της περιοχής.

Τμήμα του αιγιαλού που αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό εντοπίστηκε στο βορειοδυτικό τμήμα του όρμου Κάπαρι (*Γεωμορφολογικός Χάρτης Παράκτιας Ζώνης για την περιοχή της Ερμιόνης, Παράρτημα II*).



Φώτο 17. Αιγιαλός λεπτόκοκκου υλικού στην περιοχή Ποδάρια.

Αιγιαλοί με ανάμεικτο υλικό (λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο) παρατηρήθηκαν κατά θέσεις κατά μήκος της ακτογραμμής και συγκεκριμένα στην περιοχή Κουβέρτα (Φώτο 18), στον όρμο Κάπαρι (Φώτο 19) στις περιοχές Βουγλαραϊκα (μετά το έλος) και Ποδάρι (Φώτο 17) κατά μήκος της ακτογραμμής με έντονα στοιχεία επεξεργασίας του παράκτιου υλικού. (*Γεωμορφολογικός Χάρτης Παράκτιας Ζώνης για την περιοχή της Ερμιόνης, Παράρτημα II*).



Φώτο 18. Αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα.



Φώτο 19. Αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό στην περιοχή του όρμου Κάπαρι.

Τέλος, αιγιαλοί με αδρομερές υλικό εντοπίζονται σχεδόν αποκλειστικά στο ανατολικό τμήμα του όρμου Κουβέρτα (Φώτο 20), κατά μήκος της ακτογραμμής και στην περιοχή Μαγούλα στα όρια των αλλουβιακών ριπιδίων και των ασβεστολιθικών

σχηματισμών (Φώτο 21). Το υλικό των αιγιαλών αυτών είναι ασβεστολιθικές κροκάλες μεγάλου μεγέθους, που προέρχονται από την επεξεργασία και αναδιανομή των υλικών των συνεκτικών αλλουβιακών ριπιδίων από τον κυματισμό και το παράκτιο ρεύμα.



Φώτο 20. Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα.



Φώτο 21. Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό στην περιοχή Μαγούλα κοντά στον οικισμό της Ερμιόνης.

5.4.2.2. Πλευρικά Κορήματα.

Αποτελούν τα πιο εμφανή προϊόντα της αποσαθρώσεως των μετώπων των κλιτύων των ορεινών όγκων και των λόφων (Ζαμάνη-Παπαπέτρου Α., 1995). Τέτοιο είδος παράκτιας απόθεσης δεν παρατηρήθηκε στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Συνεκτικά κορήματα παρατηρήθηκαν στις νοτιοανατολικές πλαγιές του όρους Προφ.Ηλία στην περιοχή της Κουβέρτας (Φώτο 22). Τα κορήματα είναι συνεκτικοποιημένα ενώ προς τα δυτικά είναι περισσότερο χαλαρά και συνιστώνται από ερυθροχώματα.



Φώτο 22. Πλαγιές του όρους Προφ.Ηλία με ερυθροχώματα στην περιοχή της Κουβέρτας.

5.4.2.3. Αλλουβιακά ριπίδια.

Πρόκειται για σχηματισμούς κωνοειδούς μορφής, οι οποίοι έχουν αναπτυχθεί από την απόθεση υλικών που έχουν προκύψει από τη διάβρωση της λεκάνης απορροής και έχουν μεταφερθεί μέσω των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου.

Πόρτο Χέλι

Για την περιοχή του Πόρτο Χελίου αλλουβιακά ριπίδια έχουν σχηματισθεί στις εκβολές των χειμάρρων (Φώτο 23). Αποτελούν περιοχές που συγκεντρώνουν

σημαντικό μέρος των καλλιεργειών καθώς και της οικιστικής ανάπτυξης στην ευρύτερη περιοχή. Σε αρκετές περιπτώσεις είναι συνεκτικοποιημένα και παρατηρείται μια εναλλαγή στρωμάτων διαφορετικής κοκκομετρίας.



Φώτο 23. Περίπτωση αλλουβιακού ριπιδίου στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Σε γενικές γραμμές η περιοχή μελέτης υποχωρεί έναντι της θάλασσας, διαπίστωση η οποία προκύπτει από τις χαρακτηριστικές μορφές θαλάσσιας διάβρωσης (χαμηλοί κρημνοί) που χαρακτηρίζουν τα παράκτια μέτωπα των αλλουβιακών ριπιδίων.

Ερμιόνη

Στην περιοχή της Ερμιόνης εκτεταμένα αλλουβιακά ριπίδια έχουν σχηματισθεί στις εκβολές των χειμάρρων και συγκεκριμένα σε ολόκληρη την ευρύτερη περιοχή του όρμου Κάπαρι (Φώτο 24) και στην περιοχή του Κάμπου (Φώτο 25) δίπλα στον οικισμό της Ερμιόνης. Η συγκεκριμένη περιοχή αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα υποχώρησης της ξηράς έναντι της θάλασσας, διαπίστωση η οποία προκύπτει από τις χαρακτηριστικές μορφές θαλάσσιας διάβρωσης (χαμηλοί κρημνοί) που χαρακτηρίζουν τα παράκτια μέτωπα των αλλουβιακών ριπιδίων.



Φώτο 24. Χαρακτηριστική περίπτωση υποχώρησης του αλλουβιακού ριπιδίου στην περιοχή του όρμου Κάπαρι.



Φώτο 25. Αλλουβιακό ριπίδιο στην περιοχή Κάμπος της Ερμιόνης.

5.4.2.4. Παράκτια Έλη.

Παράκτιο έλος είναι μια χαμηλή περιοχή που καλύπτεται μόνιμα ή περιοδικά από γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό νερό και συνήθως διαθέτει βλάστηση από υδρόβια φυτά (Pethic J., 1984).

Πόρτο Χέλι

Στην περιοχή μελέτης παράκτια έλη εντοπίστηκαν στην περιοχή Παναγία στον όρμο Βερβερόντα. Πρόκειται για ελώδεις εκτάσεις που αναπτύσσονται σε εκτεταμένα αλλουβιακά ριπίδια μικρής κλίσης. Σε όλες τις περιπτώσεις τα έλη χωρίζονται από την θάλασσα με επιμήκεις φραγματικούς σχηματισμούς (bars). Στη περίπτωση του Πόρτο Χελίου τα επιμήκη φράγματα αποτελούνται από χονδρόκοκκο υλικό, κυρίως κροκάλες ή συνδυασμό λεπτόκοκκου και χονδρόκοκκου υλικού (Φώτο 26).



Φώτο 26. Παράκτιο έλος στην περιοχή της Βερβερόντας. Στην φωτογραφία διακρίνεται στον κόκκινο κύκλο.

Ερμιόνη

Σε αντίθεση με την περιοχή του έλους του Πόρτο Χελίου, το έλος που εντοπίστηκε στην περιοχή του όρμου Κάπαρι είναι περισσότερο εκτεταμένο και το επίμηκες φράγμα αποτελείται αποκλειστικά από άμμο πιθανά αιολικής προέλευσης. Την περίοδο παρατήρησης το παράκτιο έλος του όρμου Κάπαρι (Φώτο 27) δεν ήταν προσβάσιμο ενώ μεγάλη έκτασή του είχε μετατραπεί σε αλμυρό έδαφος.



Φώτο 27. Παράκτιο έλος στο νότιο άκρο του όρμου Κάπαρι, στην περιοχή της Κινέττας.

Αξιοσημείωτη είναι η εμφάνιση φυσικού υψώματος εσωτερικά αυτού που πιθανότατα αποτελεί αναχώματα ή υπολείμματα των φυσικών αναχωμάτων του ποταμού. Το έλος αυτό είναι το μεγαλύτερο σε έκταση από αυτά που χαρτογραφήθηκαν και φιλοξενεί σπάνια είδη πτηνών συνιστώντας ένα σπουδαίο υγροβιότοπο (Φώτο 28).



Φώτο 28. Παράκτιο έλος στο νότιο άκρο του όρμου Κάπαρι, στην περιοχή της Κινέττας. Στο βάθος διακρίνεται το φυσικό ύψωμα εσωτερικά του.

5.4.3. Χαρακτηριστικά του μικροανάγλυφου των παράκτιων αποθέσεων.

5.4.3.1. Ημισεληνοειδείς αμμόδεις σχηματισμοί.

Πρόκειται για συγκεντρώσεις άμμου και κροκαλών, ημισεληνοειδούς μορφής που επαναλαμβάνονται ρυθμικά ακριβώς στην ακτογραμμή ή ψηλότερα από αυτή και η δημιουργία τους οφείλεται στον κυματισμό (Pethic J., 1984). Συνήθως εμφανίζονται στη ζώνη θραύσης του κύματος και το κυριότερο χαρακτηριστικό τους είναι η κοκκομετρική ταξινόμηση των ιζημάτων από τα οποία αποτελούνται (Παυλόπουλος Κ και Καρύμπαλης Ε., 2001).

Στην περιοχή μελέτης ημισεληνοειδείς αμμόδεις σχηματισμοί εντοπίστηκαν σε αιγιαλούς της περιοχής της Ερμιόνης στον όρμο Κουβέρτα (Φώτο 29) και Κάπαρι που αποτελούνται από ανάμεικτο υλικό στη ακτογραμμή. Τα κέρατα αποτελούνταν από μεγάλες κροκάλες ενώ οι κόλποι αποτελούνταν από κροκάλες μικρότερου μεγέθους. Η μεταξύ τους απόσταση κυμαινόταν από μερικά εκατοστά έως 1 m. Η δημιουργία τους οφείλεται σε κύματα των οποίων οι κορυφές είναι παράλληλες προς την ακτογραμμή.



Φώτο 29. Ημισεληνοειδείς σχηματισμοί από κροκάλες στην περιοχή Κουβέρτα στην Ερμιόνη.

5.5. Παράκτιες ανθρωπογενείς επεμβάσεις και κατασκευές.

5.5.1. Αρχαιότητες.

Πόρτο Χέλι

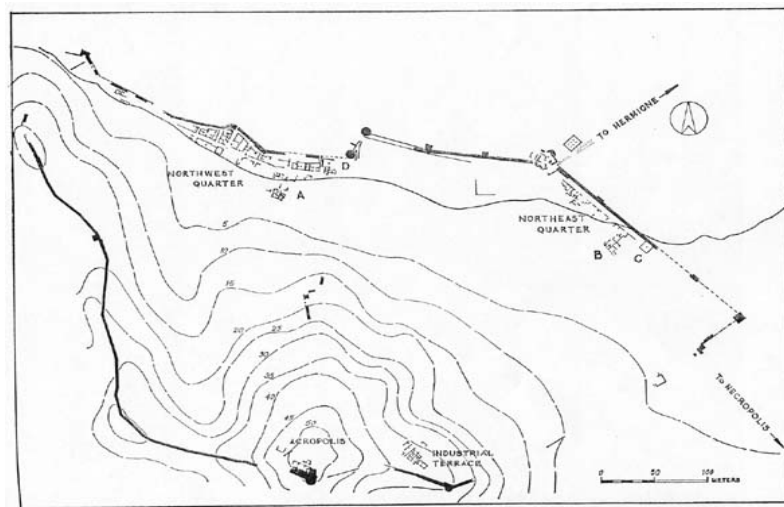
Η Ακρόπολη βρίσκεται στη νότια πλευρά του κόλπου του Πόρτο Χελιού (Φώτο 30). Το βόρειο τμήμα της έχει βυθισθεί. Τα τείχη της, μήκους 186 μ. και πλάτους 2,50 μ., ενισχυμένα με τετραγωνικούς και κυκλικούς πύργους, έχουν θεμέλια από πορόλιθο και ανωδομή από κροκάλινθους καλυμμένη με πλίνθους και κέραμους. Εντός της

ακροπόλης έχει ανασκαφεί θρησκευτικό κέντρο (αποθέτης του 6ου και 5ου αιώνα π.Χ., βωμός του 4ου αιώνα π.Χ.), οικίες και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις.



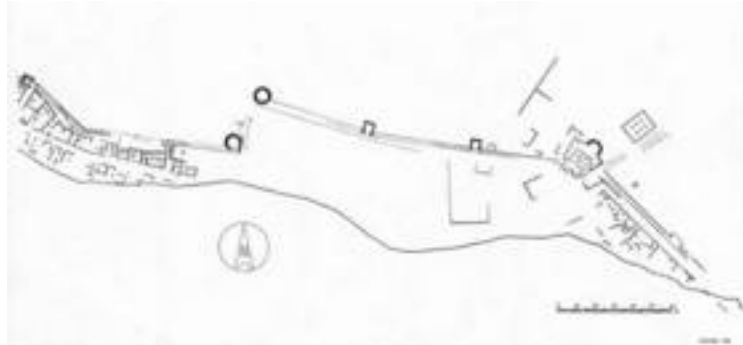
Φώτο 30. Τοποθεσία που εντοπίστηκε ο λιμένας των Αλίων. Παρατηρείται η μη ύπαρξη οικιστικής ανάπτυξης.

Ο λιμένας των Αλίων βρισκόταν βόρεια της ακροπόλεως εντός του όρμου του σημερινού Πορτο Χελίου (Εικ. 4). Δύο κυκλικοί πύργοι, διαμέτρου 9.2μ., του τείχους της πόλεως όριζαν την είσοδό του. Οι ερευνητές εντόπισαν τα θεμέλια τους σε βάθος 2μ.



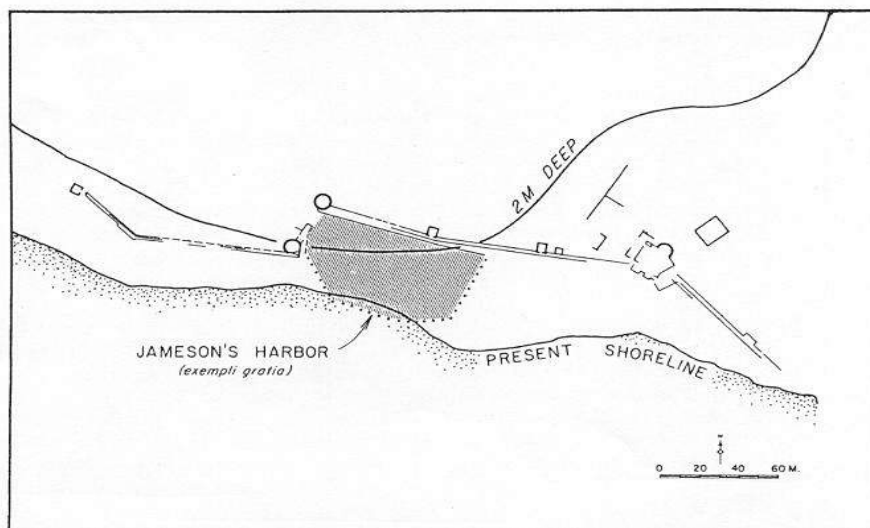
Εικ.4. Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχή του λιμένα των Αλίων. (Φαράκλας 1973, εικ.21)

Από βόρεια ο λιμένας οριζόταν από μεγάλο μώλο, μήκους 100μ., επί του οποίου έβαινε το τείχος της πόλης, το οποίο κατέληγε σε κυκλικό πύργο στο ακρομώλιο. Στην εσωτερική πλευρά του τείχους υπήρχε αποβάθρα, πλάτους 3μ., παρακολουθούμενη σε απόσταση 90μ. από τον πύργο προς ανατολικά. Μια δεύτερη κατασκευή που ερμηνεύθηκε από τους μελετητές ως αποβάθρα εντοπίζεται μετά το νότιο πύργο προς τα βόρεια (Εικ. 5).



Εικ.5. Σχέδιο των καταλοίπων της περιοχής του λιμένα των Αλιέων. (Jameson 1969, fig 5).

Η κατασκευή αυτή περιορίζει το άνοιγμα μεταξύ των πύργων από 20 σε 9 μέτρα. Το μέγεθος της λιμενολεκάνης δεν έχει προσδιοριστεί, θα μπορούσε όμως με βάση τα αρχαιολογικά στοιχεία να υπολογιστεί στα 4000μ. (Εικ. 6).



Εικ.6. Αναπαράσταση της περιοχής του λιμένα των Αλιέων. (Frost 1985, 64)

Στην περιοχή του ακρομωλίου εγκοπές σε κάποιους λίθους ερμηνεύθηκαν από τους ανασκαφείς ως τμήματα του συστήματος απομόνωσης του λιμένα με ξύλινη δοκό, πιθανότατα 4ος αι. π.Χ. ίσως και 5ος. Κατ' αντιστοιχία με τον κυκλικό πύργο της ακρόπολης που χρονολογήθηκε στον 4ο αι. π.Χ. χρονολογήθηκαν και οι λιμενικές κατασκευές. Δεν αποκλείεται όμως αυτές να προϋπήρχαν και να τειχίστηκαν τότε. Το πλάτος μεταξύ των δύο πύργων είναι 20μ. Αυτό περιορίζεται όμως από την προέκταση μετά το νότιο πύργο στα 9μ. Η είσοδος ασφαλιζόταν με δοκό που την έκλεινε. Η χρήση του λιμένα δεν είναι ακριβώς προσδιορισμένη. Η παρουσία αποβάθρας (εσωτερικά του βόρειου τείχους και πιθανόν δεύτερης στην προέκταση μετά το νότιο πύργο) και η αναφορά στην κατάληψη της πόλης από τον Σπαρτιάτη Ανέριστο (Θουκυδίδης II.56.5, IV.45.2), ο οποίος χρησιμοποίησε μία ολκάδα (εμπορικό πλοίο) γεμάτο με στρατιώτες, δείχνει πιθανότατα εμπορική χρήση του λιμανιού (www.ermionida.net).

Η τείχιση, από την άλλη, των μώλων ώστε να δημιουργείται "κλειστός λιμένας" υπονοεί μάλλον και στρατιωτική χρήση, πιθανότατα μικρής κλίμακας, εξαιτίας του μικρού μεγέθους της λιμενολεκάνης. Άλλωστε η θέση των Αλιέων, εντός του μεγάλου προστατευμένου όρμου του Πορτοχελίου αποτελούσε κομβικό ναυτικό σταθμό, τόσο για τους Αθηναίους, όσο και για τους Σπαρτιάτες στο μέσον της απόστασης μεταξύ τους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο F. Frost (1985) αμφισβήτησε την ταύτιση της θέσης με λιμένα, προτείνοντας ως ερμηνεία αυτήν της αγοράς της πόλεως. Το ρυμοτομικό σχέδιό της είναι σπάνιο και μοναδικό στον Ελλαδικό χώρο. Άφθονα ευρήματα όπως κεραμικά αιχμές δόρατος, αγάλματα, κοσμήματα και χάλκινα νομίσματα μας έδωσαν πλήθος πληροφορίες για τη ζωή το πολίτευμα, τη θρησκεία και την κοινωνική δομή των κατοίκων της Αρχαίας Ελλάδας.

Ερμιόνη

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η Ερμιόνη είναι χτισμένη στην ανατολική πλαγιά του αρχαίου λόφου Πρώνα. Στην προεξέχουσα χερσόνησο Μπίστι (Φώτο 31), οι αρχαιολογικές ανασκαφές έφεραν στο φως σημαντικά ευρήματα καθώς και ίχνη από θεμέλια ναού του Ποσειδώνα, ενώ στην τοποθεσία Ηλιόκαστρο βρέθηκαν τα λείψανα της αρχαίας πόλης Είλεοί.



Φώτο 31. Χερσόνησος Μπίστι όπου εντοπίσθηκαν ίχνη από θεμέλια ναού του Ποσειδώνα

Αξίζει να αναφερθεί ότι την τοποθεσία αυτή την αναφέρει και ο αρχαίος ιστορικός Πανσανίας ως τόπο με ιερά των Ελευσίνιων Θεών. Γενικότερα η ευρύτερη περιοχή έχει ιδιαίτερο αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Στη νήσο Δοκό απέναντι από την Ερμιόνη το 1975 υποβρύχιες έρευνες έφεραν στο φως αρχαιολογικά ευρήματα της Πρωτοελλαδικής εποχής από το αρχαιότερο γνωστό ναυάγιο στον κόσμο το οποίο χρονολογείται μεταξύ 2.500 - 2.000 π.Χ. Το νησί σύμφωνα με αρχαιολογικές έρευνες είχε κατοικηθεί από την εποχή του χαλκού, πριν 6.000 χρόνια. Λείψανα της εποχής εκείνης βρέθηκαν κατά μήκος όλης της παραλίας.

5.5.2. Ανθρώπινες επεμβάσεις.

Πόρτο Χέλι

Η σημαντικότερη ανθρώπινη επέμβαση στον παράκτιο χώρο της περιοχής μελέτης είναι η οικιστική ανάπτυξη, που περιλαμβάνει παραθεριστικές κατοικίες-βίλες, υπό κατασκευή ξενοδοχεία καθώς και το απαραίτητο για την εξυπηρέτησή τους, οδικό δίκτυο. Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκαν καταπατήσεις του αιγιαλού και κατασκευές πολυτελών σπιτιών με ιδιωτική παραλία.



Φώτο 32. Αεροφωτογραφία που δείχνει παραθεριστική κατοικία με ιδιωτική παραλία στις βόρειες ακτές της περιοχής.

Παρατηρήθηκαν περιπτώσεις κατοικιών που έχουν χτιστεί πλευρικά της κοίτης χειμάρρων που καταλήγουν στην ακτή καθώς και παραθαλάσσια Bar και καταλύματα διανυκτέρευσης. Εντοπίστηκε ραγδαία ανάπτυξη οικιστικής δραστηριότητας γεγονός που δεν είχε παρατηρηθεί στις προηγούμενες δεκαετίες οπότε η περιοχή δεν εμφάνιζε σχεδόν καθόλου τουριστική και οικιστική ανάπτυξη (Φώτο 32).

Σε όλο το μήκος των ακτών παρατηρήθηκαν κατά θέσεις επεμβάσεις με κατασκευές από τσιμέντο, που μπορούν να διακριθούν σε έργα παράλληλα και κάθετα

στην ακτογραμμή καθώς και ξύλινες κατασκευές για το λιμενισμό σκαφών (Φώτο 33-34).



Φώτο 33. Ξύλινες κατασκευές για πρόσδεση σκαφών στην περιοχή της Βερβερόντας.



Φώτο 34. Ξύλινες κατασκευές για άραγμα σκαφών στην περιοχή του Πόρτο Χελίου, δίπλα από το λιμάνι.

Λιμενικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν λιμένα αλιευτικών και ιστιοπλοϊκών σκαφών και προβλήτες υπάρχουν στον όρμο εσωτερικά του Πόρτο Χελίου για την εξυπηρέτηση των αναγκών του ομώνυμου οικισμού σε όλο το μήκος της ακτογραμμής αυτού (Φώτο 35). Οι εργασίες για την κατασκευή του λιμανιού άρχισαν και τελείωσαν την δεκαετία του '80. Από φυσικής άποψης το λιμάνι είναι κλειστό με καλή κυκλοφορία του νερού.



Φώτο 35. Λιμάνι Πόρτο Χελίου.

Στην περιοχή παρατηρείται σημαντικός αριθμός μικρών έργων όπως προβλήτες, και μώλοι, τα οποία εντοπίζονται κατά μήκος της ακτογραμμής. Ανάλογα έργα παρατηρούνται με μεγαλύτερη συχνότητα στα τμήματα όπου υπάρχει έντονη οικιστική ανάπτυξη από παραθεριστικές κατοικίες κατά μήκος της ακτογραμμής από την περιοχή Βαθειά Λάκκα ως και την περιοχή Βερβερόντα.

Ερμιόνη

Εκτός από την οικιστική ανάπτυξη, που περιλαμβάνει παραθεριστικές κατοικίες–βίλες καθώς και το απαραίτητο για την εξυπηρέτησή τους, οδικό δίκτυο, στο παράκτιο χώρο της Ερμιόνης μια από τις σημαντικότερες ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι η κατασκευή του λιμανιού (Χάρτες Παραρτήματος II). Λιμενικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν λιμένα αλιευτικών σκαφών και προβλήτες υπάρχουν στον όρμο εσωτερικά του λιμανιού της Ερμιόνης για την εξυπηρέτηση των αναγκών του

ομώνυμου οικισμού σε όλο το μήκος της ακτογραμμής αυτού (Φώτο 36). Οι εργασίες για την κατασκευή του λιμανιού τόσο εσωτερικά όσο και για την περιοχή Μαντράκια (Φώτο 37-38) στα νότια του οικισμού άρχισαν κατά την περίοδο 1980-1990. Σε αυτή όμως την περίπτωση από φυσικής άποψης το λιμάνι είναι κλειστό με όχι και τόσο καλή κυκλοφορία του νερού γεγονός που δηλώνεται με τα στοιχεία ευτροφισμού που παρατηρήθηκαν.



Φώτο 36. Το λιμάνι της Ερμιόνης από το βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης.



Φώτο 37. Το λιμάνι της Ερμιόνης στην περιοχή Μανδράκια στο νότιο τμήμα του οικισμού.



Φώτο 38. Το λιμάνι της Ερμιόνης στην περιοχή Μανδράκια στο νότιο τμήμα του οικισμού.

Σε όλο το μήκος των ακτών παρατηρήθηκαν κατά θέσεις επεμβάσεις με κατασκευές από τσιμέντο, που μπορούν να διακριθούν σε έργα παράλληλα και κάθετα στην ακτογραμμή (Φώτο 39).



Φώτο 39. Ανθρωπογενής επέμβαση με πέτρινο τοιχίο κατά μήκος του λιμανιού στην περιοχή Μανδράκια.

Επιπλέον στην περιοχή παρατηρείται σημαντικός αριθμός μικρών έργων όπως προβλήτες, και μώλοι, καθώς και ένα τοιχίο εκτεταμένου μήκους κατά μήκος της ακτογραμμής στην περιοχή Βουλγαραϊκά και Ποδάρι στον όρμο Κάπαρι στο οποίο έχει κατασκευαστεί ο κύριος παραλιακός δρόμος της περιοχής με σκοπό την προστασία από την διάβρωση (Φώτο 40-41). Ανάλογα έργα παρατηρούνται με μεγαλύτερη συχνότητα στα τμήματα όπου υπάρχει έντονη οικιστική ανάπτυξη από παραθεριστικές κατοικίες στην ίδια περιοχή αλλά και στην ευρύτερη περιοχή του όρμου Κουβέρτα.



Φώτο 40. Τσιμεντένια κατασκευή κατά μήκος του δρόμου στην περιοχή Ποδάρι.



Φώτο 41. Κατεστραμμένη ανθρωπογενής κατασκευή από τις θαλάσσιες διεργασίες στην περιοχή Ποδάρι στον όρμο Κάπαρι.

Επίσης παρατηρήθηκαν περιπτώσεις κατοικιών που έχουν χτιστεί κατά μήκος της ακτής. Θα πρέπει να τονιστεί ότι εντοπίστηκε αυξημένη πυκνότητα δόμησης γεγονός που δηλώνει τουριστική και οικιστική ανάπτυξη στην περιοχή.

5.5.3. Έξοδοι αγωγών.

Εντοπίστηκαν κατά μήκος της ακτογραμμής στις περιοχές των λιμανιών του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης. Πρόκειται για αγωγούς οι οποίοι αποθέτουν λήμματα εσωτερικά των λιμανιών ο οποίος είναι και ο πιθανός λόγος της εμφάνισης φαινομένων ευτροφισμού κατά μήκος της ακτογραμμής τόσο εσωτερικά αυτών.

VI. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

6.1. Γενικά.

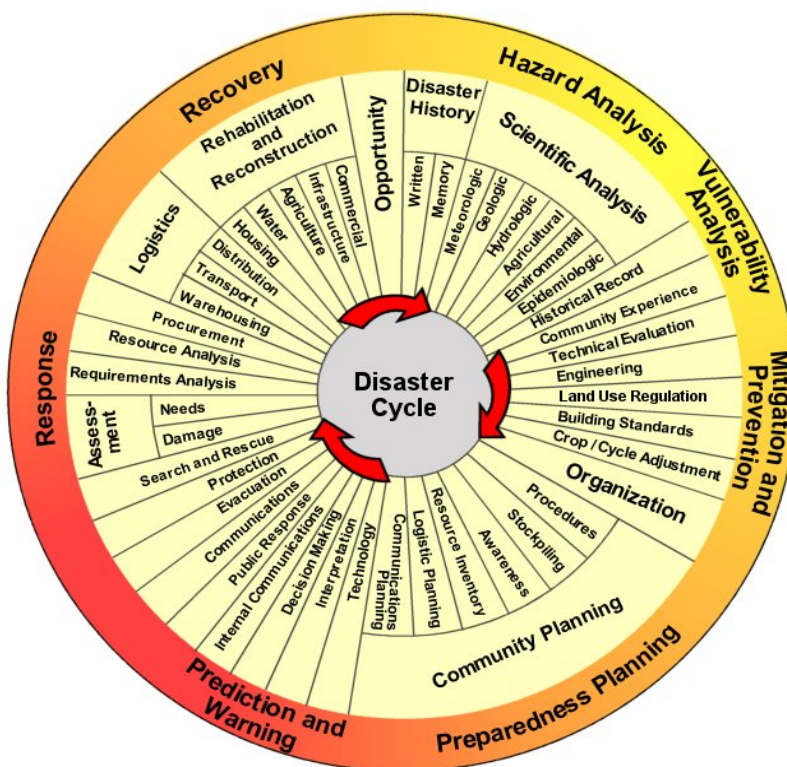
Με τον όρο φυσική καταστροφή εννοούμε την ταχύτατη, στιγμιαία ή μεγάλης διάρκειας σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικοοικονομικό σύστημα μιας εκάστοτε περιοχής. Οι καταστροφές αναμένεται να είναι μεγαλύτερης έκτασης όταν τα ανθρωπογενή κοινωνικοοικονομικά συστήματα δεν έχουν την ικανότητα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

Οι φυσικές καταστροφές υπήρχαν πάντα ως ακραία φαινόμενα στον χρόνο, στην ένταση ή στο χώρο. Οι επιπτώσεις τους οποίων εξαρτώνται από την ύπαρξη ή όχι οργανωμένων κοινωνιών, από το γενικό επίπεδο πολιτισμού των λαών που πλήττονται, τη σχετική ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών και την τεχνολογική ανάπτυξη. Οι επιπτώσεις εξαρτώνται κατά βάση από τα φυσικά φαινόμενα, η γνώση των οποίων σήμερα επιτρέπει την χρήση σύγχρονων τεχνολογικών μέσων για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για την πρόγνωση, παρακολούθηση και συχνά την αποτροπή τους.

Ένας από τους βασικούς όρους που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη μελέτη των φυσικών καταστροφών είναι ο αγγλικός όρος Hazard που μπορεί να αποδοθεί στα ελληνικά ως Κίνδυνος που αναφέρεται σε κάθε φυσικό ή ανθρωπογενές γεγονός ή διεργασία που ενέχει μια πιθανότητα, μικρή ή μεγάλη, να προκαλέσει βλάβη ή καταστροφή. Ο όρος αυτός αναφέρεται μόνο στην πιθανότητα να συμβεί κάτι και όχι στα πιθανά αποτελέσματα του συμβάντος. Με τον όρο Risk που αποδίδεται ως Επικινδυνότητα εννοούνται τα αναμενόμενα αρνητικά αποτελέσματα που συνεπάγεται ένα γεγονός ή μια διεργασία κάποιου βαθμού επικινδυνότητας, όταν εκτεθεί σε αυτό κάτι που έχει αξία για τον άνθρωπο ενώ η Τρωτότητα (Vulnerability) ορίζεται ως οι συνθήκες που καθορίζονται από φυσικούς, κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες ή διεργασίες, που αυξάνουν την ευπάθεια μιας κοινωνίας στις επιπτώσεις των κινδύνων. Περιλαμβάνει ένα συνδυασμό παραγόντων που καθορίζουν το βαθμό κατά τον οποίο η ζωή και το περιβάλλον ενός ατόμου εκτίθεται σε κίνδυνο από ένα διακριτό και αναγνωρίσιμο γεγονός της φύσης ή της

κοινωνίας. Οι παραπάνω όροι αναφέρονται και λαμβάνονται υπόψη αρκετά συχνά και με ιδιαίτερη σημασία και στην έρευνα και μελέτη της παράκτιας ζώνης.

Η καταστροφή αφορά ανθρώπους (θάνατος, τραυματισμός, ασθένεια, στρες), σε υλικά αγαθά (βλάβη σε περιουσιακά στοιχεία, οικονομική ζημία) και το περιβάλλον (απώλεια ζώων και φυτών, ρύπανση, μείωση της αισθητικής-ψυχαγωγικής του αξίας). Επιπλέον η ανθρώπινη ευαισθησία στην περιβαλλοντική επικινδυνότητα επιτυγχάνεται με τη μελέτη της φυσικής έκθεσης που αντικατοπτρίζει το εύρος των δυνητικά βλαβερών γεγονότων και τη στατιστική τους διακύμανση σε μια ορισμένη περιοχή και με της ανθρώπινης τρωτότητας που αντικατοπτρίζει το εύρος των κοινωνικών, οικονομικών και τεχνολογικών ανοχών σε τέτοια επικίνδυνα γεγονότα στην δεδομένη περιοχή. Στο σχήμα 6 απεικονίζονται τα στάδια και ο κύκλος ζωής μίας καταστροφής.



Σχήμα 6. Απεικόνιση του κύκλου μιας καταστροφής

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες τα αλληπάλληλα ακραία φυσικά φαινόμενα (πλημμύρες, χιονοπτώσεις, πυρκαγιές, σεισμοί, τσουνάμι κ.α) σε διάφορα σημεία του πλανήτη δίνουν την εντύπωση μιας συνεχούς επιταχυνόμενης διαδικασίας αλλαγών στην επιφάνεια του πλανήτη. Οι ισορροπίες αυτές διαταράσσονται από εξωγενείς και ενδογενείς δυνάμεις αλλά και από τις συνεχώς αυξανόμενες ανθρωπογενείς

επεμβάσεις, όπως η ρύπανση της ατμόσφαιρας που έχει ως φυσικό επακόλουθο την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, τη μόλυνση των υδροφόρων οριζόντων νερού και γενικότερα τη παρεμπόδιση κάποιων φυσικών διεργασιών και την επιτάχυνση κάποιων άλλων (Λέκκας Ε.,2000).

Στην παρούσα εργασία θα υπολογιστεί και θα αναλυθεί η επικινδυνότητα δυο παράκτιων περιοχών της περιοχής του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης σε φαινόμενα που προκαλούν άνοδο της στάθμης της θάλασσας, όπως η άνοδος που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ο ακραίος κυματισμός και τα τσουνάμι, με την χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.-G.I.S.). Για την παρούσα εργασία πρέπει να αναφερθεί ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι επιπτώσεις του θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ανθρωπογενής καταστροφή. Η περιοχή που εφαρμόζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία περιλαμβάνει τμήματα της παράκτιας ζώνης του νομού Αργολίδας. Επιχειρήθηκε αφενός η εκτίμηση των επιπτώσεων που θα προκληθούν από τη παγκόσμια άνοδο της θαλάσσιας στάθμης καθώς και η βαθμονόμηση της ακτογραμμής ως προς την τρωτότητα λαμβάνοντας υπόψη διάφορες παραμέτρους φυσικογεωγραφικές αλλά και κοινωνικοοικονομικές.

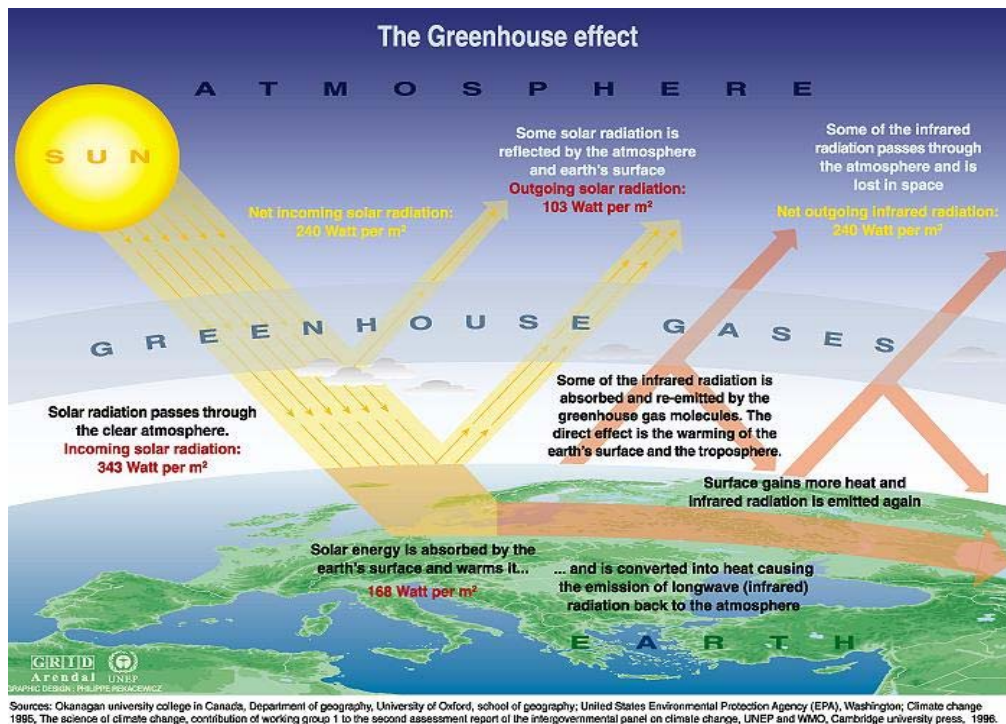
6.2. Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου και η παγκόσμια Άνοδος της θαλάσσιας στάθμης.

Κάθε χρόνο, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, κυρίως από την καύση των ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επιπλέον ως αποτέλεσμα την έκλυση ορισμένων άλλων αερίων όπως π.χ. το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, που αναμένεται να αλλάξουν δραστικά το κλίμα τις επρχόμενες δεκαετίες. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των επιστημόνων, αναμένεται μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα, αύξηση που δεν έχει προηγούμενο στην ανθρώπινη ιστορία. Η αναμενόμενη αυτή υπερθέρμανση της επιφάνειας του πλανήτη οφείλεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και αναμένεται να επιφέρει ανυπολόγιστες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, τη γεωργία, την οικονομία και να επηρεάσει πολλές πτυχές της κοινωνικής ζωής.

Παρότι η Γη κινείται μέσα στις εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες του διαστήματος, η επιφάνειά της διατηρεί μια θερμοκρασία ήπια και ευνοϊκή για τη ζωή,

με μέση τιμή περίπου 15°C . Η άμεση θέρμανσή της από τον ήλιο, μαζί με μια μικρή συνεισφορά θερμότητας από το εσωτερικό του πλανήτη δικαιολογούν μία μέση θερμοκρασία που δεν ξεπερνά τους -18°C . Η διαφορά των 33°C οφείλεται στη φυσική διεργασία που ονομάζεται «*φαινόμενο θερμοκηπίου*», και η οποία θερμαίνει την κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) και συμβάλλει στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος πιο φιλικού για τη ζωή. Συντελεστές του φαινομένου είναι ορισμένα ιχνοαέρια της γήινης ατμόσφαιρας που συχνά αναφέρονται ως «αέρια θερμοκηπίου». Αυτά είναι σχετικά διαφανή για την προσπίπτουσα ορατή και υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, αλλά απορροφούν την υπέρυθρη που εκπέμπεται από τη θερμαινόμενη επιφάνεια της Γης. Ενδεχόμενη αύξηση της παρουσίας των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα θα προκαλούσε αλλαγή στο ισοζύγιο της ακτινοβολίας και συνακόλουθη διαταραχή της υφιστάμενης θερμικής ισορροπίας, με αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας ενέργειας που παγιδεύεται στην τροπόσφαιρα και τη μεταβολή του κλίματος του πλανήτη.

Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, προκαλώντας τέτοιες αλλαγές, μεγαλώνει την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο ενώ στο παρελθόν ήταν ένα φυσικό φαινόμενο, τώρα τείνει να γίνει ένα πολύ σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα (Ενισχυμένο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου). Το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H_2O). Ο ρόλος τους όμως στη θέρμανση της ατμόσφαιρας είναι πολύπλοκος, διότι αφ' ενός μεν ενδυναμώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αφ' ετέρου δε σχηματίζουν τα νέφη, τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας προς το διάστημα. Εξάλλου, η ανθρώπινη δραστηριότητα δεν ασκεί μεγάλη επίδραση στη μέση υγρασία της ατμόσφαιρας και επομένως δεν επηρεάζει πολύ την ποσότητα των υδρατμών.



Σχήμα 7. Σχηματική απεικόνιση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου (IPCC, 2001).

