ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

Τμήμα Γεωγραφίας

ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΤΟΥ ΚΟΛΠΟΥ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

Πτυχιακή εργασία

ΑΝΑΣΤΑΣΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ

Αθήνα, 2017

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

Τμήμα Γεωγραφίας

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Κοσμάς Παυλόπουλος (Επιβλέπων)

Καθηγητής Γεωμορφολογίας και Περιβάλλοντος , Τμήμα Γεωγραφίας , Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Ευθύμιος Καρύμπαλης

Αναπληρωτής Καθηγητής - Ποτάμια και Παράκτια Γεωμορφολογία , Τμήμα Γεωγραφίας , Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Πέτρος Κατσαφάδος

Επίκουρος Καθηγητής της Εφαρμοσμένης Γεωγραφίας με έμφαση στην Κλιματολογία , Τμήμα Γεωγραφίας , Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Η Αναστασάκη Ιωάννα δηλώνω υπεύθυνα ότι:

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

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

Η ευ λόγω πτυχιακή εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στην μητέρα μου , που πάντα με στηρίζει σε κάθε βήμα μου.

« Ν' αγαπάς την ευθύνη.
Να λες: Εγώ, εγώ μονάχος μου
έχω χρέος να σώσω τη γης.
Αν δε σωθεί, εγώ φταίω. »

Νίκος Καζαντζάκης

Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας , που στόχο έχει την περάτωση των προ-πτυχιακών μου σπουδών στο τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Σε αυτό το κεφάλαιο θα ήθελα να ευχαριστήσω , όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής , είτε μέσω της παραχώρησης απαραίτητων δεδομένων και πληροφοριών , είτε μέσω της διάδοσης σε εμένα καθοριστικών ακαδημαϊκών γνώσεων.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου , κύριο Κοσμά Παυλόπουλο , για όλες τις γνώσεις , που με τόσο μεράκι , μου έχει μεταφέρει όλα τα χρόνια των σπουδών μου και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος. Επιπλέον δεν θα μπορούσα να παραλείψω τον κύριο Καψιμάλη Βασίλη , Δρ. Γεωλόγο-Ωκεανογράφο (Ερευνητής ΕΛΚΕΘΕ) , για την καθοριστική συμβολή του στην παρούσα εργασία , είτε σε επίπεδο γνώσεων και παροχής δεδομένων και πληροφοριών είτε σε υποστηρικτικό επίπεδο. Ακόμα τους καθηγητές του τμήματος , κ. Καρύμπαλη Ευθύμιο και κ. Κατσαφάδο Πέτρο για το σύνολο των φυσικών γεωγραφικών και κλιματικών γνώσεων , αλλά και την άμεση ανταποκρισή τους σε τυχόν απορίες μου , καθ'όλη την διάρκεια της συγγραφής και μελέτης του παρόντος θέματος.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Φραγκίσκα - Καρμέλα Γαδ , για όλη την καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχε όλο αυτό το διάστημα , κυρίως σε θέματα που αφορούσαν το πρόγραμμα Mike 21 και απορίες μου σχετικά με την ερμηνεία των παραγόμενων και θέματα που άπτονται στο γνωστικό της αντικείμενο. Επίσης τον διδάκτωρα του πανεπιστημίου μας κύριο Βανδαρακη Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη σε όλους τους τομείς και φάσεις της εν λόγω εργασίας , καθώς και την κυρία Νέλλη Βαλκάνου για δεδομένα και πληροφορίες που μου παρείχε στην αρχή αυτού του εγχειρήματος .

Καθοριστικής σημασίας στην περάτωση της παρούσας έρευνας ήταν η παροχή του προγράμματος Mike 21 Coupled Model FM του Ινστιτούτου Υδραυλικής της Δανίας - Danish Hydraulic Institute (DHI) , για αυτό και δεν θα μπορούσα να παραλείψω , να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες και ιδιαίτερα στον κ. Μουσσούλη Ηλία. Τόσο για τη χορήγηση της άδειας του υδροδυναμικού μοντέλου MIKE , όσο και για την άμεση κάθε φορά , βοήθεια του , σε θέματα και απορίες σχετικά με αυτό.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω, από τα βάθη της καρδιάς μου, όλους τους καθηγητές και το προσωπικό του πανεπιστημίου που σε όλα τα χρόνια σπουδών μου ήταν συνέχεια δίπλα μου και κυρίως την οικογένειά μου και όλους τους φίλους , οι οποίοι ο καθένας με το δικό του , έμμεσο ή άμεσο τρόπο , συνέβαλαν σε αυτή την προσπάθεια .

Αναστασάκη Ι. Ιωάννα
Φεβρουάριος 2017

Πίνακας περιεχομένων

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ……7
2. ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ……8
3. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ……9
4. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ……11
5. ΕΙΣΑΓΩΓΗ……12
6. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ……13
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ……14
8. ΓΕΝΙΚΑ……16
   8.1 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΣΤΑΘΜΗ……16
   8.2 ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗ……17
   8.3 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ – ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ……18
9. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ……20
   9.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ……20
   9.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ……22
   9.3 ΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ - ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ - ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ……25
   9.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ……26
   9.5 ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ……27
   9.6 ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ……29
10. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ MIKE 21 COUPLED MODEL FM……32
   10.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ……32
   10.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ……33
      10.2.1 ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΚΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ……33
      10.2.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ……37
11. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ……38
12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ……55
13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……56

1. Περίληψη στα Ελληνικά

Η σημασία της παράκτιας ζώνης είναι καθοριστική για το συνολικό οικοσύστημα της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Αποτελεί γεγονός ότι το 72% της επιφάνειας του πλανήτη καλύπτεται με νερό. Το 97% αυτού του νερού είναι θαλασσινό. Ένα μεγάλο μέρος λοιπόν του ανθρώπινου πληθυσμού , ζει καντά σε παράκτιες περιοχές και επηρεάζεται από το περιβάλλον αυτό. Η διάβρωση των ακτογραμμών είναι αποτέλεσμα τόσο φυσικών όσο και ανθρωπογενών διεργασιών και αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην διαμόρφωση της ακτογραμμής. Το ανεμολογικό και κυματικό καθεστώς επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό , την εξέλιξη της μορφολογίας , της παράκτιας ζώνης στο πέρασμα του χρόνου.

Τα τελευταία χρόνια ο κόλπος των Χανίων αποτελεί , αδιαμφισβήτητα , το αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνητών . Η περιοχή του Κολυμβαρίου , βρίσκεται στο Νομό Χανίων , στον κόλπο των Χανίων δυτικά της πόλης και βορειοδυτικά του νησιού. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παραγωγή μοντέλων χαρτών που θα εμφανίζουν την εξέλιξη της ακτογραμμής σε διαφορετικές φάσεις κυματικών και ανεμολογικών συνθηκών , μέσα από την αποδελτίωση , τόσο κυματικών και υδροδυναμικών μοντέλων , όσο και μοντέλων στερεομεταφοράς.

Για την επίτευξη όλων των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα , Mike 21 Coupled Model FM του Danish Hydraulic Institute (DHI) , το οποίο αποτελεί ένα δυναμικό σύστημα μοντελοποίησης και παρέχει τη δυνατότητα σύζευξης τριών λογισμικών μονάδων (modules): (i) του υδροδυναμικού μοντέλου Hydrodynamic Module (HD), (ii) του κυματικού μοντέλου Spectral Wave Module (SW), και (iii) του μοντέλου στερεομεταφοράς μη συνεκτικών ιζημάτων Sand Transport Module (ST). Πιο συγκεκριμένα η εν λόγω εργασία επικεντρώνεται στα αποτελέσματα του μοντέλου της ακτογραμμής (shoreline model) , με απότερω σκοπό , μία μακροχρόνια πρόβλεψη για την περιοχή μελέτης. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του παραπάνω μοντέλου αφορούσαν μετρήσεις του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών , ενώ έχουν γίνει αρκετές αναφορές σε ήδη υπάρχουσες μελέτες , τόσο για την περιοχή μελέτης όσο και για άλλες περιοχές που άπτονται στο ίδιο αντικείμενο μελέτης.

Τελικά προϊόντα της παρούσας μελέτης είναι οι χάρτες μεταβολής στάθμης πυθμένα , οι χάρτες ταχύτητας ρεύματος , οι χάρτες ύψους κύματος καθώς και στερεομεταφοράς , για τα διάφορα σενάρια που επιλέχθηκαν , αλλά και τα διαγράμματα μεταβολής της ακτογραμμής για κάθε σενάριο που έχει επιλεχθεί.

Λέξεις κλειδιά: Διάβρωση , Απόθεση , Κολυμβάρι , Mike 21 , Ακτογραμμή.

2. Περίληψη στα Αγγλικά

The importance of the coastal zone is decisive for the overall ecosystem of study area. It is a fact that 72% of the planet's surface is covered with water. 97% of this water is saltwater. Much therefore of the human population, make living in coastal areas affected by this environment. Erosion of coastlines is a result of both natural and anthropogenic processes and is an important factor in shaping the coastline. The Wind and wave regime substantially affect the evolution of the morphology of the coastal zone over time.

In recent years the Gulf of Chania is, undoubtedly, the object of study of many researchers. The area of Kolimbari, located in Chania, Chania Gulf west of the city and northwest of the island. The purpose of this thesis is to produce maps models that show the evolution of the coastline at different stages of wave and wind conditions, through the indexing of both wave and hydrodynamic modeling, and sediment transport modeling.

In order to achieve all of the above used the program, Mike 21 Coupled Model FM the Danish Hydraulic Institute (DHI), which is a dynamic modeling system and enables the coupling of three modules software (modules): (i) the hydrodynamic model Hydrodynamic Module (HD), (ii) the wave model Spectral Wave Module (SW), and (iii) the sediment model inconsistent sediment Sand Transport Module (ST). More specifically, this work focuses on the effects of the coastline model (shoreline model), with apotero purpose, a long-term forecast for the study area. The data used to develop the above model involving measurements of Greek Centre for Marine Research, and several references to existing studies have been made, both for the study area and other areas relating to the same subject of study.

Final products of the present study is the bed level change maps, current speed maps, the significant wave height maps and total load magnitude on the different scenarios were selected and diagrams of change of coastline for each selected scenario.

Keywords: Erosion, Deposition, Kolymbari, Mike 21, Coastline.

3. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ. 1 . Περιφερειακή άνοδο της στάθμης της θάλασσας μέχρι το τέλος του 21 αιώνα.

Εικ. 2 . Συνολικό κόστος επιπτώσεων της ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας στην Ελλάδα έως το 2100.

Εικ. 3 . Βασικά χαρακτηριστικά του κύματος.

Εικ. 4 . Ωκεάνια κυκλοφορία.

Εικ. 5 . Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη, Κρήτη (Google earth).