Έτσι, μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου των οποίων η αύξηση είναι ανθρωπογενής, την πρώτη θέση κατέχει το CO₂ (συμμετοχή της τάξης του 60%), την δεύτερη οι χλωροφθοράνθρακες (CFC, μερίδιο της τάξεως του 20%), ενώ ακολουθούν το μεθάνιο (CH₄), το μονοξείδιο του αζώτου (N₂O) και το όζον (O₃) της τροπόσφαιρας. Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ οφείλεται στη διαταραχή του βιογεωχημικού κύκλου του άνθρακα από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων και την αποδάσωση. Οι εκπεμπόμενες ποσότητες ανθρωπογενούς CO₂ είναι στην πραγματικότητα τριπλάσιες από αυτές που αντιστοιχούν στην παρατηρούμενη αύξηση της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα, αλλά απορροφώνται κατά τα 2/3 περίπου από τη θάλασσα και τη χερσαία βλάστηση. Επισημαίνεται ότι οι καύσεις συμβάλλουν στη θέρμανση της ατμόσφαιρας έμμεσα, με την εκπομπή CO₂, ενώ είναι αμελητέα η άμεση θέρμανση της ατμόσφαιρας που προκαλούν με την εκπομπή θερμότητας. Το ίδιο παρατηρείται και με τις εκπομπές CO₂ και θερμότητας από τα οικοσυστήματα.

Οι CFC έχουν αποκλειστικά ανθρωπογενή προέλευση και δεν υπήρχαν στην ατμόσφαιρα πριν το 1930. Θεωρούνται υπεύθυνοι για χημικές αντιδράσεις στη στρατόσφαιρα που προκαλούν μείωση της στοιβάδας του όζοντος, αλλά αποτελούν επίσης σημαντικά αέρια θερμοκηπίου. Η συγκέντρωση του CH₄ στην ατμόσφαιρα άρχισε να αυξάνεται με την έναρξη της βιομηχανικής εποχής και σήμερα έχει

υπερδιπλασιαστεί. Κύριες πηγές του θεωρούνται οι κάθε είδους αναερόβιες διεργασίες, κυρίως από τις ορυζοκαλλιέργειες και την εκτροφή βοοειδών, καθώς και η εξόρυξη και χρησιμοποίηση ορυκτών καυσίμων, κυρίως φυσικού αερίου. Τα οξείδια του αζώτου (με κυριότερο το N_2O), καθώς και το O_3 της τροπόσφαιρας θεωρούνται αέρια θερμοκηπίου με δευτερεύουσα σημασία. Η προέλευση του N_2O είναι αμφισβητούμενη, αλλά αποδίδεται κυρίως στη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και ίσως στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος οφείλεται στην ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων, στις δασικές πυρκαγιές, πιθανό όμως και σε άλλες αιτίες.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχέσεις μεταξύ του φαινομένου του θερμοκηπίου και της μείωσης της στοιβάδας του O_3 δεν περιορίζονται στη δράση των CFC που επιδεινώνει και τα δύο προβλήματα. Οι μεγάλης κλίμακας διαταραχές των φυσικοχημικών συνθηκών της στρατόσφαιρας και της τροπόσφαιρας συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους και η σχετική γνώση παραμένει ακόμα ανεπαρκής. Η αύξηση π.χ. της έντασης της υπεριώδους ακτινοβολίας κοντά στην επιφάνεια της Γης συνεπάγεται αύξηση της συγκέντρωσης του τροποσφαιρικού O_3 και επίσης, μείωση της φωτοσύνθεσης των θαλασσίων αλγών. Και οι δύο αυτές αλλαγές συνεπάγονται ενδυνάμωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας της γης η οποία επηρεάζει δυσμενώς τα φυσικά οικοσυστήματα και την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Οι αλλοιώσεις που έχουν επιφέρει οι ανθρώπινες δραστηριότητες στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής εποχής, με κυριότερη τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, εκδηλώνονται πλέον σε τέτοια κλίμακα ώστε να επηρεάζουν τη γενική κατάσταση του πλανήτη. Θεωρούνται μάλιστα συνολικά ως ένα διασυνδεδεμένο σύστημα διαταραχών που αποκαλείται συνήθως «Παγκόσμια Αλλαγή» (Global Change). Το εντεινόμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου και η συνακόλουθη αλλαγή του κλίματος, που σύμφωνα με ορισμένες απόψεις έχει ήδη αρχίσει να παρατηρείται, αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα.

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, που εκτείνεται από τη σταδιακή συνεχή εκπομπή CO_2 στον ατμοσφαιρικό αέρα κυρίως λόγω βιομηχανικών καύσεων, αποτελεί την κύρια αίτια αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη (Meler F. And Wahr M., 2002). Αυτή η θέρμανση ενδέχεται να

προκαλέσει μια άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης με ρυθμούς αρκετά μεγαλύτερους από τους φυσιολογικά αναμενόμενους.

Οι παράκτιες περιοχές λόγω των πολλών και ποικίλων δραστηριοτήτων που συγκεντρώνουν, έχουν ιδιαίτερα αυξημένη κοινωνικοοικονομική σημασία για κάθε τόπο. Έτσι λοιπόν μια ενδεχόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας με όλες τις αρνητικές συνέπειες που θα επιφέρει αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους για τα εύθραυστα δυναμικά παράκτια περιβάλλοντα (Meler M. And Wahr M., 2002).

Η ακτογραμμή αποτελεί μια δυναμική οντότητα που μεταβάλλεται συνεχώς συναρτήσει του χρόνου και η εξελικτική της πορεία είναι αποτέλεσμα μιας σειράς μη γραμμικών παραγόντων όπως ο ευστατισμός, οι κατακόρυφες τεκτονικές, και ισοστατικές κινήσεις, η ιζηματογένεση, οι παλίρροιες, ο κυματισμός, οι αιολικές διεργασίες και η ανθρώπινη δραστηριότητα.

Ο καθορισμός της θαλάσσιας στάθμης δεν είναι εύκολος καθώς η επιφάνεια της θάλασσας δεν είναι επίπεδη και επηρεάζεται σημαντικά από πολλές διεργασίες όχι μόνο μεγάλης αλλά και μικρής περιόδου. Η θαλάσσια στάθμη ορίζεται σαν το μέσο υψόμετρο της επιφάνειας της θάλασσας ενώ με τον όρο μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εννοούμε την μακράς διάρκειας διακύμανση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται σε ευστατικά και τοπικά αίτια (Καρύμπαλης Ε., 2005).

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

Στη διεθνή βιβλιογραφία κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί αρκετές ερμηνείες για τα αίτια του φαινομένου των μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης. Η επικρατέστερη ερμηνεία υποστηρίζει ότι η αιτία που ευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά για τις παγκόσμιας κλίμακας μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης είναι η αυξομείωση του όγκου του θαλάσσιου νερού εξαιτίας των αλλαγών που σημειώθηκαν στις κλιματικές συνθήκες του πλανήτη (Καρύμπαλη Ε., 2005).

Η ιστορία του πλανήτη χαρακτηρίζεται από εναλλαγές παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων. Κατά τη διάρκεια παγετωδών περιόδων όγκοι νερού των ωκεανών συσσωρεύονται και δεσμεύονται με τη μορφή πάγου στην επιφάνεια της

ξηράς με αποτέλεσμα την πτώση της θαλάσσιας στάθμης. Αντίθετα κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών περιόδων, η τήξη των πάγων στην επιφάνεια της ξηράς έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά του νερού από την στερεά κατάσταση των πάγων της ξηράς στην υγρή κατάσταση που καταλήγει στα θαλάσσιας περιβάλλοντα και κατά συνέπεια οδηγεί στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Αυτή η διαδικασία καλείται ευστατισμός. Σε τοπική όμως κλίμακα όπως θα αναφερθεί παρακάτω υπάρχει μια διαφοροποίηση διότι η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας μπορεί να είναι αποτέλεσμα τοπικών αιτιών. Αξίζει να σημειωθεί πως οι μεταβολές της στάθμης που σημειώνονται σε μια περιοχή οφείλονται στο συνδυασμό τόσο του ευστατισμού όσο και των τοπικών αιτιών.

VII. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η ραγδαία άνοδος της θαλάσσιας στάθμης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα κοινωνικού και οικονομικού χαρακτήρα που θα επιφέρει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εκτός από τα οικολογικής σημασίας αποτελέσματα θα υπάρξουν κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις τόσο σε τοπική όσο και σε εθνική αλλά και σε παγκόσμια κλίμακα.

7.1. Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο.

Κατά καιρούς έχουν γίνει πολλές προσπάθειες σχεδίασης μια ευστατικής καμπύλης μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης για την περίοδο του Ολοκαίνου. Όλες οι καμπύλες έχουν παρόμοια μορφή με κάποιες μικροδιαφορές λόγω των δυσκολιών διαχωρισμού των μεταβολών λόγω ευστατισμού και αυτών που οφείλονται κυρίως σε τοπικά αίτια όπως ο τεκτονισμός και η ισοστασία στις διάφορες περιοχές από όπου κάθε ερευνητής αντλούσε πληροφορίες (Haslett, 2000). Η τελική μορφή της καμπύλης στάθμης θάλασσας δείχνει ότι κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο 18000 έτη BP (πριν από σήμερα) η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν περίπου 120 m χαμηλότερα από τη σημερινή. Διάφοροι ερευνητές προσπάθησαν να απομονώσουν του τεκτονικούς παράγοντες προκειμένου να αποδοθεί μια καμπύλη οφειλόμενη αποκλειστικά στις ευστατικές μεταβολές (Fairbridge R.W., 1961, Shepard F.P., 1963, Jeigersma S., 1966,

Morner N.A., 1971, Tooley M.J., 1978, κ.α). Ο Morner (1971) βασίστηκε σε δεδομένα από τη Ν. Σουηδία και κατέληξε στη σχεδίαση μιας ευστατικής καμπύλης για το Ολόκαινο που αποτελεί και την πλέον αποδεκτή παγκοσμίως.

Εκτός από τις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης σε παγκόσμιο επίπεδο, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τοπικές μεταβολές. Ανάλογα με την περιοχή μελέτης υπάρχουν διαφορές τόσο ως προς το πώς θα συμπεριφερθεί η περιοχή σε μία μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όσο και ως προς τις επιπτώσεις.

Γενικότερα, ενδείξεις μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης αποτελούν:

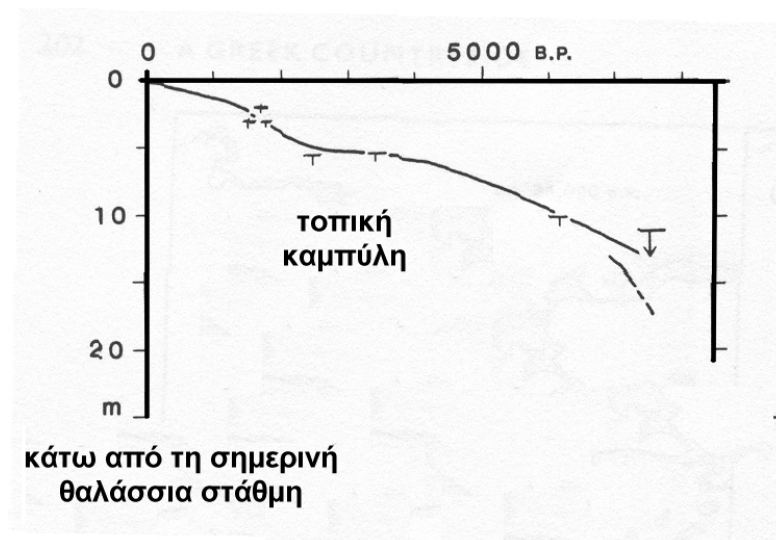
- Οι γεωμορφές διάβρωσης
- Οι γεωμορφές απόθεσης
- Οι βιολογικοί δείκτες
- Αρχαιολογικά ευρήματα
- Ιστορικά στοιχεία και καταγραφές

Οι μέθοδοι χρονολόγησης των σημείων-δεικτών θαλάσσιας στάθμης του παρελθόντος είναι πάρα πολλές και δεν θα αναφερθούμε σε αυτές. Κάποιες από αυτές είναι τεχνικές σάρωσης του βυθού με σεισμικά προφίλ σε συνδυασμό με τη χρήση ηχοβολιστικών συσκευών και τη διεξαγωγή δειγματοληπτικών γεωτρήσεων με ραδιοχρονολογήσεις ιζημάτων και χρονολογήσεις των υποθαλάσσιων αρχαιολογικών ευρημάτων όπως έχουν εφαρμοστεί στα δυο τμήματα της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Οι κυριότεροι παράγοντες της θαλάσσιας στάθμης που λειτουργούν σε μεγάλη χρονική κλίμακα είναι η θερμική ωκεάνια διαστολή, η τήξη των παγετώνων και των στρωμάτων πάγου, οι μεταβολές στην ποσότητα του επίγειου υγρού νερού καθώς και οι παράκτιες φυσικές διεργασίες (Δουκάκης Ε., 2005).

7.2. Τοπικές μεταβολές.

Οι περιοχές μελέτης αποτελούν δυο κόλπους που η ακτογραμμή υποχωρεί λόγω των παράκτιων διεργασιών (κυματισμός, παράκτια ρεύματα) και της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης που ακολούθησε το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου με αποτέλεσμα οι παλαιές ακτογραμμές από την τελευταία παγετώδη περίοδο να βρίσκονται βυθισμένες προς την πλευρά της θάλασσας. Για τον λόγο αυτό οι Jameson M. H., et al (1994) εφάρμοσαν τεχνικές σάρωσης του βυθού με σεισμικά προφίλ σε συνδυασμό με τη χρήση ηχοβολιστικών συσκευών και τη διεξαγωγή δειγματοληπτικών

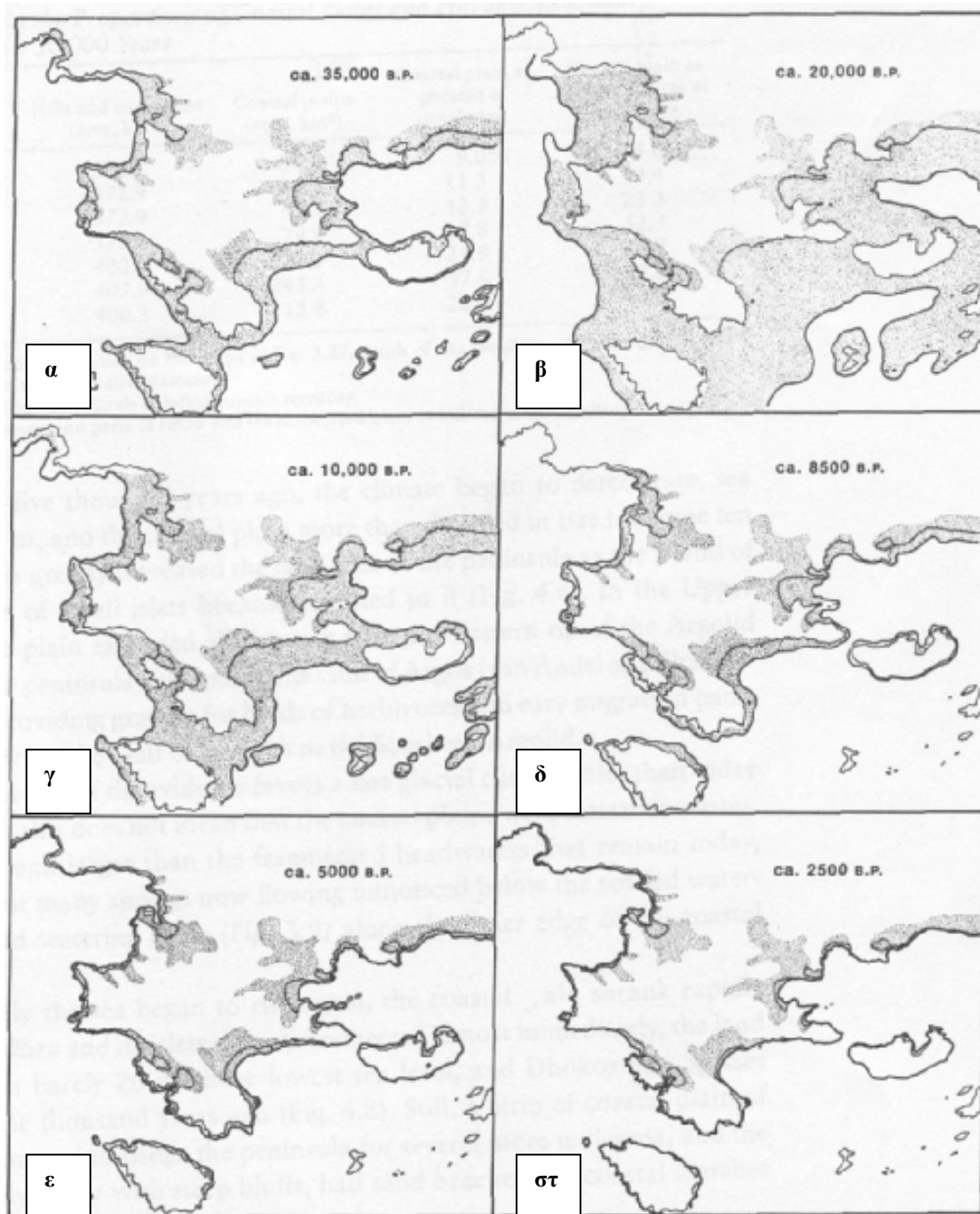
γεωτρήσεων με ραδιοχρονολογήσεις ιζημάτων και χρονολογήσεις των υποθαλάσσιων αρχαιολογικών ευρημάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παραπάνω μεθοδολογιών κατάφεραν να απεικονίσουν μία τοπική καμπύλη μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης για την περιοχή μελέτης για την περίοδο των τελευταίων 5.000 ετών (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Καμπύλη ανόδου της θαλάσσιας στάθμης για την ευρύτερη περιοχή μελέτης (Jameson H.M., et al., 1994: 20).

Η ερμηνεία των σεισμικών προφίλ από τη γεωφυσική διασκόπηση, οδήγησε στον προσδιορισμό των παλαιών ακτογραμμών κατά τα τελευταία 5.000 έτη. Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η παράκτια παλαιογεωγραφία της νότια Αργολίδας κατά την τελευταία περίοδο του Τεταρτογενούς (Jameson, et al 1994). Η ακτογραμμή κατά τη μέση Παλαιολιθική περίοδο περίπου 35,000 έτη πριν από σήμερα, έχει σχεδιαστεί βάσει της παραδοχής ότι η θαλάσσια στάθμη την περίοδο εκείνη βρισκόταν περίπου 40 μέτρα χαμηλότερα από την σημερινή (σχήματα α,β,γ,δ). Οι υπόλοιποι χάρτες απεικονίζουν την ακτογραμμή της τελευταίας Παγετώδους περιόδου (περίπου 20.000 έτη πριν από σήμερα) όπου η στάθμη έφθασε περίπου 120 m χαμηλότερα σε σχέση με τη σημερινή (Chappell K.J and Shackleton J.C 1986). Οι Χάρτες γ,δ,ε και στ του σχήματος 8 αναπαριστούν την ακτογραμμή της περιοχής την περίοδο 10.000, 8.5000, 5.000 και 2.500 ετών πριν από σήμερα αντίστοιχα. Για την χάραξη της ακτογραμμής των αρχών του Ολοκαίνου (10.000 έτη πριν από σήμερα) θεωρήθηκε ότι η στάθμη βρισκόταν στα -54 m ενώ για 8.500 έτη πριν από σήμερα -29 m, για 5.000 έτη B.P στα -10 m και για το 2.500 έτη B.P ότι βρισκόταν στα -6m. Παρατηρείται η σταδιακή επίκλυση που

άρχισε από την αρχή του Ολοκαίνου και άλλαξε σταδιακά την παλαιογεωγραφία της περιοχής. Στους χάρτες του σχήματος 9 οι παράκτιες πεδιάδες και οι χαμηλού υψομέτρου κοιλάδες απεικονίζονται με τις εστιγμένες περιοχές.



Σχήμα 9. Απεικόνιση της παράκτιας Παλαιογεωγραφίας της νότιας Αργολίδας. (Jameson H.M., et al . 1994: 202)

Στον πίνακα 8 φαίνεται η έκταση των παράκτιων πεδιάδων καθώς και των βουνών και των λόφων στις αντίστοιχες χρονικές περιόδους. Είναι προφανές ότι η

σταδιακή άνοδος της θαλάσσιας στάθμης από το τέλος της τελευταίας παγετώδους περιόδου περιόρισε σημαντικά τις χερσαίες εκτάσεις. Η μεγαλύτερη μείωση της έκτασης των χερσαίων τμημάτων παρατηρήθηκε κατά την μετάβαση από την τελευταία παγετώδη περίοδο (18.000 B.P) στην αρχή του Ολοκαίνου (10.500 B.P) όπου παρατηρήθηκε μια μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης κατά 66m σε ένα χρονικό διάστημα 7.500 ετών περίπου.

Διάστημα	Λόφοι και βουνά (km ²)	Παράκτιες πεδιάδες (km ²)	Παράκτιες πεδιάδες σαν ποσοστό της συνολικής έκτασης (%)
1994	372.9	36.8	9%
2,500 B.P	372.9	47.7	11.3%
5,000 B.P.	372.9	57.3	13.3%
8,000 B.P	372.9	79.8	17.8%
10,500 B.P	400.3	112.3	21.9%
18,000 B.P	407.9	245.4	37.6%
30,000 B.P	400.3	113.8	22.1%

Πίνακας 8. Μεταβολές στα ποσοστά των παράκτιων πεδιάδων, των λόφων και των βουνών κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30.000 ετών. Σαν συνολική περιοχή θεωρείται αυτή που απεικονίζεται στους χάρτες του Σχήματος 9 (Jameson H.M., et al . 1994: 202.)

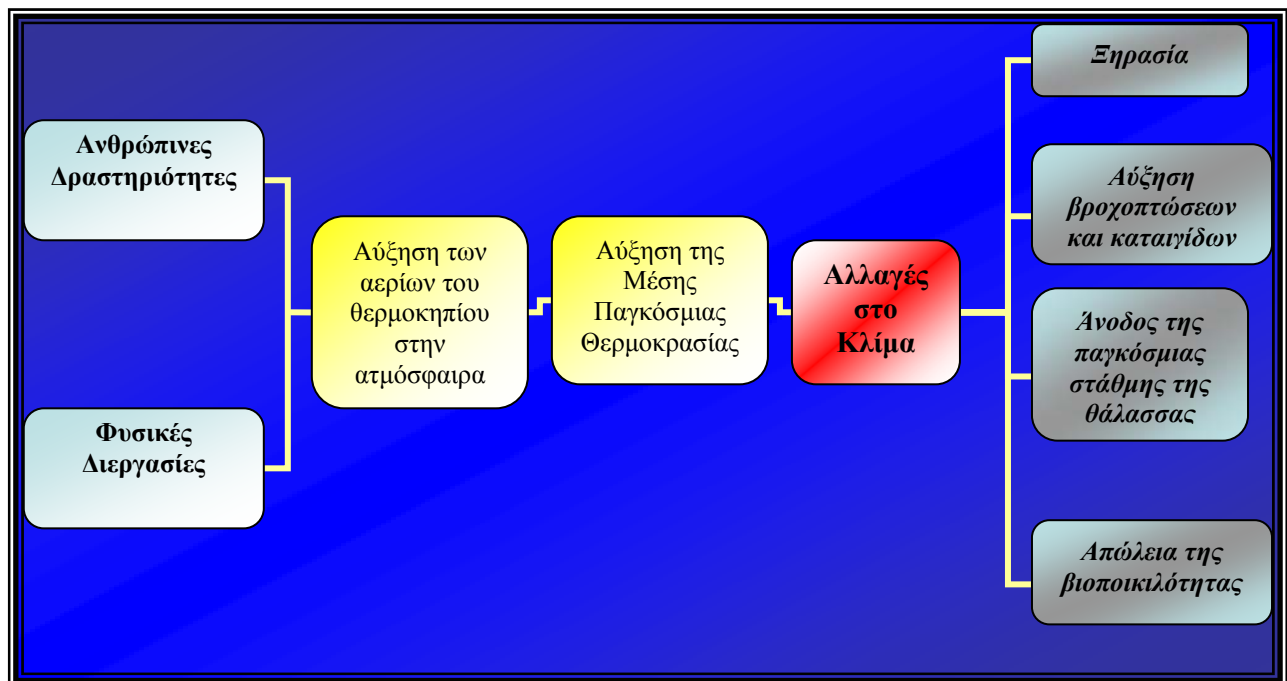
7.3. Κλιματικά Μοντέλα.

Η πρόβλεψη των κλιματικών αλλαγών και σχετικά με το τι πρόκειται να συμβεί στο μέλλον πραγματοποιείται με την χρήση των κλιματικών μοντέλων. Τα μοντέλα συγκλίνουν στη διαπίστωση ότι υπάρχει μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα σε παγκόσμια κλίμακα αλλά διαφωνούν σε ότι αφορά τις επιπτώσεις αυτής της αλλαγής. Επικρατούν τέσσερις βασικές προβλέψεις από τα κύρια κλιματικά μοντέλα (G.Tyler Miller, JR, 1999).

Η άποψη της αύξησης της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1.5-5.5 °C μέχρι το 2100, εάν εξακολουθήσει η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου να αυξάνεται με τα αντίστοιχα παρατηρούμενα ποσοστά, αφορά το πρώτο κλιματικό μοντέλο. Προβλέπει πως ακόμα και με τη πιο χαμηλή αύξηση του 1.5 °C, ο πλανήτης θα είναι θερμότερος απ' ότι θα ήταν σε 10.000 χρόνια.

Το δεύτερο μοντέλο υποστηρίζει ότι το βόρειο ημισφαίριο θα θερμανθεί περισσότερο και με ταχύτερους ρυθμούς από ότι το νότιο. Αυτό θα γίνει διότι το νότιο ημισφαίριο καλύπτεται στο μεγαλύτερο τμήμα του από ωκεανούς απορροφώντας περισσότερη θερμότητα σε σχέση με την χέρσο διότι το νερό ψύχεται με πιο αργούς ρυθμούς από ότι το έδαφος.

Σύμφωνα με το τρίτο μοντέλο εκτιμάται ότι οι θερμοκρασίες σε μεσαία και υψηλά γεωγραφικά πλάτη θα αυξηθούν τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία δυο έως τρεις φορές, ενώ οι θερμοκρασίες στα γεωγραφικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό θα σημειώσουν μικρότερη άνοδο σε σύγκριση με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία. Έτσι στην Ευρώπη, στην Ιαπωνία και στην Β.Αμερική αναμένεται να σημειωθούν οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες και αυτό διότι αποτελούν περιοχές που είναι απομακρυσμένες μακριά από τον Ισημερινό σε σχέση με τις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες εκτιμάται ότι θα υποστούν μικρότερη θερμοκρασιακή αύξηση.



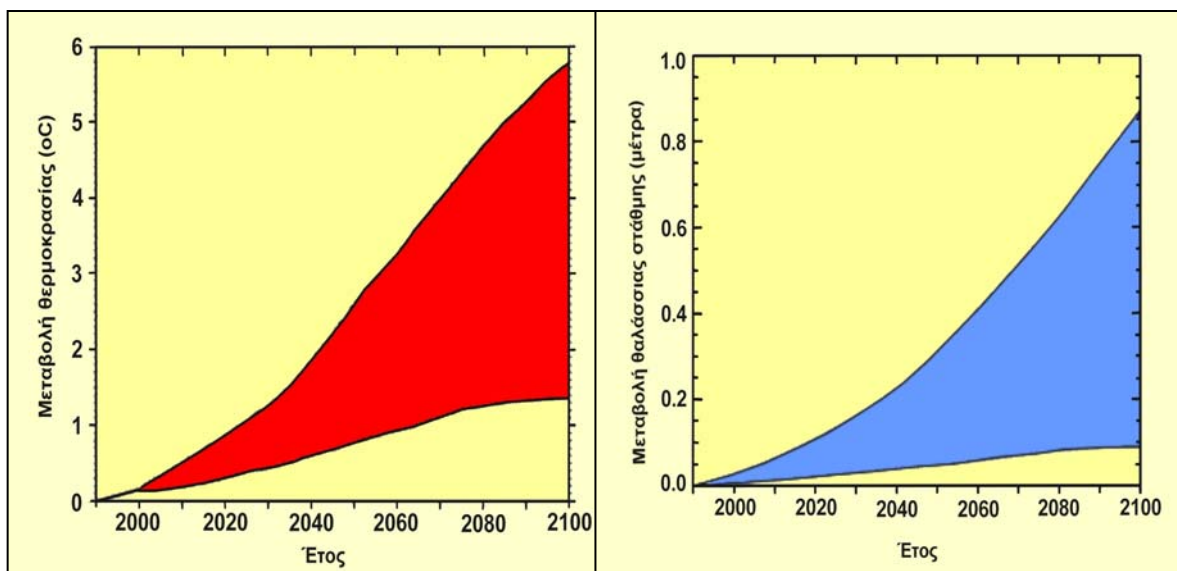
Σχήμα 10. Απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των μελλοντικών άμεσων και έμμεσων συνεπειών του στον πλανήτη.

Στο τελευταίο σενάριο επικρατεί η άποψη ότι τα παγκόσμια επίπεδα της θαλάσσιας στάθμης θα παρουσιάσουν σημαντική άνοδο. Εκτιμάται ότι τα 2/3 αυτής της αύξησης θα είναι αποτέλεσμα της ανόδου της παγκόσμιας θερμοκρασίας, ενώ το

υπόλοιπο 1/3 πιθανόν να οφείλεται στην αποξήρανση των υδροβιοτόπων, στην καταστροφή των δασών (πυρκαγιές, αποψίλωση) και στην υπερβολική άντληση των υπόγειων υδάτων από τους υδροφόρους ορίζοντες (G.Tyler Miller, JR, 1999:105). Στο σχήμα 10 παρουσιάζεται μια σχηματική απεικόνιση των μελλοντικών άμεσων και έμμεσων συνεπειών στον πλανήτη από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

7.4. Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100 σε παγκόσμιο επίπεδο και αναμενόμενες επιπτώσεις.

Σύμφωνα με τα παγκόσμια κλιματικά δεδομένα της U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (Titus J.G and Narayanan. V.K., 1995) καθώς και τη χρήση μαθηματικών μοντέλων (IPCC “Intergovernmental Panel on Climate Change”, 2001), έχει υπολογισθεί ότι μέχρι το έτος 2050, η μέση θερμοκρασία του αέρα, σε παγκόσμια κλίμακα, θα αυξηθεί κατά 1°C και μέχρι το έτος 2100 αναμένεται να αυξηθεί κατά 2°C σε σχέση με τη σημερινή. Κυριότερο λόγο αυτής της αύξησης αποτελεί η ραγδαία επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των συνεχώς αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO₂ από τις βιομηχανικές εκπομπές στον ατμοσφαιρικό αέρα του πλανήτη.



Σχήμα 11. Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001)

Η αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμια κλίμακα θα προκαλέσει το λιώσιμο των πάγων στους πόλους και τις ηπειρωτικές περιοχές και την ταυτόχρονη διαστολή των ωκεάνιων και θαλάσσιων μαζών, που θα οδηγήσει στην άνοδο της θαλάσσια στάθμης σε παγκόσμιο επίπεδο. Χρησιμοποιώντας στοιχεία του παρελθόντος, σύγχρονες μετρήσεις καθώς και δορυφορικές παρατηρήσεις, επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, διατύπωσαν διάφορα σενάρια μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης σύμφωνα με τα οποία εκτιμάται ότι θα είναι κατά 15cm υψηλότερη μέχρι το έτος 2050 ενώ θα έχει αυξηθεί κατά 50cm έως το 2100, υπολογίζοντας έτσι ότι ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης θα φτάσει τα 4,2mm/έτος το 2100. Στο σχήμα παρουσιάζονται η μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του αέρα και της θαλάσσιας στάθμης σε παγκόσμια κλίμακα μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001). Σημειωτέον ότι άνοδος της τάξης του ενός βαθμού της μέσης θερμοκρασίας των ωκεανών σημαίνει πως ανεβαίνει η στάθμη της θάλασσας κατά 1 μέτρο.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι χαμηλές παράκτιες περιοχές είναι οι πρώτες που θα υποστούν τις αρνητικές συνέπειες από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης θεωρήθηκε σκόπιμο για την περιοχή μελέτης να εκτιμηθούν οι περιοχές που αναμένεται να πληγούν από μια τέτοια άνοδο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει μια τέτοια εκτίμηση λόγω της ραγδαίας οικιστικής ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης ιδιαίτερα κατά τις τελευταίες δεκαετίες αλλά και εξαιτίας και της τουριστικής αξιοποίησης.

Οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μπορούν να σκιαγραφηθούν ως εξής:

- Σημαντικές θα είναι οι αρνητικές επιπτώσεις σε διάφορες δραστηριότητες στην παράκτια ζώνη όπως ο τουρισμός, τα αποθέματα και η ποιότητα του γλυκού νερού, η αλιεία, η γεωργική δραστηριότητα σε παράκτιες περιοχές, οι οικισμοί και οι κατοικημένες περιοχές, οι οικονομικές υπηρεσίες και η ανθρώπινη υγεία.

- Εξαιρετικά υψηλό είναι το κόστος για την προστασία και τη λήψη μέτρων ώστε να αποφευχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις σε χαμηλές νησιωτικές περιοχές όπως είναι τα νησιά Marshal και οι Μαλδίβες, αλλά και σε ολόκληρες χώρες που φιλοξενούν εκτεταμένες δελταϊκές πεδιάδες χαμηλού υψομέτρου όπως είναι το Bangladesh, η Νιγηρία, η Αίγυπτος και η Κίνα.

- Ο αριθμός των ανθρώπων που υποφέρουν σήμερα απο πλημμύρες στην παράκτια ζώνη εκτιμάται σε 40 εκατομμύρια, και αναμένεται να διπλασιαστεί ή ακόμη και να τριπλασιαστεί έως το έτος 2100.

- Οι προσπάθειες προσαρμογής στα νέα δεδομένα που προκύπτουν απο την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης θα πρέπει να συμπεριλάβουν την εκτίμηση των περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και πολιτισμικών αξιών ανά τμήματα της παράκτιας ζώνης. Μία τέτοια εκτίμηση θεωρείται απαραίτητη διότι αρκετές χώρες θα βρεθούν στη δύσκολη θέση να πάρουν αποφάσεις σχετικά με το ποιες ακτές θα πρέπει να προστατέψουν και ποιες θα πρέπει να εγκαταλείψουν.

Μια ένδειξη των μεγάλων χρηματικών ποσών που απαιτούνται για την προστασία των παράκτιων περιοχών αποτελεί η εκτίμηση του Houghton (1994) σύμφωνα με τον οποίο μόνο για τις ΗΠΑ το οικονομικό κόστος για την προστασία των ακτών και των απωλειών σε γή θα φθάσει περίπου τα 7 δισεκατομμύρια δολάρια χωρίς στο ποσό αυτό να περιλαμβάνεται το κόστος απο την υφαλμύριση του υπόγειου νερού απο την θάλασσα, ο περιορισμός της γεωργικής γης και των αγροτικών δραστηριοτήτων στην παράκτια ζώνη και τα προβλήματα υγείας που πιθανά να προκαλέσει η μελλοντική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης.

Η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού και των οικονομικών δραστηριοτήτων διατάραξε την περιβαλλοντική και κοινωνική ισορροπία στις παράκτιες περιοχές. Επιπλέον, τα καταστροφικά φυσικά φαινόμενα και οι άτοπες ανθρώπινες επεμβάσεις δημιούργησαν ένα ιδιαίτερα πολυσύνδετο πλέγμα αλληλένδετων προβλημάτων που μπορούν να καταταχθούν στις εξής κατηγορίες:

A) Βιοφυσικά προβλήματα

- Καταστροφή ενδιαιτημάτων ως αποτέλεσμα ανεπαρκούς οικοδομικού και χωροταξικού σχεδιασμού ή αξιοποίησης των θαλασσών

- Απώλεια βιολογικής ποικιλότητας, συμπεριλαμβανόμενης της μείωσης των αποθεμάτων ιχθύων, τόσο των παράκτιων όσο και εκείνων της ανοιχτής θάλασσας, ως αποτέλεσμα της καταστροφής παράκτιων τόπων αναπαραγωγής

- Μόλυνση των χερσαίων και υδάτινων πόρων ως αποτέλεσμα της διάχυσης της ρύπανσης απο θαλάσσιες ή χερσαίες πηγές

- Υπερκατανάλωση των υπόγειων υδάτων για την ύδρευση-άρδευση και η διείσδυση θαλασσινού νερού στους υδροφόρους ορίζοντες των παράκτιων περιοχών.

B) Κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα

- Καταστροφή της πολιτιστικής κληρονομιάς και διάλυση του κοινωνικού ιστού ως αποτέλεσμα της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης (τουρισμός)
- Ανεργία και κοινωνική αστάθεια που προκύπτουν από την παρακμή των παραδοσιακών ή περιβαλλοντικά συμβατών τομέων της οικονομίας, όπως της παράκτιας αλιείας μικρής κλίμακας
- Ανταγωνισμός μεταξύ των χρηστών για την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων
- Απώλεια περιουσίας και ευκαιριών ανάπτυξης ως αποτέλεσμα της παράκτιας διάβρωσης και της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης

Για την αντιμετώπιση και την επιτυχή επίλυση των παραπάνω προβλημάτων, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης καλεί, με την Σύσταση 2002/413/EC, ΟJ L148 της 6.6.2002, τα Κράτη Μέλη να διαμορφώσουν εθνικές στρατηγικές για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ). Αυτές οι εξειδικευμένες πολιτικές θα πρέπει να παίξουν αποφασιστικό ρόλο στην προώθηση της ΟΔΠΖ σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όπως υποδεικνύεται στην Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «Για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών: Μια στρατηγική για την Ευρώπη» [COM(2000) 547 τελικό, 27.09.2000]

7.5. Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100 στον ελλαδικό χώρο και ενδεχόμενες επιπτώσεις.

Δυστυχώς ανάλογη ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων για τον Ελλαδικό χώρο δεν έχει πραγματοποιηθεί σε εθνικό επίπεδο. Η μεγάλη άνοδος της θερμοκρασίας που αναμένεται στη χώρα μας στο δεύτερο μισό του 21^{ου} αιώνα σημαίνει λιγότερες βροχοπτώσεις, υφαλμύρωση των υδροφόρων και απώλεια παράκτιας ζώνης, λόγω της ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας. Οι αλλαγές αυτές υπολογίζονται στο τέλος του αιώνα, αλλά το αν θα συμβούν το 2050 ή το 2060 κανείς δεν γνωρίζει με ακρίβεια. Γενικά η Νότια Μεσόγειος θα αντιμετωπίσει πρόβλημα, καθώς βρίσκεται στο νότιο γεωγραφικό πλάτος που έχει τάσεις προς την ερημοποίηση.

Η Ελλάδα βρίσκεται σε μεταίχμιο, δηλαδή μεταξύ του κλίματος της Αφρικής και του κλίματος της Βόρειας Ευρώπης γεγονός που την κάνει να κλίνει περισσότερο προς

την ερημοποίηση. Οι επιπτώσεις στις χαμηλές ακτές της ηπειρωτικής χώρας έχουν εξετασθεί και έχουν εξαχθεί κάποιες πρώτες εκτιμήσεις και αποτελέσματα (Gaki-Papanastassiou K., et al., 1997, Μαρουσιάν Χ. κ.α., 2001). Επίσης κάποιες μελέτες έχουν γίνει και αφορούν τις επιπτώσεις της ανόδου στον παράκτιο χώρο της νησιωτικής Ελλάδας (Georgas D., 2000, Παύπουλος Κ., κ.α. 2001).

Για την ηπειρωτική Ελλάδα τα μήκη που αντιστοιχούν σε απόκρημνες ακτές και σε παράκτιες πεδιάδες είναι 48,04% και 38,27% αντίστοιχα ενώ σε δελταϊκές πεδιάδες, λιμνοθάλασσες και σε παραλίες αντιστοιχούν πολύ μικρότερα ποσοστά που ανέρχονται σε 6,39%, 3,73% και 3,57% αντίστοιχα (Gaki-Papanastassiou et al., 1997). Η διανομή των πέντε τύπων ακτών ανά γεωγραφικό διαμέρισμα δεν είναι ομοιόμορφη παντού. Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη έκταση των χαμηλών παράκτιων περιοχών (δελταϊκές πεδιάδες και λιμνοθάλασσες) στην Θράκη (88%). Οι κύριες περιοχές που οι δελταϊκές πεδιάδες καταλαμβάνουν σημαντική έκταση και αναμένεται να πληγούν κοινωνικό-οικονομικά από την μελλοντική κατάκλιση λόγω της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης είναι η Ήπειρος (24,23%, με κυριότερα δέλτα του Καλαμά και του Άραχθου) και η Θράκη (25,69%, με σημαντικότερη χαμηλή περιοχή το δέλτα του Έβρου). Έχει υπολογισθεί ότι οι περιοχές των δελταϊκών πεδιάδων που θα κατακλυσθούν από θαλάσσιο νερό έως το 2100, θα καταλαμβάνουν κατά μέσο όρο το 13,16% της συνολικής τους έκτασης.