Εικ. 6 . Γεωγραφική θέση περιοχής μελέτης.

Εικ. 7 . Χάρτης Μορφολογικού Αναγλύφου Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων

Εικ. 8 . Χάρτης Κλίσεων Κλιτών Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων .

Εικ. 9 . Χάρτης Χρήσεως Γης , Ζώνης Natura με την περίμετρο οικισμών Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων.

Εικ. 10 . Ροδόγραμμα συχνοτήτων διευθύνσεων και των αντίστοιχων μέσων ταχυτήτων του ανέμου.

Εικ. 11 . Ροδόγραμμα συχνοτήτων κυματικών διευθύνσεων διάδοσης και των αντίστοιχων σημαντικών υψών κύματος.

Εικ. 12 . Μικροπλάκες της Ανατολικής Μεσογείου και οι κινήσεις τους.

Εικ. 13 . Αφρικανική και Ευρασιατική και οι κινήσεις τους.

Εικ. 14 . Γεωλογικός χάρτης περιοχής μελέτης

Εικ. 15 . Διάγραμμα για το σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου με την μεταβολή του ύψους κύματος και την κατεύθυνση κυματισμού.

Εικ. 16 . Διάγραμμα για το σενάριο Απριλίου – Μαΐου με την μεταβολή του ύψους κύματος και την κατεύθυνση κυματισμού.

Εικ. 17 . Βαθυμετρία μοντέλου - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.

Εικ. 18 . Σημαντικό ύψος κύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο-Ά)

Εικ. 19 . Σημαντικό ύψος κύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο - ΄Β)

Εικ. 20 . Σημαντικό ύψος κύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου)

Εικ. 21 . Σημαντικό ύψος κύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Απριλίου – Μαΐου)

Εικ. 22 . Ταχύτητα ρεύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο-Ά)

Εικ. 23 . Ταχύτητα ρεύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο - ΄Β)

Εικ. 24 . Ταχύτητα ρεύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου)

Εικ. 25 . Ταχύτητα ρεύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Απριλίου – Μαΐου)

Εικ. 26 . Εκτίμηση στερεομεταφοράς στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη (Σενάριο-Ά)
Εικ. 27 . Εκτίμηση στερεομεταφοράς στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο - ΄Β)
Εικ. 28 . Εκτίμηση στερεομεταφοράς στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου)
Εικ. 29 . Εκτίμηση στερεομεταφοράς στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Απριλίου – Μαΐου)
Εικ. 30 . Απόκριση του πυθμένα της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο-Ά)
Εικ. 31 . Απόκριση του πυθμένα της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο - ΄Β)
Εικ. 32 . Απόκριση του πυθμένα της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου)
Εικ. 33 . Απόκριση του πυθμένα της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο Απριλίου – Μαΐου)
Εικ. 34 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο-Ά)
Εικ. 35 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη (Σενάριο - ΄Β)
Εικ. 36 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 02/12 03:00 Hm0=4.45 m, Tp=9.33 s, MWD=355.8 deg
Εικ. 37 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 02/12 15:00 Hm0=3.87 m, Tp=9.33 s, MWD=356.54 deg
Εικ. 38 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 19/12 15:00 Hm0=2.06 m, Tp=6.37 s, MWD=5.63 deg
Εικ. 39 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 20/12 03:00 Hm0=0.42 m, Tp=3.96 s, MWD=7.38 deg
Εικ. 40 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 21/12 15:00 Hm0=0.39 m, Tp=2.23 s, MWD=230.13 deg
Εικ. 41 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 02/05 18:00 Hm0=1.17 m, Tp=6.37 s, MWD=12.16 deg
Εικ. 42 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 06/05 00:00 Hm0=0.98 m, Tp=8.48 s, MWD=57.02 deg
Εικ. 43 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 07/05 12:00 Hm0=1.78 m, Tp=10.26 s, MWD=273.62 deg
Εικ. 44 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 14/05 12:00 Hm0=0.46 m, Tp=5.27 s, MWD=355.22 deg
Εικ. 45 . Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη 30/04 12:00 Hm0=0.68 m, Tp=3.96 s, MWD=8.41 deg

4. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.	Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών
ΓΣΠ	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών
Ο.Α.Σ.Π.	Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας
Σελ.	Σελίδα
Μ.Σ.Θ.	Μέση Στάθμη Θάλασσας
Εικ.	Εικόνα
κ.α.	Και άλλοι
FM	Flexible Mesh
DHI	Danish Hydraulic Institute
HD	Hydrodynamic Module
SW	Spectral Wave Module
ST	Sand Transport Module
Σa	Σενάριο A
Σb	Σενάριο B
Σn-d	Σενάριο Νοεμβρίου - Δεκεμβρίου
Σa-m	Σενάριο Απριλίου – Μαΐου

5. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία των ακτών , ιδιαίτερα στην χώρα μας είναι μεγάλη. Ένα μεγάλο μέρος της οικονομίας αποτελείται από δραστηριότητες σε παράκτιες περιοχές. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα επίσης των παράκτιων περιοχών είναι πολλά. Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι η Ελλάδα έχει το μεγαλύτερο μήκος ακτών στην Μεσόγειο θάλασσα. Έτσι στόχοι όπως : η διατήρηση υψηλής ποιότητας παράκτιου περιβάλλοντος , η προστασία της βιοποικιλότητας , ο καθορισμός προδιαγραφών για τον καθορισμό των χρήσεων γης στις παράκτιες περιοχές και η διευθέτηση συγκρουόμενων χρήσεων γης , ο προσδιορισμός τόσο των περιοχών στις οποίες μπορούν να αναπτυχθούν ανθρώπινες δραστηριότητες, όσο και αυτών που πρέπει να διατηρηθούν αλλά και η προστασία από φυσικές καταστροφές και η αποκατάσταση του υποβαθμισμένου περιβάλλοντος , πρέπει να τίθενται σε προτεραιότητα.

Η διάβρωση των ακτογραμμών αποτελεί βασικό παράγοντα υποβάθμισης του εκάστοτε περιβάλλοντος και ενώ αποτελεί φυσική διεργασία που εξελίσσεται χωρο-χρονικά , οι παράγοντες κάτα από τους οποίους υφίσταται δεν αποδίδονται τόσο σε φυσικές όσο σε ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Το φαινόμενο της Διάβρωσης των Ελληνικών ακτών έχει αρχίσει να καταγράφεται πριν από τη δεκαετία του 1970 (Αεροφωτογραφίες) και ακόμα και σήμερα , απασχολεί ένα μεγάλο μέρος της ερευνητικής και ακαδημαϊκής κοινότητας. Μέχρι τώρα εκατομμύρια στρέμματα ελληνικών παραλίων έχουν διαβρωθεί και καταληφθεί από τη θάλασσα.

Στην παρούσα μελέτη με τίτλο ¨ Πρόγνωση Μακροχρόνιας Εξέλιξης της Ακτογραμμής του Κόλπου των Χανίων με Χρήση Αριθμητικού Μοντέλου.¨ γίνεται προσπάθεια αποτύπωσης των αλλαγών της ακτογραμμής του κόλπου των Χανίων και συγκεκριμένα για την περιοχή του Κολυμβαρίου και μελλοντική πρόβλεψη αυτής , μέσα από την σύνθεση του υδροδυναμικό μοντέλο της περιοχής μελέτης , του μοντέλου στερεομεταφοράς και τέλος του κυματικού μοντέλου και αυτό της ακτογραμμής .

6. Σκοπός εργασίας

Η παρακάτω εργασία έχει ως κύριο στόχο την ανάλυση των χαρακτηριστικών της ακτογραμμής του κόλπου των Χανίων (Ακτή Κολυμπαρίου) και των διεργασιών που επιδρούν σε αυτήν. Κύριο μέλημα ήταν η εξαγωγή έγκυρων δεδομένων , τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για μακροχρονια πρόβλεψη της εξέλιξης της ακτογραμμής. Οι παραπάνω στόχοι επιτεύχθηκαν με την αποδελτίωση πληροφοριών και γεγονότων που προσδιορίζουν τις διεργασίες που επιδρούν στην ακτογραμμή καθώς και την ανάκτηση αριθμητικών μοντέλων μέσα από δεδομένα από το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. . Η εκπόνηση της παρούσας εργασίας βασίστηκε κατά κύριο λόγο στην μελέτη και επεξεργασία δεδομένων βαθυμετρίας , κυματισμού , στερεομεταφοράς και δεδομένων χρονοσειρών.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Mike 21 Coupled Model FM του Danish Hydraulic Institute (DHI) . Αρχικά επιλέχτηκαν τέσσερα διαφορετικά σενάρια με δεδομένα από το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. (ένα με χρόνο προσομοίωσης 38 μέρες , σημαντικό ύψος κύματος 1.75 , περίοδο αιχμής 6.75 και MWD 15 , ένα μικρότερο με χρόνο προσομοίωσης 11 μέρες , σημαντικό ύψος κύματος 1.25 , περίοδο αιχμής 5.25 και MWD 30 και δύο ακόμα extreme σενάρια , τα οποία αντιπροσωπεύουν δύο ακραία φαινόμενα κυματισμού το ένα για την περίοδο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και το άλλο για την περίοδο Απριλίου – Μαΐου.) και δημιουργήθηκαν το υδροδυναμικό μοντέλο της περιοχής μελέτης , το μοντέλο στερεομεταφοράς και τέλος το κυματικό μοντέλο και αυτό της ακτογραμμής .

Τελικά προϊόντα της εργασίας είναι τα μοντέλα εκείνα που παρουσιάζουν όλα τα παραπάνω παραγώμενα με έμφαση στην υποχώρηση ή όχι της ακτογραμμής , καθώς και η επεξήγηση της κάθε διεργασίας.

7. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται δημοσιεύσεις που αφορούν την μεθοδολογία στην οποία στηρίχθηκε η εκπόνηση της εν λόγω εργασίας , αλλά και σχετικές έρευνες και μελέτες μέσα από τις οποίες ανακτήθηκαν σημαντικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

Ο κόλπος των Χανίων αλλά και η παράκτια περιοχή του νομού Χανίων , της νήσου Κρήτης , αποτελούν ένα από τα πλέον μελετημένα σημεία του Ελλαδικού χώρου και αντικείμενο μελέτης πολλών επιστημόνων που ασχολούνται με τις γεωεπιστήμες. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη μίας εκτενούς βιβλιογραφίας που αφορά τόσο ερευνητικά προγράμματα που έχουν προϋπάρξη στην περιοχή μελέτης , όσο και άλλες εργασίες και αναφορές σπουδαίων ερευνητών.

Το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών φαίνεται να έχει ενδιαφερθεί εκτενώς με την περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας με το Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων». Υπάρχουν πολλές δημοσιεύσεις που αφορούν το συγκεκριμένο πρόγραμμα και αφορούν τόσο τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής , όσο και το ανεμολογικό και κυματικό κλίμα του Κόλπου των Χανίων αλλά και αναλύσεις του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής και της ακτομηχανικής αυτής.

Το 2014 , ο Φωτείνης Σπυρίδων με την διατριβή του με τίτλο « Η Διάβρωση των Ακτογραμμών της Ελλάδας : Αξιολόγηση-Τρόποι Αντιμετώπισης » , αλλά και η Μαντά Κυριακή με τίτλο εργασίας « Παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση και εξέλιξη παραλίας και αιγιαλού στον κόλπο των Χανίων» , καθώς και ο Σαρτζετάκης Γεώργιος με τίτλο διατριβής «Διαχρονική εξέλιξη παραλίας : Παραλία Κολυμβαρίου- Δήμου Κολυμβαρίου» , μελετούν , αξιολογούν και προτείνουν αναλυτικά λύσεις για το πρόβλημα της διάβρωσης της ακτογραμμής στην περιοχή του Κολυμβαρίου.

Όπως χαρακτηριστηκα αναφέρει ο κ. Σαρτζετάκης στην διπλωματική του εργασία , έχοντας κάνει τοποθέτηση αεροφωτογραφίας του 1941 , της εξαταζόμενης περιοχής πάνω στη δορυφορική εικόνα του google earth του 2012 : «υπάρχει μεγάλη υποχώρηση της ακτογραμμής που κυμαίνεται από 67-70 μέτρα και φτάνει στα 52-56 μέτρα ανατολικά».

Ακαδημαϊκοί όπως ο κ. Φωτείνης , Συνολάκης κ.α , έχουν εκδόσει μελέτες όπως αυτή που παρουσιάστηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση Επιστημών το 2010 με τίτλο « Coastal erosion and accretion rates in Greece » , αλλά και αυτή του 2014 με τίτλο « Beach Erosion Threatens Minoan Beaches: A Case Study of Coastal Retreat in Crete. Shore and Beach, submitted », στις οποίες αναφέρεται τόσο το μέγεθος του προβλήματος της διάβρωσης στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στην Κρήτη, όσο και η προέλευση και οι συνέπειες αυτού. Ενώ παρουσιάζεται και ενδελεχώς , η εξέλιξη της ακτογραμμής στο πέρασμα του χρόνου.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί η μελέτη « Living with coastal erosion in Europe: sediment and space for sustainability: Results from the EUROSION study » , των Doody , Ferreira κ.α. του 2004 , η οποία παρουσιάστηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο Λουξεμβούργο με σκοπό την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των αρχών.

Τέλος , σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και αποτύπωση της παρακάτω εργασίας έπαιξαν τα βιβλία Παράκτια Γεωμορφολογία (2010) του κ. Καρύμπαλη Ε. καθώς και η Ακτομηχανική - Έργα Προστασίας Ακτών (2015) , των Καραμπά Θ. , Κρεστενίτη Γ. και Κούτιτα Χ. , τα οποία προσφέρουν ένα σφιαρικό σύνολο πληροφοριών και γνώσεων για την παράκτια ζώνη και τις διεργασίες που άπτονται σε αυτήν.

8. Γενικά

Η Ελλάδα έχει συνολικό μήκος ακτών 16.200 km με σχεδόν το μισό μήκος να αφορά την ηπειρωτική Ελλάδα ενώ το υπόλοιπο αφορά τα 3.000 νησιά. Το 33% του συνολικού πληθυσμού της χώρας κατοικεί και δραστηριοποιείται σε απόσταση 1-2 km από την ακτογραμμή. Το 85% του συνόλου των κατοίκων της χώρας θεωρείται ως παράκτιος πληθυσμός (παράκτιος πληθυσμός θεωρείται αυτός που κατοικεί μέχρι και 50 km από την ακτογραμμή). 12 από τις 13 περιφέρειες της χώρας χαρακτηρίζονται ως παράκτιες με τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Καβάλα, Βόλος κ.α.) να χωροθετούνται στην παράκτια ζώνη. (Καρύμπαλης , 2016 , Διημερίδα Κλιματική Αλλαγή : Επιστημονικές και Νομικοπολιτικές Όψεις , Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Γεωγραφίας , Ένωση Διοικητικών Δικαστών).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Ευρωπαϊκού προγράμματος για τη διάβρωση των ακτών της Ευρώπης (EUROSION) πάνω από το 20% του μήκους της ακτογραμμής της Ελλάδας βρίσκεται σε καθεστώς διάβρωσης κατατάσσοντας τη χώρα μας 4η μεταξύ των 22 παράκτιων κρατών-μελών.

Η διάβρωση των ακτών αναμένεται να ενταθεί εξαιτίας:

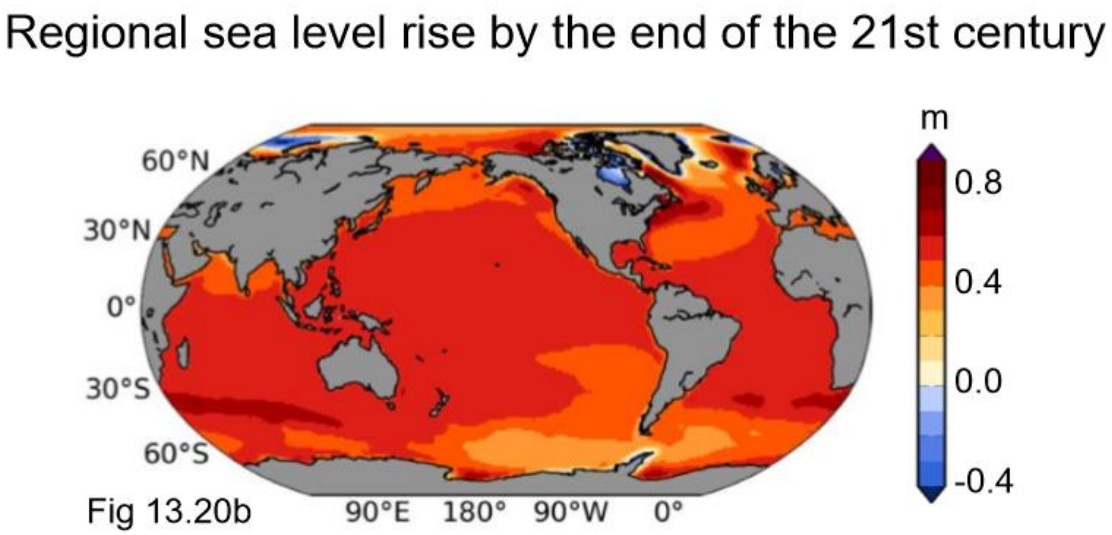
(i) Της μείωσης της στερεοπαροχής των ποταμών λόγω κατασκευής φραγμάτων και διαχειριστικών έργων στις λεκάνες απορροής
(ii) Της επιδείνωσης των ακραίων κυματικών φαινομένων
(iii) Της προβλεπόμενης ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.

8.1 Θαλάσσια Στάθμη

Ανάμεσα σε πολλούς μελετητές της εποχής ο Ευθύμιος Καρύμπαλης αναφέρει ότι «Τόσο ο ορισμός όσο και ο καθορισμός της θαλάσσιας στάθμης (sea-level) είναι πολύ δύσκολος διότι η επιφάνεια των θαλασσών και των ωκεανών δεν είναι επίπεδη αφού επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από πολλές διεργασίες τόσο μικρής όσο και μεγάλης περιόδου. Η θαλάσσια στάθμη ορίζεται σαν το μέσο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας.» (Καρύμπαλης , 2010 , σελ. 63).

Υπάρχουν δύο τύποι μεταβολών της στάθμης της θάλασσας. Ο ένας αφορά την σχετική αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης και ο άλλος την ευστατική αλλαγή.

Σύμφωνα με τους Masselink και Hughes , η γεωμορφολογία και ιζηματολογία της σημερινής ακτογραμμής είναι κυρίως το αποτέλεσμα του Ολόκαινου και σε μικρότερο βαθμό η ιστορία του Πλειστόκαινου , όσον αφορά το επίπεδο της θάλασσας. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις παράκτιες κοινότητες, ωστόσο αφορά τις παρούσες και μελλοντικές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας. Κατά τα τελευταία 100 χρόνια , έχει αναπτυχθεί , ένα εκτεταμένο παγκόσμιο δίκτυο με μετρητές παλίρροιας , επιτρέποντας μια ακριβή εκτίμηση των παγκόσμιων αλλαγών της στάθμης της θάλασσας.



Πηγή : https://www.ipcc.ch/pdf/unfccc/cop19/3_gregory13sbsta.pdf 26/01/17
Εικόνα 1

Όσον αφορά το μέλλον σύμφωνα με την IPCC και παρατηρώντας την παραπάνω εικόνα η μέση στάθμη της θάλλασας , θα αυξηθεί σε περισσότερο από περίπου του 95% του ωκεανού. Το 70% περίπου των ακτών σε όλο τον κόσμο αναμένεται να βιώσουν την αλλαγή της θαλάσσιας στάθμης κατά 20% της παγκόσμιας μέσης μεταβολής αυτής. Αυτό απορρέει από την πρόβλεψη της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας του αέρα εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.

8.2 Παράκτια διάβρωση

« Η διάβρωση είναι ένα σύνολο διεργασιών (αιολικών , υδροδυναμικών , παράκτιων , θαλάσσιων , ποτάμιων , παγετωνικών) που με την συμβολή της βαρύτητας και των βιολογικών παραγόντων , αποικοδομούν και καταστρέφουν τα πετρώματα και τα ιζήματα που προκύπτουν από τις διεργασίες της χημικής και μηχανικής αποσάθρωσης , με διεργασίες μεταφοράς.» (Παυλόπουλος , 2011 , σελ. 201)

Η Ελλάδα παρουσιάζει χαμηλή επικινδυνότητα σε διάβρωση από την άνοδο της Μ.Σ.Θ. καθώς ή άνοδος της Μ.Σ.Θ. στην Ελλάδα κατατάσσεται ως ήπια και υπολογίζεται πως ο ρυθμός ανόδου είναι 0+1 mm/έτος (European Commission 2009). Ωστόσο όπως αναφέρει ο κύριος Συνολάκης τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται έντονη διάβρωση στην Ελληνική επικράτεια , η οποία δεν δικαιολογείτε από την άνοδο της Μ.Σ.Θ. , αλλά από ανθρωπογενείς διεργασίες.