Γενικά σημαντικά προβλήματα θα έχουμε στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, τα δέλτα των ποταμών Έβρου, Στρυμόνα, Νέστου και Αξιού, ορισμένες περιοχές χαμηλού υψομέτρου γύρω από το Μεσολόγγι και δυτικά της Πάτρας, πολλοί παράκτιοι οικισμοί της Θράκης, η Κρήτη καθώς και πολλά νησιά και μέρη με σημαντική ιστορία. Σοβαρές επιπτώσεις της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης θα αποτελέσουν η αυξανόμενη διάβρωση των ακτών, οι έντονες πλημμύρες, ο κατακλυσμός των παράκτιων περιοχών χαμηλών κλίσεων, η καταστροφή των υδροτόπων και η υφαλμύρωση των λιμνοθαλασσών και των παράκτιων λιμνών. Οι παράγοντες που θα καθορίσουν αυτές τις επιπτώσεις είναι η σχετική άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, η μείωση των υδάτων, η μεταφορά ιζημάτων από τους ποταμούς και η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση των φαινομένων καταιγίδας και των μεγάλων κυμάτων στους παράκτιους χώρους.

Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης θα υποβαθμίσει τη γη στα παράκτια οικοσυστήματα, στα δέλτα των ποταμών σε πόλεις και οικισμούς που βρίσκονται πολύ κοντά στη θάλασσα και σε χαμηλές υψομετρικά περιοχές. Ενδεικτικά πρέπει να αναφερθεί ότι ο χάρτης του Θερμαϊκού θα αλλάξει ριζικά, το αεροδρόμιο της

Κέρκυρας εάν δεν ληφθούν μέτρα προστασίας θα καλυφτεί, ο αρχαιολογικός χώρος του Ηραίου της Σάμου θα βυθιστεί, η λίμνη Βιστονίδα θα ενωθεί με το Πόρτο Λάγος και σε περιοχές του Αχελώου ο ρυθμός οπισθοχώρησης είναι περίπου 8 μέτρα τον χρόνο και συντελείται με τραγικά μεγάλη ταχύτητα (Δουκάκης Ε., 2005).

Στην Ελλάδα τα τελευταία 30 χρόνια έχουν κτιστεί κατά μήκος της ακτογραμμής περισσότερα από ένα εκατομμύριο σπίτια, τα οποία κινδυνεύουν από τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Εκτιμάται ότι περίπου τα 6.000 από τα 15.000 χιλιόμετρα της ελληνικής ακτογραμμής που έχουν αμμώδη σύσταση και ήπιες κλίσεις, θα έχουν πλημμυρίσει μόνιμα μέχρι το τέλος του αιώνα και θα απολέσει πάνω από 4.000 στρέμματα γης. Σημαντικό ρόλο θα διατελέσει η άντληση των υπόγειων υδάτων του υδροφόρου ορίζοντα σε ορισμένες περιοχές.

Στη χώρα μας, οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης δεν έχουν εξετασθεί ικανοποιητικά και οργανωμένα σε εθνικό επίπεδο. Διάφοροι ερευνητές διενεργούν μετρήσεις της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στον ελλαδικό χώρο. Επίσης το «Κέντρο Εκτίμησης Φυσικών Κινδύνων» έχει προτείνει στους αρμόδιους φορείς τη δημιουργία Τράπεζας Πληροφοριών με σκοπό την αξιολόγηση κάθε περιοχής ανάλογα με τον βαθμό επικινδυνότητας, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα προστατευτικά μέτρα.

Συνοψίζοντας οι κλιματικές αλλαγές θα επιφέρουν στην χώρα μας αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, μείωση των βροχοπτώσεων, αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας και ελάττωση των μέσων ετήσιων κατακρημνίσεων (Δουκάκης Ε., 2005). Με την σειρά τους αυτές οι αλλαγές θα φέρουν προβλήματα στην συνολική υδατική διαθεσιμότητα (προβλήματα στον γεωργικό τομέα αρχικά) με φαινόμενα λειψυδρίας, στην εδαφική υγρασία, μείωση της έκτασης τουριστικών περιοχών λόγω κατάκλισης, προβλήματα στην βιοποικιλότητα καθώς και στην οικονομία.

Η παράκτια ζώνη της Ελλάδας έχει υψηλή οικολογική, πολιτιστική και οικονομική αξία, παίζοντας ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της χώρας. Το μήκος της ακτογραμμής εκτιμάται μεταξύ 15.000 και 17.000 km, που αντιστοιχεί στο 1/3 της συνολικής ακτής της Μεσογείου. Οι ελληνικές ακτές περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, οικοσυστημάτων, φυσικών πόρων και ενδιαιτημάτων.

7.6. Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης.

Κατά καιρούς έχουν εφαρμοσθεί διάφορες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας παράκτιων περιοχών λόγω της μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε κλίμακα κρατών (El-Raey M., 1997, Li. C.X., et al., 2000, Titus J.G. et al., 1991, Titus J.G and Richman C., 2001). Η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία είναι η ονομαζόμενη «συνήθης» (Common Methodology) (Titus J.G. and Richman C., 2001). Σκοπός των περισσότερων μεθοδολογιών που έχουν κατά καιρούς εφαρμοσθεί είναι η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αυξανόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες επιδρούν στην επικινδυνότητα, η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων και τελικά η λήψη μέτρων προστασίας.

7.7. Μεθοδολογία εκτίμησης των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο θαλάσσιας στάθμης για την περιοχή μελέτης.

Η ανάγκη για απόκτηση μεγάλου όγκου δεδομένων και πληροφοριών για την χρήση τους σε πολλαπλούς σκοπούς ερμηνεύεται ως αποτέλεσμα της ραγδαίας εξέλιξης και αύξησης της βιομηχανίας, του εμπορίου, της τεχνολογίας, της εκμετάλλευσης των φυσικών διαθέσιμων και παράλληλα των απαιτήσεων για καλύτερη ποιότητας ζωής και προστασίας του περιβάλλοντος (Μανιάτης Γ., 1996).

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μια ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η οποία συνέβαλλε αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση διαφόρων γεωγραφικών προβλημάτων. Η χρήση και η εφαρμογή των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), τα οποία είναι υπολογιστικά συστήματα σχεδιασμένα για να υποστηρίξουν τη συλλογή, διαχείριση, επεξεργασία, ανάλυση, μοντελοποίηση και απεικόνιση δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο και μεταβάλλονται στο χρόνο (Στεφανάκης Ε., 2003), αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα στην αποτελεσματική διαχείριση αυτών των προβλημάτων.

Όπως προαναφέρθηκε λόγω του ενισχυμένου φαινομένου του θερμοκηπίου, του El Niño κ.τ.λ αναμένονται τα επόμενα χρόνια αύξηση της συχνότητας και της έντασης

των καταστροφικών φαινομένων. Όλα τα στάδια των φυσικών καταστροφών είναι σημαντικά αλλά ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσιάσουν τα συστήματα λήψης αποφάσεων με έμφαση στην πρόληψη των καταστροφικών επιπτώσεων και την μετρίαση των αρνητικών αποτελεσμάτων.

Τόσο η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η δυνατότητα χρήσης των δορυφορικών δεδομένων αλλά και η συνεχή βελτιστοποίηση των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών όσο και η επιδείνωση των καταστροφικών φυσικών φαινομένων για τον άνθρωπο αλλά και για το φυσικό περιβάλλον δημιούργησαν τις κατάλληλες και ιδανικές συνθήκες δημιουργίας και ανάπτυξης μεγάλων Τραπεζών Πληροφοριών προκειμένου να καλυφτούν οι ανάγκες των εκάστοτε κρατών σε θέματα διαχειριστικού χαρακτήρα των επιπτώσεων. Όσο η τεχνολογική πρόοδος θα παραμένει στο προσκήνιο καθώς και οι κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές επιπτώσεις απο καταστρεπτικά γεγονότα θα αυξάνονται συνεχώς, τα κράτη και οι φορείς (παγκόσμιο, διεθνές, εθνικό επίπεδο) θα επενδύουν στις νέες τεχνολογίες.

Για αυτό το λόγο θα πρέπει να εφαρμοστεί μια κοινή μεθοδολογία για την διαχείριση παρόμοιων γεγονότων με την συμβολή καλά εξειδικευμένων ατόμων, έτοιμων ανά πάσα ώρα και στιγμή να έχουν την γνώση της διαχείρισης παρόμοιων καταστάσεων και αυτό διότι ο διαχειριστής είναι αυτός που πρέπει να έχει άποψη σε όλες τις φάσεις του κινδύνου ή σε μία φυσική καταστροφή και να λάβει αποφάσεις την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Για την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση την κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων που θα είχε στην περιοχή μελέτης μια άνοδος της θαλάσσιας στάθμης κρίθηκε αναγκαίος ο σχεδιασμός και η οργάνωση ενός Σ.Γ.Π. το οποίο περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα που αντλήθηκαν και τις παρατηρήσεις που συλλέχθηκαν. Πραγματοποιήθηκαν ποσοτικές εκτιμήσεις που αφορούν τις ζώνες κατάκλισης από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, υπολογίσθηκαν τα εμβαδά κάλυψης γης και για την βέλτιστη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες.

Κρίνεται αναγκαία η περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε προκειμένου να υλοποιηθεί το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) και να εξαχθούν τα τελικά αποτελέσματα. Τα πρωτογενή δεδομένα που επεξεργάστηκαν για την κατασκευή του ψηφιακού υποβάθρου της περιοχής μελέτης προέκυψαν από 9 τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) έτους έκδοσης 1982.

Οι παράκτιες μορφές και οι σύγχρονες ανθρωπογενείς κατασκευές και επεμβάσεις εντοπίστηκαν, μελετήθηκαν και αποτυπώθηκαν σε χάρτες κλίμακας 1:5000. Για την απεικόνιση της βαθυμετρίας του κόλπου χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) κλίμακας 1:50000 έτους έκδοσης 1992 (φύλλο Σπέτσες-Υδρα) όσο και ο υδρογραφικός χάρτης κλίμακας 1:75000 της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Πολεμικού Ναυτικού έτους έκδοσης 1979. Αναγκαία θεωρήθηκε η χρήση G.P.S. καθώς και φορητών συσκευών στο πεδίο για την ορθή καταγραφή και αποτύπωση των παράκτιων μορφολογικών χαρακτηριστικών και ανθρώπινων επεμβάσεων κατά την διάρκεια της υπαίθριας χαρτογράφησης καθώς και η χρήση κλισίμετρου για την σωστή κατηγοριοποίηση των ακτών, με κριτήριο την μορφολογική τους κλίση. Τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση των γεωμορφών κατά την διάρκεια της χαρτογράφησης αντλήθηκαν από την διεθνή βιβλιογραφία (Trikart J. 1974, Goudie A. et al ., 1981, Gardiner V. and Dakombe R., 1983).

Για τις χρήσεις γης κατά μήκος της παράκτιας ζώνης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το πρόγραμμα Corine της διεύθυνσης χαρτογραφήσεων του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.) για τον νομό Αργολίδας. Επιπλέον οι χρήσεις γης επιβεβαιώθηκαν και συμπληρώθηκαν από υπαίθριες επιτόπιες παρατηρήσεις. Οι χρήσεις γης που συναντώνται στην περιοχή ομαδοποιήθηκαν ξεχωριστά για κάθε τμήμα της περιοχής μελέτης.

Συγκεκριμένα για την περιοχή του Πόρτο Χελίου εντοπίστηκαν 7 κατηγορίες οι οποίες περιλαμβάνουν διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, γη καλυπτόμενη από γεωργική γη και φυσική βλάστηση, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, φυσικοί βοσκότοποι, ελαιώνες, μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις και δάση κωνοφόρων (πεύκο, έλατο). Για την περιοχή της Ερμιόνης διακρίθηκαν 9 κατηγορίες και συγκεκριμένα: διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, φυσικοί βοσκότοποι, οπωροφόρα δέντρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς, μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις, σκληροφυλλική βλάστηση, μη αρδεύσιμη αρώσιμη γη, προσθαλάσσιοι βάλτοι και δάση κωνοφόρων (πεύκου και έλατου).

Στην συνέχεια ελήφθησαν υπόψη διάφορα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης μέχρι το έτος 2100 και εκτιμήθηκε η έκταση που πρόκειται να καλυφθεί από τη θάλασσα σε κάθε μια από τις περιπτώσεις. Συγκεκριμένα εκτιμήθηκε η έκταση ανά χρήση γης της περιοχής που εκτείνεται μεταξύ των υψομετρικών ζωνών που

καθορίζονται από την ακτογραμμή και τις ισοϋψείς των 0,5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m και 4.0 m αντίστοιχα. Παρότι μια άνοδος της στάθμης πάνω από 2m θα μπορούσε να θεωρηθεί απίθανη κρίθηκε αναγκαία η εκτίμηση των χρήσεων γης στις εκτάσεις αυτές διότι μια μελλοντική άνοδος έστω και κατά 0.5 m θα προκαλούσε σαφώς αλλαγές στις χρήσεις γης ακόμη και στα υψόμετρα αυτά.

Επίσης τα δεδομένα για την λιθολογία της περιοχής και η συνεκτίμηση των αποτελεσμάτων της λεπτομερούς παράκτιας γεωμορφολογικής χαρτογράφησης συνέβαλαν στον εντοπισμό τρωτών περιοχών και έγινε μνεία στη σπουδαιότητα της καταγραφής των γεωμορφολογικών διεργασιών που είναι ενεργές στην παράκτια ζώνη σήμερα ώστε να εκτιμηθούν οι μελλοντικές επιπτώσεις.

7.7.1. Δημιουργία ψηφιακών δεδομένων.

Η εισαγωγή του υποβάθρου εργασίας πραγματοποιήθηκε με την σάρωση των παραπάνω χαρτών σε ψηφιακά αρχεία τύπου *.tif χρησιμοποιώντας συσκευή σάρωσης. Πραγματοποιήθηκε εισαγωγή των ψηφιακών αρχείων και οπτικοποίηση τους από το λογισμικό ArcGIS 9.1. Για την επεξεργασία των ψηφιακών χαρτών κρίθηκε απαραίτητη η γεωαναφορά τους. Η γεωαναφορά πραγματοποιήθηκε με την μετατροπή των συντεταγμένων του υπάρχοντος προβολικού συστήματος των χαρτών στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87 καθώς όλα τα επίπεδα των χωρικών δεδομένων πρέπει να βρίσκονται σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς το οποίο και αποτελεί μια από τις βασικές λειτουργίες των Σ.Γ.Π.

Για την μετατροπή των συντεταγμένων αρχικά εντοπίστηκαν και αριθμήθηκαν, για κάθε τοπογραφικό διάγραμμα ξεχωριστά έξι τουλάχιστον ευκρινή σημεία ελέγχου τα οποία είχαν από ένα ζεύγος συντεταγμένων X,Y σε αζιμουθιακή προβολή HATT ελλειψοειδούς Bessel βάσει του διαγράμματος της Γ.Υ.Σ. Στη συνέχεια με τη χρήση του προγράμματος COORD-GR έγινε μετατροπή των ζευγών αυτών (X,Y) από αζιμουθιακή προβολή HATT σε ΕΓΣΑ '87. Ακολούθησε η εισαγωγή κάθε διαγράμματος χωριστά και η οπτικοποίηση του μέσα στο ArcMap του ArcGIS με τη χρήση της εντολής 'File>Add Data..'.Ενεργοποιώντας την εντολή View>Toolbars>Georeferencing πραγματοποιήθηκε άμεσα, μέσω πληκτρολόγησης, η εισαγωγή των συντεταγμένων των επιλεγμένων σημείων του κάθε χάρτη σε ΕΓΣΑ '87.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς ΕΓΣΑ '87 εφαρμόζεται στην εγκάρσια μερκατορική προβολή και στο ελλειψοειδές GRS80. η

απεικόνιση αυτή διατηρεί αναλλοίωτες τις μορφές στοιχειωδών σχημάτων από το ελλειψοειδές στο επίπεδο (λόγω της συμμορφίας της εγκάρσιας μερκατορικής προβολής). Με το σύστημα αυτό η Ελλάδα απεικονίζεται σε μια μόνο ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=24^\circ$ από το μεσημβρινό του Greenwich. Το σύστημα ΕΓΣΑ '87 είναι συμβατό με τις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας και αποτελεί πλέον σήμερα το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς της χώρας ενώ την ευθύνη διαχείρισης συστήματος έχει ο Ο.Κ.Χ.Ε (Στεφανάκης Ε., 2002).

Στη συνέχεια μετά την διαδικασία της γεωαναφοράς υλοποιείται και ο υπολογισμός του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMS). Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα περιγράφει τη μετατόπιση των θέσεων των σημείων ελέγχου κατά το μετασχηματισμό. Ένας τέλειος μετασχηματισμός θα έδινε Rout Mean Sqyare error ίσο με μηδέν. Γενικά όμως σε επιχειρησιακό επίπεδο, ανεκτή θεωρείται μια απόκλιση της τάξης του $\frac{1}{4}$ του χιλιοστού σε μονάδες ψηφιοποίησης καθώς το όριο αυτό αποτελεί και τη διακριτική ικανότητα του ματιού (Χαλκιάς Χ., 2002). Στην παρούσα εργασία όπου χρησιμοποιήθηκαν χάρτες κλίμακας 1:5000 το ανεκτό όριο αυτό αντιστοιχεί σε 1.25 μέτρα επί του εδάφους (ακρίβεια). Πραγματοποιήθηκε έλεγχος στα 9 ψηφιακά αρχεία αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της γεωαναφοράς και διαπιστώθηκε η ορθότητα της ως προς τα παραπάνω.

Τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής μελέτης οργανώθηκαν σε θεματικά επίπεδα διανυσματικής μορφής μέσω του ArcCatalog του ArcGIS των οποίων τα περιγραφικά χαρακτηριστικά και η πηγή δεδομένων παρουσιάζονται στον πίνακα 9. Η οργάνωση, η αποθήκευση, η επεξεργασία, η ανάλυση και η μοντελοποίηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.1.

Θεματικό επίπεδο (Shapefiles)	Μορφή (Feature Type)	Περιγραφικά Χαρακτηριστικά (attribute table)	Πηγή δεδομένων (Source)
Ακτογραμμή	Γραμμή	Κωδικός, μήκος	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ)
Ισοϋψείς	Γραμμή	Κωδικός, υψόμετρο	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ)
Ισοβαθείς	Γραμμή	Κωδικός, βάθος	Υδρογραφικός 1:75000 (Υ.Υ.Π.Ν)
Υδρογραφικό δίκτυο	Γραμμή	Κωδικός, μήκος, είδος, καταστροφή	Τοπογραφικός 1:5000
Οδικό δίκτυο	Γραμμή	Κωδικός, τύπος, είδος	Τοπογραφικός 1:50000, 1:5000
Βαθυμετρία	Σημείο	Κωδικός, βάθος	Υδρογραφικός 1:75000 (Υ.Υ.Π.Ν) Τοπογραφικός 1:50000
Υψομετρία	Σημείο	Κωδικός, ύψος	Τοπογραφικός 1:5000

Εκκλησίες	Σημείο	Κωδικός, όνομα	Τοπογραφικός 1:5000
Παραθεριστικές κατοικίες	Σημείο	Κωδικός	Επιτόπια έρευνα
Γεωλογικοί σχηματισμοί	Πολύγωνο	Κωδικός, σχηματισμός, βαρύτητα	Επιτόπια έρευνα
Ανθρώπινες επεμβάσεις	Πολύγωνο	Κωδικός, εμβαδόν, βάρος απώλειας	Τοπογραφικός 1:5000, Επιτόπια έρευνα
Λιμάνι	Πολύγωνο	Κωδικός, εμβαδόν, βάρος απώλειας	Επιτόπια έρευνα
Υψομετρικές ζώνες χρήσεων γης	Πολύγωνο	Κωδικός, εμβαδόν, κωδικός ζώνης, κωδικός χρήση γής, τύπος, βάρος απώλειας	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ)
Υψομετρικές ζώνες	Πολύγωνο	Κωδικός, εμβαδόν, κωδικός ζώνης, βάρος απώλειας	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ)
Χρήσεις γης	Πολύγωνο	Κωδικός, εμβαδόν, βάρος απώλειας	CORINE, Επιτόπια έρευνα
Δραστηριότητες	Σημείο	Κωδικός, βάρος απώλειας	Επιτόπια έρευνα

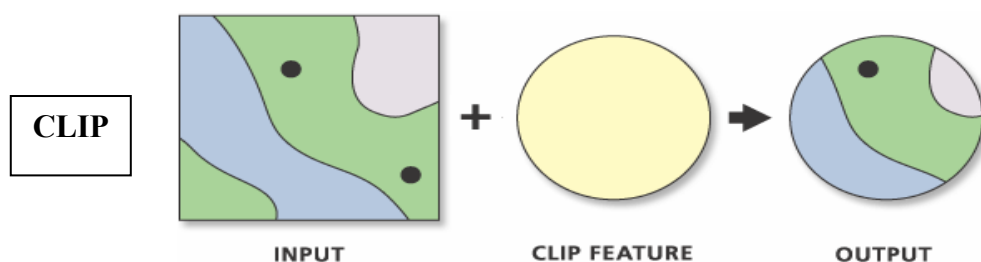
Πίνακας 9. Προσδιορισμός των θεματικών επιπέδων.

Η εμπειρία και η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι υπάρχουν δυο βασικές διαδικασίες-τεχνικές ψηφιοποίησης: η σημειακή και η αλυσιδωτή (Κουτσόπουλος Κ., 2002). Στην παρούσα εργασία η διαδικασία της ψηφιοποίησης πραγματοποιήθηκε με τις δυο μεθόδους, όπου κρίθηκε αναγκαίο, αξιοποιώντας τις αντίστοιχες λειτουργίες και εντολές με σκοπό τον περιορισμό των σφαλμάτων. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ανάθεση των τιμών στον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute table).

Σύμφωνα με τα παραπάνω παρουσιάζονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την υλοποίηση των θεματικών χαρτών του παραρτήματος. Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από μια πιθανή μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης προσδιορίστηκε η έκταση των χαμηλών περιοχών που καταλαμβάνουν τις υψομετρικές ζώνες που βρίσκονται μεταξύ της ακτογραμμής και των ισοϋψών των 0,5m, 1m, 2m, 3m και 4m με στόχο να υπολογιστούν τα εμβαδά των περιοχών που πιθανά να πληγούν ανάλογα με τα διάφορα σενάρια. Αρχικά δημιουργήθηκε ένα πολυγωνικό Shapefile στον ArcCatalog με την ονομασία zones. Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκε ένα μεγάλο πολύγωνο που περιείχε την ακτογραμμή και την ισοϋψή καμπύλη των 4 μέτρων και ακολούθως με το «Cut Polygon feature» διαιρέθηκε στις αντίστοιχες υψομετρικές ζώνες.

Με σκοπό μια αδρή πρώτη προσέγγιση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων εντοπίστηκαν οι χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη και μετρήθηκαν οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι ζώνες αυτές.

Πραγματοποιήθηκε η αποκοπή (CLIP) μεταξύ του επιπέδου των χρήσεων γης (επικαλυπτόμενο επίπεδο) και του επιπέδου των ζωνών της θαλάσσιας στάθμης (επιτιθέμενο επίπεδο) με την δημιουργία καινούργιου επιπέδου που περιέχει μόνον τα πολύγωνα και τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται εντός των ορίων του επιτιθέμενου επιπέδου (Κουτσόπουλος Κ., 2002) από το ArcToolbox>Analysis Tools>Extract>Clip. Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η κατασκευή των χαρτών χρήσεων γης ανά υψομετρική ζώνη, ο υπολογισμός των εμβαδών των χρήσεων γης που θα καλυφθούν σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια καθώς και τις μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στην περιοχή μελέτης που θα οδηγήσουν στην πρόταση λήψης μέτρων για τον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών.



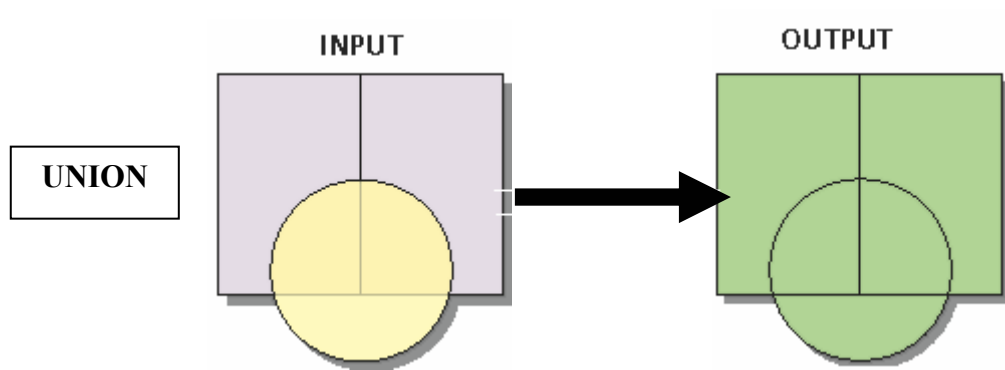
(Πηγή ArcMap> ArcGIS Help)

Σχήμα 12. Απεικόνιση της εντολής χωρικής ανάλυσης.

Για την δημιουργία μιας σειράς θεματικών χαρτών όπου θα απεικονίζεται η βαθμονόμηση βάσει του υψομέτρου και των χρήσεων γης τόσο για την περιοχή της Ερμιόνης όσο και του Πόρτο Χελίου, κρίθηκε αναγκαία η περαιτέρω επεξεργασία των διανυσματικής μορφής αρχείων (vector) των θεματικών αυτών επιπέδων. Έγινε εισαγωγή νέου πεδίου στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών των χρήσεων γης προκειμένου να βαθμονομηθούν ανάλογα με την χρήση τους και για τις δυο περιοχές μελέτης.

Ενώθηκαν (Union) τα επίπεδα των χρήσεων γης και των υψομετρικών ζωνών σενάρια ης θαλάσσιας στάθμης με την δημιουργία νέου επιπέδου που περιέχει πολύγωνα και τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται και στους δυο πίνακες των περιγραφικών χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων (Κουτσόπουλος Κ., 2002). Η σειρά εντολών που ακολουθήθηκαν είναι ArcToolbox>Analysis Tools>Overlay>Union. Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η κατασκευή των χαρτών

βαθμονόμησης και εκτίμησης της επικινδυνότητας λαμβάνοντας υπόψη τις χρήσεις γης και το υψόμετρο των εκτάσεων που αναμένεται να καλυφθούν σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια. Οι χρήσεις γης δίνουν μια αίσθηση των μελλοντικών κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων στις περιοχές μελέτης. Αυτή η μεθοδολογία μπορεί να οδηγήσει σε προτάσεις λήψης μέτρων για τον περιορισμό των αρνητικών συνεπειών.



(Πηγή ArcMap> ArcGIS Help)

Σχήμα 13. Απεικόνιση της εντολής χωρικής ανάλυσης.

Το νέο παραγόμενο αρχείο για κάθε μια περίπτωση διαθέτει όλα τα περιγραφικά χαρακτηριστικά από τα αρχεία των χρήσεων γης και των υψομετρικών ζωνών. Πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή νέου πεδίου προκειμένου να αθροιστούν οι τιμές βαθμονόμησης για τα πεδία ενδιαφέροντος. Το τελικό αποτέλεσμα του αθροίσματος παίρνει τιμές από 1 έως 9 αφού οι τιμές των πεδίων που έλαβαν μέρος στην διαδικασία είναι κυμαίνονται από 1 έως 5.

Το τελικό αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι μια σειρά θεματικών χαρτών και για τις δυο περιοχές που απεικονίζουν τόσο τις υψομετρικές ζώνες (Χάρτες 10-14, παράρτημα II) όσο και τις χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη κατάκλυσης (Χάρτες 15-19, παράρτημα II) καθώς και μια σειρά χαρτών με την βαθμονόμηση βάσει του υψομέτρου και της χρήσης γης τόσο για την περιοχή του Πόρτο Χελίου όσο και για την Ερμιόνη (Χάρτες 20-24, παράρτημα II).

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων που αφορούν μήκη (μήκος ακτογραμμής) και εμβαδά (εκτάσεις με συγκεκριμένη χρήση γης) πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή αυτοματοποιημένου υπολογισμού των εμβαδών με την αξιοποίηση των αναλυτικών λειτουργιών του λογισμικού (παραμετροποίηση με χρήση κώδικα VBA) για τις αντίστοιχες περιπτώσεις. Οι μετρήσεις που εκτιμήθηκαν επεξεργάστηκαν με την χρήση του προγράμματος Excel και τα αποτελέσματα τους απεικονίσθηκαν με την

μορφή ενιαίου πίνακα και διαγραμμάτων για κάθε σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.

Για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων της παραπάνω μεθοδολογίας αξιοποιήθηκε το λογισμικό ως προς της χαρτογραφικές δυνατότητες και σχεδιάστηκαν οι ακόλουθοι χάρτες:

- Γεωλογικοί χάρτες των περιοχών μελέτης
- Γεωμορφολογικοί χάρτες
- Χάρτες υψομετρικών ζωνών
- Χάρτες ζωνών των χρήσεων γης που πρόκειται να κατακλυστούν και εκτείνονται από την ακτογραμμή έως τις ισοϋψείς καμπύλες των 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m 4.0 m.
- Χάρτες βαθμονόμησης ανάλογα με το υψόμετρο και τις χρήσεις γης.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο η κλίμακα απεικόνισης της παράκτιας γεωμορφολογικής χαρτογράφησης όσο και η κλίμακα απεικόνισης των χρήσεων γης είναι διαφορετική από την κλίμακα των δεδομένων των χρήσεων γης που αντλήθηκαν από το πρόγραμμα corine. Παρότι η γεωμορφολογική χαρτογράφηση ήταν λεπτομερής (κλίμακα 1:5000) τα διαθέσιμα δεδομένα των χρήσεων γης του corine παρέχονται από δεδομένα κλίμακας 1:100000 με συνέπεια η ακρίβεια των υπολογισμών να είναι περιορισμένη. Το πρόβλημα αυτό μετριάστηκε με την επιτόπια παρατήρηση και την καταγραφή των χρήσεων γης και των ορίων τους με τη χρήση του ενσωματωμένου GPS στο pocket PC και την χρήση του λογισμικού ArcPad.

7.7.2. Χάρτες υψομετρικών ζωνών.

Η εκτίμηση της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ των διαφόρων υψομετρικών ζωνών βοήθησε στον αρχικό εντοπισμό των χαμηλών περιοχών κατά μήκος της ακτογραμμής που πρόκειται να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα. Για την απεικόνιση των περιοχών αυτών σχεδιάστηκαν οι Χάρτες (*Χάρτες 10-14, Παράρτημα II*) στους οποίους φαίνονται οι περιοχές που βρίσκονται στις διάφορες υψομετρικές ζώνες και πρόκειται να αντιμετωπίσουν προβλήματα. Είναι προφανές ότι όσο χαμηλότερα βρίσκεται μια περιοχή τόσο περισσότερο κίνδυνο διατρέχει. Συνεπώς μεγάλης επικινδυνότητας θεωρούνται οι εκτάσεις μεταξύ 0 m και 0.5 m, μικρότερης οι

εκτάσεις 0.5-1.0 m ακόμη μικρότερης οι περιοχές μεταξύ 1.0 m και 2.0 m και τον μικρότερο κίνδυνο θα εμφανίσουν οι περιοχές μεταξύ 0 m- 3 m και 4.0 m. Για αυτό τον σκοπό στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου θεματικού επιπέδου υπάρχει ένα πεδίο ID με τιμές από 1-5 το οποίο δηλώνει ότι μεγαλύτερη πιθανότητα κατάκλυσης (5) έχει υψομετρική ζώνη 0-0,5 μέτρα και συνεχίζοντας κατά φθίνουσα σειρά τη μικρότερη πιθανότητα κατάκλυσης 1 έχει η υψομετρική ζώνη των 4.0 m.

Και για τις δυο περιοχές μελέτης η χρωματική διαβάθμιση στους χάρτες που σχεδιάστηκαν έχει σκοπό τη διάκριση των εκτάσεων. Έτσι οι εκτάσεις μεταξύ 0 και 0.5 m που πρόκειται να πληγούν άμεσα απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα. Το δεύτερο σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-1.0 m και η επιπλέον έκταση που θα κατακλυστεί σε σχέση με το πρώτο σενάριο απεικονίζεται με κόκκινο ανοικτό χρώμα. Για το τρίτο σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη 0-2.0 m, έγινε η επιλογή του πορτοκαλί χρώματος προκειμένου να παρουσιαστεί η πρόσθετη έκταση κατάκλυσης σε σχέση με το πρώτο και δεύτερο σενάριο. Για τη τέταρτη υψομετρική ζώνη 0-3.0 m οι επιπλέον εκτάσεις της περιοχής μελέτης που προστίθεται, δηλαδή αυτές μεταξύ 2.0 m και 3.0 m που είναι και οι λιγότερο επικίνδυνες, σε σχέση με τα προαναφερθέντα σενάρια, απεικονίστηκαν με μπεζ χρώμα. Τέλος για η πέμπτη υψομετρική ζώνη 0-4.0 m οι επιπλέον εκτάσεις της περιοχής μελέτης που προστίθεται, δηλαδή αυτές μεταξύ 3.0 m και 4.0 m που είναι και οι λιγότερο επικίνδυνες, σε σχέση με τα προαναφερθέντα σενάρια, απεικονίστηκαν με κίτρινο χρώμα.

Πόρτο Χέλι

Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο οι εκτάσεις μεταξύ 0 και 0.5 m που πρόκειται να πληγούν άμεσα στην περιοχή του Πόρτο Χελίου βρίσκονται ανάμεσα στην περιοχή Ντράσεζα και Αγ. Θεόδωρος ανατολικά του λιμανιού, καθώς και ένα μικρής έκτασης τμήμα εντοπίζεται στην περιοχή του όρμου Χηνίτσα. Λαμβάνοντας υπόψη το δεύτερο σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης που περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-1.0 m η επιπλέον έκταση που θα κατακλυστεί εντοπίζεται στις περιοχές Παναγία στον όρμο Βερβερόντα, ανατολικότερα κατά μήκος της ακτογραμμής σε όλη την περιοχή της λιμνοθάλασσας, τμήμα στην περιοχή του λιμανιού του Πόρτο Χελίου,

στην περιοχή ανάμεσα στην Ντράσεζα και στον Αγ. Θεόδωρο καθώς και σε κολπίσκους κατά μήκος της ακτογραμμής στον όρμο Χηνίτσα.

Επιπλέον για το τρίτο σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη 0-2.0 m, οι περιοχές κατάκλισης πληθαίνουν. Περιορισμένης έκτασης τμήματα εντοπίζονται στα βορειοδυτικά της περιοχής μελέτης και συγκεκριμένα στην περιοχή Βαθεια Λάκκα και Βερβερόντα. Στην συνέχεια και πιο ανατολικά κατά μήκος της ακτογραμμής παρατηρείται μια αρκετά εκτεταμένη έκταση κατάκλυσης σύμφωνα με το τρίτο σενάριο που ξεκινά από την περιοχή της Παναγίας και επεκτείνεται μέχρι και όλο το εσωτερικό της λιμνοθάλασσας κατά μήκος της ακτογραμμής. Επιπλέον περιοχές κατάκλυσης σύμφωνα με αυτό το σενάριο εντοπίζονται στο δυτικό και ανατολικό τμήμα του λιμανιού, στην περιοχή Ντράσεζα, Αγ. Θεόδωρος και στους κολπίσκους που βρίσκονται εσωτερικά του όρμου Χηνίτσα.

Για τη τέταρτη και πέμπτη υψομετρική ζώνη 0-3.0 m και 0-4.0 m οι επιπλέον εκτάσεις της περιοχής μελέτης που προστίθεται, δηλαδή αυτές μεταξύ 2.0 m και 4.0 m εντοπίζονται σε όλο το μήκος της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης. Έτσι λοιπόν από το ακρωτήριο Κόρακας ως το Ακρωτήριο Χηνίτσα παρατηρούνται εκτάσεις που περιλαμβάνονται σε αυτές τις υψομετρικές ζώνες. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτές τις υψομετρικές ζώνες εντοπίζονται εκτάσεις που θα κατακλυστούν σε τμήματα του Νησιού του Πόρτο Χελίου νοτιοδυτικά του λιμανιού και στο νησί Χηνίτσα στο ανατολικό άκρο της περιοχής μελέτης. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα σενάρια κατάκλυσης από μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όλες οι περιοχές που θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα απεικονίστηκαν από μια σειρά θεματικών χαρτών στον παράρτημα II (*Χάρτες 10-12, Παράρτημα II*).

Ερμιόνη

Για την περιοχή της Ερμιόνης εφαρμόστηκε η ίδια μεθοδολογία. Έτσι λοιπόν σύμφωνα με το πρώτο σενάριο οι εκτάσεις μεταξύ 0 και 0.5 m που πρόκειται να πληγούν άμεσα βρίσκονται στην περιοχή της Κινέττας στα νοτιοανατολικά του όρμου Κάπαρι. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η περιοχή αυτή αποτελεί τμήμα του μεγάλης έκτασης παράκτιου έλους που υπάρχει. Λαμβάνοντας υπόψη το δεύτερο σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης που περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-1.0 m η επιπλέον έκταση που θα κατακλυστεί εντοπίζεται τμήματα στις περιοχές εσωτερικά του λιμανιού της Ερμιόνης, νοτιότερα κατά μήκος της ακτογραμμής σε όλη

την περιοχή Κάπαρι και Ποδάρι, στην περιοχή της Κινέττας και επιπλέον τμήμα του παράκτιου έλους, καθώς και στην περιοχή του όρμου Κουβέρτα κατά μήκος της ακτογραμμής.

Επιπλέον για το τρίτο σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει την υψομετρική ζώνη 0-2.0 m, οι περιοχές κατάκλισης παραμένουν οι ίδιες με το προηγούμενο σενάριο. Σε αυτή την υψομετρική ζώνη πλέον έχει κατακλυστεί εξολοκλήρου το παράκτιο έλος. Για τη τέταρτη και πέμπτη υψομετρική ζώνη 0-3.0 m και 0-4.0 m οι επιπλέον εκτάσεις της περιοχής μελέτης που προστίθεται, δηλαδή αυτές μεταξύ 2.0 m και 4.0 m εντοπίζονται σε όλο το μήκος της ακτογραμμής της περιοχής μελέτης. Έτσι λοιπόν από το βόρειο ακρωτήριο του λιμανιού της Ερμιόνης ως το Ακρωτήρι Μουζάκι παρατηρούνται εκτάσεις που περιλαμβάνονται σε αυτές τις υψομετρικές ζώνες. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτές τις υψομετρικές ζώνες η χερσόνησος του Μπίστι θα αποσπαστεί από τον οικισμό της Ερμιόνης και θα γίνει νησί ανατολικά του λιμανιού και ότι η περιοχή Κάπαρι δυτικά του οικισμού και η περιοχή Κινέττα καλύπτονται σχεδόν εξολοκλήρου. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα σενάρια κατάκλυσης από μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όλες οι περιοχές που θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα απεικονίστηκαν από μια σειρά θεματικών χαρτών στον παράρτημα II (*Χάρτες 13-14 Παράρτημα II*).

7.7.3. Υπολογισμός εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις διάφορες χρήσεις γης.

Για τις δυο περιοχές μελέτης πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσέγγιση της εκτίμησης των αρνητικών επιπτώσεων με τον ποσοτικό υπολογισμό τόσο της έκτασης των χαμηλών περιοχών που θα κατακλυστούν από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όσο και των εκτάσεων με συγκεκριμένες χρήσεις γης των τμημάτων αυτών. Όπως ήδη αναφέρθηκε εκτιμήθηκαν τα αντίστοιχα ποσοστά για κάθε σενάριο και έγινε μια ποιοτική προσέγγιση των επιπτώσεων σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο. Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων τόσο των θεματικών χαρτών των υψομετρικών ζωνών, των χρήσεων γης και των κοινών χαρτών τρωτότητας της βαθμονόμησης βάσει υψόμετρου και χρήσεων γης, βοηθά στον εντοπισμό τμημάτων των περιοχών μελέτης που εμφανίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα. Τέτοιες περιοχές είναι ακτές που έχουν πολύ χαμηλή τοπογραφία.