Είναι αξιόλογο να αναφερθεί ότι οι επιπτώσεις της παράκτιας διάβρωσης είναι πολυσύνθετες και όχι μόνο περιβαλλοντικές. Τόσο οι κοινωνικές όσο και οι περιβαλλοντικές και οικονομικές είναι εξίσου σημαντικές και με πολλές διαφορετικές πτυχές στην ζωή του ανθρώπου.

Ρίχνοντας μία ματιά στον παρακάτω πίνακα καταλαβαίνουμε ότι οι οικονομικές επιπτώσεις της ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας στην Ελλάδα έως το 2100 μπορούν να χαρακτηριστούν ακόμη και καταστροφικές.

Πίνακας 2.15	Συνολικό κόστος επιπτώσεων ΑΣΘ το 2100 ανά κατηγορία χρήσης γης (Χιλιάδες ευρώ)	
	Συνολικό κόστος 2100	
Χρήση γης	ΑΣΘ 0,5 μ.	ΑΣΘ 1 μ.
Οικιστική & τουριστική	347.738.400	630.842.400
Υγροτοπική	138.000	247.000
Δασική	160	520
Γεωργική	7.883.553	18.252.911
Σύνολο	355.760.113	649.342.831

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην πρώτη αυτή αδρή εκτίμηση δεν ελήφθησαν υπόψη απώλειες δημόσιων υποδομών.

Εικόνα 2 / Πηγή: Τράπεζα της Ελλάδος, Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, 2011.

8.3 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ – ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

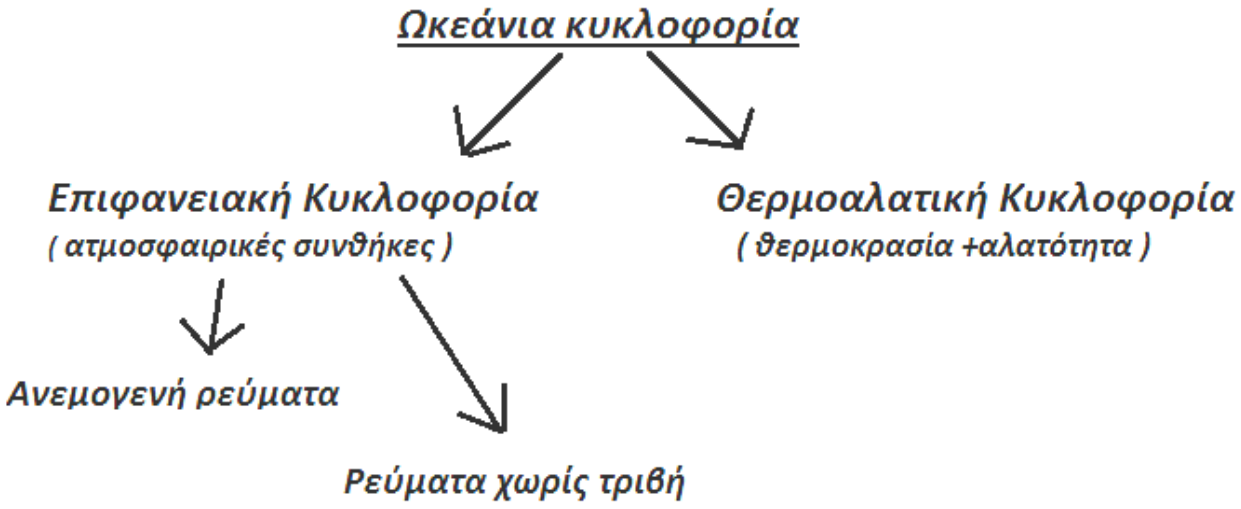
«Ο κυματισμός αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους γεωμορφολογικούς παράγοντες που δρουν στην παράκτια ζώνη. Τα θαλάσσια κύματα είναι περιοδικές μηχανικές ταλαντώσεις των μορίων του θαλάσσιου νερού με τις οποίες μεταφέρεται ενέργεια η οποία σε μεγάλο ποσοστό καταναλώνετεαιμε τη θραύση τους κατά μήκος της ακτής . Τα κύματα που προσπίπτουν στην ακτή μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση , μεταφορά , ή και απόθεση ιζήματος κατά μήκος της ακτογραμμής διαμορφώνοντας τα γεωμορφολογικά της χαρακτηριστικά.» (Καρύμπαλης , 2010 , σελ. 29).

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του κύματος.

Εικόνα 3 / Πηγή : Καρύμπαλης , Ε. (2010) , Παράκτια Γεωμορφολογία , σελ. 29 .

Τα πιο σημαντικά από την άποψη των επιπτώσεων στον άνθρωπο είναι τα ανεμογενή κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας. (Αλμπανάκης , 1999 , σελ. 123).

Επίσης η σημασία του παρακάτω σχήματος είναι μεγάλη καθώς περιγράφει την ωκεάνια κυκλοφορία.



Εικόνα 4

9. Περιοχή μελέτης

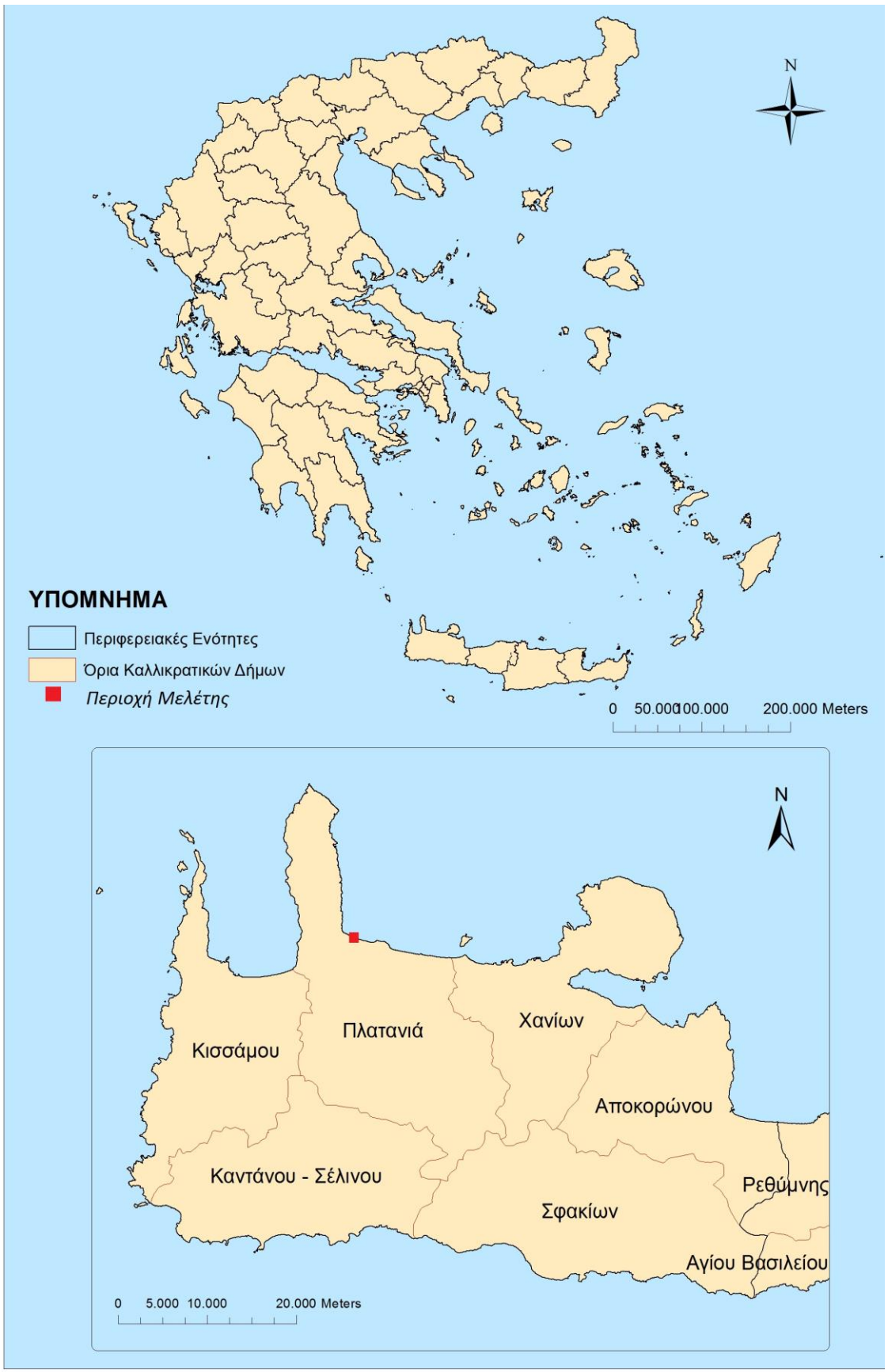
9.1 Γεωγραφική θέση

Η συνολική έκταση της Κρήτης είναι 8.336 τ.χλμ. (6,3% της συνολικής έκτασης της Ελληνικής επικράτειας). Βρίσκεται στο νότιο άκρο του Αιγαίου πελάγους και απέχει 160 χλμ. περίπου από την ηπειρωτική χώρα. Βόρεια βρέχεται από το Κρητικό και νότια από το Λιβυκό πέλαγος. Η ακτογραμμή της ξεπερνά τα 1.000 χλμ. , ενώ την περιβάλλουν πλήθος μικρών νησιών (Γαύδος , Χρυσή , Ντία κ.α.). Το μήκος του νησιού από το ένα άκρο (δυτικό) στο άλλο (ανατολικό) είναι 256 χιλιόμετρα. Το μεγαλύτερο πλάτος του, 57 χιλιόμετρα, εντοπίζεται στο νομό Ηρακλείου και το μικρότερο πλάτος, 12 χιλιόμετρα, στο νομό Λασιθίου.

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της χώρας και το πέμπτο μεγαλύτερο νησί της Μεσογείου. Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011 , ο αριθμός των μόνιμων κατοίκων ανέρχεται στους 623,065 κατοίκους , ενώ η περιφερειακή ενότητα Χανίων έχει 156,585 κατοίκους.

Η περιοχή μελέτης – παραλία Κολυμβαρίου (μήκος 20km) , ανήκει στον κόλπο των Χανίων δυτικά της πόλης , βρίσκεται , βορειοδυτικά του νησιού ,στο Νομό Χανίων , Περιφερειακής Ενότητας Χανίων και ανήκει στην δημοτική ενότητα Κολυμβαρίου του Καλλικρατικού Δήμου Πλατανιά . Η Δημοτική Ενότητα προήλθε από την συνένωση 17 κοινοτήτων στις οποίες περιλαμβάνονται 49 χωριά και οικισμοί. Ο συνολικός πληθυσμός του από την απογραφή του 2011 ανέρχεται σε 5.042 κατοίκους και καλύπτει έκταση 149.707 στρεμμάτων. Απέχει 20 χιλ. από τα Χανιά.

Εικόνα 5 : Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη, Κρήτη (Google earth).


N
ΥΠΟΜΝΗΜΑ
Περιφερειακές Ενότητες
Όρια Καλλικρατικών Δήμων
Περιοχή Μελέτης
0 50.000 100.000 200.000 Meters
N
Κισσάμου
Πλατανιά
Χανίων
Αποκορώνου
Καντάνου - Σέλινου
Σφακίων
Ρεθύμνης
Αγίου Βασιλείου
0 5.000 10.000 20.000 Meters

Εικόνα 6

9.2 Μορφολογία

Το 10% περίπου της έκτασης του νησιού βρίσκεται σε υψόμετρο λιγότερο από 100m , το 35% από 100-400m , το 30% από 400-800m και το 25% πάνω από 800m. (Ν. Φυτρολάκης , 1980).

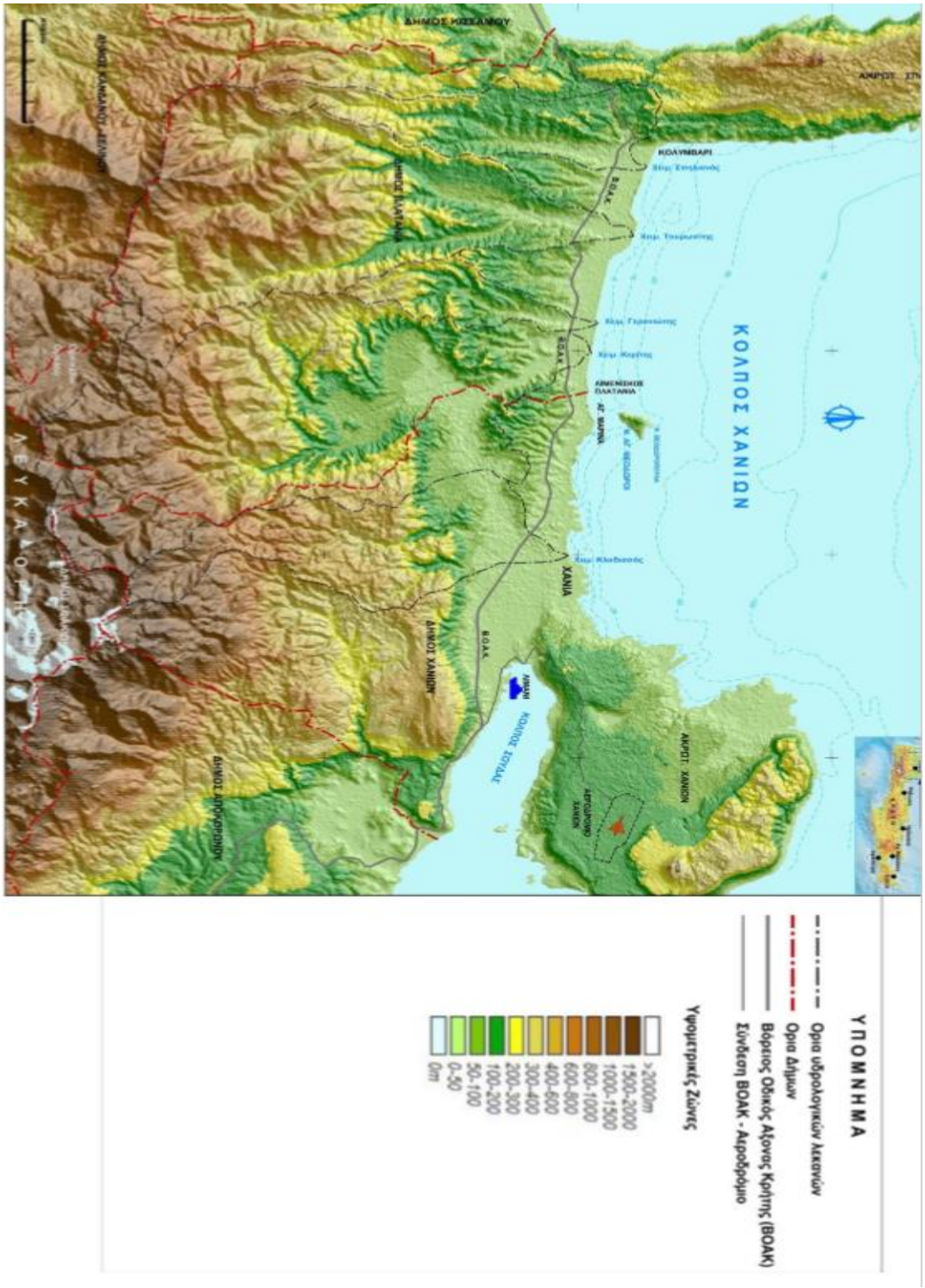
Όπως προκύπτει και από τα δεδομένα του χάρτη μορφολογικού αναγλύφου, η ενδοχώρα Χανίων ακολουθεί τη γενική μορφολογία της Κρήτης, η οποία χαρακτηρίζεται από τρεις ζώνες, την ορεινή, με υψόμετρο από 600 μέτρα και άνω, την ημιορεινή, από 200-600 μέτρα και την πεδινή, από το επίπεδο της θάλασσας ως 200 μέτρα. Η πεδινή ζώνη καλύπτει περίπου τα 2/5 του νησιού. Σε ποσοστό 49% η Κρήτη είναι ορεινή , οι δε ορεινοί όγκοι που δεσπόζουν είναι ο Ψηλορείτης (2.456m) ,τα Λευκά Όρη (2.452m), και η Δίκτη (2.148 μ.) .

Από την άλλη πλευρά παρατηρώντας τον χάρτη Κλίσεων Κλιτών Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων προκύπτει ότι οι κλιτύες με ήπιες κλίσεις από 0%-10% διαμορφώνονται κυρίως στην χαμηλή μορφολογική ζώνη ,ενώ γενικά όσο αυξάνονται οι υψομετρικές ζώνες , αυξάνονται και οι κλίσεις αυτών.

Όσον αφορά τη γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης , είναι πολυμορφική με περίπου ίσης έκτασης πεδινών, ημιορεινών και ορεινών τμημάτων. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών βρέχεται από θάλασσα. Καθώς τα χωριά της περιοχής είναι κοντινής απόστασης το ένα με το άλλο , το τοπίο αλλάζει συνεχόμενα : Θάλασσα, βουνά, κάμποι, βράχοι.

Η ακτή Κολυμπάρι εκτείνεται από τον υπήνεμο μόλο του Αλιευτικού Καταφυγίου Κολυμβαρίου (στη νοτιοανατολική απόληξη της Χερσονήσου Ροδωπού) έως και τη δυτική παρυφή του δελταϊκού ριπιδίου του ποταμού Ταυρωνίτη. Η ακτογραμμή, μήκους περί τα 3,5 km, είναι σχετικά ευθεία, με προσανατολισμό ΒΔ-ΝΑ. Στο χερσαίο τμήμα της ακτής το ίζημα χαρακτηρίζεται χονδρόκοκκο (χαλίκια-κροκάλες). Στον πυθμένα, το ίζημα είναι σχετικά χονδρόκοκκο (αμμώδης χάλικας - κροκάλα) σε βάθη νερού μικρότερα των 2-3 m, ενώ γίνεται πιο λεπτόκοκκο (άμμος) σε βάθη νερού μεγαλύτερα των 3 m. Βραχώδης βυθός συναντάται σε μερικές θέσεις του κεντρικού κι ανατολικού τομέα της ακτής και σε βάθη νερού <3 m. (Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» , Παραδοτέο 3 "Έρευνα-Μελέτη Παράκτιας Ζώνης και Θαλάσσιου Χώρου Κόλπου Χανίων, Σελ. 11)

Εικόνα 7 : *Χάρτης Μορφολογικού Αναγλύφου Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων*



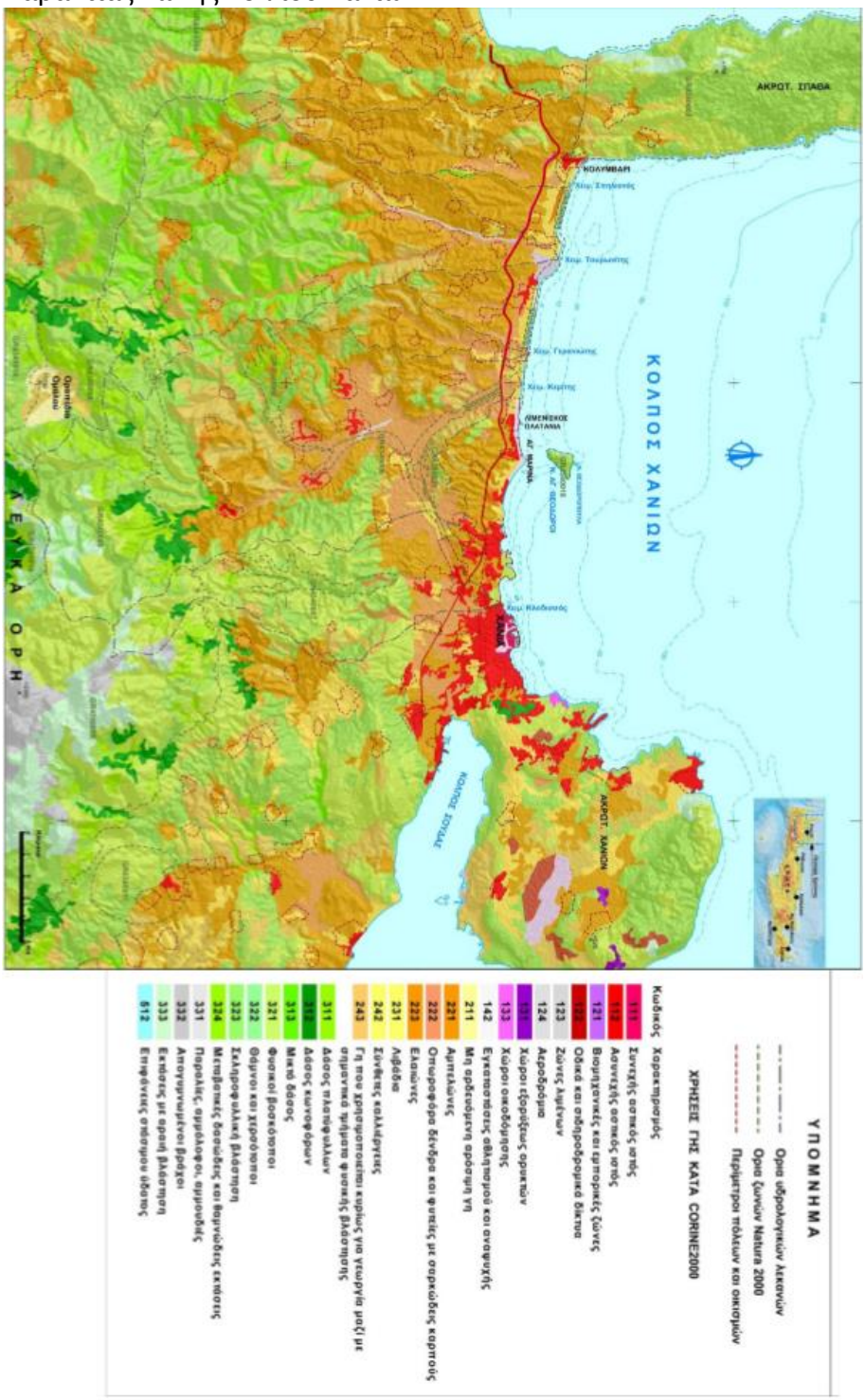
Πηγή : Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» Τεύχος Ια : Έρευνα – Μελέτη Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων . Υδρολογικές Μελέτες Λεκανών Απορροής Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων. Κατάρτιση και Εφαρμογή Υπολογιστικών Μοντέλων.