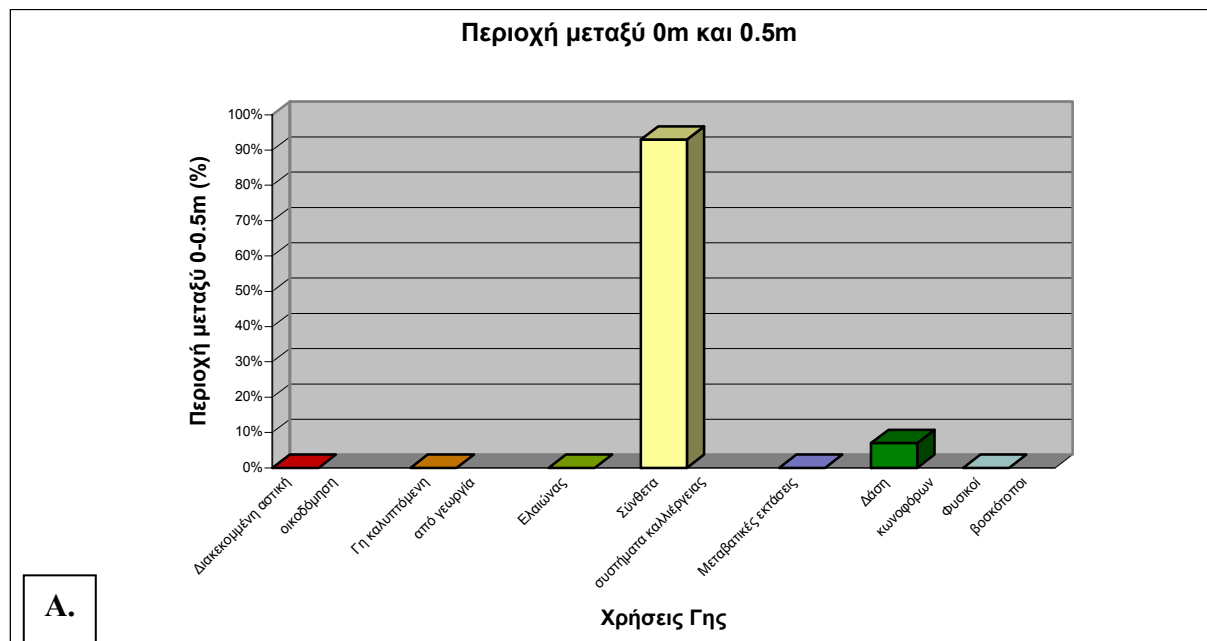
Πόρτο Χέλι

Συγκεκριμένα για την περιοχή του Πόρτο Χελίου παράκτιες περιοχές με χαμηλή τοπογραφία αποτελούν ο όρμος Βερβερόντα με την ευρύτερη περιοχή του Ιχθυοτροφείου, η περιοχή του Λιμανιού, η περιοχή Μπουζαΐικα και τμήματα του όρμου Χηνίτσα καθώς και μέρος του νησιού που βρίσκεται στα δυτικά του όρμου. Σε ορισμένες από τις περιοχές αυτές η κατάσταση επιδεινώνεται διότι πέραν της χαμηλής τοπογραφίας συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων (οικιστική ανάπτυξη, καλλιέργειες κ.α.). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 10 και απεικονίζονται στα διαγράμματα α,β,γ,δ, ε στα Σχήματα 14-18 αντίστοιχα.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	Χρήσεις κάτω από 0.5m		Χρήσεις κάτω από 1m		Χρήσεις κάτω από 2m		Χρήσεις κάτω από 3m		Χρήσεις κάτω από 4m	
	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0	0%	0.01	10.8%	0.037	7.6%	0.037	5.9%	0.09	6.8%
Γη καλυπτόμενη από γεωργία	0	0%	0.0068	3.8%	0.031	6.3%	0.036	5.7%	0.153	11.1%
Ελαιώνας	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0.013	0.7%
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	0.033	93%	0.13	82%	0.38	77.9%	0.513	82%	0.867	62.9%
Μεταβατικές εκτάσεις	0	0%	0	0%	0.01	2.2%	0.01	1.7%	0.09	6.6%
Δάση κωνοφόρων	0.0027	7%	0.0055	3.4%	0.015	3.4%	0.02	2.7%	0.1	7.2%
Φυσικοί βοσκότοποι	0	0	0	0%	0.013	2.6%	0.011	2%	0.066	4.7%
ΣΥΝΟΛΟ	0.036	100%	0.161	100%	0.487	100.0%	0.627	100%	1.379	100.0%

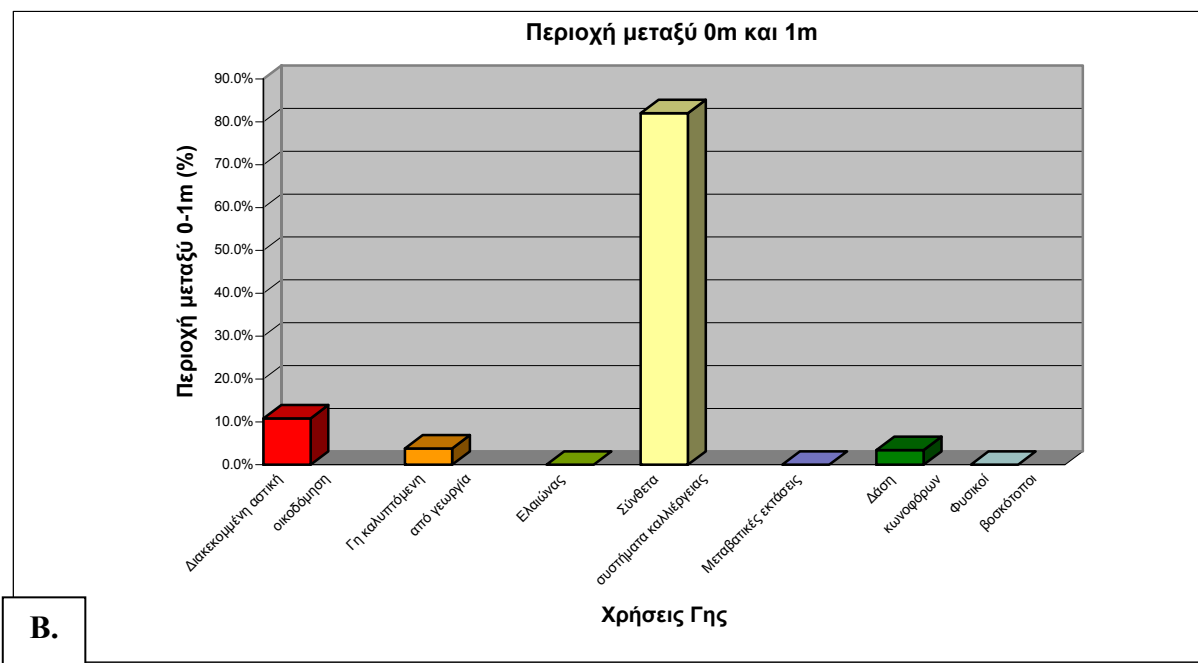
Πίνακας 10. Έκταση (km²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις υψομετρικές ζώνες μεταξύ της ακτογραμμής και των 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m και 4.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο 0-0.5 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί ανέρχεται σε 0.036 km². Οι χρήσεις γης διακρίνονται σε σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (0.033 km²) και δάση κωνοφόρων (0.0027 km²). Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (93%) (Σχήμα 14).



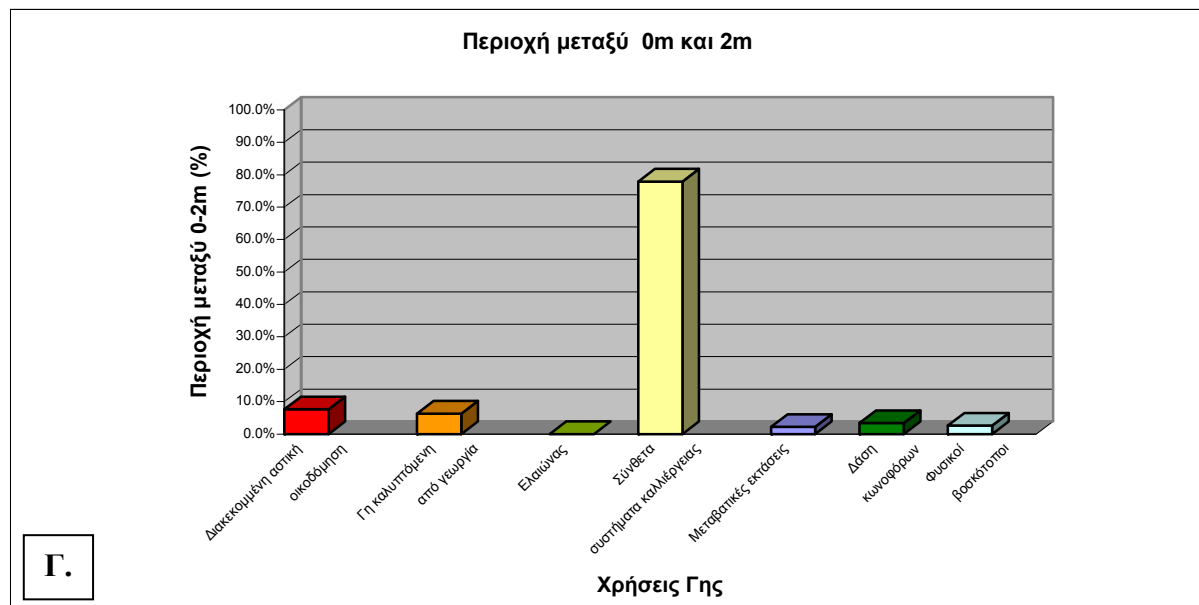
Σχήμα 14. Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο 0-1.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί είναι 0.161 km². Δηλαδή παρατηρείται ένας σχεδόν τριπλασιασμός της έκτασης σε σχέση με την προηγούμενη υψομετρική ζώνη. Υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στις χρήσεις γης σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο ενώ τα ποσοστά της έκτασης τους αλλάζουν αισθητά. Στην υψηλότερη υψομετρική ζώνη υπάρχει μια έκταση 0.01 km² διακεκομμένης αστικής οικοδόμησης, 0.0068 km² γεωργικής γης με, 0.13 km² σύνθετων συστημάτων καλλιέργειας και 0.0055 km² που καταλαμβάνονται από δάση κωνοφόρων. Το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζουν και πάλι τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (82%) (Σχήμα 15).



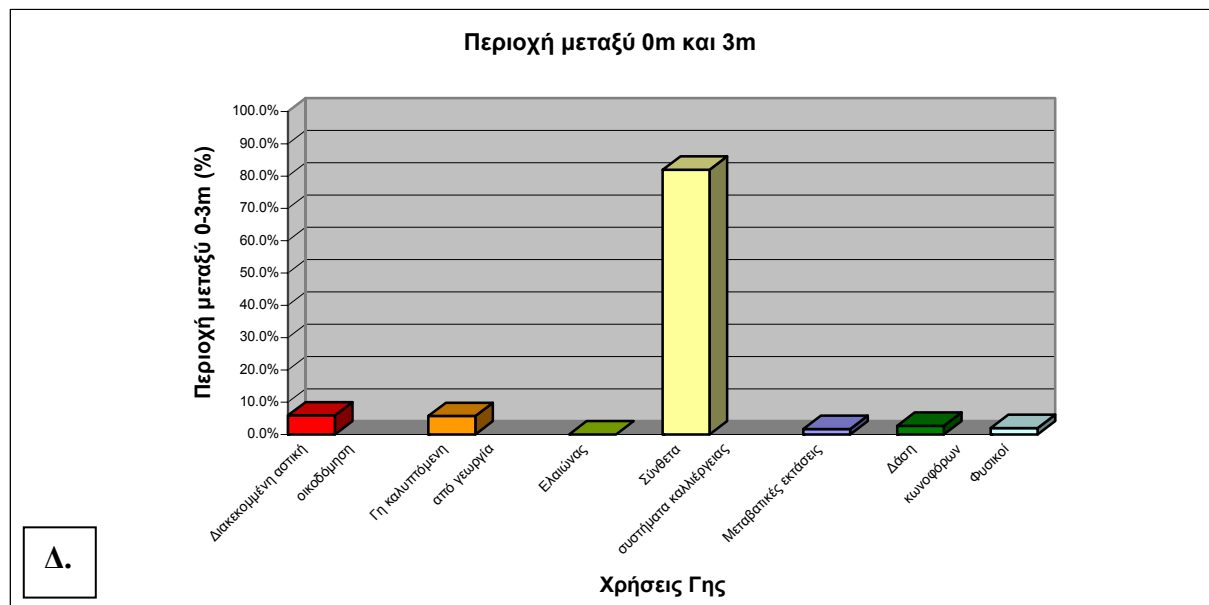
Σχήμα 15. Διάγραμμα B των ποσοστών % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και του 1.0m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Σύμφωνα με την τρίτη παραδοχή (0-2.0 m) η συνολική έκταση που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς των 2.0 m είναι 0.487km² και είναι σχεδόν τετραπλάσια της αντίστοιχης που καταλαμβάνει η περιοχή μεταξύ της ακτογραμμής και του 1.0 m. Υπάρχουν οι ίδιες κατηγορίες χρήσεων γης όπως και στο πρώτο και δεύτερο σενάριο με την εμφάνιση μεταβατικών εκτάσεων και των φυσικών βοσκότοπων. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι ότι στο διάγραμμα των ποσοστών αυτό που αφορά τη γεωργική γη έχει σχεδόν διπλασιαστεί. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζουν και πάλι στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (77.9%), μειωμένο σε σχέση με τη δεύτερη υψομετρική ζώνη ενώ παρατηρείται μια αύξηση του ποσοστού της διακεκομμένης αστικής δόμησης (Σχήμα 16).



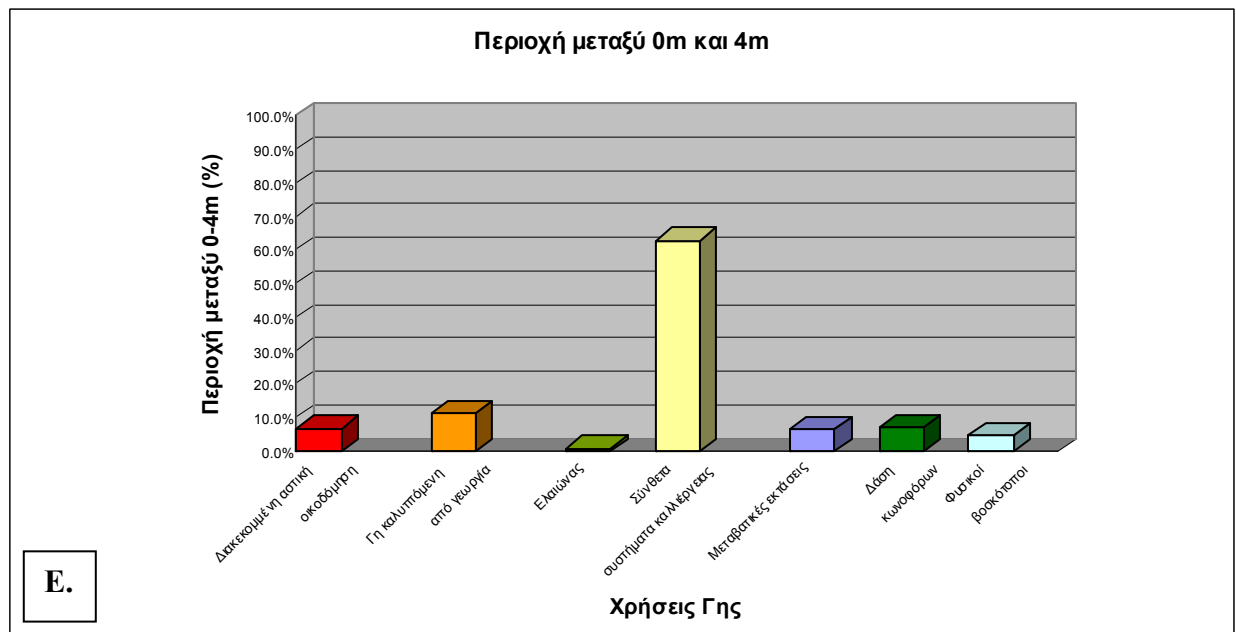
Σχήμα 16. Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 2.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Σύμφωνα με το τέταρτο σενάριο 0-3.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί ανέρχεται στα 0.627 km². Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η υψομετρική αυτή ζώνη περικλείει τις τρεις προηγούμενες. Οι χρήσεις γης ανήκουν στις ίδιες κατηγορίες όπως και στο τρίτο σενάριο, παρατηρείται όμως μια αύξηση των εκτάσεων. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται και πάλι στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (82%). Παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού της διακεκομμένης αστικής δόμησης ενώ μειώνεται το ποσοστό των δασών (Σχήμα 17).



Σχήμα 17. Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 3.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Τέλος με το πέμπτο και τελευταίο σενάριο 0-4.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί είναι 1.379km². Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η υψομετρική αυτή ζώνη περικλείει όλες τις προηγούμενες. Οι κατηγορίες των χρήσεων γης είναι ίδιες και παρατηρείται μια αύξηση στην έκταση που αντιστοιχεί στον διπλασιασμό της σε σχέση με την προηγούμενη υψομετρική ζώνη. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται και πάλι στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (62,9%) (Σχήμα 18).



Σχήμα 18. Διάγραμμα Ε. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 4.0 m για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Συμπερασματικά παρατηρήθηκε ότι για την παράκτια περιοχή το Πόρτο Χελίου το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης για όλα τα σενάρια παρουσιάζουν τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (62,9%). Ακολουθεί η γεωργική γη (11,1%), οι δασικές εκτάσεις κωνοφόρων (7,2%), η διακεκομμένη αστική δόμηση (6,8%), οι μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις (6,6), οι φυσικοί βοσκότοποι (4,7%), οι ελαιώνες (0,7%) και τέλος οι κατοικημένες περιοχές (5%).

Συνεπώς ένα μεγάλο μέρος των παράκτιων περιοχών που καλλιεργούνται θα πληγούν άμεσα η έμμεσα. Είναι προφανές ότι οι άμεσες επιπτώσεις αφορούν τις εκτάσεις που βρίσκονται στις δύο πρώτες υψομετρικές ζώνες (μεταξύ 0 m και 2.0 m) που είναι και αυτές που αναμένεται να κατακλυστούν σύμφωνα με τα πιο απαισιόδοξα σενάρια της IPCC (2001). Οι έμμεσες επιπτώσεις αφορούν τις περιοχές που βρίσκονται σε σχετικά μεγαλύτερο υψόμετρο (2.0-4.0 m) όπου πιθανά να μετατραπούν σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις εξαιτίας της υφαλμύρινσης των υδροφόρων οριζόντων ή να αλλάξουν οι χρήσεις τους.

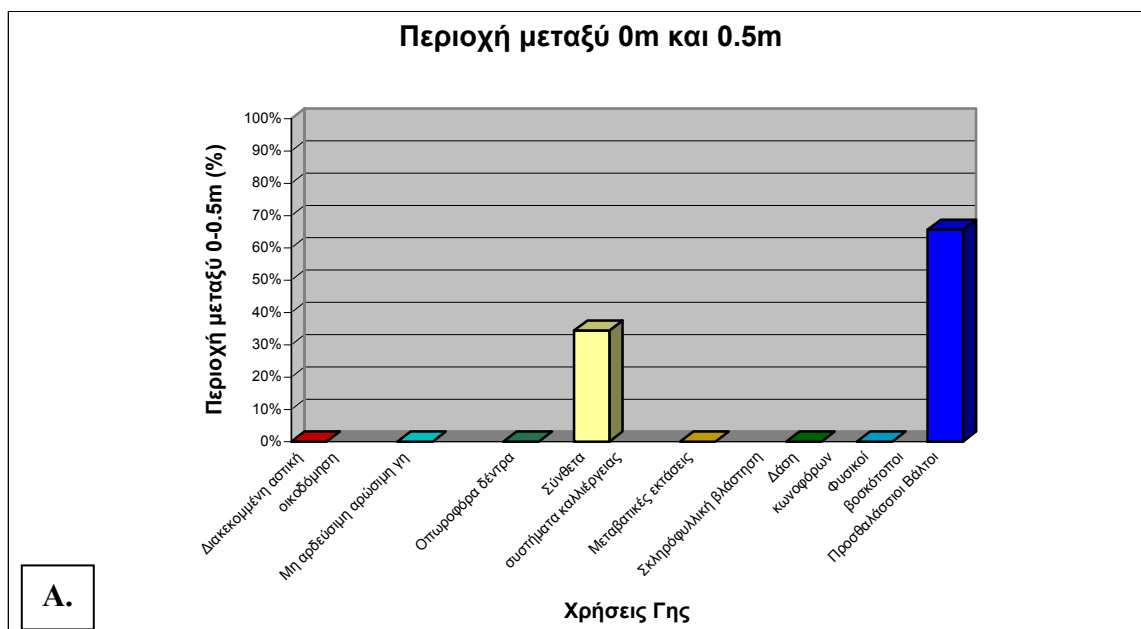
Ερμιόνη

Για την περιοχή της Ερμιόνης θα πρέπει να αναφερθεί ότι συγκριτικά με την περιοχή του Πορτο Χελίου έχει ακτές με χαμηλότερη τοπογραφία και ηπιότερο ανάγλυφο. Τέτοιες χαμηλές περιοχές αποτελούν η βορειοδυτική πλευρά του Λιμανιού, όλη η χαμηλή περιοχή του όρμου Κάπαρι με οι περιοχές Βουλγαίικα, Κινέττα, ο όρμος Κουβέρτα καθώς και το μικρό νησάκι Κάπαρι. Σε ορισμένες από τις περιοχές αυτές η κατάσταση επιδεινώνεται διότι πέραν της χαμηλής τοπογραφίας συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων (οικιστική ανάπτυξη, καλλιέργειες κ.α.). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 11 και απεικονίζονται στα διαγράμματα α,β,γ,δ, ε των σχημάτων 19-23 αντίστοιχα.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	Χρήσεις κάτω από 0.5m		Χρήσεις κάτω από 1m		Χρήσεις κάτω από 2m		Χρήσεις κάτω από 3m		Χρήσεις κάτω από 4m	
	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	0	0%	0.0001	0.50%	0.002	0.50%	0.0031	0.30%	0.05	3.20%
Μη αρδεύσιμη αρώσιμη γη	0	0%	0.082	29.40%	0.2	27.50%	0.297	27.10%	0.407	23.40%
Οπωροφόρα δέντρα	0	0%	0.012	4.40%	0.146	20.10%	0.196	17.90%	0.408	23.50%
Σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	0.006	34%	0.041	14.80%	0.205	28.20%	0.411	37.40%	0.553	31.80%
Μεταβατικές εκτάσεις	0	0%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.022	1.20%
Σκληρόφυλλική βλάστηση	0	0%	0.011	4.00%	0	5.70%	0.058	5.40%	0.134	7.70%
Δάση κωνοφόρων	0	0%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.0141	0.10%
Φυσικοί βοσκότοποι	0	0	0	0.00%	0	0.00%	0	0%	0.015	1.60%
Προσθαλάσσιοι Βάλτοι	0.012	65.60%	0.13	46.90%	0.13	18.00%	0.13	11.90%	0.132	7.50%
ΣΥΝΟΛΟ	0.019	100%	0.278	100%	0.728	100.00%	1.098	100%	1.742	100.00%

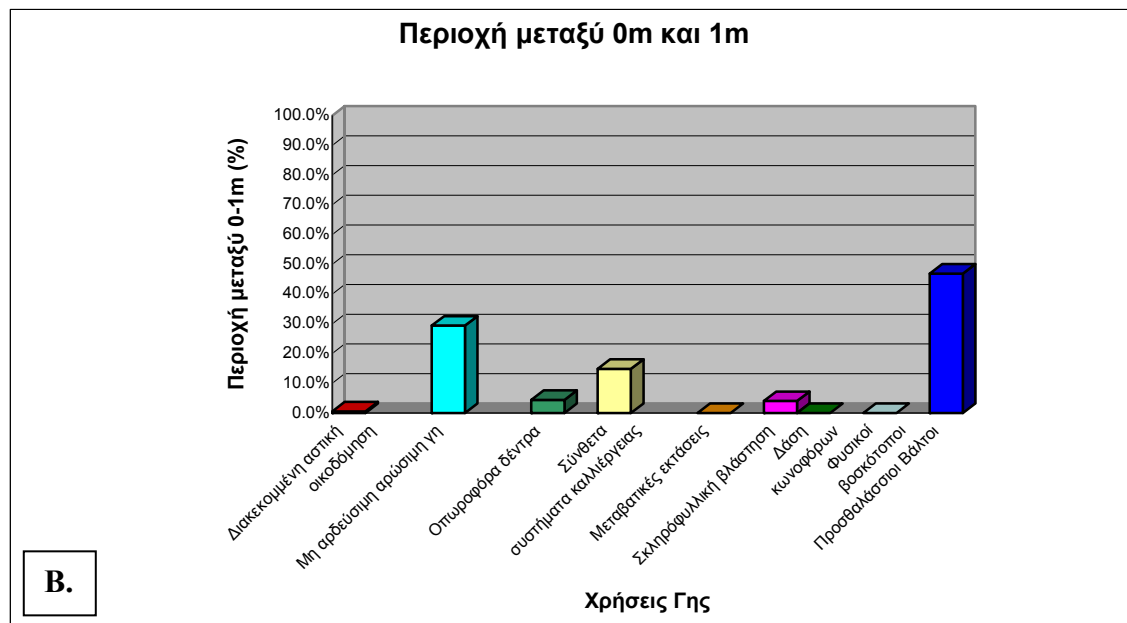
Πίνακας 11. Έκταση (km²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις υψομετρικές ζώνες μεταξύ της ακτογραμμής και των 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0m και 4.0 m για την περιοχή της Ερμιόνης

Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο 0-0.5 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί ανέρχεται σε 0.019 km². Οι χρήσεις γης διακρίνονται σε σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (0.006 km²) και παράκτια έλη (0.0012 km²). Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται στα παράκτια έλη (65.60%) (Σχήμα19).



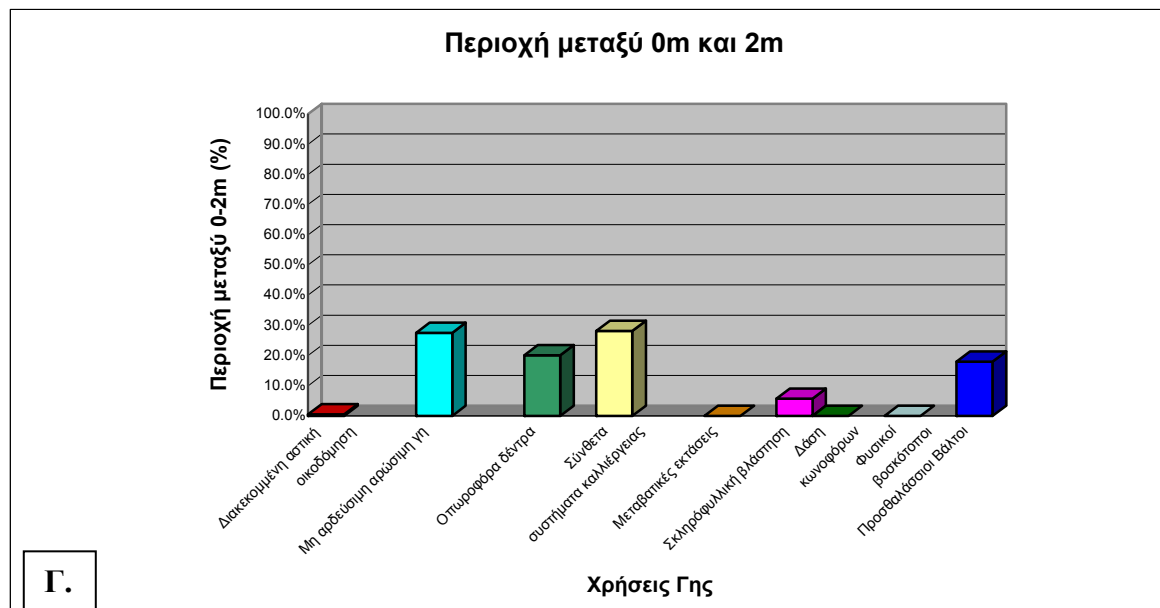
Σχήμα 19. Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-0.5 m για την περιοχή της Ερμιόνης.

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης 0-1.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί ανέρχεται σε 0.278 km². Δηλαδή παρατηρείται ένας σχεδόν δεκαπλασιασμός της έκτασης σε σχέση με την προηγούμενη υψομετρική ζώνη. Υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στις χρήσεις γης ενώ τα ποσοστά της έκτασης τους αλλάζουν αισθητά. Ένα τμήμα της περιοχής καταλαμβάνεται από διακεκομμένη αστική δόμηση (0.0001 km²), σκληροφυλλική βλάστηση (0.011 km²), σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (0.041km²) και οπωροφόρα δέντρα 20,1%. Το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζεται και πάλι στα παράκτια έλη (46.9%) (Σχήμα 20).



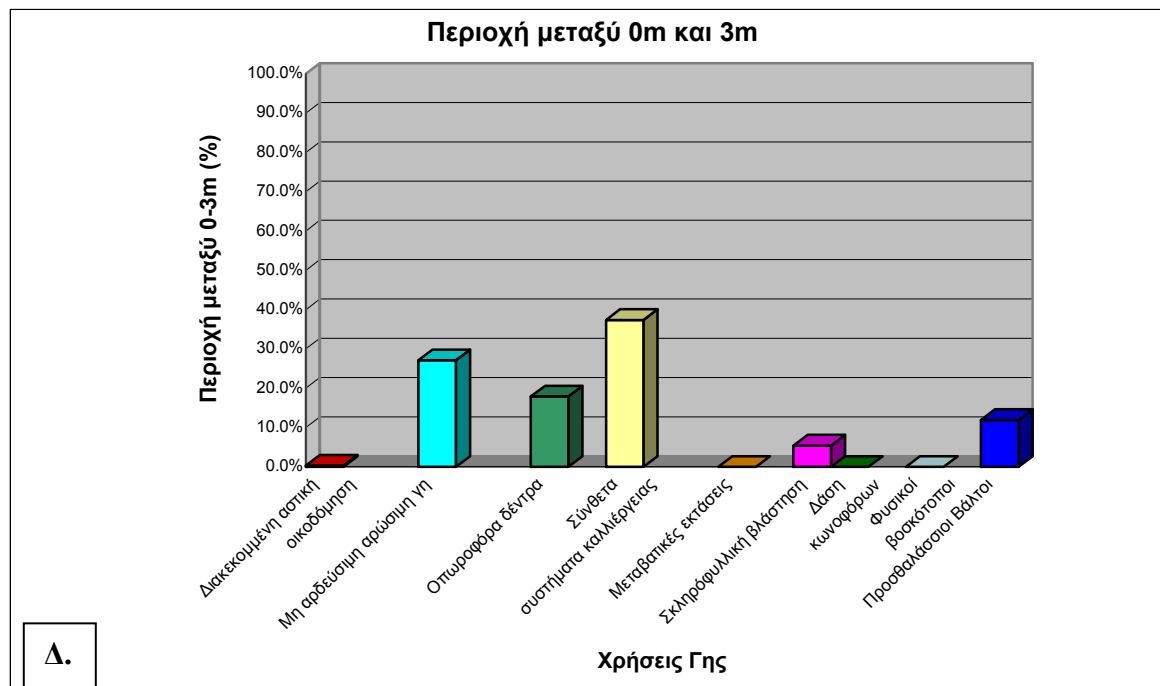
Σχήμα 20. Διάγραμμα των ποσοστών (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-1 m για την περιοχή της Ερμιόνης.

Σύμφωνα με την τρίτη παραδοχή (0-2.0 m) η συνολική έκταση που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και της ισούψους των 2.0 m είναι 0.728 km² και είναι σχεδόν τριπλάσια της αντίστοιχης που καταλαμβάνει την περιοχή μεταξύ ακτογραμμής και του 1.0 m. Διακρίνονται ίδιες κατηγορίες χρήσεων γης με το πρώτο και δεύτερο σενάριο ενώ μεγαλύτερα ποσοστά εντοπίζονται στα οπωροφόρα δέντρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (28.2%). Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό της διακεκομμένης αστικής δόμησης παραμένει σταθερό (Σχήμα 21).



Σχήμα 21. Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και των 2.0 m για την περιοχή της Ερμιόνης.

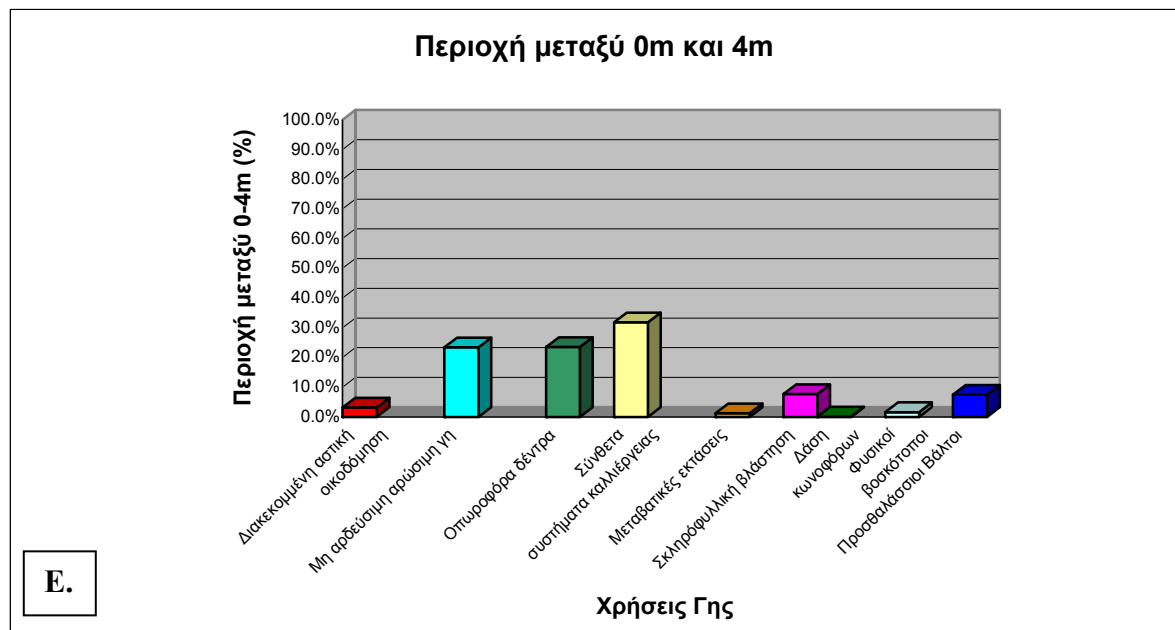
Σύμφωνα με το τέταρτο σενάριο 0-3.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί είναι 1.098 km². Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η υψομετρική αυτή ζώνη περικλείει τις τρεις προηγούμενες. Οι χρήσεις γης διακρίνονται στις ίδιες κατηγορίες με το τρίτο σενάριο ενώ παρατηρείται μια αύξηση στην έκτασή τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται και πάλι στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (37.40%). Παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού της διακεκομμένης αστικής οικοδόμησης και των παράκτιων ελών (Σχήμα 22).



Σχήμα 22. Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και θα κατακλυστούν σύμφωνα με το σενάριο ανόδου 0-3 m για την περιοχή της Ερμιόνης.

Τέλος με το πέμπτο και τελευταίο σενάριο 0-4.0 m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί είναι 1.742 km². Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η υψομετρική αυτή ζώνη περικλείει όλες τις προηγούμενες. Οι χρήσεις γης που καταλαμβάνουν όλη την ζώνη ανέρχονται σε 9 κατηγορίες με μείωση στα συνολικά ποσοστά τα οποία πλέον μας δίνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τις εκτάσεις που θα κατακλυστούν ή θα αλλάξουν χρήση από μια μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται και πάλι στα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (62,9%) με δεύτερο αυτό των οπωροφόρων δέντρων 23.5% και τρίτο των μη αρδύσιμων αρώσιμων εκτάσεων 23.4%. (Σχήμα 23).

Συμπερασματικά παρατηρήθηκε ότι στην περιοχή της Ερμιόνης το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης για όλα τα σενάρια παρουσιάζουν τα σύνθετα συστήματα καλλιέργειας (31.8%). Το μικρότερο ποσοστό για όλα τα σενάρια εμφανίζουν τα κωνοφόρα δάση.



Σχήμα 23. Διάγραμμα Ε. Τα ποσοστά % των χρήσεων γης της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και θα κατακλυστούν σύμφωνα με το σενάριο ανόδου 0-4 m για την περιοχή της Ερμιόνης.

Συνεπώς ένα μεγάλο μέρος των παράκτιων περιοχών που καλλιεργούνται θα πληγούν άμεσα ή έμμεσα. Είναι προφανές ότι οι άμεσες επιπτώσεις αφορούν τις εκτάσεις που βρίσκονται στις δύο πρώτες υψομετρικές ζώνες (μεταξύ 0 m και 2.0 m) που είναι και αυτές που αναμένεται να κατακλυστούν σύμφωνα με τα πιο απαισιόδοξα σενάρια της IPCC (2001). Και για αυτό το τμήμα της περιοχής μελέτης οι έμμεσες επιπτώσεις αφορούν τις περιοχές που βρίσκονται σε σχετικά μεγαλύτερο υψόμετρο (2.0-4.0 m) όπου πιθανά να μετατραπούν σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις εξαιτίας της υφαλμύρινσης των υδροφόρων οριζώντων και των αλλαγών των χρήσεων γης.

7.7.4. Συνδυαστικοί χάρτες επικινδυνότητας λαμβάνοντας υπόψη τις υψομετρικές ζώνες και τις χρήσεις γης.

Η εκτίμηση της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ των διαφόρων υψομετρικών ζωνών καθώς και ο εντοπισμός των χαμηλών περιοχών της παράκτιας ζώνης που πρόκειται να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα έχει ήδη γίνει. Οι συνδυαστικοί χάρτες των υψομετρικών ζωνών και των χρήσεων γης δίνουν μια πρώτη εκτίμηση για την χωροθέτηση των περιοχών υψηλής επικινδυνότητας. Για την απεικόνιση των

περιοχών αυτών σχεδιάστηκαν οι αντίστοιχοι Χάρτες (*Παράρτημα II*). Είναι προφανές ότι όσο χαμηλότερα βρίσκεται μια περιοχή τόσο μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχει. Ο συνδυασμός του υψομέτρου με την χρήση γης με την χρήση γης δίνει μια ένδειξη της οικονομικής αξίας που τίθεται σε κίνδυνο. Απο τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι οι δυο περιοχές μελέτης (Πόρτο Χέλι και Ερμιόνη) εμφανίζουν διαφορές τόσο ως προς τις υψομετρικές ζώνες και τις εκτάσεις κατάκλισης ανά σενάριο, όσο και ως προς τις χρήσεις γης που αναμένεται να κατακλυστούν.

Πόρτο Χέλι

Στην περιοχή του Πόρτο Χελίου μεγαλύτερη τρωτότητα παρουσιάζει η περιοχή του λιμανιού αλλά και η περιοχή Ντράσεζα όπου οι τιμές του αθροίσματος κυμαίνονται από 7 έως 9. Αξιοσημείωτες είναι και οι τιμές στην περιοχή της Βερβερόντα αλλά και εσωτερικά της λιμνοθάλασσας. Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στα χαμηλά υψόμετρα που χαρακτηρίζουν αυτές τις περιοχές όσο και στο ότι η χρήση γης που αποτελείτε κυρίως από σύνθετα συστήματα καλλιέργειών όπου έχουν ιδιαίτερη οικονομική αξία για την περιοχή του Πόρτο Χελίου (*Χάρτες 20-22, Παράρτημα II*).

Ερμιόνη

Ο συνδυασμός των δυο αυτών κριτηρίων, δηλαδή του υψομέτρου και των χρήσεων γης με την μέθοδο της βαθμονόμησης, οδήγησε στη διαπίστωση ότι περισσότερο τρωτή περιοχή στην Ερμιόνη είναι μεγάλης έκτασης τμήματα στην περιοχή Ποδάρι, και στην περιοχή Κινέττα. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους χάρτες (*Χάρτες 23-24, Παράρτημα II*) αυτές οι δυο περιοχές εμφανίζουν άθροισμα από 7 έως 9, δηλώνοντας έτσι ότι είναι ιδιαίτερα ευάλωτες. Εξίσου σημαντική είναι και η περιοχή του Κάμπου αλλά και τμήμα της περιοχή του οικισμού με τιμές από 6 έως 9.