Εικόνα 8 : *Χάρτης Κλίσεων Κλιτών Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων .*

Πηγή : Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» Τεύχος Ια : Έρευνα – Μελέτη Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων . Υδρολογικές Μελέτες Λεκανών Απορροής Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων. Κατάρτιση και Εφαρμογή Υπολογιστικών Μοντέλων.

9.3 Κάλυψη γης – Περιβάλλον - Περιοχες προστασίας

Εικόνα 9 : Χάρτης Χρήσεως Γης , Ζώνης Natura με την περίμετρο οικισμών Ενδοχώρας και Παράκτιας Ζώνης Κόλπου Χανίων.



Πηγή : Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» Τεύχος Ια : Έρευνα – Μελέτη Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων . Υδρολογικές Μελέτες Λεκανών Απορροής Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων. Κατάρτιση και Εφαρμογή Υπολογιστικών Μοντέλων.

Από το παρελθόν μέχρι σήμερα γνωρίζουμε ότι η Κρήτη είναι ένα από τα πιο ανεπτυγμένα νησιά του Αιγαίου πάνω στον τουριστικό τομέα. Ιδιαίτερα στις μέρες μας η οικονομία του τουρισμού , είναι καθοριστικής σημασίας για την τοπική κοινωνία. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί και η συμβολή της καλλειέργιας της γης στην οικονομία του τόπου. Τα κυριότερα είδη καλλειέργιας που μπορεί να συναντήσει κανείς στην Κρήτη είναι οι ελιές, τα αμπέλια , τα θερμοκηπιακά είδη καλλειέργιας (ντομάτες , μελιτζάνες) κλπ. Ενώ ως παράγωγα όλων των παραπάνω εντοπίζουμε τους καρπούς αυτών ,το λάδι και το κρασί (βασικά εξαγώγιμα είδη).
Όπως διακρίνουμε και στον παραπάνω χάρτη το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής μελέτης καλύπτεται από μόνιμες αγροτικές, καλλειεργήσιμες περιοχές , όπως οι αμπελώνες , οι ελαιώνες και τα οπωροκηπευτικά . Επίσης ένα μεγάλο μέρος αφορά δασικές περιοχές και τμήματα με φυσική βλάστηση. Στην περιοχή του Κολυμβαρίου , η οποία χαρακτηρίζεται από την μικρή απόσταση από την θάλασσα (παράκτια ζώνη) , κυριαρχεί ο αστικός ιστός , οι βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες αλλά και μεγάλα τμήματα παραλίας και οδικού δικτύου. Τέλος στον χάρτη διακρίνονται τα όρια των περιοχών Natura 2000 , καθώς και τα όρια των υδρολογικών λεκανών αλλά και οι περίμετρων των οικισμών και των πόλεων.

9.4 Κλιματικά στοιχεία

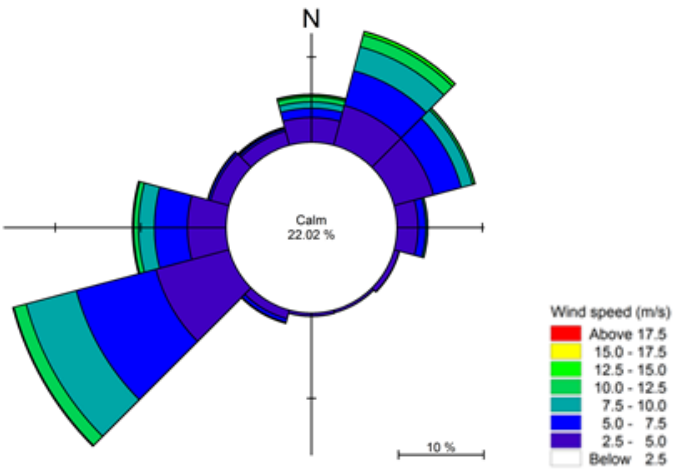
Το κλίμα της Κρήτης χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό ,ενώ στη Νοτιο-Ανατολική πλευρά του νησιού υπάρχει διαφοροποίηση σε Ερημοειδές Μεσογειακό. Επιπλέον υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις στο δυτικό με το ανατολικό κομμάτι , του νησιού και από τις μικρές στις μεγαλύτερες υψομετρικές ζώνες. Ήπιοι χειμώνες , με βροχοπτώσεις κατά τους μήνες Σεπτέμβριο έως και Μάιο , (με μέγιστο τους μήνες Δεκέμβριο – Ιανουάριο) και περιόδους ξηρασίας με μεγάλη διάρκεια. Κατά την διάρκεια του θέρους πνέουν κυρίως ξηροί δυτικοί θερμοί άνεμοι. Η θερμοκρασία κυμαίνεται 2-3˚C υψηλότερη στην Ανατολική , απ’ότι στην Δυτική Κρήτη.

Όσον αφορά την περιοχή των Χανίων , οι κύριοι παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση του κλίματος είναι : η μορφολογία του ορεινού συγκροτήματος των Λευκών Ορέων , σε συνδιασμό με το θαλάσσιο περιβάλλον του Αιγαίου και τους ανέμους που πνέουν στην περιοχή. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης στην περιοχή είναι 664 mm, με το μέγιστο και το ελάχιστο μηνιαίο ύψος να είναι αντίστοιχα 497,1mm και 0,1mm. Τους θερινούς μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) η μέση θερμοκρασία είναι 25,7˚C και τους χειμερινούς (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) είναι στους 12,1˚C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 22,9˚C και η μέση ελάχιστη 14,6˚C . Ακόμα η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία σημειώθηκε στις 10-07-77 και άγγιξε τους 42,5˚C , ενώ η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στις 10-02-76 στους 0,0˚C. (Ε.Μ.Υ. Χανίων, έτη 1958-1997) .

9.5 Ανεμολογικό και κυματικό καθεστώς

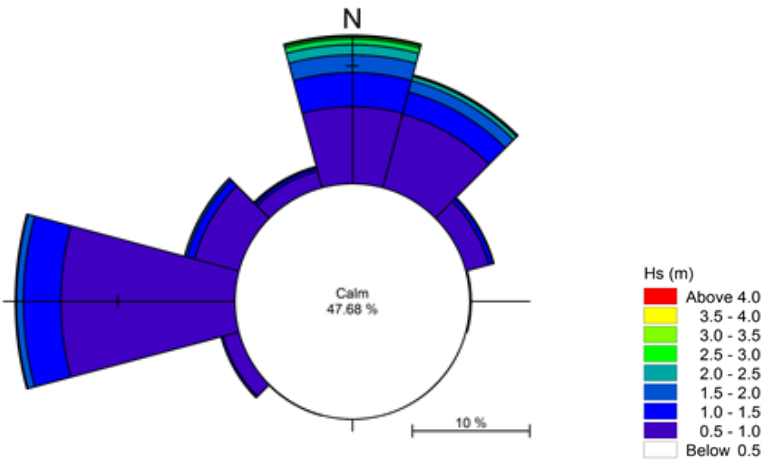
Για τον προσδιορισμό των κυματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν ανεμολογικά και κυματικά δεδομένα από το ΕΛΚΕΘΕ. Τα δεδομένα αυτά , καλύπτουν χρονική περίοδο 10 ετών (1995-2004) . Το σημείο κυματικών και ανεμολογικών δεδομένων που επιλέχθηκε από τον «Άτλαντα Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών» και αφορά την περιοχή μελέτης , έχει συντεταγμένες φ (ο) : 23.80˚ και λ (ο) : 35.55˚ .

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα , προκύπτει ότι οι επικρατέστεροι άνεμοι προέρχονται από τη νοτιοδυτική διεύθυνση, ενώ ακολουθούν οι βορειοανατολικοί και οι δυτικοί.



Εικόνα 10 : Ροδόγραμμα συχνοτήτων διευθύνσεων και των αντίστοιχων μέσων ταχυτήτων του ανέμου , (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , 2015) .

Οι επικρατούσες διευθύνσεις βρίσκονται σε έναν τομέα γύρω από τις 270 deg N, δηλαδή είναι δυτικές (με πιθανότητα εμφάνισης που κυμαίνεται από 38.4%) Ακολουθούν οι κυματισμοί βόρειας διεύθυνσης για τους οποίους καταγράφηκαν και τα πιο έντονα κυματικά γεγονότα (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , 2015).



Εικόνα 11 : Ροδόγραμμα συχνοτήτων κυματικών διευθύνσεων διάδοσης και των αντίστοιχων σημαντικών υψών κύματος , (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , 2015) .

9.6 Γεωλογία – Τεκτονική

Η Κρήτη έχει μία πολύπλοκη γεωλογική δομή για την οποία έχουν διατυπωθεί διάφορες απόψεις . Ο κύριος λόγος φαίνεται ότι είναι η γεωτεκτονική θέση που κατέχει σε σχέση με τις δύο συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες , την Αφρικανική και την Ευρασιατική. Χαρακτηριστικό στοιχείο της δομής της είναι τα αλλεπάλληλα τεκτονικά καλύμματα των διαφόρων ζωνών , τα οποία αναπτύσσονται στην ενότητα Ταλέα Όρη – των πλακωδών ασβεστολίθων (Σαρτζετάκης 2014, Διαχρονική εξέλιξη παραλίας : Παραλία Κολυμβαρίου- Δήμου Κολυμβαρίου , Χανιά , σελ. 17).

Υπολογίστηκε ότι πριν από 2-4 εκ. , χρόνια ανυψώνοταν περίπου 0,1-0,5 mm/χρόνο , ενώ μετέπειτα μέχρι και σήμερα υπολογίστηκε ότι ο ρυθμός της ανύψωσης της κεντρικής και δυτικής Κρήτης είναι 1-1,2 mm/χρόνο. (Roberts G.G. et al. 2013).