7.7.5. Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (COASTAL VULNERABILITY INDEX- CVI).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι πολύ σημαντικό για μια χώρα να λάβει υπόψη της τις περιβαλλοντικές-φυσικογεωγραφικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών που συντελούνται (υπερθέρμανση του πλανήτη, διάβρωση κλπ.), συμπεριλαμβανομένης της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, για τη βελτίωση της διαχείρισης των παράκτιων ζωνών. Το 1988, η IPCC, στην προσπάθεια της να συλλέξει πληροφορίες για τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές και να διαμορφώσει στρατηγικές αντιμετώπισης του προβλήματος, όρισε την επικινδυνότητα ως «το βαθμό στον οποίο το παράκτιο σύστημα επηρεάζεται από τους διάφορους παράγοντες κλιματικών αλλαγών». Η πρόβλεψη βέβαια της παράκτιας εξέλιξης δεν είναι μια απλή διαδικασία, καθώς αποτελεί τη συνισταμένη πολλών παραγόντων. Διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιήσει την διαχρονική υποχώρηση, τη στατική πλημμύρα, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τη διάβρωση των ακτών, κλπ. Η περισσότερο αποδεκτή μέθοδος προσδιορισμού της παράκτιας επικινδυνότητας αποτελεί το μοντέλο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας αποτελεί ένα δυναμικό, απλό, αντικειμενικό και εύχρηστο μοντέλο προσδιορισμού της επικινδυνότητας των παράκτιων τμημάτων ή ζωνών σε σχέση με τις ενδεχόμενες μελλοντικές μεταβολές της στάθμης της θάλασσας. Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει την «ευαισθησία» του παράκτιου συστήματος σε μεταβολές (διαφοροποίηση ακτογραμμής λόγω ανόδου της στάθμης της θάλασσας) με τη φυσική δυνατότά του για προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η βασική ιδέα του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας είναι η ταξινόμηση της επικινδυνότητας των παράκτιων περιοχών ανάλογα με την τιμή του δείκτη αυτού που εξαρτάται από ορισμένες μεταβλητές ή παραμέτρους (Pendleton, A.E., et al. 2004).

Ο πρωταρχικός σκοπός της πρόβλεψης της μεταβολής της ακτογραμμής λόγω ανόδου της στάθμης της θάλασσας είναι η ποσοτικοποίηση των σημαντικών διεργασιών-μεταβλητών που συμβάλλουν στην διαμόρφωση και εξέλιξη μιας παράκτιας περιοχής. Η μεθοδολογία εκτίμησης του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας που αναλύεται παρακάτω, έχει βασικό σκοπό τον εντοπισμό περιοχών που ενδέχεται να είναι περισσότερο ευάλωτες σε διεργασίας σε μια μελλοντική άνοδο της στάθμης της

θάλασσας. Η μεθοδολογία αυτή εστιάζει σε 6 μεταβλητές που επηρεάζουν καταλυτικά την εξέλιξη και διαμόρφωση μιας ακτής.

Για τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας χρησιμοποιούνται ορισμένες μεταβλητές. Ο καθορισμός των μεταβλητών αυτών έχει γίνει από διάφορες μελέτες του U.S. Geological Survey (U.S.G.S.) που έχουν πραγματοποιηθεί σε ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού και του Κόλπου του Μεξικού. Οι μεταβλητές οι οποίες επιλέχθηκαν ως σημαντικές για την διαμόρφωση και εξέλιξη των παραπάνω παράκτιων περιοχών είναι οι εξής :

1. Γεωμορφολογία
2. Παράκτια κλίση
3. Ιστορική αλλαγή της ακτογραμμής
4. Σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας
5. Μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων
6. Μέσο εύρος παλίρροιας

Οι μεταβλητές αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: τις φυσικογεωγραφικές μεταβλητές και τις μεταβλητές φυσικών διεργασιών. Στις φυσικογεωγραφικές μεταβλητές περιλαμβάνονται η γεωμορφολογία, η ιστορική αλλαγή της ακτογραμμής και η παράκτια κλίση της ακτογραμμής, ενώ η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, το μέσο ύψος κύματος και το μέσο εύρος παλίρροιας ανήκουν στις μεταβλητές φυσικών διεργασιών.

Το υψόμετρο αποτελεί τον πρώτο δείκτη του κινδύνου κατάκλυσης. Οι παράκτιες περιοχές με υψόμετρα μέχρι ύψος 1m πάνω από τη μέση στάθμη θάλασσας αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη πιθανότητα μόνιμου κατακλυσμού, ενώ οι παράκτιες περιοχές με υψόμετρα μέχρι 4 m από τη μέση στάθμη θάλασσας διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο για παλίρροιες ή σοβαρά κύματα θύελλας. Οι κίνδυνοι για κάθε παράκτια περιοχή μειώνονται σταδιακά για τα υψηλότερα μέσα υψόμετρα.

• Η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας εκτιμάται από ένα δίκτυο παλιρροιογράφων όταν, όπου και αν φυσικά αυτό υπάρχει. Η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σε κάθε τοποθεσία είναι αποτέλεσμα της ευστατικής (1.5 χιλ./έτος) και άλλων κατακόρυφων ανοδικών ή καθοδικών κινήσεων της ξηράς. Οι περιοχές που υποχωρούν ή εκκείνεις με σχετική στάθμη της θάλασσας πάνω από την ευστατική σειρά (περισσότερο από 1,5 χιλ./έτος), ανεξάρτητα από την αρχική αιτία, αντιμετωπίζουν τους μεγαλύτερους κινδύνους κατάκλυσης και ταξινομούνται βάσει αυτής της προϋπόθεσης στον πίνακα.

- Η ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής είναι ένα μέτρο της τάσης μιας ακτής να υποχωρεί ή να προελαύνει. Σε αυτή τη μεταβλητή οι αλλαγές $+ 1,0$ μ/έτος βρίσκονται μέσα στο λάθος μέτρησης και δεν θεωρούνται σημαντικές. Ακτές με ρυθμούς διάβρωσης $- 1$ μ/έτος ή λιγότερο υποχωρούν λόγω διάβρωσης και διατρέχουν σχετικά μεγαλύτερο κίνδυνο. Αντιθέτως, οι ακτές με ρυθμούς μεγαλύτερους από 1 μ/έτος προελαύνουν και διατρέχουν αντίστοιχα χαμηλό κίνδυνο.

- Η γεωλογία και οι παράκτιες γεωμορφές αποτελούν μεταβλητές που συνδέονται με τον κίνδυνο διάβρωσης μιας περιοχής. Μια γενικευμένη κλίμακα της ανθεκτικότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των παράκτιων γεωμορφών στη διάβρωση χρησιμοποιήθηκε από τους Gornitz και Kanciruk. Εξαιτίας της δυσκολίας στην ποσοτικοποίηση της σχετικής αντίστασης στη διάβρωση για κάθε γεωμορφή γης ή του τύπου και της φύσης του υλικού, αυτές οι δύο μεταβλητές ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες αυξανόμενου κινδύνου βάσει της ανθεκτικότητας στη διάβρωση ενός δεδομένου τύπου πετρώματος ή γεωμορφής.

- Το ύψος κύματος (και τα παράκτια ρεύματα που παράγονται από αυτά τα κύματα) μετασχηματίζουν ενεργά την ακτή μέσω της μεταφοράς της απόθεσης και της απομάκρυνσης ιζημάτων.

- Το παλιρροιακό εύρος: συνδέεται με τους μόνιμους και τους επεισοδιακούς κινδύνους κατάκλυσης. Ένα μεγάλο παλιρροιακό εύρος καθορίζει τη χωρική έκταση της ακτής που ενεργεί επάνω απάνω της ο κυματισμός. Οι περιοχές που υφίστανται διάβρωση ποικίλλουν και αυτό εξαρτάται από την ώρα της ημέρας και τις παλιρροιακές συνθήκες. Οι περιοχές με μεγάλα παλιρροιακά εύρη έχουν κοντά στο μηδέν διαπαλιρροιακές ζώνες, ευαίσθητες σε μόνιμο κατακλυσμό. Είναι επίσης ιδιαίτερα ευαίσθητες στην επεισοδιακή πλημμύρα που συνδέεται με κύματα θύελλας, ιδιαίτερα εάν αυτά συμπίπτουν με μεγάλη παλίρροια.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των μεταβλητών του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας για διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί (USGS, IPCC, CPACC) αντλούνται από διάφορες πηγές όπου έχουν αναφερθεί στην μεθοδολογία.

7.7.5.1. Τυποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.

Σε μελέτες του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας που έχουν γίνει σε παγκόσμια κλίμακα, οι 6 μεταβλητές κάθε δεδομένου τμήματος μίας ακτογραμμής λαμβάνουν μία τιμή επικινδυνότητας από 1 μέχρι 5 (από πολύ μικρή επικινδυνότητα μέχρι πολύ υψηλή επικινδυνότητα) βάσει του πίνακα κατηγοριοποίησής τους. Με δεδομένες τις τιμές των 6 μεταβλητών από 1 μέχρι 5 μπορεί να προκύψει για ορισμένο τμήμα μιας ακτογραμμής ο Δείκτης Παράκτιας όπου οι παράγοντες a, b, c, d, e, f λαμβάνουν ακέραιες τιμές από 1 μέχρι 5 βάσει του πίνακα χαρακτηρισμού επικινδυνότητας των 6 μεταβλητών που έχει προηγηθεί (Pendleton, A.E., et al. 2004).

Η τυποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας δίνεται από τον τύπο :

$$C.V.I._6 = \sqrt{[(a*b*c*d*e*f)/6]}$$

Όπου οι παράγοντες λαμβάνουν ακέραιες τιμές με βάση τον πίνακα 12 και αναφέρονται

a: στη γεωμορφολογία

b: στην παράκτια κλίση

c: στο ρυθμό σχετικών μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης

d: στο ρυθμό διάβρωσης/πρόσχωσης της ακτογραμμής

e: στο μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων

f: στο μέσο εύρος παλίρροιας Τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης μπορεί να λαμβάνονται υπόψη παράλληλα με την κοινωνική και οικονομική έρευνα των περιοχών ενδιαφέροντος.

Ταξινόμηση	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Τιμή	1	2	3	4	5
Γεωμορφολογία	Απότομες βραχώδεις ακτές	Ήπιοι βράχοι, κοίλες ακτές	Χαμηλοί βράχοι,παγετώνες, προσχωματικές πεδιάδες	Χαλικώδεις ακτές, εκβολές ποταμών, λιμνοθάλασσες	Αμμώδεις ακτές, υφάλμυρα έλη, δέλτα, κοραλλιογενείς ύφαλοι και παραλίες
Διάβρωση/Πρόσχωση ακτογραμμής (m/έτος)	>2.0	1.0-2.0	-1.0-1.0	-2.0- -1.0	<-2.0
Κλίση ακτής	>0.20	0.20-0.07	0.07-0.04	0.04-0.025	<0.025
Σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης (mm/έτος)	<1.8	1.8-2.5	2.5-2.95	2.95-3.16	>3.16

Μέσο μέγιστο ύψος κύματος (m)	<0.55	0.55-0.85	0.85-1.05	1.05-1.25	>1.25
Μέσο εύρος παλίρροιας	>6.0	4.0-6.0	2.0-4.0	1.0-2.0	<1.0

(Πηγή: Δουκάκης, 2005)

Πίνακας 12. Κατηγοριοποίηση των μεταβλητών του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας.

Ουσιαστικά, ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του γεωμετρικού μέσου ή η τετραγωνική ρίζα του γινομένου των κατηγοριοποιημένων μεταβλητών παράκτιας επικινδυνότητας διαιρουμένου με το πλήθος των μεταβλητών αυτών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο παραπάνω τύπος για το Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στις αμερικανικές ακτές του Ειρηνικού και του Ατλαντικού Ωκεανού. Παρόλα αυτά, οι Gornitz και White (1991) πρότειναν και άλλες τυποποιήσεις του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, οι οποίες εφαρμόστηκαν σε ένα δείγμα 93 παράκτιων τμημάτων. Οι τύποι αυτοί είναι :

Τροποποιημένος γεωμετρικός μέσος
τετραγώνων

$$CVI_2 = \frac{a*b*c*\left(\frac{1}{2}*d\right)*\left(\frac{1}{2}*(e+f)\right)}{4}$$

Τροποποιημένος γεωμετρικός μέσος

$$CVI_4 = \frac{(a*b*c*d*e*f)}{5^2}$$

Μέσος όρος αθροίσματος

$$CVI_3 = \frac{(a^2+b^2+c^2+d^2+e^2+f^2)}{6}$$

Άθροισμα γινομένων

$$CVI_5 = 4*a+4*b+4*c+2*d+2*(e+f)$$

Έτσι με βάση τους παραπάνω παράγοντες λαμβάνει χώρα η μεθοδολογία της βαθμονόμησης της παράκτιας ζώνης ως προς την επικινδυνότητα. Κατ' επέκταση προκύπτουν δυο είδη παράκτιας επικινδυνότητας

- Η απόλυτη με τιμή $0,4 < CVI < 51,03$ όπου το CVI είναι ο δείκτης βαθμονόμησης
- Η σχετική μικρότερη υπολογιζόμενη τιμή $< CVI < \text{μεγαλύτερη υπολογιζόμενη τιμή}$

VIII. ΠΡΟΤΑΣΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (C.V.I.) ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗΣ.

Στην παρούσα εργασία λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα για τις δυο περιοχές μελέτης, προτείνεται η τροποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας. Η πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στις περιοχές του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης αποτελεί έναυσμα για την περαιτέρω επέκταση και εφαρμογή της σε κάθε παράκτια περιοχή μελέτης.

Επιπλέον σκοπό αυτής της εργασίας αποτελεί η εφαρμογή και αφομοίωση βασικών τεχνικών μοντελοποίησης παράκτιας επικινδυνότητας με τη χρήση ΣΓΠ. και η προοπτική να εφαρμοστεί σε παρόμοιες περιπτώσεις παράκτιων περιβαλλόντων. Αναπτύσσεται η τεχνική της σταθμισμένης πολυπαραγοντικής ανάλυσης για τη δημιουργία ενός σχετικά απλοποιημένου μοντέλου εκτίμησης της επικινδυνότητας από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης χρησιμοποιώντας τα ήδη διαθέσιμα για τις περιοχές μελέτης στοιχεία και συλλέγοντας επιπλέον πληροφορίες. Οι βασικές λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται στο πλαίσιο αυτής της εφαρμογής σχετίζονται με διαδικασίες επαναταξινόμησης, μετασχηματισμών, ανάλυσης αναγλύφου και επίθεσης θεματικών επιπέδων.

Βασική επιδίωξη είναι ο προσδιορισμός των περιοχών οι οποίες είναι τρωτές στη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Για να γίνει αυτό εφικτό εξετάζεται ένα σύνολο συνθηκών που σχετίζονται με την επικινδυνότητα μετατρέποντας της σε ποσοτικές παραμέτρους όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια. Αυτές οι παράμετροι αφορούν την παράκτια κλίση, την γεωλογία της περιοχής, την γεωμορφολογία κατά μήκος της παράκτιας ζώνης, τις χρήσεις γης, την υποχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής, το παλιρροιακό εύρος της περιοχής, το ύψος κύματος καθώς και τα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης σύμφωνα με τις μελέτες και τις αναφορές της IPCC.

Μετά την ένταξη των πληροφοριών αυτών στο ΣΓΠ για κάθε μια από τις περιοχές μελέτης, ακολουθεί η συνδυαστική αξιολόγησή τους με την τεχνική της σταθμισμένης πολυπαραγοντικής ανάλυσης. Η υλοποίηση για την περιοχή του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης γίνεται με τα διαθέσιμα ψηφιακά δεδομένα που δίνονται σε διάφορες μορφές. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η πραγματοποίηση κατάλληλων μετασχηματισμών των δεδομένων, ώστε να γίνει εφικτή η υλοποίηση του.

8.1. Τροποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο οι μεταβλητές του εν λόγω δείκτη όπως αυτός έχει προταθεί ως τώρα ήταν 6. Σύμφωνα τόσο με τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα όσο και με τα δεδομένα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της εργασίας αυτής για τις δυο περιοχές μελέτης κρίθηκε αναγκαίος ο επαναπροσδιορισμός των μεταβλητών. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι κοινή για την περιοχή του Πορτο Χελίου και για την περιοχή της Ερμιόνης. Προτείνεται η αύξηση του αριθμού των μεταβλητών από 6 σε 8. Αυτές προτείνεται να αποτελούνται από την παράκτια κλίση, την λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών, την γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης, τις χρήσεις γης, την διάβρωση ή προέλαση κατά μήκος της ακτογραμμής, τα παλιρροιακά χαρακτηριστικά της περιοχής, το ύψος κύματος καθώς και τις υψομετρικές ζώνες σύμφωνα με τα σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης λαμβάνοντας υπόψη τις μελέτες και αναφορές της IPCC. Έτσι λοιπόν η τυποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας δίνεται από τον τύπο :

$$C.V.I. = 5*a+4*b+3*c+3*d+2*e+(f+g+h)$$

Όπου οι παράγοντες λαμβάνουν ακέραιες τιμές και στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται η σχέση συμβόλων και παραμέτρων.

a: στην παράκτια κλίση	b: στα σενάρια ανόδου
c: στη γεωμορφολογία	d: στις χρήσεις γης
e: στη γεωλογία	f: διάβρωσης/πρόσχωσης της ακτογραμμής
g: στο μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων	h: στο μέσο εύρος παλίρροιας

Πίνακας 13. Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).

8.1.1. Ανάλυση μεταβλητών

1. Παράκτια Κλίση

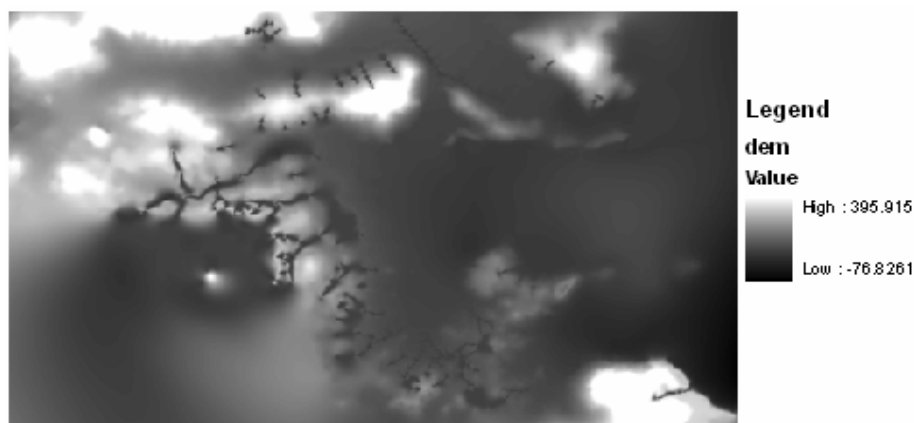
Η παράκτια κλίση και για τις δυο περιοχές μελέτης υπολογίστηκε από την δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (Digital Elevation Model) που είναι η ψηφιακή αναπαράσταση του αναγλύφου και ξεφεύγει από τη λογική της απεικόνισης θεματικών επιπέδων πληροφορίας σε δυο διαστάσεις. Σε κάθε σημείο με συντεταγμένες x, y αντιστοιχεί μια τιμή της μεταβλητής z, καθώς το υψόμετρο μιας περιοχής είναι μια συνεχή κατά χώρο μεταβολή (σε μοίρες). Η αναπαράσταση της τοπογραφίας με τις ισοϋψείς καμπύλες, τα τριγωνομετρικά σημεία, το υδρογραφικό

δίκτυο των περιοχών και το όριο της ακτογραμμής ελήφθησαν υπόψη για την δημιουργία του DEM για κάθε περιοχή.

Το DEM δημιουργήθηκε μέσα από το πρόγραμμα ArcView μέσω του ArcMap και με την χρήση του Toolbox>Spatial Analyst>Interpolation>Topo to Raster. Εκεί εισήχθησαν οι ισοϋψείς καμπύλες (contours), τα τριγωνομετρικά σημεία (point), το υδρογραφικό δίκτυο (hydrology) και η ακτογραμμή (coastline) με τις ανάλογες παραμέτρους.

Λαμβάνοντας υπόψη την κλίμακα δημιουργίας των δεδομένων αλλά και την υπαίθρια χαρτογράφηση, κρίθηκε σκόπιμο η μοντελοποίηση και η ανάλυση των παραμέτρων να πραγματοποιηθεί με δυο τρόπους. Ο πρώτος περιλαμβάνει την δημιουργία και ανάλυση των δεδομένων με μέγεθος ψηφίδας 5 (pixel size) και ο δεύτερος με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size) που αντιστοιχούν σε μέτρα αντίστοιχα. Αυτοί οι δυο τρόποι αναμένεται να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα λόγω των διαφορών στην λεπτομέρεια που θα έχουν οι πληροφορίες των δεδομένων επεξεργασίας.

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε και με τους δυο τρόπους δεδομένου ότι πρόκειται για την ίδια διαδικασία που εφαρμόζεται για διαφορετική κάθε φορά παράμετρο σκόπιμο όμως να αναφερθεί μια φορά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, αρχικά ορίστηκε το μέγεθός του pixel του παραγόμενου αρχείου raster να είναι 5 (σε μέτρα) με τα ονόματα demerm και demheli αντίστοιχα για κάθε μια από τις δυο περιοχές (Ερμιόνης (Εικ. 7) και Πόρτο Χελίου αντίστοιχα σε μοίρες).

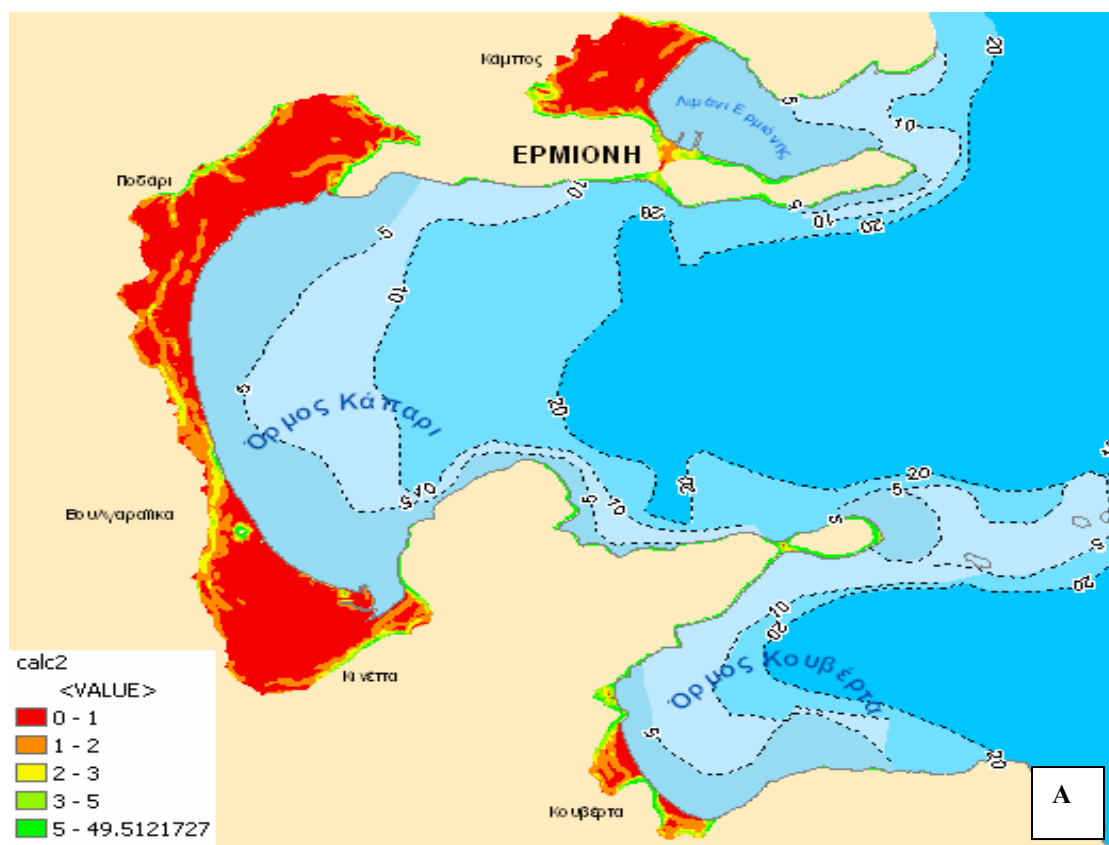


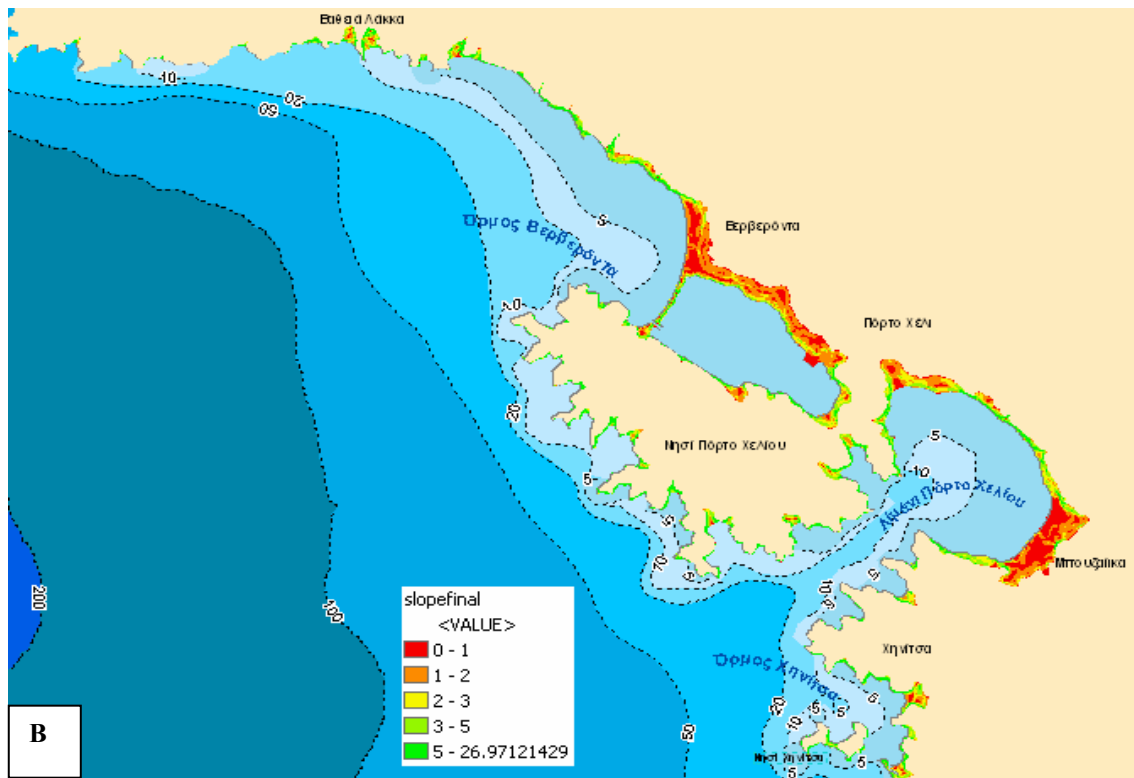
Εικ 7. Στάδιο λειτουργιών για τη δημιουργία του DEM της περιοχή Ερμιόνης.

Η παράκτια κλίση δημιουργήθηκε με την χρήση του Spatial Analyst>Surface Analysis>slope και τα παραγόμενα αρχεία με όνομα slopeerm και slopeheli αντίστοιχα διαθέτουν ίδιο pixel size (5) με το dem. Το τμήμα που απασχολεί την ανάλυση της

παρούσας εργασίας είναι το τμήμα των υψομετρικών ζωνών, και κατ' επέκταση αυξημένη βαρύτητα έχουν οι παράκτιες κλίσεις εσωτερικά αυτών.

Για την άμεση, αποτελεσματική και σύντομη ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων, το dem της κάθε περιοχής περιορίστηκε μόνο στα τμήματα των υψομετρικών ζωνών οι οποίες αποτελούν και τα σενάρια κατάκλυσης από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης δηλαδή έως την ισοϋψή καμπύλη των 4m. Αυτό επιτεύχθηκε τον ορισμό έκτασης μελέτης και ανάλυσης extent. Προκειμένου να απομονωθούν οι περιοχές ενδιαφέροντος εκτελέστηκαν οι ενέργειες Spatial Analyst>options >extent και εκεί οριοθετήθηκε η περιοχή και απομονώθηκαν οι κλίσεις ενδιαφέροντος (Εικ.8 Α-Β). Έγινε χρήση του raster calculation με επίπεδο ανάλυσης το slope και τα παραγόμενα αρχεία απεικονίζονται στην εικόνα που ακολουθεί.





Εικ 8. Στάδιο δημιουργίας κλάσεων των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Από το ιστόγραμμα των κλίσεων που προέκυψε για κάθε μια από τις δυο περιοχές, οι παράκτιες κλίσεις διακρίθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν σε 5 κλάσεις. Για την παραγωγή ορθών αποτελεσμάτων κατά την τελική επίθεση των ψηφιδωτών θεματικών επιπέδων κρίθηκε σκόπιμο τα pixel που δεν διαθέτουν δεδομένα (No Data) να βαθμονομηθούν με την τιμή 0 (Πίνακας 14-15). Στους παραγόμενους χάρτες που ακολουθούν απλά δεν δόθηκε χρώμα στην τιμή τους.

Έγινε επαναταξινόμηση Reclassify (Εικ.9-Εικ.10) στο αρχείο των κλίσεων με τις κατηγορίες που δίνονται στον αντίστοιχο πίνακα που ακολουθεί. Θεωρήθηκε ότι οι περιοχές με μικρές μορφολογικές κλίσεις έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα κατάκλυσης από μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και γι' αυτό το λόγω οι μορφολογικές κλίσεις βαθμονομήθηκαν σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Το νέο παραγόμενο αρχείο ονομάστηκε **reclassslope** (Εικ.11).

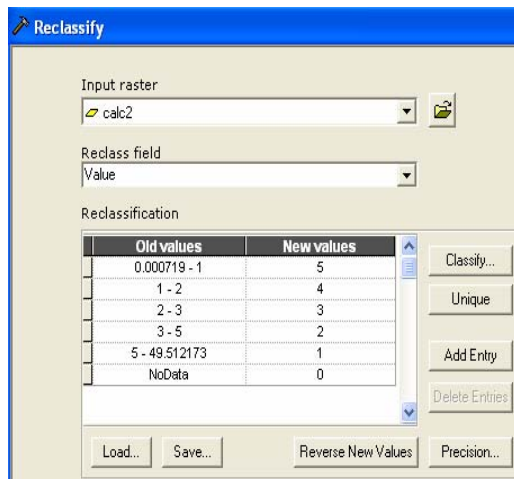
Παράκτιες Κλίσεις

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (°)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0-1	5
1-2	4
2-3	3
3-5	2
5-49.5121727	1
No Data	0

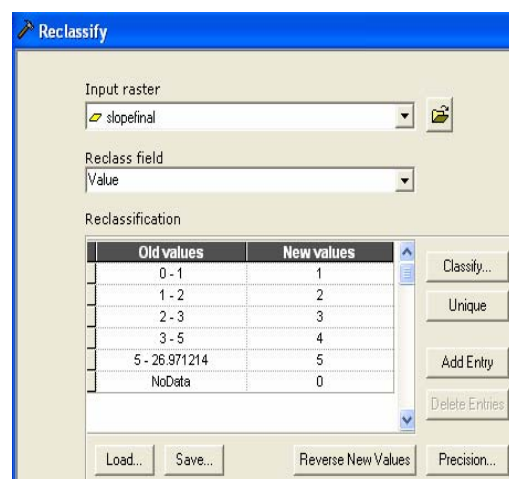
Πίνακας14 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή της Ερμιόνης.

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (°)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0-1	5
1-2	4
2-3	3
3-5	2
5-26.97121429	1
No Data	0

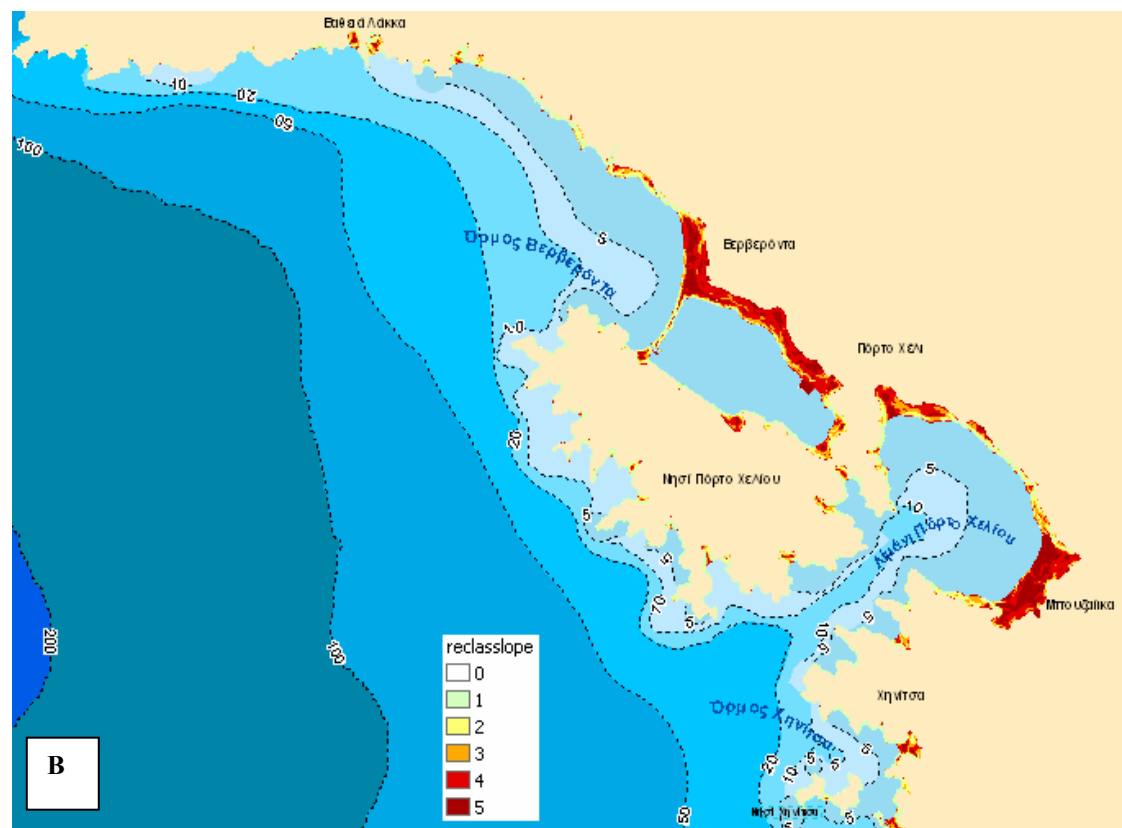
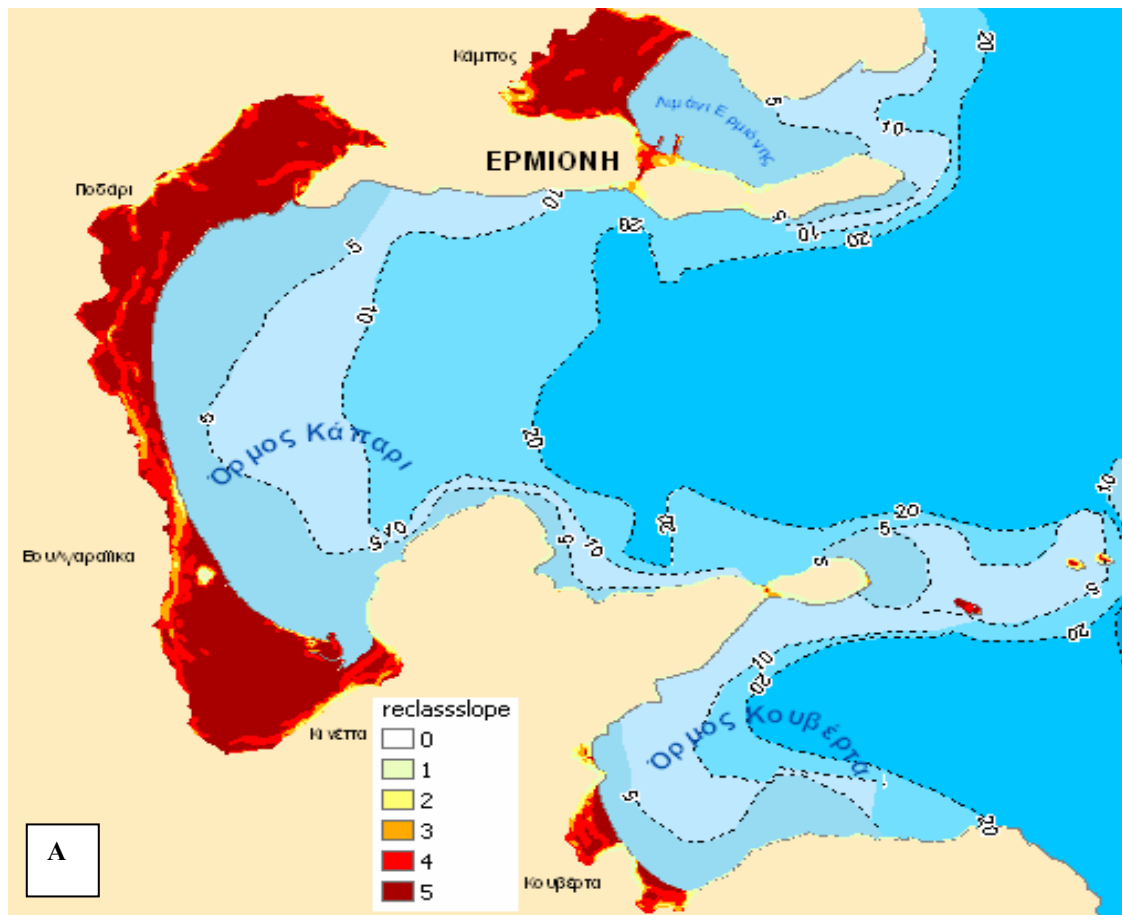
Πίνακας15 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.



Εικ 9. Στάδιο επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης.



Εικ 10. Στάδιο επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των παράκτιων κλίσεων για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.



Εικ 11. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των μορφολογικών κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Στους χάρτες παρουσιάζονται οι περιοχές που πρόκειται να αντιμετωπίσουν πρόβλημα απο μια μελλοντική άνοδο θαλάσσιας στάθμης λόγω χαμηλών κλίσεων μετά την βαθμονόμηση που πραγματοποιήθηκε. Όπως παρατηρείται στους χάρτες (Α,Β) της εικόνας 11 η Ερμιόνη αναμένεται να αντιμετωπίσει μεγαλύτερο πρόβλημα έναντι του Πόρτο Χελίου εξαιτίας των αρκετά χαμηλών παράκτιων κλίσεων που εμφανίζει. Ακολουθούν ενδεικτικές φωτογραφίες κλίσεων για την περιοχή της Ερμιόνης (Φώτο 42) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Φώτο 43).



Φώτο 42. Περιοχή μεγάλων κλίσεων στην περιοχή της Ερμιόνης.



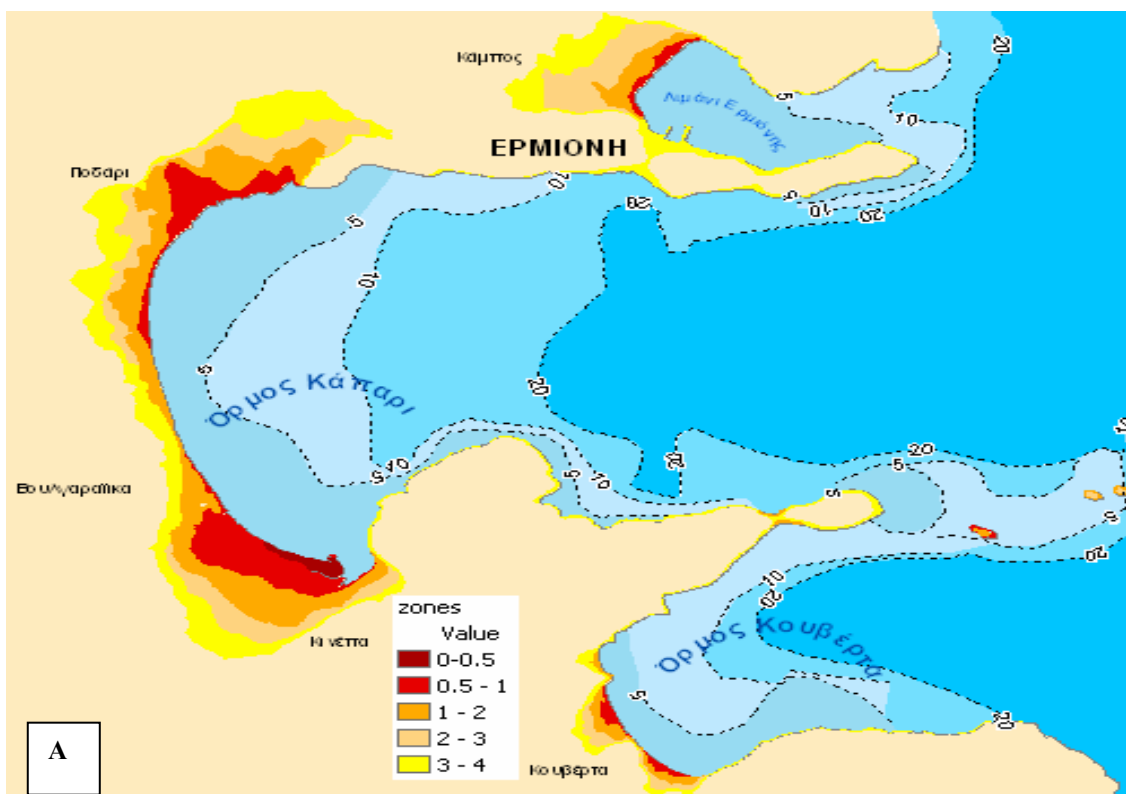
Φώτο 43. Περιοχή χαμηλών κλίσεων στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.

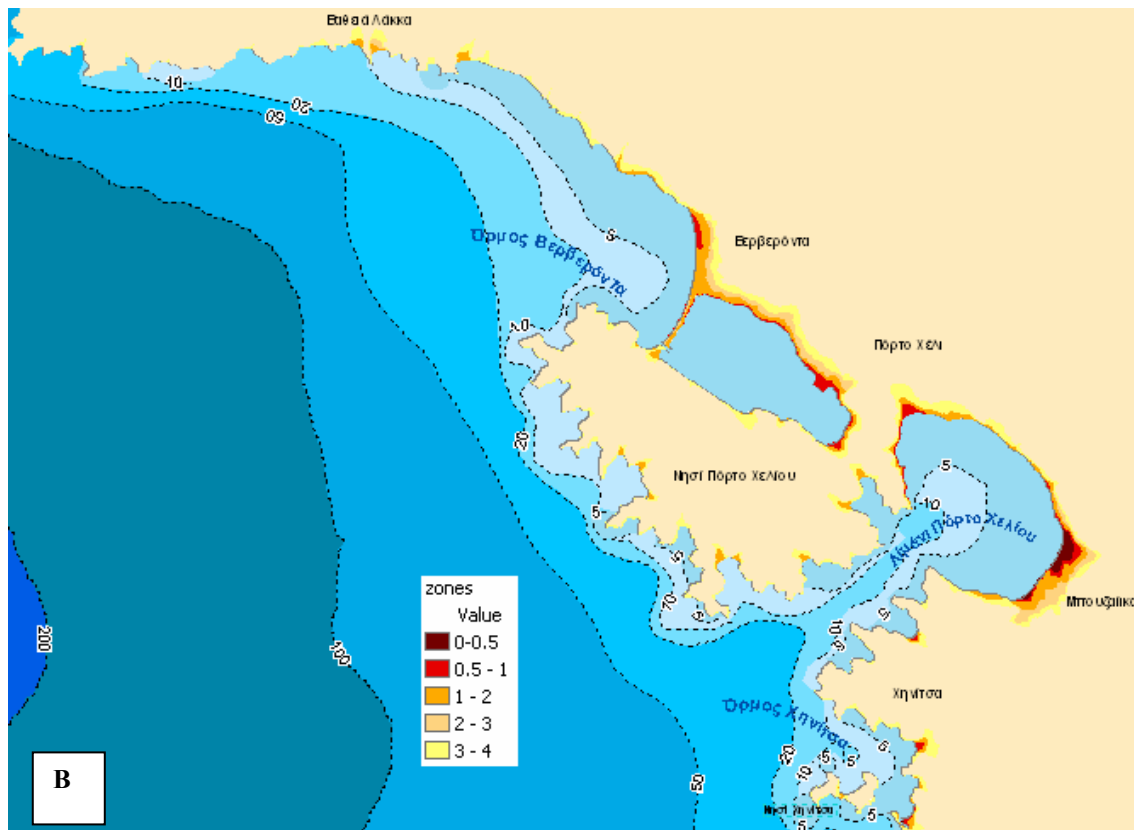
2. Άνοδος θαλάσσιας στάθμης

Η συγκεκριμένη μεταβλητή δημιουργήθηκε αρχικά από τα υψομετρικά δεδομένα με την δημιουργία των χαμηλών υψομετρικών ζωνών σε θεματικά επίπεδα διανυσματικής μορφής (vector) με την χρήση δεδομένων απο τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5000. Για την μεταβολή της στάθμης της θάλασσας ελήφθησαν υπόψη και για τις δυο περιοχές τα σενάρια ανόδου έτσι όπως αυτά έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Λαμβάνοντας υπόψη τις υψομετρικές ζώνες οι οποίες αποτελούν και ζώνες κατάκλυσης από την ενδεχόμενη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, στον πίνακα Attribute Table των περιγραφικών χαρακτηριστικών δημιουργήθηκε ένα πεδίο zonesID στο οποίο χαρακτηρίστηκαν οι ζώνες 0,5,1,2,3,4 σύμφωνα με τα σενάρια ανόδου θαλάσσιας στάθμης από την IPCC (Εικ.12 Α-Β).

Στον ArcMap από το εργαλείο Spatial Analyst>Convert>Features to Raster μετατρέπουμε τα αρχεία των ζωνών κατάκλυσης, και για τις δυο περιοχές, που είναι σε διανυσματική μορφή (vector) σε ψηφιδωτή μορφή (raster grid). Το νέο αρχείο ονομάζεται zones και το μέγεθος της ψηφίδας ορίζεται με την τιμή 5 (σε μέτρα).





Εικ. 12. Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία της επαναταξινόμησης Reclassify όπως και για την προηγούμενη παράμετρο (Πίνακας 16-17) για κάθε ένα από τα αρχεία των ζωνών κατάκλυσης με τις κατηγορίες όπως φαίνεται στον αντίστοιχο πίνακα που ακολουθεί. Θεωρήθηκε ότι οι χαμηλές ζώνες 0-0.5 m θα κατακλυστούν πρώτα από μια, έστω και μικρή, μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και γι' αυτό το λόγο βαθμονομήθηκαν με μεγαλύτερο συντελεστή από ότι η υψομετρική ζώνη 3-4 η οποία βαθμονομήθηκε με μικρότερο συντελεστή όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Τα νέα παραγόμενα αρχεία ονομάστηκαν reclaszones για την περιοχή του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης αντίστοιχα (Εικ 12. Α-Β).

Υψομετρικές ζώνες-Ζώνες κατάκλυσης

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (m)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0-0.5	5
0.5-1	4
1-2	3
2-3	2
3-4	1
No Data	0

Πίνακας 16 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή της Ερμιόνης.

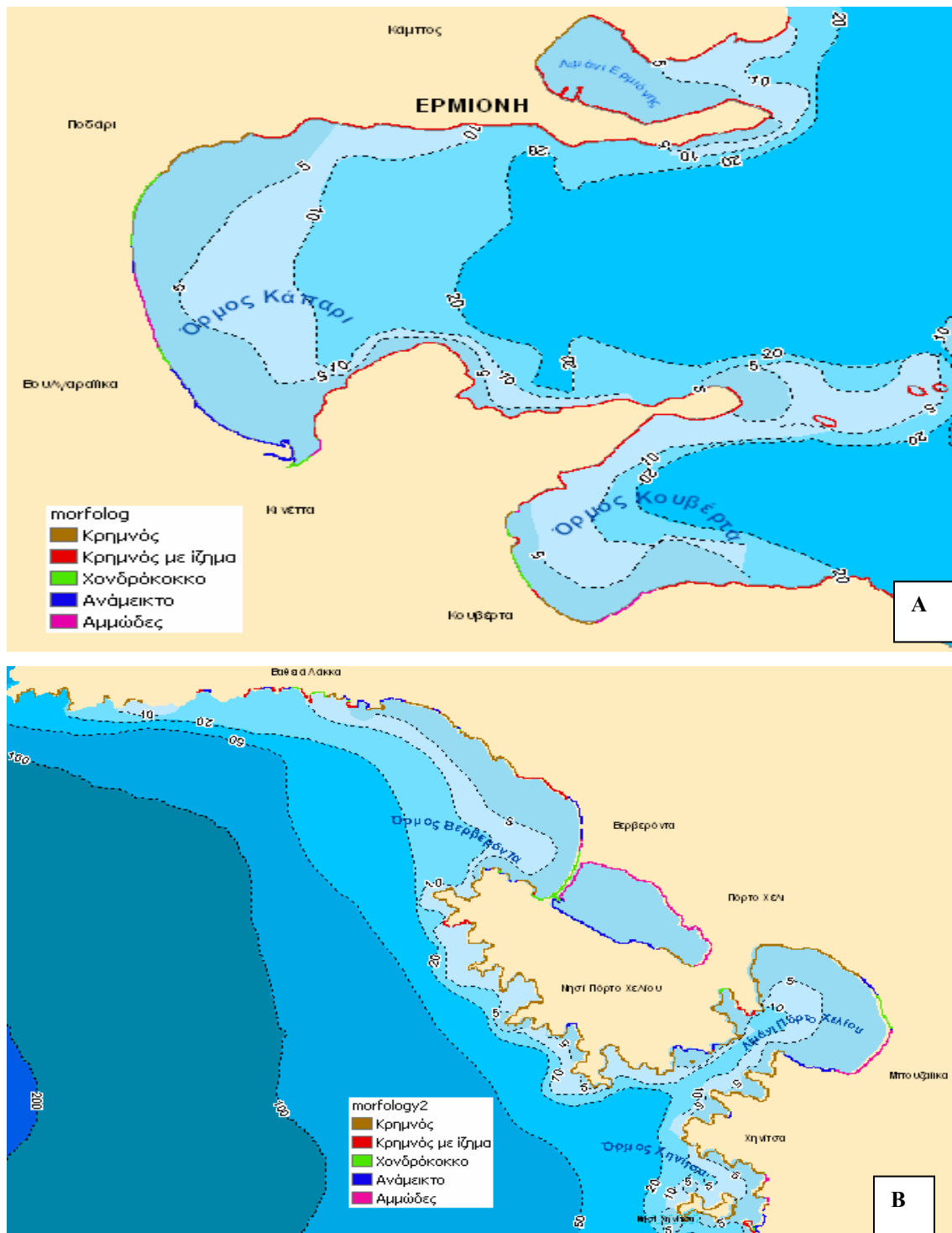
ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (m)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0-0.5	5
0.5-1	4
1-2	3
2-3	2
3-4	1
No Data	0

Πίνακας 17 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας κλίσης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Η εικόνα των χαρτών για τις δυο περιοχές δεν διαφοροποιείται καθώς οι ζώνες κατάκλυσης βαθμονομήθηκαν ανάλογα με το υψόμετρο τους και γι' αυτό το λόγω και δεν κρίθηκε σκόπιμο να παρατεθούν.

3. Γεωμορφολογία

Για τον προσδιορισμό, καταγραφή και απεικόνιση της γεωμορφολογίας τόσο στην περιοχή του Πόρτο Χελίου όσο και της Ερμιόνης πραγματοποιήθηκε η υπαίθρια παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση, η μεθοδολογία πεδίου της οποίας έχει παρουσιαστεί αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Για την ένταξη της πληροφορίας του είδους των παράκτιων γεωμορφών καθώς και τα αποτελέσματα της επιλέχθηκε η δημιουργία γραμμικού θεματικού επιπέδου. Κρίθηκε αναγκαία η διαίρεση της ακτογραμμής και ο χαρακτηρισμός στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των γεωμορφών σε 5 κατηγορίες που περιλαμβάνουν κρημνούς (Φώτο 44), κρημνούς με ίζημα, και αιγιαλούς χονδρόκοκκο, χαλικώδη και αμμώδες υλικό (Φώτο 45) (Εικ.13 Α-Β). Η επίδραση της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης στις γεωμορφές θεωρήθηκε ότι περιορίζεται μόνο κατά μήκος του άμεσου χώρου της ακτογραμμής. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η ένταξη πληροφοριών σε γραμμικό θεματικό επίπεδο (βλέπε γεωμορφολογικούς χάρτες, Παράρτημα II).



Εικ 13. Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία μετατροπής των αρχείων όπως και στην προηγούμενη μεταβλητή, και για τις δυο περιοχές, απο διανυσματική μορφή (vector) σε μορφή ψηφιδωτού (raster grid). Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι το πεδίο που διατήρησε τα περιγραφικά χαρακτηριστικά είναι το πεδίο type, το οποίο και

περιέχει τις 5 κατηγορίες των γεωμορφών. Τα νέα αρχεία ονομάστηκαν morfes και το μέγεθος της ψηφίδας ορίζεται με την τιμή 5.

Ακολούθησε η επαναταξινόμηση Reclassify (Πίνακας 18) που πραγματοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση για κάθε ένα από τα αρχεία των ακτογραμμών με τις κατηγορίες όπως φαίνονται στον αντίστοιχο πίνακα που ακολουθεί. Θεωρήθηκε ότι τμήματα των ακτών που αποτελούνται από αιγιαλούς με αμμώδες υλικό είναι πιο επιρρεπή στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης ενώ ο κρημνός θεωρήθηκε λιγότερο επιρρεπής. Ο κρημνός μπροστά από τον οποίο υπάρχει ίζημα δηλώνει ότι ήδη ενεργεί η θαλάσσια διάβρωση οπότε έχει αρχίσει ήδη η διαδικασία αποσταθεροποίησης και αποσάθρωσης υλικού συνεπώς αυτή η κατηγορία γεωμορφών βαθμονομήθηκε με τους συντελεστές που φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα νέα παραγόμενα αρχεία ονομάστηκαν reclasmorf για την περιοχή του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης αντίστοιχα.

Και σε αυτή την περίπτωση η εικόνα των χαρτών για τις δυο περιοχές δεν διαφοροποιείτε οπτικά από τους χάρτες A,B καθώς οι παραπάνω κατηγορίες βαθμονομήθηκαν σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα και συνεπώς δεν κρίνεται σκόπιμη η παράθεση τους.

Γεωμορφολογία

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (τύπος)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
Αιγιαλός με αμμώδες υλικό	5
Αιγιαλός με ανάμεικτο υλικό	4
Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό	3
Κρημνός με ίζημα	2
Κρημνός	1
No Data	0

Πίνακας 18. επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της παράκτιας γεωμορφολογίας για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.



Φώτο 44. Περιοχή με κρημνούς στην περιοχή της Ερμιόνης.

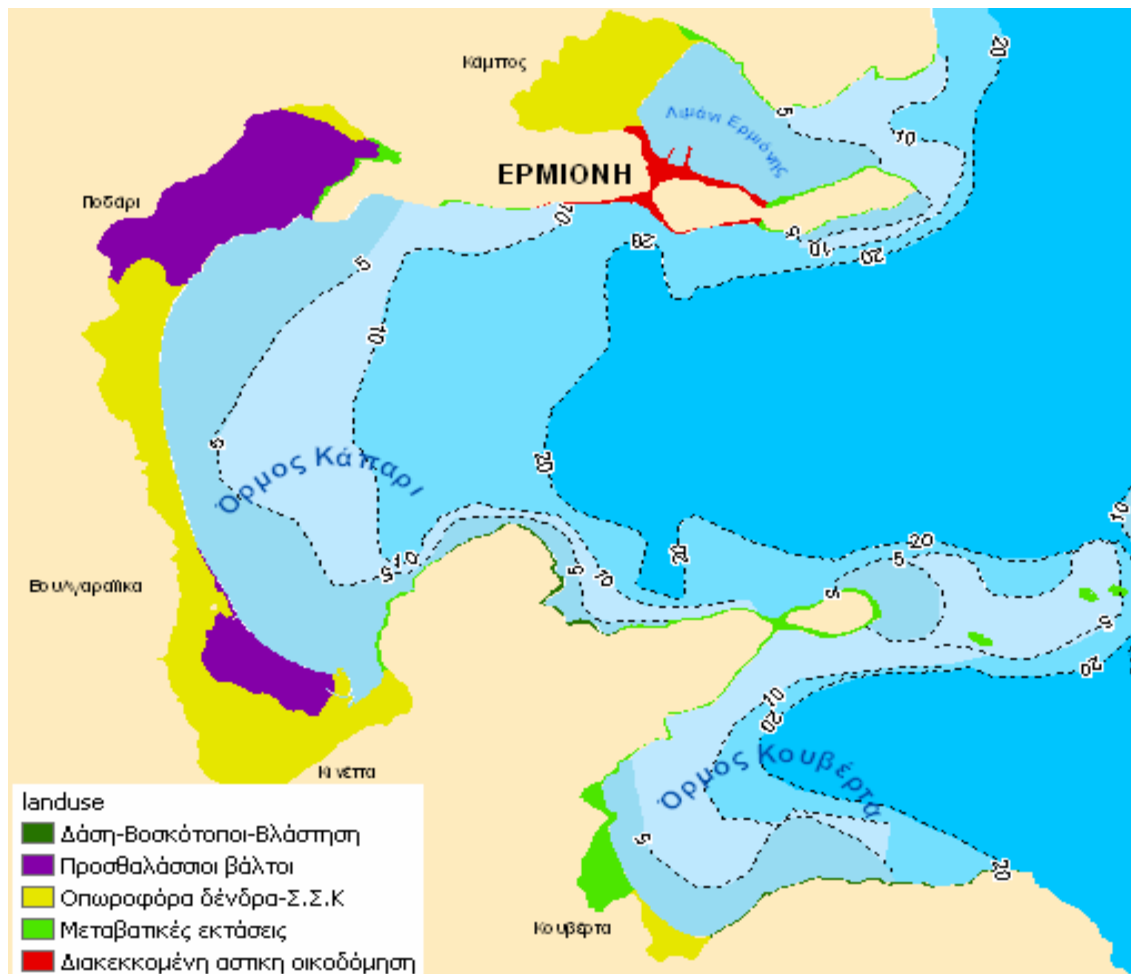


Φώτο 45. Αιγιαλός με λεπτόκοκκο υλικό στην περιοχή του Πόρτο Χελίου.

4. Χρήσεις Γης

Για την συγκεκριμένη μεταβλητή τα ψηφιακά δεδομένα αντλήθηκαν από το Corine 2000. Λόγω της διαφορετικής κλίμακας από τα ψηφιακά δεδομένα που δημιουργήθηκαν από τους χάρτες 1:5000 προκειμένου να περιοριστούν τα σφάλματα,

πραγματοποιώντας διάφορες τεχνικές χωρικής ανάλυσης των δεδομένων και οι χρήσεις γης επιβεβαιώθηκαν και οριοθετήθηκαν με ακρίβεια κατά την υπαίθρια παράκτια χαρτογράφηση. Έτσι λοιπόν, τα θεματικά επίπεδα διανυσματικής μορφής (vector) δημιουργήθηκαν στα όρια των χαμηλών υψομετρικών ζωνών λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας σύμφωνα με τα σενάρια ανόδου έτσι όπως αυτά έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο και για τις δυο περιοχές (Εικ. 14 Α).



Εικ. 14. Χάρτης μετατροπής των διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α).

Για την περιοχή της Ερμιόνης αναγνωρίστηκαν 9 κατηγορίες χρήσεων γης. Συγκεκριμένα περιλαμβάνουν την διακεκομμένη αστική οικοδόμηση, μη αρδευσίμη-αρώσιμη γη, οπωροφόρα δέντρα, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, μεταβατικές εκτάσεις, σκληροφυλλική βλάστηση, δάση κωνοφόρων, φυσικοί βοσκότοποι και παράκτια έλη και βάλτοι. Για την δυνατότητα επαναταξινόμησης των παραπάνω χρήσεων πραγματοποιήθηκε μια στοιχειώδη ομαδοποίηση, σύμφωνα πάντα με τις

γενικές κατηγορίες χρήσεων γης όπως αυτές δίνονται από τον Ο.Κ.Χ.Ε. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ομαδοποίηση των χρήσεων γης που ακολουθεί βασίστηκε στην δραστηριότητα του πληθυσμού και στην οικονομική και κοινωνική αξία που κάθε χρήση παρουσιάζει τόσο για την περιοχή της Ερμιόνης όσο και του Πόρτο Χελίου. Η ομαδοποίηση καθώς και η χρήση δυναμικού παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

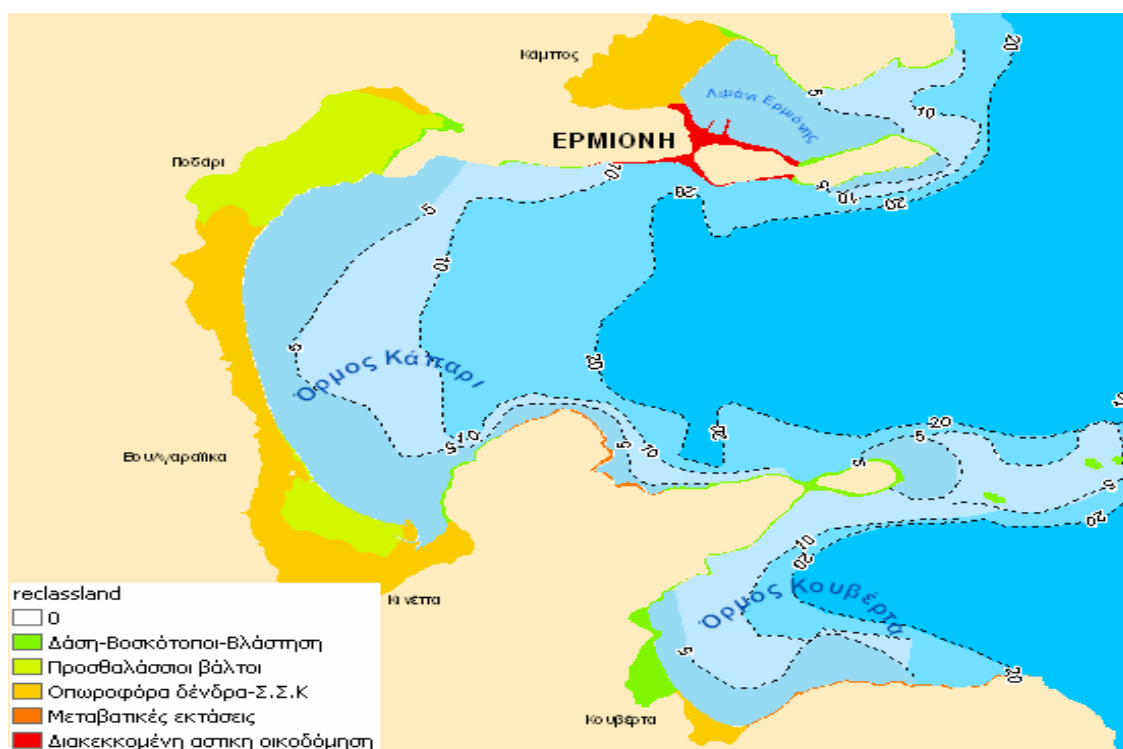
Χρήσεις Γης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (τύπος)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση	5
Μεταβατικές εκτάσεις, μη αρδεύσιμη-αρώσιμη γη	4
Οπωροφόρα δέντρα, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	3
Παράκτια έλη	2
Σκληροφυλλική βλάστηση, δάση κωνοφόρων, φυσικοί βοσκότοποι	1
No Data	0

Πίνακας 19 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, έτσι και για τη μεταβλητή αυτή του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας μέσα από το Spatial Analyst>Convert>Features to Raster μετατράπηκαν τα αρχεία των χρήσεων γης, και για τις δυο περιοχές, από διανυσματική μορφή (vector) σε μορφή ψηφιδωτού (raster grid) στο ίδιο pixel size (5) (Εικ. 15 Β).

Με τον τρόπο αυτό, υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στη χρήση γης και την σχετική κοινωνικοοικονομική της αξία και σημασία και για τις δυο περιοχές (που απεικονίζεται με την τιμή του δυναμικού), όπως δίνεται στον σχετικό πίνακα. Κρίθηκε αναγκαίο η διακεκομμένη αστική οικοδόμηση να λάβει τον μεγαλύτερο συντελεστή (Φώτο 46) ενώ τα δάση, οι βοσκότοποι και η σκληροφυλλική βλάστηση τον μικρότερο (Φώτο 47) (Parathoma, M., 2003). Η βαθμονόμηση αυτή φαίνεται λογική αν αναλογιστεί κανείς ότι σε μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μεγαλύτερη απώλεια για την τοπική κοινωνία που θα επηρεάζει και σε μεγαλύτερο βαθμό κοινωνικοοικονομικά την ευρύτερη περιοχή θα είναι η κατάκλιση του οικισμού της περιοχής της Ερμιόνης τόσο λόγω της άμεσης κατάκλυσης των κατοικιών όσο και των επιπτώσεων στις υπηρεσίες αλλά και τον τουρισμό που αποτελεί σημαντική οικονομική δραστηριότητα για την περιοχή.



Εικ. 15. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης χρήσεων γης για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Για την περιοχή του Πόρτο Χελίου οι κατηγορίες των χρήσεων γης είναι 7 και περιλαμβάνουν την διακεκομμένη αστική δόμηση, γη καλυπτόμενη από γεωργία, ελαιώνας, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας, μεταβατικές εκτάσεις, δάση κωνοφόρων και φυσικοί βοσκότοποι (Εικ.16-17). Για την δυνατότητα επαναταξινόμησης των παραπάνω χρήσεων και σε αυτή την περίπτωση ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία. Πραγματοποιήθηκε μια στοιχειώδη ομαδοποίηση, σύμφωνα πάντα με τις γενικές κατηγορίες χρήσεων του Ο.Κ.Χ.Ε. αλλά και βάση των δραστηριοτήτων του πληθυσμού του Πόρτο Χελίου και της κοινωνικοοικονομικής σημασίας των χρήσεων για την περιοχή. Η ομαδοποίηση καθώς και η χρήση δυναμικού παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Χρήσεις Γης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (τύπος)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
Διακεκομμένη αστική δόμηση	5
Μεταβατικές εκτάσεις	4
Γη καλυπτόμενη από γεωργία, σύνθετα συστήματα καλλιέργειας	3
Ελαιώνας	2
Δάση κωνοφόρων, φυσικοί βοσκότοποι	1
No Data	0

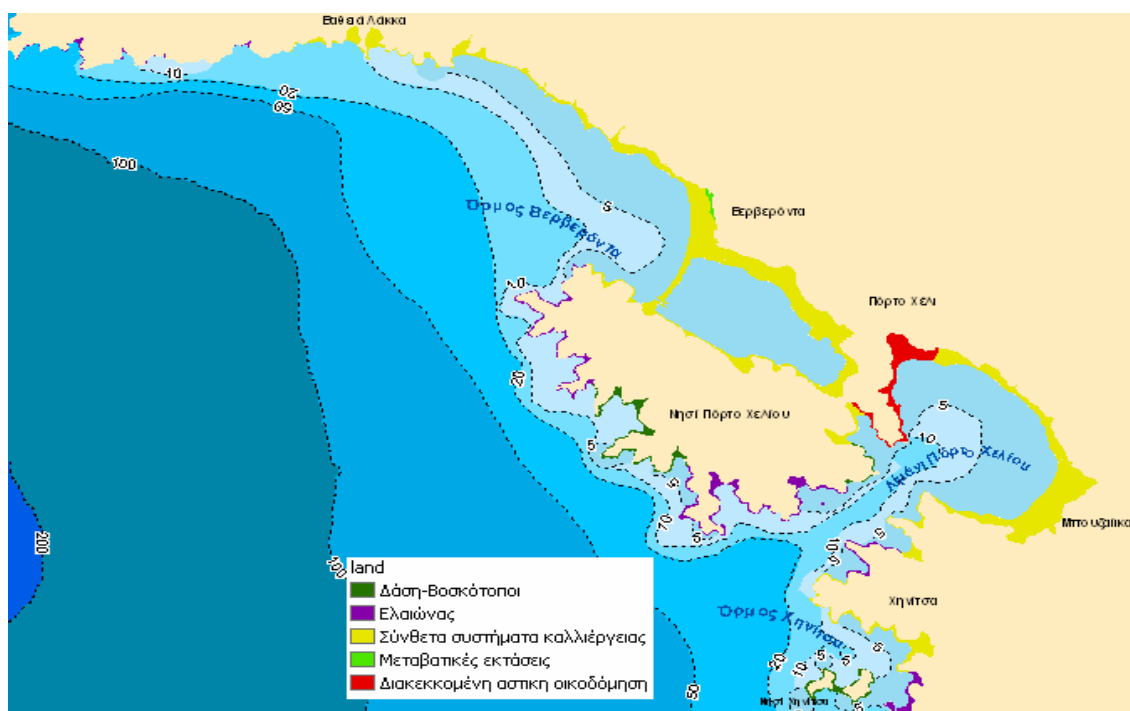
Πίνακας 20. επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης των χρήσεων γης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.



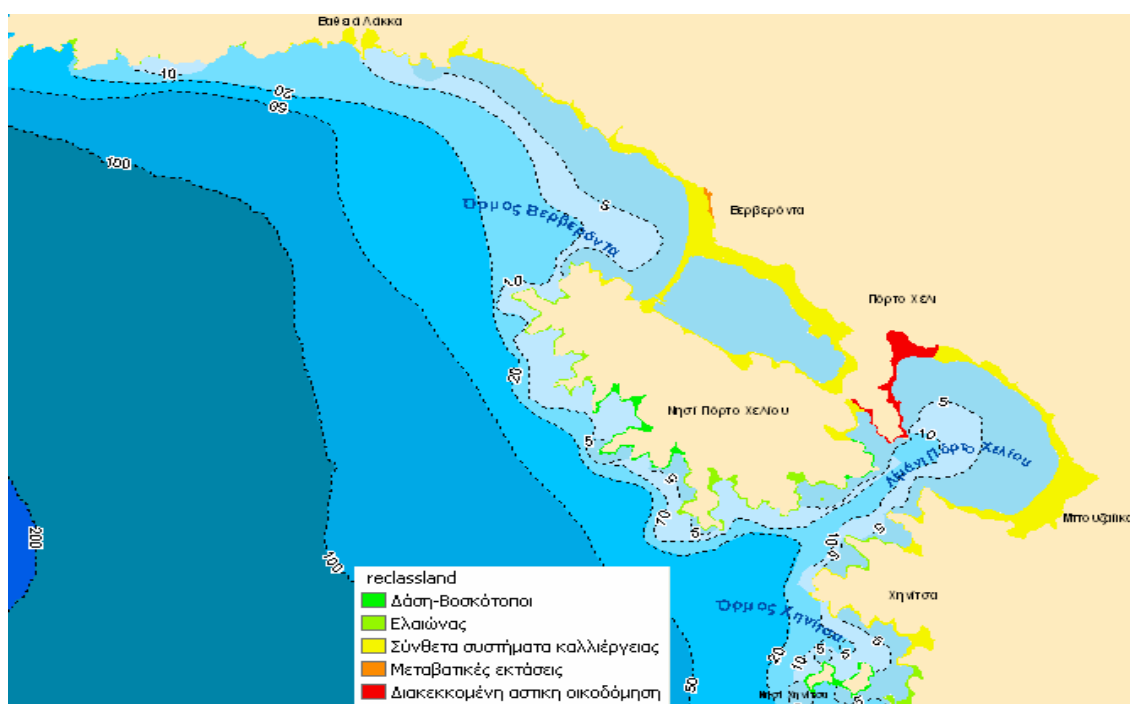
Φώτο 46. Χρήση του λιμανιού της Ερμιόνης.



Φώτο 47. Διαφορετικές χρήσεις γης στην περιοχή του Πόρτο Χελίου. .



Εικ. 16. Χάρτης μετατροπής διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) των χρήσεων γης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.



Εικ. 17. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Για την περιοχή του Πόρτο Χελίου παρατηρείται ότι η διακεκομμένη αστική οικοδόμηση λαμβάνει τον μεγαλύτερο συντελεστή ενώ τα δάση και οι βοσκότοποι τον μικρότερο αφού σε μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης για την τοπική

κοινωνία η μεγαλύτερη απώλεια που θα την επηρεάσει σε μεγαλύτερο βαθμό θα είναι η ενδεχόμενη κατάκλιση του οικισμού της περιοχής του Πόρτο Χελίου λόγω της πληθυσμιακής του συγκέντρωσης όσο και λόγω των επιπτώσεων στην τοπική κοινωνία.

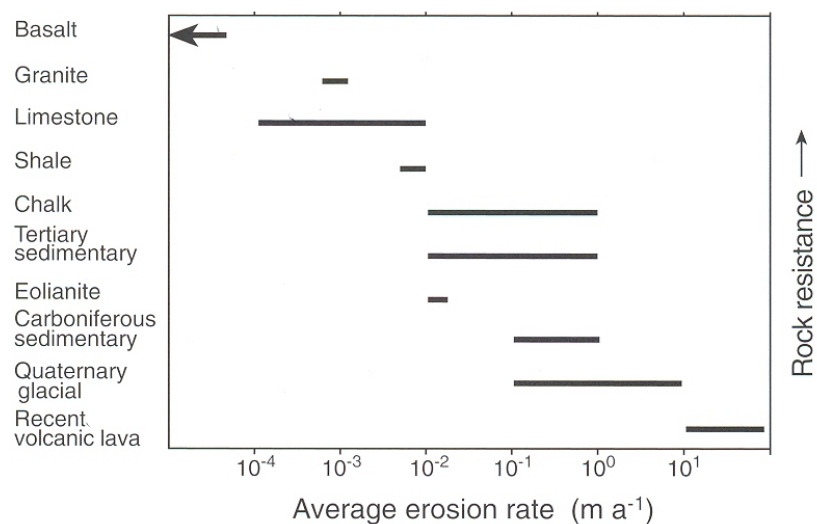
Θα πρέπει να τονιστεί ότι και οι δυο περιοχές κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γνωρίσει ραγδαία οικιστική ανάπτυξη. Ένας από τους λόγους για την οικιστική αυτή δραστηριότητα είναι η ανάγκη κάλυψης των τουριστικών υπηρεσιών γεγονός που αποτελεί άλλον έναν λόγο για την κατηγοριοποίηση και βαθμονόμηση των χρήσεων γης που προτάθηκε.

5. Γεωλογία

Για την παράμετρο των γεωλογικών σχηματισμών δημιουργήθηκαν πολυγωνικά δεδομένα διανυσματικής μορφής από τους χάρτες της Πελοποννήσου του Dufaure (1978) (*Χάρτες 6,7 Παράρτημα II*). Οι σχηματισμοί αυτοί επιβεβαιώθηκαν κατά την παράκτια χαρτογράφηση και τα όρια τους πιστοποιήθηκαν με την χρήση του GPS και του Pocket PC που χρησιμοποιήθηκε στο πεδίο.

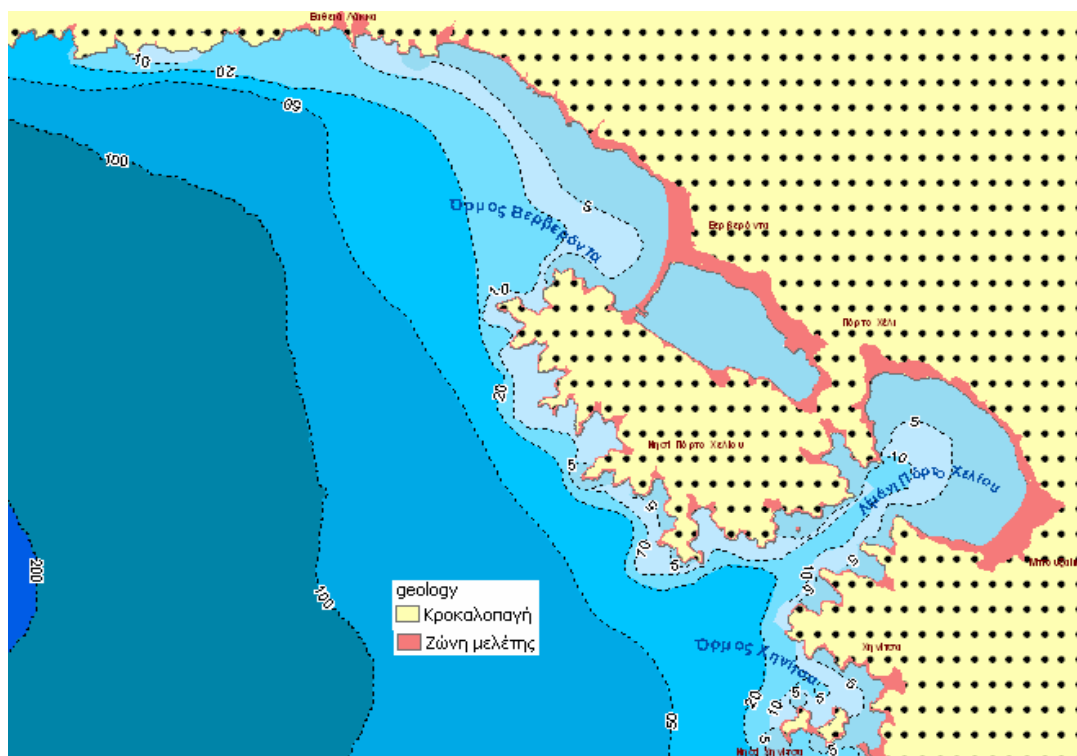
Οι ρυθμοί διάβρωσης και υποχώρησης των ακτών, εξαρτώνται από μια σειρά παραγόντων, όπως είναι η λιθολογία των γεωλογικών σχηματισμών που καταλήγουν στη θάλασσα καθώς και από παράγοντες σχετικούς με την ωκεανογραφία όπως τα είναι τα κύματα και ο βαθμός έκθεσης των παράκτιων σχηματισμών στον κυματισμό και τις παλίρροιες. Επιχειρήθηκε η όσο το δυνατόν ορθή και τεκμηριωμένη ομαδοποίηση και βαθμονόμηση των δυο περιοχών σε ότι αφορά τους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Στο διάγραμμα του σχήματος 24 που ακολουθεί παρατηρείται ότι η διάβρωση των βασαλτικών πετρωμάτων από τις θαλάσσιες διεργασίες είναι αμελητέα ενώ σε ασβεστολιθικά πετρώματα αρχίζει να μειώνεται η ανθεκτικότητα στη διάβρωση και κατ' επέκταση να παρουσιάζονται μεγαλύτεροι ρυθμοί διάβρωσης. Όσο κατευθυνόμαστε προς τα κάτω παρατηρούμε ότι η ανθεκτικότητα των πετρωμάτων στην θαλάσσια διάβρωση μειώνεται αισθητά και οι ρυθμοί υποχώρησης αυξάνουν.



Σχήμα 24. Διάγραμμα Ρυθμών διάβρωσης παράκτιων κρημνών ανάλογα με τη λιθολογία τους (σύμφωνα με τους Emery και Kuhn, 1980).

Σύμφωνα με την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση στην περιοχή του Πόρτο Χελίου και λαμβάνοντας υπόψη τον χάρτη του Dufaure (1978) κατά μήκος της ακτογραμμής εντοπίστηκαν μόνο κροκαλοπαγή (Εικ.18-Φώτο 48). Στους παρακάτω χάρτες απεικονίζεται η ενιαία λιθολογία των κροκαλοπαγών που είναι ίδια σε όλες τις ζώνες-περιοχές ενδιαφέροντος.

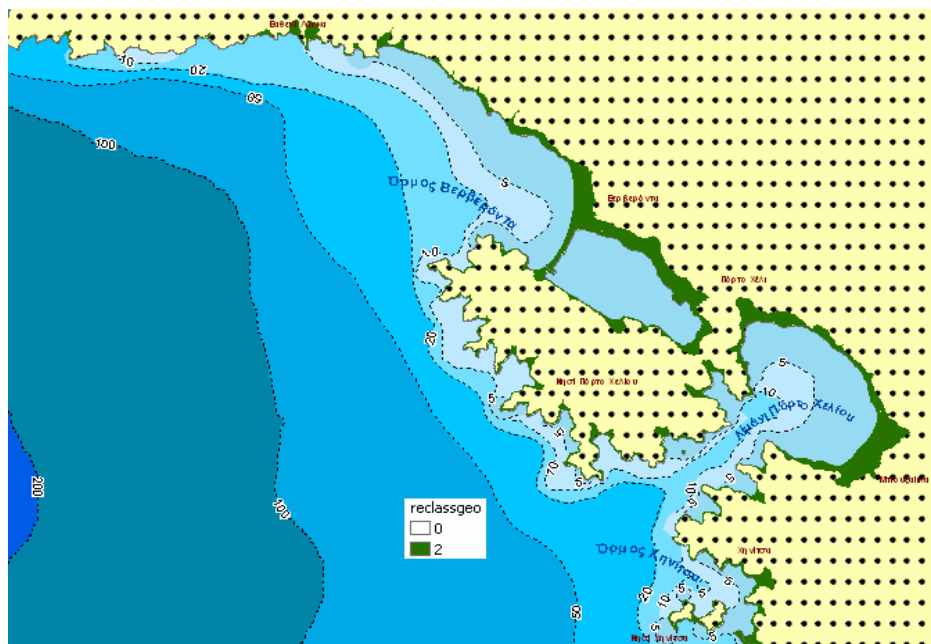


Εικ 18. Στάδιο δημιουργίας ζωνών ενδιαφέροντος για την γεωλογία του Πόρτο Χελίου.