Εικόνα 12 : Μικροπλάκες της Ανατολικής Μεσογείου και οι κινήσεις τους. - Πηγή : Γεωλογία - Γεωγραφία (Β Γυμνασίου) , Μάθημα 8 , Η γεωλογική ιστορία της Ελλάδας.

«Βασικό τεκτονικό γνώρισμα του Ελληνικού χώρου είναι το Ελληνικό τόξο. Το Ελληνικό τόξο (τόξο του Αιγαίου) αποτελεί το όριο επαφής της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας –τμήμα της οποίας είναι το Αιγαίο-, και της Αφρικανικής πλάκας –τμήμα της οποίας είναι η λιθόσφαιρα της Ανατ. Μεσογείου. Οι δύο λιθοσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν στην περιοχή αυτή με σχετική ταχύτητα 2,5 εκατοστά το χρόνο, με συνέπεια την καταβύθιση της ωκεάνιας πλάκας της Ανατ. Μεσογείου, λόγω μεγαλύτερης πυκνότητας, κάτω από την ηπειρωτική πλάκα

του Αιγαίου.Το τόξο που δημιουργείται στην περίπτωση αυτή αποτελείται από την ελληνική τάφρο, το νησιωτικό τόξο, την οπισθοτάφρο και το ηφαιστειακό τόξο.»
(Ο.Α.Σ.Π. , http://www.oasp.gr/node/207 , 20/01/17)

Στην εικόνα 12 και 13 παρουσιάζονται Μικροπλάκες της Ανατολικής Μεσογείου , καθώς και η Αφρικανική και Ευρασιατική και οι κινήσεις τους.

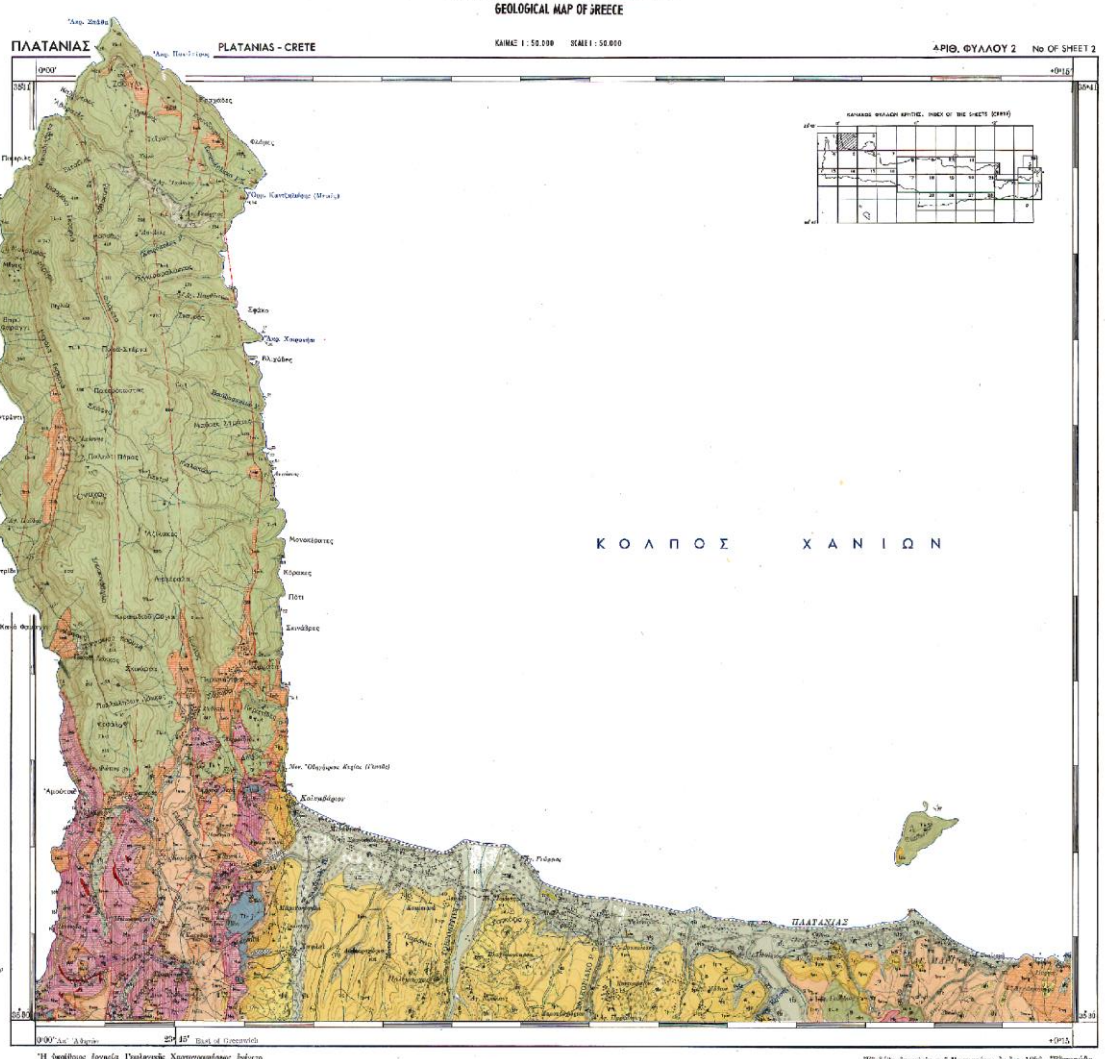
Εικόνα 13 Ο.Α.Σ.Π. , http://www.oasp.gr/node/207 , 20/01/17

Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζεται η γεωλογία της περιοχής μελέτης (Εικόνα 14).

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΝ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΩΝ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ
INSTITUTE FOR GEOLOGY AND SUBSURFACE RESEARCH

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
GEOLOGICAL MAP OF GREECE

ΠΛΑΤΑΝΙΑΣ — PLATANIAS - CRETE — ΚΛΙΜΑΚΑ 1 : 50.000 — SCALE 1 : 50.000 — ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ 2 — No OF SHEET 2



ΥΠΟΜΝΗΜΑ - ERLÄUTERUNGEN

I. ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ — QUARTÄR

1. Ίζήματα Ύδατος — Recente Sedimente

Πυκνωμένες γρανιτικοί κοκκοί τύ ἔτους 1926 - 1928). Bergrutsch (seitenrutsch 1926-28)

1 — Κοκκοδέστατα μέρη. Δεξιοκλίτου Πλατανιά. abgerutschte Massen von Platanias-Kalk

Πλειστοκαινικά ἀνεμόμορφα ἀνάβαθρα δυνάμεις ἀνω σύγχρονα. Geländepreiselt (Mittelterrassenschotter)

2 — Λεβόλιθος κοκκῶν κυκλοτερῶν μὲ σφῦρα ἀπὸ κόκκους ρόδου κυρίως ἐξ ἀμμοκλίνου, γαλαζόχρου καὶ γαλανοῦ. steinige, oft lehmig verbrackene, eckige Schuttmassen von Kalk, Quarzit u. Schiefer

Κίνα κορμάτων (ρυπαίνει ἀνεμόμορφα ἀνάβαθρα ἀνω σύγχρονα). Schuttkegel (Mittelterrassenschotter)

3 — Ρύμματα ἐν λεβόλιθοι κορμάτων πρὸ τῶν ἀνάβαθρα τῶν κυλάδων, ἀνωφ σκυροκοκλιμάτων μὲ πηλόν. steinige Schuttstellen von Talausmündungen, oft lehmig verbracken

Φαλάσσιοι ἀποθέσεις ἀκτῶν. marine Strandablagerungen

4 — Χονδρόκοκκα καὶ ἄμμος. Schotter und Sand

Ἀκτοβόλος κοκκοκοκλίνων. Abkörnungen der ehemaligen Talauen der Plitsen

5 — Κίνα, ἄμμος καὶ πολὺ λεπτόκοκκος ἄμμος. Kies, Sand und Schluff

2. Ἀλλουβιακὰ Ἱζήματα — Alluviale Sedimente

Κόκκοκοκ. μέρη (κίνα ἐ ἀμμοκλίνου πρόκοκκοι). Kiesgrube Abschlämmmassen (subrecent)

6 — Ἀνομοκοκκοῦ ἀνωκοκκόκοκκοι κοκκοκρήνιοι κόκκοι, ἄμμος καὶ κοκκῶν μὲ μικρὸν ποσοστὸν λεβόλιθον ἀποκοκκοῦ. Hochwasserablagerungen. Hochwasserablagerte Mergel, Tone und Lehme mit geringem Bimsanteil

Ἀλλουβιακὰ ἀποθέματα ἀνωκοκκόκοκκοι κοκκοκρήνιοι κόκκοι, ἄμμος καὶ κοκκῶν μὲ μικρὸν ποσοστὸν λεβόλιθον ἀποκοκκοῦ. Hochwasserablagerte Mergel, Tone und Lehme mit geringem Bimsanteil

Ἀκτοβόλος κοκκοκοκλίνων. marine Ablagerungen

Ἀκτοβόλος ἀνωβαθὴς 8 μ. (ἀμμοκλίνου). marine jüngstes (subrecent)

8 — Κοκκόκοκκα καὶ ἄμμος. Schotter und Sand

Ἀκτοβόλος ἀνωβαθὴς 6 - 8 μ. (ἀμμοκλίνου). marine 6-8 m-Terrasse (Hochstadium?)

9 — Κοκκόκοκκα καὶ ἄμμος. Schotter und Sand

Μέσα κοκκοκοκλίνου ἀνωβαθὴς (ἀμμοκλίνου). Mittlere Flussterrasse (Hochstadium?)

10 — Κίνα καὶ ἄμμος. Kies und Sand

Πολυκόκκοκοκ. κοκκοκλίνου ἀνωβαθὴς (κίνα ἐ ἀμμοκλίνου). Ältere Abschlämmmassen (Hochstadium?)

11 — Τραχέα κοκκόλιθοι ἐξ ἀποκοκκοκοκλίνων, κοκκοκλιμάτων λιθ κόκκοι. eckige und subangerundete Gerölle, lehmig verbracken

3. Δελουβιακὰ Ἱζήματα — Diluviale Sedimente

Ἀκτοβόλος ἀνωβαθὴς, 20 - 25 m. (ἀμμοκλίνου). marine 20-25 m-Terrasse (Altstadium?)

12 — Κοκκόκοκκα κοκκόκοκκα. sehr grobe Schotter

Ἀνωβαθὴς κοκκοκοκλίνου ἀνωβαθὴς, (ἀμμοκλίνου). ältere Flussterrasse (Altstadium?)