Ακολουθεί η ίδια διαδικασία μετατροπής του διανυσματικού αρχείου της ζώνης της γεωλογίας σε ψηφιδωτό όμοια με τις προηγούμενες μεταβλητές. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω καθώς και τον πίνακα επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωλογίας που ακολουθεί ελήφθη υπόψη μια ακόμα μεταβλητή, αυτή της λιθολογίας. Όπως παρατηρείτε στο χάρτη η πράσινη περιοχή δηλώνει τα όρια μελέτης της μεταβλητής καθώς και την τιμή που λαμβάνει κατά την βαθμονόμηση (Εικ.9).



Φώτο 48. Κροκαλοπαγή στην περιοχή του Πόστο Χελίου.



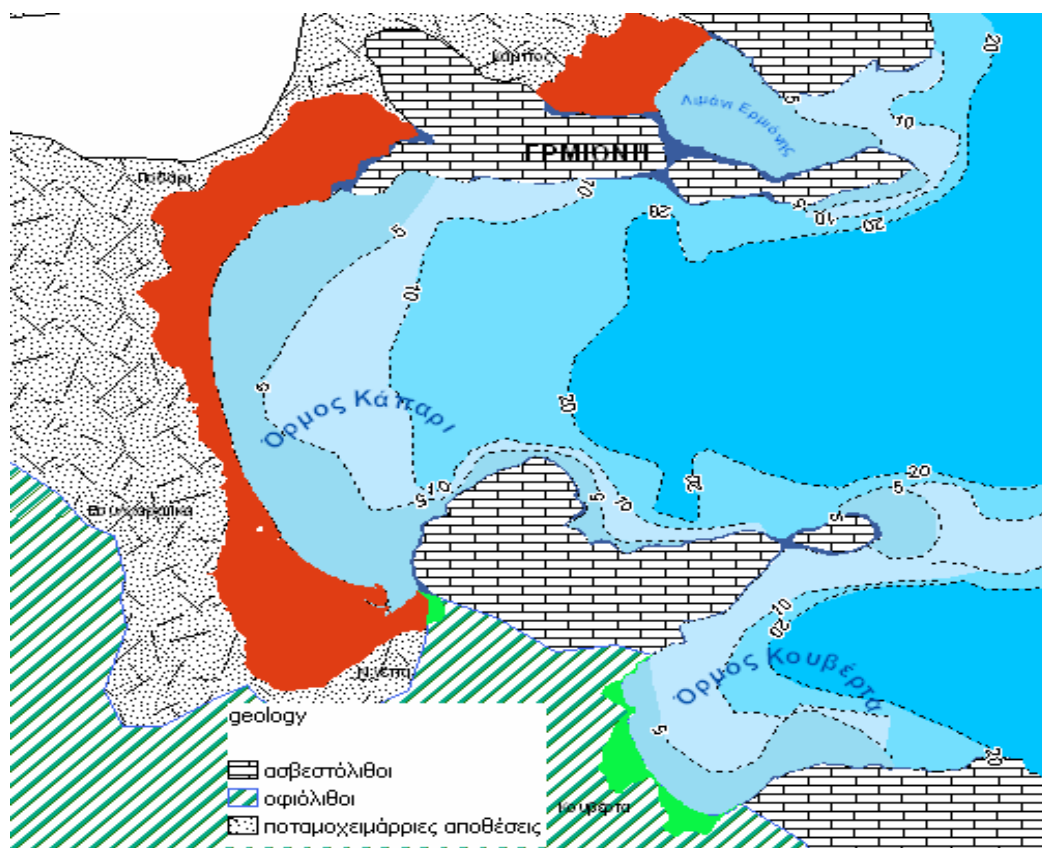
Εικ. 19. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωλογίας για την περιοχή του Πόρτο Χελίου.

Στη περιοχή της Ερμιόνης σύμφωνα με την παράκτια χαρτογράφηση και λαμβάνοντας υπόψη τον χάρτη του Dufaure (1978) κατά μήκος της ακτογραμμής εντοπίστηκαν ασβεστολιθικά πετρώματα, οφιόλιθοι (Φώτο 49) και ποταμοχειμάρριες αποθέσεις. Τα ασβεστολιθικά πετρώματα είναι γνωστό ότι εμφανίζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην διάβρωση από τη δράση των θαλάσσιων διεργασιών σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Οι σχηματισμοί αυτοί εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα, στον οικισμό της περιοχής, στο Μαυρονήσι που βρίσκεται ανάμεσα στον όρμο Κάπαρι και Κουβέρτα καθώς και στο νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης.

Οφιόλιθοι εντοπίστηκαν στον όρμο Κουβέρτα ενώ ποταμοχειμάρριες αποθέσεις κατά μήκος όλης της ακτογραμμής στον όρμο Κάπαρι καθώς και στην περιοχή του Κάμπου λίγο βόρεια του οικισμού. Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παράκτιας χαρτογράφησης, οι οφιόλιθοι εμφανίζονται να είναι αρκετά σαθροί και οι ποταμοχειμάρριες αποθέσεις να υποχωρούν με πολύ μεγάλους ρυθμούς (Φώτο 49).



Φώτο 49. Περιοχή που εντοπίστηκαν Οφιόλιθοι στην περιοχή της Κουβέρτας στην Ερμιόνη.



Εικ.20. Στάδιο δημιουργίας ζωνών ενδιαφέροντος για την γεωλογία της περιοχής της Ερμιόνης.

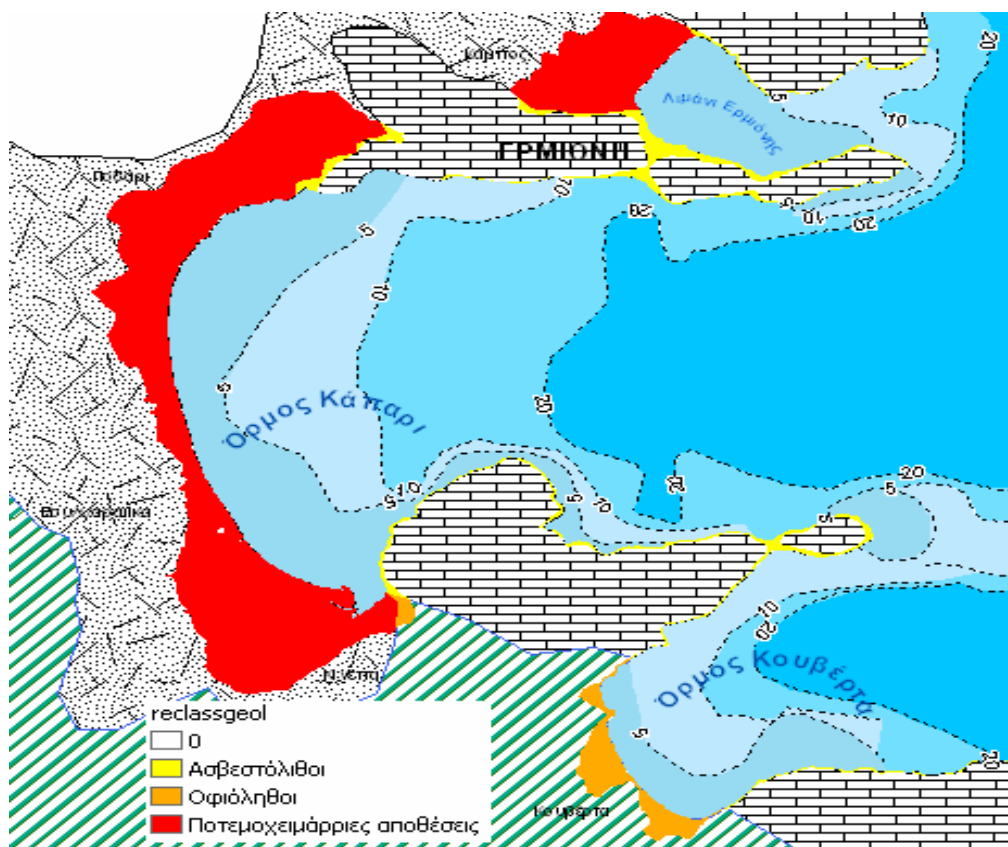
Όλα τα παραπάνω απεικονίζονται στον χάρτη της εικόνας 20 ενώ στον ίδιο χάρτη φαίνεται η οριοθέτηση των λιθολογιών στις ζώνες ενδιαφέροντος (υψομετρικές ζώνες). Όσα παρουσιάστηκαν και αναφέρθηκαν σχετικά με την διαβρωσιμότητα των σχηματισμών συνοψίζονται ποσοτικά στον πίνακα 21 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωλογίας για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.

Γεωλογία

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (τύπος)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
Ποταμοχειμάρριες αποθέσεις	4
Οφιόλιθοι	3
Κροκαλοπαγή	2
Ασβεστόλιθοι	1
No Data	0

Πίνακας 21 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της γεωμορφολογίας για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.

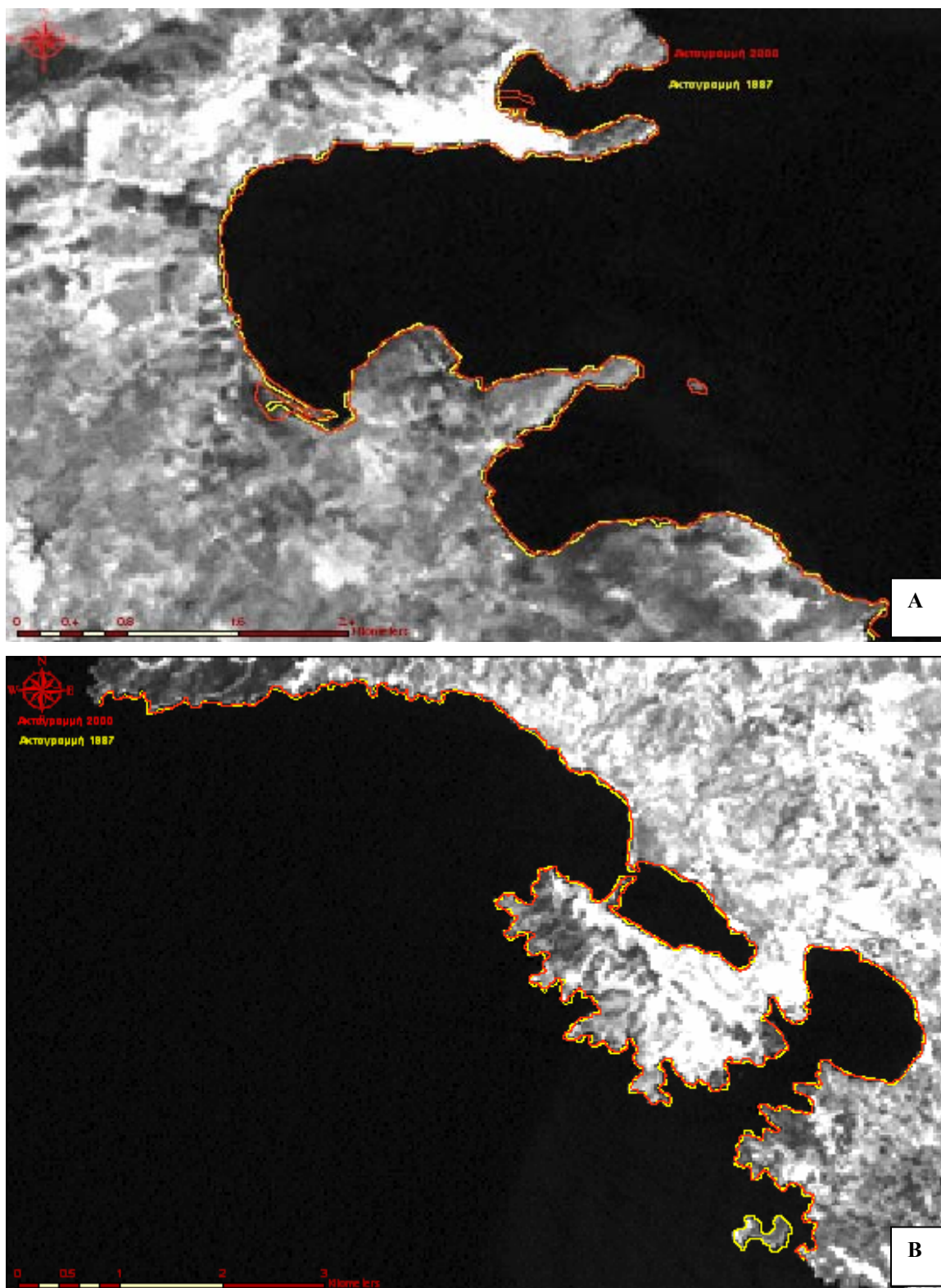
Από τα στοιχεία του πίνακα και τη γνωστή διαδικασία που ακολουθήθηκε για την επαναταξινόμηση και βαθμονόμηση σε ότι αφορά τη μεταβλητή της γεωλογίας προέκυψε ο χάρτης της εικόνας 22 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για την περιοχή της Ερμιόνης.



Εικ. 22. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τη γεωλογία για την περιοχή της Ερμιόνης.

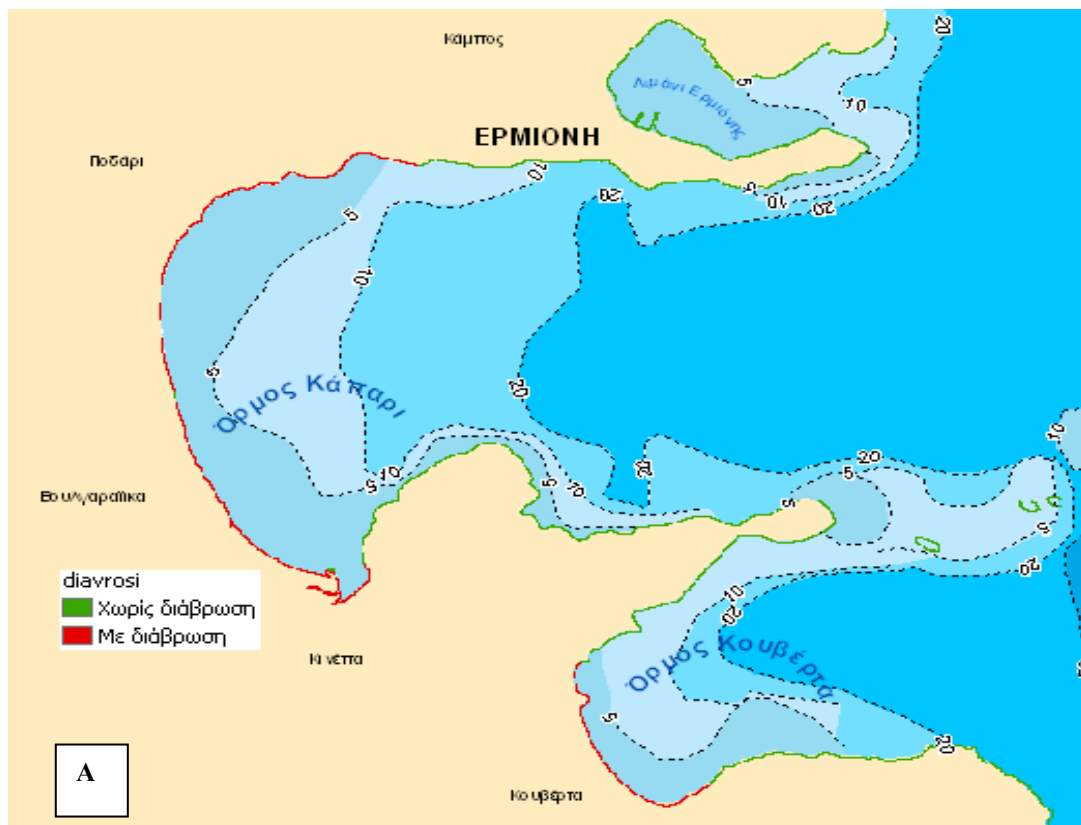
6. Διάβρωση/υποχώρηση της ακτογραμμής.

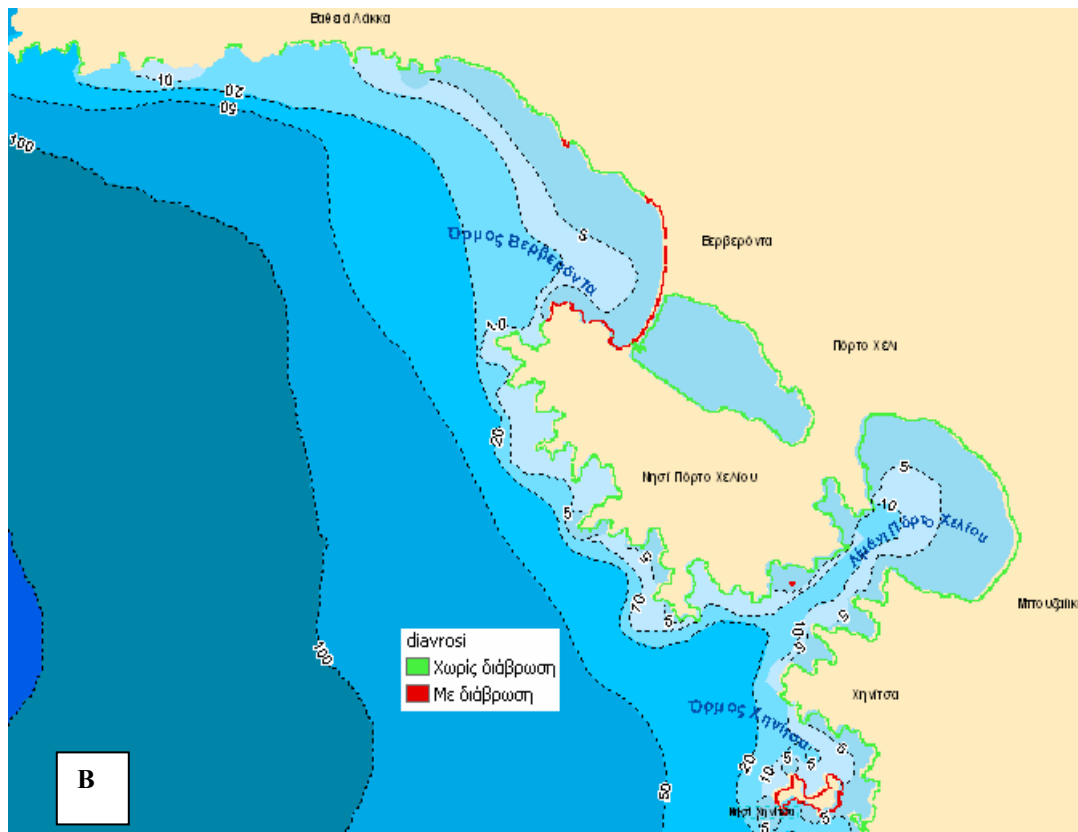
Για τον προσδιορισμό και εντοπισμό των τμημάτων της ακτογραμμής που διαβρώνονται/υποχωρούν, επιχειρήθηκε η χρήση και αξιοποίηση δυο δορυφορικών εικόνων Landsat 7 ETM+ των χρονολογιών 1987 και 2000. Λόγω διαφορετικής κλίμακας των δεδομένων (κλίμακα 1:5000) αλλά και της χωρικής διακριτικής ικανότητας των δορυφορικών εικόνων (28,5 m) δεν προέκυψαν τα επιθυμητά αποτελέσματα (Σχήμα 25 Α-Β) και κατ' επέκταση δεν ήταν εφικτός ο υπολογισμός του ρυθμού υποχώρησης ή προέλασης της ακτογραμμής.



Σχήμα 25. Δορυφορική εικόνα Landsat 7 ETM+ στην οποία με κίτρινο χρώμα η ακτογραμμή του 1987 και με κόκκινό χρώμα αποτυπώνεται η ακτογραμμή του 2000 για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και του Πόρτο Χελίου (Β).

Αυτό ακριβώς το κενό έρχεται να καλύψει η παράκτια χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε και για τις δυο περιοχές μελέτης. Η υποχώρηση της ακτογραμμής εντοπίστηκε σε συγκεκριμένα τμήματα της παράκτιας ζώνης. Για την καλύτερη οπτικοποίηση και ορθού υπολογισμού σε ότι αφορά αυτή την παράμετρο, επιλέχτηκε η δημιουργία γραμμικού θεματικού επιπέδου για την ένταξη της πληροφορίας των τμημάτων αυτών της ακτογραμμής όπου πιστοποιήθηκαν ενδείξεις θαλάσσιας διάβρωσης και υποχώρησης (Εικ.23 Α-Β).





Εικ. 23. Χάρτης χαρακτηρισμού ως προς τη διάβρωση και μετατροπής των διανυσματικών αρχείων (vector) σε μορφή ψηφιδωτών (raster) για την περιοχή της Ερμιόνης (Α) και την περιοχή του Πόρτο Χελίου (Β).

Ακολουθήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία με αυτή που ακολουθήθηκε για την παράμετρο της γεωμορφολογίας. Δηλαδή η διαίρεση της ακτογραμμής και ο χαρακτηρισμός της στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών ως χωρίς και με διάβρωση. Η επαναταξινόμηση Reclassify πραγματοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση για κάθε ένα από τα αρχεία των ακτογραμμών με τις κατηγορίες που δίνονται στον αντίστοιχο πίνακα που ακολουθεί. Θεωρήθηκε ότι τμήματα των ακτών που εμφανίζουν ενδείξεις υποχώρησης είναι πιο επιρρεπή στην μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης ενώ τμήματα όπου δεν παρατηρείται έντονη διάβρωση βαθμονομήθηκαν με μικρότερους συντελεστές (Πίνακας 22).

Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μεταβλητές, οι ενδιάμεσες τιμές στον πίνακα για την διάβρωση δεν υφίσταται διότι σε αυτή την περίπτωση για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων της βαθμονόμησης, απαιτείται παρακολούθηση της ακτογραμμής σε τακτά χρονικά διαστήματα. Επίσης η συγκεκριμένη μεταβλητή συνδέεται άρρηκτα με την γεωλογία και την γεωμορφολογία των περιοχών. Τα νέα παραγόμενα αρχεία

ονομάστηκαν reclassified για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου αντίστοιχα (Φώτο 50-51).

Διάβρωση

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ (τύπος)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
Με διάβρωση	5
Χωρίς διάβρωση	1
No Data	0

Πίνακας 22 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης της διάβρωσης κατά μήκος της ακτογραμμής



Φώτο 50. Περιοχή έντονης διάβρωσης στην περιοχή των Αγ.Αναργύρων της Ερμιόνης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ο πίνακας παρουσιάζει στη στήλη της περιγραφής αν υφίσταται διάβρωση ή όχι τα συγκεκριμένα τμήματα της ακτογραμμής με την απόδοση του αντίστοιχου δυναμικού. Είναι προφανές ότι στην προτεινόμενη μεθοδολογία θα μπορούσαν να υπάρχουν οι κατηγορίες: σταθερή ακτή, ακτή που προελαύνει με σταδιακά μικρότερο συντελεστή. Η κατηγοριοποίηση όμως αυτή απαιτεί τη διαχρονική παρατήρηση της ακτογραμμής με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων ή αεροφωτογραφιών κατάλληλης διακριτικής ικανότητας. Αν και κάτι τέτοιο δεν στάθηκε εφικτό για τις περιοχές μελέτης, συνιστάται σε μελλοντική

εφαρμογή της μεθοδολογίας που προτείνεται στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας.

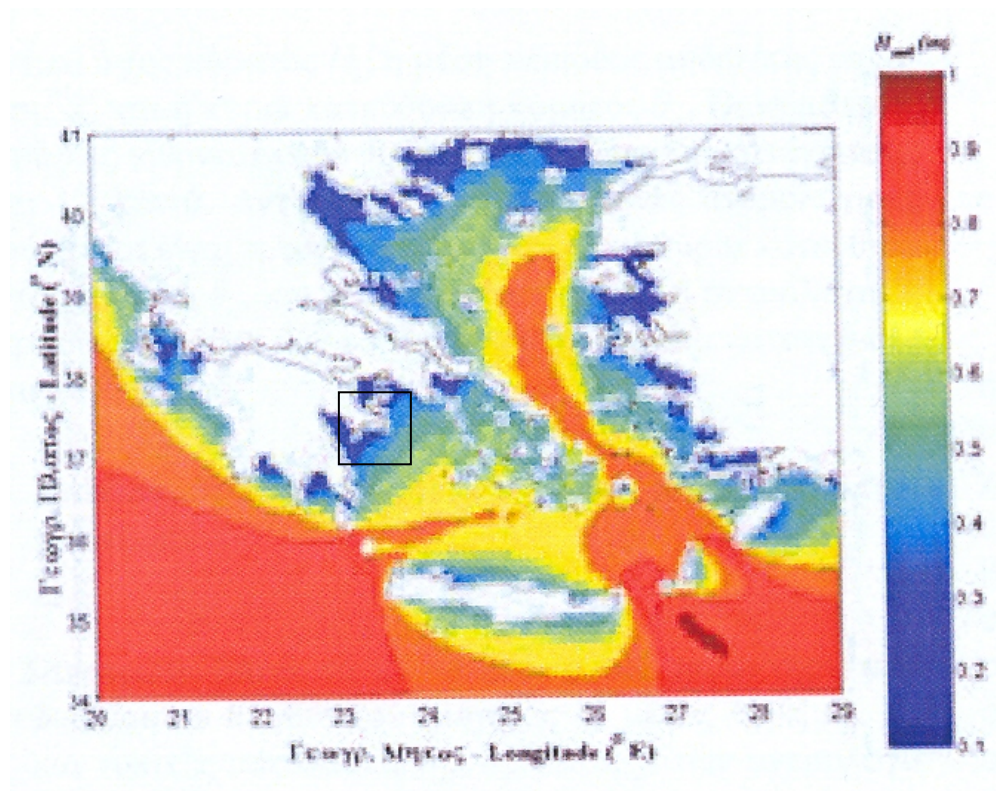


Φώτο 51. Περιοχή διάβρωσης στην περιοχή Λαμπριναϊκά του Πόρτο Χελίου.

7. Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

Οι προγνώσεις σε πραγματικό χρόνο (real time forecasts) φασματικών παραμέτρων και οι μεταγενέστερες εκτιμήσεις οι οποίες είναι προσομοιώσεις κυματικών χαρακτηριστικών που λαμβάνονται μέσω μεθόδων ανασύνθεσης του κυματικού κλίματος με την βοήθεια ιστορικών μετεωρολογικών δεδομένων δίνουν τα υπάρχοντα αποτελέσματα κυματικών μοντέλων για τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο (Σουκισιάν.,Τ.Χ. Προσπαθόπουλος., Α.Μ.).

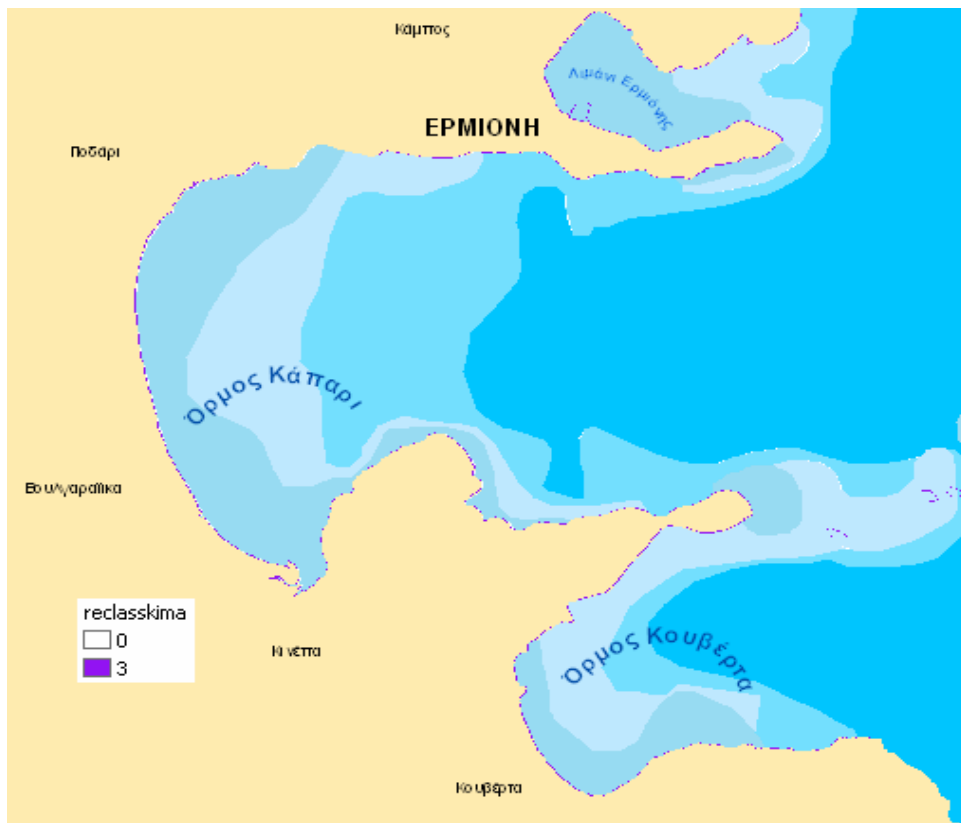
Λόγω έλλειψης στοιχείων μέσου σημαντικού ύψος κύματος για τις αντίστοιχες χρονολογίες λειτουργίας των μετεωρολογικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής μελέτης προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανές διαφοροποιήσεις των κυματικών χαρακτηριστικών στα επιμέρους τμήματα της ακτογραμμής, τα μόνα διαθέσιμα στοιχεία για το μέσο σημαντικό ύψος κύματος αντλήθηκαν από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ) με την μορφή διαγράμματος του σχήματος 26. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου WAM και του συστήματος καιρικής πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ.



Σχήμα 26. Κατανομή του μέσου σημαντικού ύψους κύματος στο Αιγαίο Πέλαγος με βάση τα αποτελέσματα του μοντέλου WAM και του συστήματος καιρικής πρόγνωσης ΠΟΣΕΙΔΩΝ (Σουκισιάν., Τ.Χ. Προσπαθόπουλος., Α.Μ.)

Λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις κατά την παράκτια χαρτογράφηση και συγκεκριμένα την παρατήρηση ενδείξεων υποχώρησης της ακτογραμμής καθώς και από τα ανεμολογικά δεδομένα των σταθμών της Αίγινας και των Σπετσών, η περιοχή της Ερμιόνης θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι τοποθετείται στο διάστημα 0.3-0.4 m ως προς το σημαντικό ύψος κύματος (Εικ.24).

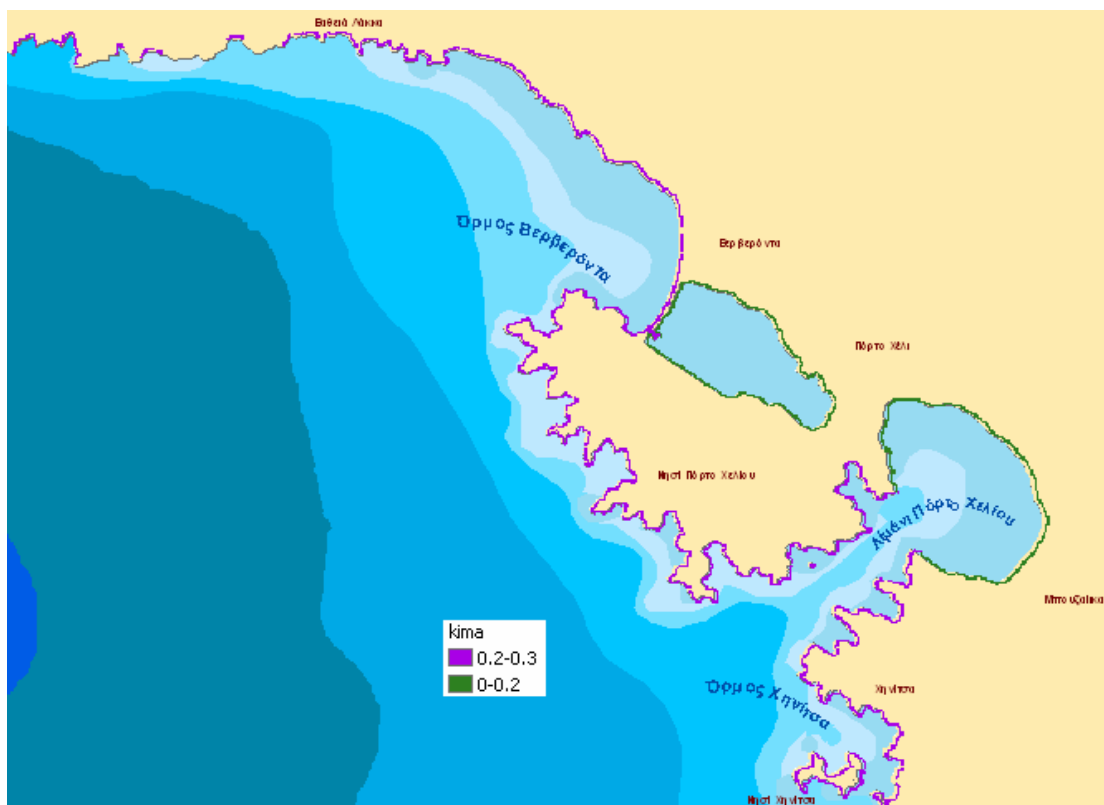
Για την ανάλυση της συγκεκριμένης μεταβλητής επιλέχτηκε η δημιουργία γραμμικού θεματικού επιπέδου για την ένταξη της πληροφορίας του μέσου σημαντικού ύψους κύματος και δεν κρίθηκε αναγκαία η διαίρεση της ακτογραμμής για την περιοχή της Ερμιόνης, δέχεται την ίδια κυματική ενέργεια σε όλο το μήκος της ακτογραμμής καθώς θεωρήθηκε ότι προστατεύεται σχετικά, σε ότι αφορά τον κυματισμό από την ύπαρξη των νησιών Ύδρα και Δοκός που δημιουργούν κυματική σκιά.



Εικ.24. Χάρτες επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τον κυματισμό για την περιοχή της Ερμιόνης.

Σε αντίθεση με την περιοχή της Ερμιόνης, το Πόρτο Χέλι θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι σε ότι αφορά το μέσο σημαντικό ύψος κύματος ανήκει τόσο στο διάστημα 0.3-0.4 m όσο και στο 0.2-0.3 m. Η ύπαρξη της κλειστής λιμνοθάλασσας του Πόρτο Χελίου καθώς και η φυσική προστασία που παρέχει τόσο το νησί των Σπετσών όσο και τα χαρακτηριστικά του λιμανιού στον κλειστό όρμο του ομώνυμου κόλπου επιβάλουν την διαίρεση της ακτογραμμής προκειμένου να διαφοροποιηθούν ως προς την ενέργεια του κυματισμού που καταλήγει στην ακτή (Εικ.25).

Στη συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία της μετατροπής των διανυσματικών αρχείων του μέσου σημαντικού ύψος κύματος, και για τις δυο περιοχές, (vector) σε μορφή ψηφιδωτού (raster grid). Η ίδια διαδικασία της επαναταξινόμησης Reclassify πραγματοποιήθηκε και σε αυτή την περίπτωση για κάθε ένα από τα αρχεία των ακτογραμμών με την κατηγοριοποίηση όπως φαίνεται στον αντίστοιχο πίνακα που ακολουθεί.



Εικ. 25. Χάρτης επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για τον κυματισμό για την περιοχή του Πόρτο Χελίου ως προς τον κυματισμό.

Στον χάρτη επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για την περιοχή του Πόρτο Χελίου ως προς τον κυματισμό παρατηρείται διαφοροποίηση με τα τμήματα της λιμνοθάλασσας στην περιοχή της Βερβερόντας καθώς και εσωτερικά του λιμανιού να δέχονται μικρότερο κυματισμό.

Μέσο σημαντικό ύψος κύματος

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (m)	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0-0.2	Πόρτο Χέλι	1
0.2-3	Πόρτο Χέλι	2
0.3-0.4	Ερμιόνη	3
0.4-0.5		4
0.5-1..0		5
No Data		0

Πίνακας 23 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης του μέσου σημαντικού ύψος κύματος για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.

8. Μέσο παλιρροιακό εύρος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία της Υδρογραφικής Υπηρεσίας για τον ελλαδικό χώρο, το μέσο παλιρροιακό εύρος για τις περιοχές του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης θεωρήθηκε το ίδιο κατά μήκος της ακτογραμμής και ότι αυτό δεν ξεπερνά τα 0.15 m. Πραγματοποιήθηκε η ίδια ακριβώς διαδικασία μετατροπής του διανυσματικού αρχείου σε ψηφιδωτό με μία ενιαία ακτογραμμή όπου σε ένα πεδίο έχει δοθεί η τιμή για την παράμετρο της παλίρροιας και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η βαθμονόμηση σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα 24. Επίσης δεν κρίθηκε σκόπιμη η οπτική παρουσίαση της συγκεκριμένης μεταβλητής διότι δεν υπάρχουν διαφοροποιήσεις και η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι η ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε για παρόμοιας φύσης παραμέτρους.

Μέσο παλιρροιακό εύρος.

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ (m)	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΥΝΑΜΙΚΟ
0.15	Πόρτο Χέλι και Ερμιόνη	2
No Data		0

Πίνακας 24 επαναταξινόμησης και βαθμονόμησης για το μέσο παλιρροιακό εύρος για την περιοχή της Ερμιόνης και του Πόρτο Χελίου.

8.1.2. Βαθμονόμηση

Πρόκειται για μια διαδικασία όπου τα δεδομένα για κάθε παράμετρο κάθε φορά ,για κάθε περιοχή μελέτης, λαμβάνονται υπόψη και κατηγοριοποιούνται με τιμές από 1 (μικρότερη τιμή) έως 5 (μεγαλύτερη τιμή), το υψόμετρο (με την χρήση υψομετρικών ζωνών και συγκεκριμένο κωδικό), η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας (βάση σεναρίων ανόδου), η γεωλογία (με την χρήση τρωτότητας σε φυσικές καταστροφές) και οι παράκτιες μορφές, η ιστορική μετατόπιση της ακτογραμμής, το ύψος κύματος, το παλιρροιακό εύρος.

Με σκοπό τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων ώστε να εκτιμηθεί η παράκτια επικινδυνότητα για τις περιοχές μελέτης οι μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας κατηγοριοποιήθηκαν βάσει αριθμητικών ή ποιοτικών διαφοροποιήσεων. Σε κάθε μεταβλητή δόθηκε μια σχετική τιμή επικινδυνότητας βασισμένη στο πιθανό μέγεθος της συνεισφοράς της στην επικινδυνότητα των ακτών όσο η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει. Έτσι, οι προαναφερθείσες οκτώ μεταβλητές

(γεωμορφολογία, παράκτια κλίση, υποχώρηση/ προέλαση της ακτογραμμής, σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, μέσο σημαντικό ύψος κύματος, μέσο εύρος παλίρροιας) ταξινομήθηκαν σε μια κλίμακα από το 1 μέχρι το 5 με σειρά αυξανόμενης επικινδυνότητας: πολύ μικρή επικινδυνότητα, μικρή επικινδυνότητα, μέτρια επικινδυνότητα, υψηλή επικινδυνότητα, πολύ υψηλή επικινδυνότητα.

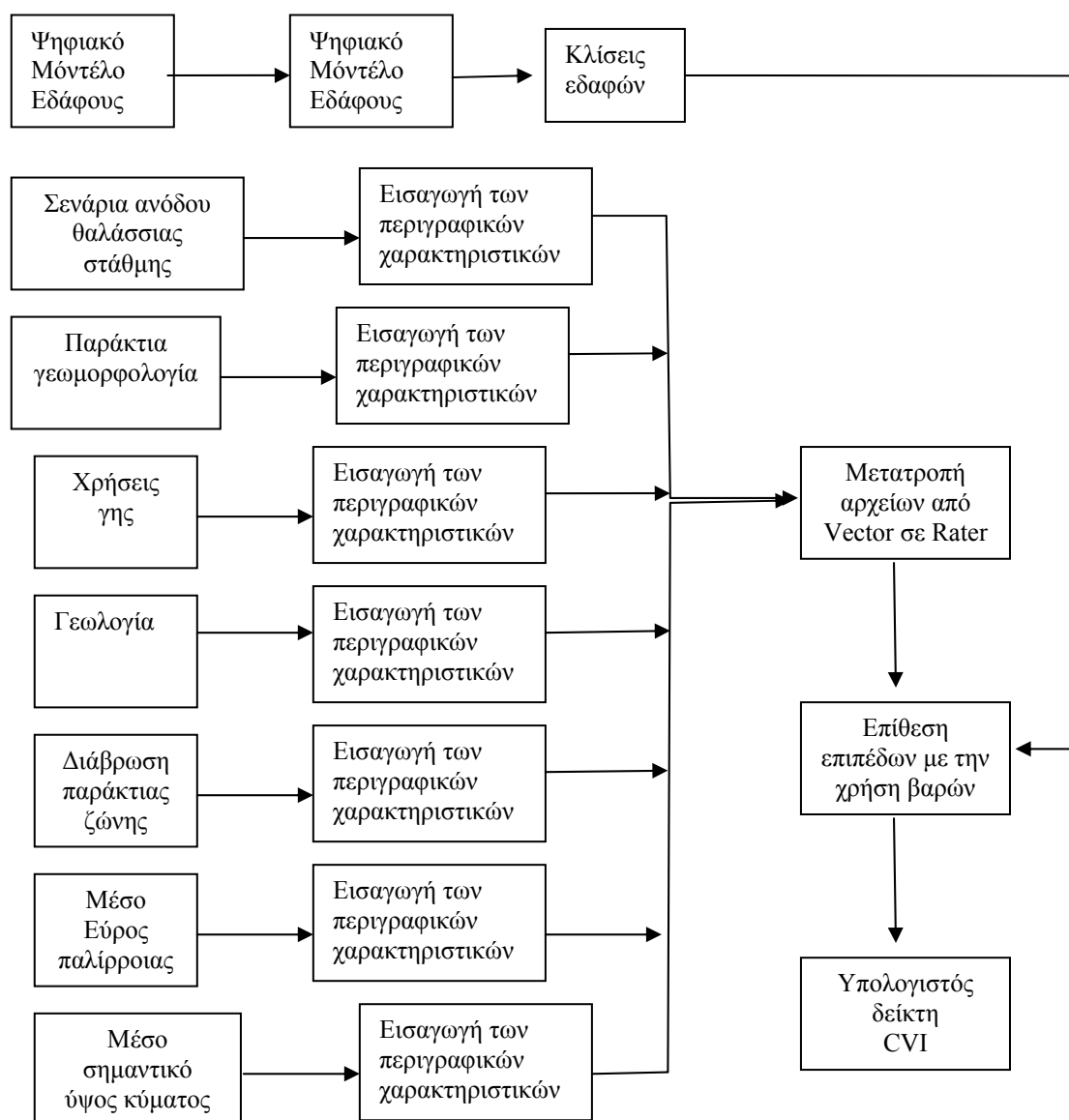
Η κατηγοριοποίηση των παραπάνω μεταβλητών επιτρέπει τη συμμετοχή τους με ποσοτικό τρόπο στο Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, έτσι ώστε η επικινδυνότητα της ακτής να εκφράζεται λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Ο πίνακας που ακολουθεί περιέχει και ποσοτικές και ποιοτικές πληροφορίες (Πίνακας 25). Οι μεταβλητές κατατάσσονται βάσει του εύρους των τιμών τους ενώ οι ποιοτικές μεταβλητές όπως αυτή της γεωμορφολογίας και των χρήσεων γης κατατάσσεται ανάλογα με τη σχετική συμπεριφορά της εκάστοτε γεωμορφής στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης και την κοινωνικοοικονομική τους σημασία αντίστοιχα.

Ταξινόμηση	Πολύ χαμηλή	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Τιμή	1	2	3	4	5
Παράκτια Κλίση	5>	3-5	2-3	1-2	0-1
Σενάρια ανόδου θαλάσσιας στάθμης	0-4.0	0-3.0	0-2.0	0-1.0	0-0.5
Γεωμορφολογία	Κρημνός	Κρημνός με ίζημα	Αιγιαλός με χονδρόκοκκο υλικό	Αιγιαλός με χαλικώδες υλικό	Αιγιαλός με αμμώδες υλικό
Χρήσεις Γης	Δάση κωνοφόρων, φυσικοί βοσκότοποι, Σκληροφυλλική βλάστηση	Ελαιώνας, Προσθαλάσσι οι βάλτοι	Γη καλυπτόμενη από γεωργία Σύνθετα συστ. Καλλιέργειας, Οπωροφόρα δένδρα	Μεταβατικές εκτάσεις, Μη αρδεύσιμη αρώσιμη γη	Διακεκομμένη αστική οικοδόμηση
Γεωλογία	Ασβεστόλιθοι	Κροκαλοπαγή	Οφιόλιθοι	Ποταμοχειμάρριες Αλλουβιακές αποθέσεις	
Υποχώρηση/προέλαση ακτογραμμής(m/έτος)	Ακτογραμμή υπο Διάβρωση				Χωρίς ενδείξεις Διάβρωσης
Μέσο μέγιστο ύψος κύματος (m)	0-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-1.0

Μέσο εύρος παλίρροιας		0.15			
--------------------------	--	------	--	--	--

Πίνακας 25. Συγκεντρωτικός πίνακας μεταβλητών, κατηγοριοποίησης και βαθμονόμησης για τις περιοχές του Πόρτο Χελίου και της Ερμιόνης.

Στο σχήμα που ακολουθεί συνοψίζονται όλες οι διαδικασίες της μεθοδολογίας που προηγήθηκε με μία σχηματική αναπαράσταση.



Σχήμα 27. Σχηματική αναπαράσταση σταδίων υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.) .

8.2. Υπολογισμός C.V.I.

Όπως έχει αναφερθεί ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας προτείνεται να δίνεται από τον τύπο :

$$\mathbf{C.V.I. = 5*a+4*b+3*c+3*d+2*e+(f+g+h)}$$

Όπου οι παράγοντες λαμβάνουν ακέραιες τιμές . Στον ακόλουθο πίνακα φαίνεται η ερμηνεία του συμβόλου της κάθε παραμέτρου.

a: στην παράκτια κλίση	b: στα σενάρια ανόδου
c: στη γεωμορφολογία	d: στις χρήσεις γης
e: στη γεωλογία	f: διάβρωσης/πρόσχωσης της ακτογραμμής
g: στο μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων	h: στο μέσο εύρος παλίρροιας

Πίνακας 26. Μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (CVI).

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι η επιλογή των συντελεστών βαρύτητα από 1 έως 5 στον τύπο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας, επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνουν αυξημένη βαρύτητα συγκεκριμένες μεταβλητές αλλά και για να προκύπτει μέγιστο άθροισμα 100 (De Mers, M.N., 2001).

Σύμφωνα με τις τιμές που μπορούν να λάβουν οι παραπάνω μεταβλητές του Δείκτη Παράκτιας επικινδυνότητας δημιουργήθηκε ο πίνακας προκειμένου να κατηγοριοποιήσει σε προκαθορισμένες κλάσεις τις τιμές που θα πάρουν από την επίθεση των θεματικών επιπέδων

Διάστημα τιμών C.V.I	Χαρακτηρισμός Παράκτιας Επικινδυνότητας
0-20	Πολύ Μικρή
20-40	Μικρή
40-60	Μέτρια
60-80	Υψηλή
80-100	Πολύ Υψηλή

Πίνακας 27. Κατηγοριοποίηση βάσει των ορίων των τιμών του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας για τις περιοχές μελέτης.

Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν δυο μέθοδοι ταξινόμησης των τιμών των pixels. Η πρώτη χρησιμοποιεί την μέθοδο Equal interval (ίσων

διαστημάτων) όπου διαιρεί τις τιμές σε ίσα εύρη και χρησιμοποιείται για εύκολα αναγνώσιμου χάρτες. Η δεύτερη περιλαμβάνει την χρήση Natural Breaks (φυσικών διαστημάτων) όπου αναγνωρίζει απότομες αυξομειώσεις μεταξύ των τιμών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν οι τιμές δεν είναι κατανομημένες ομοιόμορφα. Και για τις δυο μεθόδους ο αριθμός των κλάσεων είναι 5 (Graeme., F, 2002).

Έτσι λοιπόν θα σχολιαστούν οι 5 κλάσεις τιμών που είναι χωρισμένες σε ίσα διαστήματα (δεύτερη μέθοδος). Η πρώτη περιλαμβάνει τιμές από 0 έως 20. Οι επιφάνειες (pixels) που θα εμφανίζουν τιμές εντός αυτού του ορίου (0-20) θα κατατάσσονται στην κατηγορία περιοχών με πολύ μικρή επικινδυνότητα και κατ' επέκταση θα χαρακτηρίζονται ως λιγότερο τρωτές μετά την συνεκτίμηση των μεταβλητών που υπολογίστηκαν. Όσο οι τιμές του δείκτη αυξάνονται και μεταβαίνουν σε υψηλότερη κλάση τόσο αυξάνεται ο χαρακτηρισμός της παράκτιας επικινδυνότητας και τρωτότητας.

Ερμιόνη

Για την περιοχή της Ερμιόνης τα ψηφιακά δεδομένα ταξινομήθηκαν με δυο διαφορετικούς τρόπους για την εφαρμογή του C.V.I και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων αλλάζοντας το μέγεθος των pixel.

α) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 5 (pixel size 5 μέτρα).

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας χρησιμοποιούν το μέγεθος pixel 5 αναγκαία προϋπόθεση ήταν η υπέρθεση των επαναταξινομημένων και βαθμονομημένων θεματικών επιπέδων των μεταβλητών που συνυπολογίζονται για τον υπολογισμό του εν λόγω δείκτη. Έτσι λοιπόν με την χρήση του ArcMap φορτώνονται όλα τα αρχεία reclass_όνομα κάθε μεταβλητής και με την εντολή Spatial Analyst>Raster Calculator γίνεται εισαγωγή των μεταβλητών για τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας επικινδυνότητας και υπολογίζεται η εξής συνάρτηση:

$$CVIe5=5*reclasslope+4*reclaszones+3*reclas morf+3*reclasland+2*reclasgeol+reclasdiavr+reclaskima+reclas palir$$

Το παραγόμενο αρχείο είναι το CVIe5

Απο τις ιδιότητες του νέου raster υπερθεματικού επιπέδου πραγματοποιείται η ταξινόμηση των διαστημάτων των τιμών σύμφωνα με τον πίνακα κατηγοριοποίησης παράκτιας επικινδυνότητας. Θα πρέπει να προστεθεί ότι τα pixel με τιμή 0 εξαιρέθηκαν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων διότι δεν δίνουν αποτελέσματα παράκτιας επικινδυνότητας και κατ' επέκταση δεν παρέχουν την δυνατότητα εντοπισμού τρωτών περιοχών.

Σύμφωνα με τον χάρτη που προέκυψε με την παραπάνω μεθοδολογία η ελάχιστη τιμή που παρουσιάζει ο δείκτης είναι 14 και η μέγιστη 87. Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών εμφανίζεται στα όρια που χαρακτηρίζουν την περιοχή ως μέτριας επικινδυνότητας (40-60). Για την Ερμιόνη τέτοιες περιοχές εντοπίζονται στον Κάμπο δίπλα από τον οικισμό, σε ένα αρκετά εκτεταμένο τμήμα εντός του οικισμού, στην περιοχή Ποδάρι, Κινέττα και Κουβέρτα. Αρκετά μεγάλη είναι η έκταση που εμφανίζει τιμές που χαρακτηρίζουν ως μικρής επικινδυνότητας (20-40). Η συγκέντρωση των τιμών στην κλάση των πολύ μικρών επικινδυνοτήτων (14-20) εμφανίζονται αποκλειστικά στα τμήματα της ακτογραμμής με μεγάλες παράκτιες κλίσεις που δομούνται από ανθεκτικά και ασβεστολιθικά πετρώματα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζουν οι περιοχές με τιμές του δείκτη υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας. Η πλειοψηφία αυτών των περιοχών εντοπίζεται στα πολύ χαμηλά υψομετρικά τμήματα κατά μήκος της ακτογραμμής που διαθέτουν χαμηλές κλίσεις αλλά και στα τμήματα όπου από την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση διαπιστώθηκε σημαντική υποχώρηση της ακτογραμμής. Συμπερασματικά λοιπόν, τα τμήματα της ακτογραμμής της περιοχής της Ερμιόνης που χαρακτηρίζονται από το εύρος τιμών των δυο υψηλών και πολύ υψηλών χαρακτηρισμών παράκτιας επικινδυνότητας είναι οι περισσότερο τρωτές και αυτές πρόκειται να πληγούν άμεσα και εντοπίζονται στις περιοχές Κουβέρτα, Κινέττα, Ποδάρι και Κάμπος.

Για τα συγκεκριμένα αποτελέσματα θα μπορούσε να προταθεί ένα είδος βαθμονόμησης αλλά με σειρά προτεραιότητας. Δηλαδή αφού εντοπιστούν οι περιοχές που είναι πιο τρωτές σύμφωνα με τα αποτελέσματα, να πραγματοποιηθεί μια καταγραφή και ένας απολογισμός των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που θα πληγούν και με της σειρά τους να ιεραρχηθούν με βάση τις ανάγκες αποκατάστασης ή μετριασμού των επιπτώσεων.

β) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size 2 μέτρα).

Η ίδια ακριβώς μεθοδολογία ακολουθήθηκε και για τον υπολογισμό και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size). Και σε αυτή την περίπτωση μέσα από τις ιδιότητες του νέου raster υπερθεματικού επιπέδου πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των διαστημάτων των τιμών σύμφωνα με τον πίνακα κατηγοριοποίησης παράκτιας επικινδυνότητας. Θα πρέπει να προστεθεί ότι τα pixel με τιμή 0 εξαιρέθηκαν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων διότι δεν δίνουν αποτελέσματα παράκτιας επικινδυνότητας και κατ' επέκταση δεν παρέχουν την δυνατότητα εντοπισμού τρωτών περιοχών.

Σύμφωνα με τον χάρτη που προέκυψε με την παραπάνω μεθοδολογία η ελάχιστη τιμή που παρουσιάζει ο δείκτης είναι 9 και η μέγιστη πάλι 87. Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών στα όρια που χαρακτηρίζουν την περιοχή ως μέτριας επικινδυνότητας (40-60). Για την Ερμιόνη τέτοιες περιοχές εντοπίζονται στις ίδιες ακριβώς περιοχές με το προηγούμενο σενάριο.

Αυτό που αξίζει να σχολιαστεί είναι ότι οι επιφάνειες της κατηγορίας υψηλής (60-80) και πολύ υψηλής επικινδυνότητας (80-100) περιορίστηκαν αισθητά. Αυτό το φαινόμενο πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι σε αυτό το σενάριο περιορίστηκε το pixel size με αποτέλεσμα τα δεδομένα να έχουν καλύτερη και υψηλότερη ανάλυση. Η ανάλυση περιορίστηκε σε μικροκλίμακα πλέον όπου όλες οι μεταβλητές του δείκτη λαμβάνουν τιμές και διαφοροποιούν να αποτελέσματα του προηγούμενου σεναρίου.

Πόρτο Χέλι

Η ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθήθηκε και για την περιοχή του Πόρτο Χελίου. Τα ψηφιακά δεδομένα οργανώθηκαν με δυο διαφορετικούς τρόπους, για την εφαρμογή του C.V.I και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων αλλάζοντας το μέγεθος των pixels.

α) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 5 (pixel size 5 μέτρα).

Σύμφωνα με τον χάρτη που προέκυψε με την παραπάνω μεθοδολογία η ελάχιστη τιμή που παρουσιάζει ο δείκτης είναι 16 (πιο κοντά στο ανώτερο όριο της πρώτης κλάσεις της παράκτιας επικινδυνότητας) και η μέγιστη 81 (πιο κοντά στο κατώτερο όριο της ανώτερης κλάσης). Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών εμφανίζεται στα όρια που χαρακτηρίζουν την περιοχή ως μέτριας επικινδυνότητας (40-60). Τέτοιες περιοχές εντοπίζονται στην Παναγία, Βερβερόντα, εσωτερικά της λιμνοθάλασσας, δίπλα από τον οικισμό και ένα αρκετά εκτεταμένο τμήμα στην περιοχή Ντράσεζα εντός του λιμανιού. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που αυτές οι περιοχές είναι κατά κάποιο τρόπο προστατευμένες από το κυματικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχή εμφανίζουν μέτρια επικινδυνότητα που αυτομάτως της κάνει τρωτές από μια μελλοντική άνοδο τη θαλάσσιας στάθμης.

Παρατηρείται ότι αυτές οι περιοχές εντοπίζονται κατά μήκος της ακτογραμμής και τα συγκεκριμένα τμήματα θεωρούνται υψηλής και πολύ υψηλής παράκτιας επικινδυνότητας. Τα εδάφη στις συγκεκριμένες περιοχές είναι σαθρά με αποτέλεσμα να είναι πιο τρωτά σε μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Επίσης το παράκτιο τμήμα της περιοχής Παναγία στην Βερβερόντα αναμενόταν να παρουσιάσει υψηλή επικινδυνότητα και να είναι αρκετά τρωτό τμήμα λόγω της έντονης διάβρωσης και χαμηλής κλίσης παρατηρήθηκε κατά την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση.

Μεγάλο τμήμα της περιοχής Ντράσεζα ανήκει στην κλάση της υψηλής παράκτιας επικινδυνότητας, γεγονός επαληθεύτηκε και από την παράκτια γεωμορφολογική χαρτογράφηση όπου στην συγκεκριμένη περιοχή παρατηρήθηκε καθίζηση ολόκληρης ξενοδοχειακής μονάδας. Στην περιοχή της Χηνίτσας ένα μικρό τμήμα της ακτογραμμής παρουσιάζει υψηλή επικινδυνότητα είτε λόγω χαμηλών κλίσεων είτε επειδή αποτελείτε από αμμόδες υλικό. Η μικρής επικινδυνότητας (20-40)

για την περιοχή των Αγ.Θεοδώρων είναι ιδιαίτερης σημασίας αφού στο συγκεκριμένο σημείο εντοπίζονται τα αρχαία ευρήματα της Ακρόπολης των Αλίων. Η συγκέντρωση των τιμών στην κλάση των πολύ μικρών επικινδυνοτήτων (16-20) εμφανίζεται αποκλειστικά στα τμήματα της ακτογραμμής με μεγάλες παράκτιες κλίσεις.

α) Αποτελέσματα εφαρμογής της μεθοδολογίας εκτίμησης του C.V.I. με μέγεθος ψηφίδας 2 (pixel size 2 μέτρα).

Τα αποτελέσματα του τελευταίου υπολογισμού του CVI έδωσαν την ελάχιστη τιμή να είναι 16, όσο και με το προηγούμενο σενάριο (πιο κοντά στο ανώτερο όριο της πρώτης κλάσεις της παράκτιας επικινδυνότητας) ενώ η μέγιστη είναι 77 (πιο κοντά στο κατώτερο όριο της ανώτερης κλάσης).

Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση τιμών εμφανίζεται στον χαρακτηρισμό της μέτριας επικινδυνότητας (40-60) για την ευρύτερη περιοχή του Πόρτο Χελίου στις ίδιες ακριβώς περιοχές με το προηγούμενο σενάριο. Αν και θα πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν ακόμα αλλά σε περιορισμένη έκταση τμήματα υψηλής επικινδυνότητας που καθιστούν περιοχές αρκετά τρωτές.

Άξιο λόγου είναι ότι οι επιφάνειες της κατηγορίας υψηλής (60-80) και πολύ υψηλής επικινδυνότητας (80-100) έχουν περιοριστεί αισθητά γεγονός που οφείλεται στην υψηλή ανάλυση των pixel λόγω περιορισμού μεγέθους ψηφίδας. Η ανάλυση περιορίστηκε σε μικροκλίμακα πλέον όπου όλες οι μεταβλητές του δείκτη λαμβάνουν τιμές και διαφοροποιούν να αποτελέσματα του προηγούμενου σεναρίου.

Τα αποτελέσματα της τροποποίησης και του υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.) παρουσιάστηκαν με τις δυο μέθοδοι ταξινόμησης Equal interval (ίσων διαστημάτων) και Natural Breaks (φυσικών διαστημάτων) των τιμών των pixels και οπτικοποιήθηκαν με τους οκτώ χάρτες του Παραρτήματος II (Madej., Ed. 2001).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο Δείκτης Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.) αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο υπολογισμού, εντοπισμού και ανάλυσης περιοχών οι οποίες είναι τρωτές και πρόκειται να πληγούν τόσο από μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά τα επόμενα 100 χρόνια όσο και από πρόσκαιρα φαινόμενα ανόδου του επιπέδου της θάλασσας όπως λόγω κυμάτων καταιγίδας ή τσουνάμι. Τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν και τα ερωτήματα που δημιουργήθηκαν κατά την διεκπεραίωση της Μεταπτυχιακής αυτής Διπλωματικής Εργασίας οδήγησαν σε κάποια συμπεράσματα, σε μεθόδους αντιμετώπισης και σε προτάσεις λήψης μέτρων για την αποφυγή των αρνητικών αποτελεσμάτων από παράκτιες καταστροφές στις περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν πιλοτικά, δηλαδή στο Πόρτο Χελίου και στην Ερμιόνη αλλά και σε περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά στον ελλαδικό χώρο.

a) Μέθοδοι αντιμετώπισης

Για τη αξιολόγηση ως προς τον κίνδυνο των περιοχών που θα αντιμετωπίσουν προβλήματα από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης είναι σημαντική και πρέπει να θεωρείται απαραίτητη η αποτύπωση των παράκτιων γεωμορφών και κυρίως η πρόγνωση της συμπεριφοράς τους.

Στην παρούσα εργασία προτάθηκε η τροποποίηση του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.). Οι παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη στον υπολογισμό του είναι η παράκτια κλίση, τα σενάρια ανόδου της μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης, η γεωλογία, η υποχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής, οι χρήσεις γης, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και το μέσο εύρος παλίρροιας.

Η υποχώρηση ή προέλαση της ακτογραμμής πιστοποιήθηκε στην παράκτια χαρτογράφηση καθώς δεν ήταν εφικτό να δώσουν ακριβή αποτελέσματα η χρήση δορυφορικών εικόνων. Περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται από μορφές διάβρωσης θα πρέπει να θεωρούνται σαφώς περισσότερο ευάλωτες στο μέλλον σε αντίθεση με περιοχές προέλασης της ξηράς, όπως για παράδειγμα οι εκβολές ποταμών σε δελταϊκές περιοχές, όπου ο συνδυασμός της προέλασης και της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης πιθανότητα να δημιουργούσε μια σταθερή ακτογραμμή. Επιπλέον η λεπτομερής απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών και κυρίως η κατηγοριοποίησή τους

ανάλογα με την ανθεκτικότητά τους στις θαλάσσιες διεργασίες είναι καθοριστική για τη μελλοντική διαμόρφωση της παράκτιας ζώνης. Η παράμετρος των χρήσεων γης αποτέλεσε το μόνο κοινωνικοοικονομικό κριτήριο για τις δυο περιοχές μελέτης προσεγγίζοντας με αυτό τον τρόπο μια διάσταση η οποία δεν περιλαμβανόταν στον αρχικό τύπο του Δείκτη Παράκτιας Επικινδυνότητας (C.V.I.). Σημαντικό ρόλο παίζει η κλίμακα της χαρτογράφησης που θα πρέπει να είναι όσο γίνεται περισσότερο λεπτομερής.

Οι διαφοροποιήσεις ως προς το μέγεθος των pixel έδωσαν αποτελέσματα μικρών διαφορών στην ανάλυση. Το γεγονός αυτό είναι λογικό διότι με την μείωση του μεγέθους από 5 σε 2 των pixels, τα αποτελέσματα διαθέτουν μεγαλύτερη λεπτομέρεια ανάλυσης. Οι διαφορές εντοπίστηκαν περισσότερο στις κατηγορίες υψηλής και πολύ υψηλής επικινδυνότητας όπου και έχουν ιδιαίτερη σημασία ως προς το άμεσα διαχειριστικό κομμάτι σε επίπεδο δήμου. Γι' αυτό τον λόγο προτείνεται η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας με όσο το δυνατόν καλύτερη ανάλυση (2 pixels) αποφεύγοντας φαινόμενα γενίκευσης στις παράκτιες ζώνες, όπου οι ακτογραμμές αλλάζουν συνεχώς.

Συνοψίζοντας, στην περιοχή της Ερμιόνης τα τμήματα της παράκτιας ζώνης που χαρακτηρίζονται από υψηλή και πολύ υψηλή επικινδυνότητα και για τους δυο υπολογισμούς με διαφορετικό pixel size (2 και 5) εντοπίζονται στις περιοχές Κουβέρτα, Κινέττα και περιορίζεται στην περιοχή του παράκτιο έλους, στα Βουλγαραϊκά και λίγο βορειότερα αυτής, στο λιμάνι της Ερμιόνης και περιοχή Κάμπος.

Για την περιοχή του Πόρτο Χελίου, σύμφωνα με τα δύο σενάρια υπολογισμών με διαφορετικό pixel size (2 και 5), τα τμήματα της παράκτιας ζώνης που χαρακτηρίζονται από υψηλή και πολύ υψηλή επικινδυνότητα και κατ' επέκταση είναι περισσότερο τρωτά εντοπίζονται στην περιοχή της Χηνίτσας, στην Ντράσεζα και κατά μήκος της ακτής προς το λιμάνι του Πόρτο Χελίου, σε όλο το τμήμα της ακτής της λιμνοθάλασσας, καθώς και στην περιοχή Βερβερόντα και Παναγία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε μια σειρά χαρτών παράκτιας επικινδυνότητας στο παράρτημα II.

b) Πιθανά μελλοντικά μέτρα προστασίας

Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, κυρίως εξαιτίας της ανθρώπινης παρέμβασης στη φύση, συνεπάγεται σοβαρές επιπτώσεις στις περιοχές που θα πλήξει, γνωστές τόσο στους επιστήμονες όσο και στις Κυβερνήσεις. Αρκετές από αυτές μπορούν να αποτραπούν αποτελεσματικά αρκεί να αναλογιστούμε ότι το κόστος από τη σύσταση ενός προγράμματος πρόληψης και αντιμετώπισης των συνεπειών του φαινομένου είναι συγκριτικά μικρότερο από τις δαπάνες για την εκ των υστέρων αποκατάσταση των απωλειών σε περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο.

Για την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης ακολουθούνται σε παγκόσμια κλίμακα τακτικές οι οποίες εστιάζουν περισσότερο στις αλλαγές των χρήσεων γης και στη μετακίνηση κατασκευών και δραστηριοτήτων σε ασφαλέστερες περιοχές (Titus J.G. and Richman C., 2000).

Για να επιτευχθεί με ακρίβεια ο εντοπισμός των περιοχών που αναμένεται να πληγούν και να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα από τις αρνητικές επιπτώσεις μιας πιθανής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης είναι αρκετά δύσκολος. Αρχικά θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ο εντοπισμός και η χρήση των υψομετρικά χαμηλών περιοχών της παράκτιας ζώνης και να προσδιοριστούν τα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά καθώς και οι γεωμορφολογικές διεργασίες που είναι ενεργές. Εκείνο που θεωρείται αναγκαίο είναι η ποσοτική εκτίμηση των οικονομικών συνεπειών σε τοπικό επίπεδο καθώς και ένας οικονομικός προγραμματισμός για το κόστος που απαιτείται για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν μακροπρόθεσμα ώστε να μειωθούν οι αρνητικές συνέπειες. Δηλαδή αυτό που διεθνώς ονομάζεται «*Holding back the sea*» (Titus J.G. and Richman C., 2000).

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ποιοτικές εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης όσο και την έκταση που ενδέχεται να κατακλυστεί προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα για την πρόληψη και αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών σε αντίστοιχες περιοχές μελέτης. Ορισμένες από τις ενέργειες που προτείνονται έχουν ήδη εφαρμοστεί σε κάποιες περιοχές. Εντούτοις καλό θα ήταν, σε εθνικό επίπεδο να εφαρμοσθούν σε όλο το μήκος της παράκτιας ζώνης της χώρας και είναι οι ακόλουθες:

- Πραγματοποίηση μελέτης για την οριοθέτηση των χαμηλών περιοχών υψηλού κινδύνου με βάση τα τοπογραφικά και γεωλογικά τους χαρακτηριστικά, τις παράκτιες γεωμορφολογικές διεργασίες και το κυματικό καθεστώς.
- Λεπτομερής αποτύπωση των χρήσεων γης αυτών των περιοχών, με παράλληλο σχεδιασμό μετεγκατάστασης τους.
- Δραστηριοποίηση περιβαλλοντικών οργανώσεων για την προστασία της χλωρίδας και της πανίδας των περιοχών που θα πληγούν.
- Δημιουργία ανεξάρτητου φορέα με σκοπό την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών της παράκτιας ζώνης ο οποίος θα βρίσκεται σε άμεση και συνεχή σε συνεργασία με άλλους φορείς όπως η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας.
- Την δημιουργία πολυεπίπεδης βάσης δεδομένων όλων των απαραίτητων χαρακτηριστικών και αξιοποίηση της μέσω ενός κεντρικού ΣΓΠ προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σωστή διαχείριση της παράκτιας ζώνης με την δημιουργία, ενημέρωση και επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα του.
- Να πραγματοποιηθεί ένας αποτελεσματικός σχεδιασμός ενός δικτύου συνεχούς παρακολούθησης της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης στην παράκτια ζώνη μελέτης με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων σε συνδυασμό με την χαρτογράφηση των μεταβολών της ακτογραμμής και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.
- Συλλογή κι οργάνωση των επιστημονικών δεδομένων απο υπάρχοντα μέσα και προγράμματα. Δυνατότητα παροχής χρήσιμης γνώσης και πληροφοριών προς τους ενδιαφερόμενους.
- Αναγνώριση κι ιεράρχηση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι ελληνικές ακτές. Προσδιορισμός των αιτιών της σημερινής κατάστασης και πρόβλεψη των μελλοντικών επιπτώσεων
- Αποτύπωση και περιγραφή της παράκτιας ζώνης με βάση τις φυσικές διεργασίες και το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο. Χαρακτηρισμός ή «σηματοδότηση» των ακτών ανάλογα με την οικολογική κατάσταση στην οποία βρίσκονται ή την τάση υποβάθμισής τους.
- Διάλογος με τις βασικές κατηγορίες χρηστών και επαφή με τις περιφερειακές και τοπικές αρχές, ώστε να δημιουργηθεί μια σαφής εικόνα των ειδικών αναγκών και των προτεραιοτήτων της κάθε ακτής.

- Συγκερασμός των υφιστάμενων δεδομένων και απόψεων, με απώτερο στόχο την κατάθεση ολοκληρωμένης πρότασης για την χάραξη ενιαίας εθνικής στρατηγικής που να ανταποκρίνεται στις ιδιαιτερότητες των ελληνικών ακτών

- Σύνδεση με το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Παράκτιας Έρευνας (ENCoRe) και συμβολή στον καθορισμό μιας ενιαίας ευρωπαϊκής πολιτικής για την βελτίωση του περιβάλλοντος, της οικονομίας και της ποιότητας ζωής των τοπικών κοινωνιών.

- Ενημέρωση των πολιτών, της επιστημονικής κοινότητας, των διοικητικών υπαλλήλων, των πολιτικών παραγόντων που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στην έρευνα, ανάπτυξη ή διαχείριση της παράκτιας ζώνης.

Βιβλιογραφία

- Ξενόλωση βιβλιογραφία

- Bird E. C. F. (1984), "An Introduction to Coastal Geomorphology", 3rd Edition. Ed. B. Blackwell. N. York.
- Burrough, P.A. and McDonnell, R.A., (2000). "Principles of Geographical Information Systems", Spatial Information Systems and geostatistics, Oxford.
- Defaure, J.J. (1978), *Le Peloponnese: Carte Geologique*.
- Defaure, J.J. (1978), *Le Peloponnese: Carte Geomorphologique*.
- De Mers, M.N., (2001). "GIS Modeling in raster".N.Y.
- Dougldos, B.E., Kearney M.S., Leatherman S.P., (2000), "Sea Level Rise, History and Consequences", Academic Press, San Diego.
- El-Raey, M. (1997), "Vulnerability assessment of the coastal zone of the Nile delta of Egypt, to the impacts of sea level rise", *Ocean & Coastal Management*, Vol. 37, No. 1, 29-40
- Emery, K.O., and Kuhn,G.G., (1980). "Erosion of rock shores at La Jolla. *Marine Geology*"/37:197-208.
- Fairbridge, R.W. (1961), Eustatic changes in sea-level. *Physics and Chemistry of the earth* 4, 99-185.
- Gaki-Papanastassiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K., Zamani, A. (1997), "The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century", *Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment*, 121-126.
- Gardiner, V., Dackombe, R. (1983), "Geomorphological field manual. Ed. G Allen and Unwin", London, 254 p.
- Georgas, D. (2000), "Implications of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR) for Greece", *Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR)*, Hamburg, 32-33.
- Gifford, J.A.,(1990) "Analysis of Supmarine Sediments off Paralia" in T.J.Wilkinson and S.T.Duhon (ed) *Excavations at Franchthi Cave, Greece: Franchthi Paralia The Sediment, Stratigraphy and offshore Investigations*, Indiana University press/Bloomington & Indianapolis pp:85-116.
- Gornitz, V.,(2000), "Sea Level rise and coastal hazarts", June 8, 2000.
- Goudie, A., Anderson, M., Burt, T., Lewin, J., Richards, K., Whalley, B., Worsley, P. (1981), *Geomorphological techniques. Ed. for the British Geomorphological Research Group*, G Allen and Unwin, London.

- Graeme, F.B.C., (2002). "Geographic Information Systems for geoscientists, modeling with GIS", Computer Methods in the Geosciences. Pergaum.
- Haslett, S. (2000), *Coastal Systems. Rout ledge Introductions to environment series*. London.
- IPCC. (2001), Climate Change, Synthesis Report. - Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.), Geneva, 184 pp (Stand-alone edition).
- Jacobsen, T.W.(1976). "17,000 years of Greek prehistory". *Scientific American* 234,76-87.
- Jameson, M.H., Runnels, C.N., and Van Andel, Tj. H (1994) *A Greek Countryside. The Southern Argolid from Prehistory to the Present Day*, Stanford,California.
- Jelgersma, S. (1966), "Sea-level changes during the last 10000 years. In Sawyer", J.S. (ed.), World Climate 8000 to 0 BC. Proc. Int. Symp. On World Climates 18-19 April, 1966 Royal Meteorological Society. London.
- Li, C.X., Fan, D.D., Deng, B., Wang, D.J. (2000), *Some problems of vulnerability assessment in the coastal zone of China, Proceedings of the APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaption in the Asia-Pacific Region*, Kobe, 1-8
- Madej, E., (2001). "Cartographic Design Using Arc View GIS".On Word Press.
- Meler, M.K., Wahr, J.M., (2002), *Sea level is rising: Do we know why?*, 99/10:6526, Boulder.
- Morner, N. A. (1973), *Eustatic changes in last 300 years, Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.* 13, 1-14.
- Papathoma, M., Howes, D.D., ZONG, Y., Smith, D., (2003). "Assessing tsunami vulnerability, an example for Herakleio, Crete".*Natural Hazard and Earth System Sciences*,/3:377-389.
- Papathoma, M., Howes, D.D., (2003). "Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal Hazard analysis and dizaster management planning, Gulf of Crinth, Greece". *Natural Hazard and Earth System Sciences*,/3:733-747.
- Pendleton, A.E., Thieler, E.R., and Williams, S. Jeffress, (2005).*Coastal Vulneradility Assessment of Dry Tortuges National Park to Sea Level Rise*.
- Pendleton, A.E., Thieler, E.R., and Williams, S. Jeffress, (2005). *Coastal Vulneradility Assessment of Golden GateNat an Recreaton Ares to Sea Level Rise*.
- Pethic, J. (1984), *An Introduction to coastal geomorphology*. Ed. E. Arnold, London. pp 260.
- Stewart, A., Fotheringham, H., Brunsdon, C., and Charlton M., (2004). "Geographically weigthed, regression the analsis of spatially raeging relationships " Wiley.
- Shackleton, J.C., and Chappell K.J., (1986). *Prehistoric shell assemblages from Franchthi Cave and evolution of the adjacent coastal zone* *Nature* .288, 357-359.
- Shepard, F. P. (1963), *Submarine Geology* (3rd edition) Harper & Row, New York.
- Titus, J.G. & Narayanan, V.K. (1995), *The probability of sea level rise*. U.S. E.P.A, Washington, D.C.

- Titus, J.G., Park R.A., Leatherman, S., Weggel, R., Green, M.S., Treehan, M., Brown, S., Yohe, G. (1991), "Greenhouse Effect and Sea Level Rise: The Cost of Holding Back the Sea", *Coastal Management*, 19(3), 171-204.
- Titus, J.G., Richman, C. (2001), "Maps of Lands Vulnerable to Sea Level Rise: Modeled Elevations along the U.S. Atlantic and Gulf Coasts", *Climate Research*, 18, 205-228.
- Tooley, M.J. (1974), *Sea level changes during the last 9000 years in north west England*. Geogr. J., 140, 18-42.
- Trikart, J. (1974), *Structural Geomorphology*. Longman: London, 305 p.
- Tyller Miller, G., GR (1999). "Βιώνοντας το Περιβάλλον II: Αρχές περιβαλλοντικών επιστημών", Αθήνα : Ίων σελ 105-115.
- Van Andel, Tj. H. and Lianos N. (1984), "High-Resolution Seismic reflection profiles for the reconstruction of postglacial transgressive shorelines: An example from Greece" *Quaternary Research* 22, 31-45.
- Woodroff D. E., (2002). Coasts: form, process and evolution.
- Yang, X., Damen, M.C.J., van Zuidam, A. (1999), "Satellite remote sensing and GIS for the analysis of channel migration changes in the active Yellow River Delta", China *JAG*, vol. 1, Issue 2, 146-157.

- **Ελληνική βιβλιογραφία**

- Αλμπανάκης, Κ. (1999), *Μαθήματα Ωκεανογραφίας*. University Studio press. Θεσσαλονίκη.
- Βήμα: Ένθετο Ελλάδα 2006, Νομός Αργολίδας, Πελοπόννησος, Εκδόσεις Δομή.
- Δουκάκης, Ε., (2005), Ανάπτυξη παράκτιας ζώνης. Σημειώσεις στο Διατμηματικό Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακό Σπουδών «Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων».
- ΙΓΜΕ, (1983) *Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:500000*. Έκδ. ΙΓΜΕ.
- Καρύμπαλης, Ε. (1996), *Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού*. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογία Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καρύμπαλης, Ε., (2003). Σημειώσεις Κλιματολογίας Υδρολογίας. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Καρύμπαλης, Ε., Παυλόπουλος, Κ. (2005). Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2002), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση του Χώρου*, Αθήνα :Παπασωτηρίου
- Λέκκας, Ε., (2000), *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*, Αθήνα: Access.
- Λεοντάρης, Σ., 1992. *Εισαγωγή στην Ωκεανογραφία*. Αθήνα.

- Μανιάτης, Γ., (1996) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης- Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Μαρουκιάν Χ., Παυλόπουλος Κ., Γάκη – Παπαναστασίου, Ζαμάνη, Α. (2001), «Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα». Περιοδικό Γεωγραφίες 1, 73-82.
- Ο.Κ.Χ.Ε (2000) *Χάρτης χρήσεων γης κλίμακας 1:100000*. Έκδ. Ο.Κ.Χ.Ε.
- Παπαπέτρου-Ζαμάνη, Α. (1995) Γεωμορφολογία, Αθήνα:Συμμετρία.
- Παυλόπουλος Κ. (1992), *Γεωμορφολογική εξέλιξη της νότιας Αττικής*. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παυλόπουλος, Κ, Καρύμπαλης, Ε. (2001), Σημειώσεις Εργαστηριακών Ασκήσεων Γεωμορφολογίας. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Σουκισιάν, Χ.Τ, Προσπαθόπουλος, Μ.Α (2003), «Εφαρμογή του Κυματικού Μοντέλου 3^{ης} Γενιάς WAM-Cycle 4 στο Αιγίο Πέλαγος». Τεχν.Χρον.Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, IV, τευχ.1-2, 7-19.
- Στεφανάκης, Ε. (2002), Σημειώσεις Εισαγωγή στην Χαρτογραφία. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Στεφανάκης, Ε. (2003), Σημειώσεις Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών Ι. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Χαλκιάς, Χ., (2002), Σημειώσεις Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών Ι,ΙΙ. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Χαλκιάς, Χ., (2003) Σημειώσεις Ειδικά Θέματα Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

- **Ιστοσελίδες- Διαδίκτυο**

- Ερμιόνη, Αθήνα 2000. Εύρεση στις 15 Νοεμβρίου 2006, <http://www.ermionida.net>
- Πόρτο Χέλι, Αθήνα 2000. Εύρεση στις 19 Νοεμβρίου 2006, <http://www.ermionida.net>
- IPCC report, Εύρεση στις 1 Νοεμβρίου 2006 <Http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/258htm>.
- Open file report 2005-1058,2005. Εύρεση στις 20 Νοεμβρίου 2006 <Http://pubs.usgs.gov/of/of> 99-593
- Open file report 2004-1416, 2004. Εύρεση στις 1 Ιανουαρίου 2007 <Http://pubs.usgs.gov/of/of> 99-593
- Δορυφορικές εικόνες LandSat 1987,2000. Εύρεση στις 16 Ιανουαρίου 2007 <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>