13 — Τραχέα καὶ ἐρυθρὰ ἄμμοι ἀνωβαθὴς, ἐκ πολὺ ἀμμόλιθοι, ἐφ' ἐξ ἐξόχου κοκκοκοκλίνου κόκκοκοκ. grobe und rote Sande, grobe bis sehr grobe rotgefärbte Flussschotter

II. ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ — TERTIÄR

1. Πλειοκαινικὸν — Pliozän

Πλάκα Πλειστοκ. (ἀμμοκλίνου κοκκοκοκλίνου ἐ ἀμμόλιθοι κοκκοκλίνου ἀνωβαθὴς κοκ 15). Plaisancio-Mergel (Alto Piacenzo ed. Astiano) ubergehend in 16

15 — Τραχέα κοκκόλιθοι ἐξ ἀποκοκκοκοκλίνων, κοκκοκλιμάτων λιθ κόκκοι. weiche Mergel, im höheren Teil mit einigen Mergelkalkbänken übergehend zu 16.

Κρυσταλλικὴ Πλειστοκ. λιθοκόκκοκοκ. ἐ ἄμμοι. Plaisancio-Konglomerat (Alter Piacenz ed. Asti)

16 — Χάλκοι καὶ ἄμμοι, μηλωμένη ἀνωφ κοκ' ἀμμόλιθοι μὲ κοκκόκοκκα κοκκόν. unverfestigter Kies und Sand im Wechsel mit Mergelbänken

Ἀνθρακόλιθος Πλειστοκ. Plaisancio-Kalk

17 — Ὑγκλωγνὴς ἀμμόλιθος ἀνωφ κοκ, ἀνωφ ἐξ μικροκοκκόλιθοι, κοκκ θέσις κοκκόκοκκ. unglaukonitischer Kalkstein, dicht bis feinkristallin, stellenweise mergelig

2. Ἀνώτερον Μειόκαινον — Ober-Miozän

Κοκκόκοκκα Γαλατᾶ (κοκκόκοκκα). Galaitos-Schichten (Sarmatt)

14 — Τραχέα ἐξ κρυσταλλοκοκκόκοκκα κόκκοκ, ἐκλιμακωμένα μὲ ἀνωφ κοκ; ἀποκλίνοντα κοκκόκοκκα κοκκόκοκκα. grauer bis grünlichgrauer Mergel im Wechsel mit kreiligen Mergelkalkbänken.

Ἀνώτερα κοκκόκοκκα Oligocaenos (κοκκόκοκκα). Obere Oligocaenos-Schichten (Tortonß)

15 — Τραχέα ἐξ κρυσταλλοκοκκόκοκκα κόκκοκ, ἐκλιμακωμένα μὲ ἀνωφ κοκ; ἀποκλίνοντα κοκκόκοκκα κοκκόκοκκα. grauer bis grünlichgrauer Mergel im Wechsel mit plattigen Mergelkalkeinlagerungen

Μέσον Oligocaenos (κοκκόκοκκα). Oligocaenos-Mergel (Tortonß)

16 — Τραχέα ἐξ κρυσταλλοκοκκόκοκκα κόκκοκ. grauer bis grünlichgrauer Mergel

Κοκκόλιθοι κοκκόκοκκα ἀνωφ κοκ κόκκοκ Oligocaenos. Knollige Kalke im Oligocaenos-Mergel

13 — Λεκανόλιθοι ἀνωφ κοκ, κοκκόλιθοι κοκκόκοκκα κοκκόκοκκα. grauweiße ungeschichtete Riffkalke

Ἀνθρακόλιθος Oligocaenos. Oligocaenos-Kalk

12 — Ὑγκλωγνὴς ἀμμόλιθος ἐξ κρυσταλλοκοκκόκοκκα κόκκοκ, ἀνωφ κοκ κόκκοκ. gebänderte gebankte oft mergelige Kalke

Κοκκόκοκκα Oligocaenos. Oligocaenos-Konglomerat

11 — Λεκανόλιθοι κόκκοι καὶ ἄμμοι, ἐξ ἀποκοκκόκοκκα κόκκοκ, κοκκ ἀποκοκκόκοκκα κόκκοκ. unverfestigter Kies und Sand, schichtgeschichtet, vereinzelnte Gerölle vorzüglicher Marmorit

III ΣΕΙΡΑ ΤΡΙΠΟΛΕΟΣ — TRIPOLITZA-SERIE

Κατὰ τὸ πλεῖστον ἀνώτερον κρυστάλλοι. Überwiegend Oberkreide

37 — Ἀνθρακόλιθος. Kalke

Κατὰ τὸ πλεῖστον κατωκοκκόκοκκα κρυστάλλοι. Überwiegend Trias-Jura

35 — Ἀνθρακόλιθος. Kalke

Ἐκχυλόκοκκα. Eruptiva

36 — Πρόκοκκα Τουρκίας. grüne tuffitische Gesteine

IV ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΙΓΕΝΕΣ ΚΡΗΤΗΣ — KRETISCHES METAMORPHIKUM

Ἀκτοκόκκοκοκ ἀμμόλιθοι κρυστάλλοι μὲ μικρὸν κοκκόκοκκα ἀμμόλιθοι καὶ κρυστάλλοι μαρμάρου. Τοκκόλιθοι - Κλίτσιστοι. dunkle Tonschiefer mit seltenen Plattenkalken und Quarzitlinsen

19 — Ἀνθρακόλιθος. Κοκκοκοκκοκοκκόκοκκα κόκκοκ. Kalkstreifen

Ἀνθρακόλιθος. Κοκκοκοκκοκοκκόκοκκα κόκκοκ. magnesitreiche kalkdolomitische Kalke

20 — Ἀνθρακόλιθος κοκκόκοκκα κόκκοκ. Κοκκόλιθοι - Δολομίτοι. Kalkdolomit

Ἀνθρακόλιθος κοκκόκοκκα κόκκοκ μὲ κοκκόκοκκα κόκκοκ. Κοκκόλιθοι κόκκοκ, κοκκόκοκκα κόκκοκ, κοκκόκοκκα κόκκοκ καὶ κοκκόκοκκα κόκκοκ εἰς κοκκόκοκκα κόκκοκ. Kalkglimmerschiefer, Phyllit, Dolomit, Quarzit und Konglomerate in Wechsellagerung

Κοκκόκοκκα κόκκοκ. Eisenerz

21 — Ἀκκοκκόκοκκα κόκκοκ. Eisenerzlager

Φλέβες κοκκόκοκκα κόκκοκ. Pyritlinsen

22 — Ἀκκοκκόκοκκα κόκκοκ κόκκοκ κόκκοκ. Schichtstellen Pyrit

Φυλλίτης κόκκοκ. Phyllitzone

23 — Ἀκκοκκόκοκκα κόκκοκ. Chloritschiefer

Φυλλίτης κόκκοκ - κόκκοκ. Quarzit-Phyllitzone

24 — Κόκκοκοκ, κόκκοκ κόκκοκ κόκκοκ καὶ κόκκοκ, ἐξ κόκκοκ κόκκοκ κόκκοκ. Quarzit, Quarzphyllit und Phyllit in Wechsellagerung

Ἀνθρακόλιθος κόκκοκ κόκκοκ κόκκοκ. Graphit-Phyllit-Zone

25 — Ἀκκοκκόκοκκα κόκκοκ ἐξ κόκκοκ κόκκοκ μὲ κόκκοκ κόκκοκ καὶ κόκκοκ κόκκοκ κόκκοκ. Kreidecarbonit im Wechsel mit Phyllit und Graphitphyllit

Ἀκ — Παρόκκοκοκ κόκκοκ κόκκοκ. Falten und Streichen der Schichten

Τάφρος κόκκοκ κόκκοκ. Überkippung-Zone

Μικρόκκοκοκ κόκκοκ κόκκοκ καὶ κόκκοκ. Kleinere Verwerfungen; vermutete Verwerfungen.

Θέσις ἀνακάλυψις ἀπολιθωμάτων. Fundstellen der Fossilien.

Ἡ ἀναθέσις ἔρευνῶν Γεωλογικῆς Χαρτογραφήσεως ἐγένετο κατὰ τὸ ἔτος 1950 ὑπὸ τοῦ Δρος H. J. MARTINI, Διευθυντοῦ τοῦ Γεωλογικοῦ Τμήματος τῆς Κρατικῆς Ὑπηρεσίας Ἐρευνῶν Ὑπεδάφους τοῦ Ἀνωτέρου, κατ' ἐνέργειαν καὶ δαπάνας τοῦ Ἰνστιτούτου Γεωλογίας καὶ Ἐρευνῶν Ὑπεδάφους.

Πρ. Διευθυντὴς K. ZAKOS

The geological mapping was accomplished in 1950 by Dr H. J. MARTINI, Director of the geological Section of «Reichsamt für Bodenforschung, Hannover» by order and at the expense of the Greek Institute for Geology and Subsurface Research.

Dr. Eng. K. ZACHOS Director

Ἰσοδύναμος 20 μ. V.I. 20 m.

Ἐξελίξη ἐπιμελείᾳ τοῦ Ἰνστιτούτου ἐν ἔτει 1956. Ἐξεκοπήθη εἰς τὰ ἐργαστήρια τῆς Γεωγραφικῆς Ὑπηρεσίας Στρατοῦ.

Issued by the Institute in 1956. Printed at the Army Geographical Service Printing Facilities.

10. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ MIKE 21 Coupled Model FM

10.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Γενική περιγραφή

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί , στην παρούσα πτυχιακή , επιλέχθηκε το αριθμητικό μοντέλο MIKE 21 Coupled Model FM (Flexible Mesh) του Danish Hydraulic Institute (DHI) το οποίο αποτελεί ένα δυναμικό σύστημα μοντελοποίησης και παρέχει τη δυνατότητα σύζευξης τριών λογισμικών μονάδων (modules): (i) του υδροδυναμικού μοντέλου Hydrodynamic Module (HD), (ii) του κυματικού μοντέλου Spectral Wave Module (SW), και (iii) του μοντέλου στερεομεταφοράς μη συνεκτικών ιζημάτων Sand Transport Module (ST). Το υδροδυναμικό και το κυματικό μοντέλο αποτελούν τις δύο βασικές υπολογιστικές συνιστώσες του MIKE 21 Coupled Model FM με τα οποία γίνεται η προσομοίωση των υδροδυναμικών συνθηκών (DHI, 2014a). Με χρήση του μοντέλου της στερεομεταφοράς γίνεται εκτίμηση της ποσότητας των ιζημάτων που μεταφέρονται στην παράκτια ζώνη καθώς και της μεταβολής της στάθμης του πυθμένα λόγω διαβρώσεων και αποθέσεων. Επίσης, με το μοντέλο αυτό είναι δυνατόν οι μεταβολές της μορφολογίας του πυθμένα να συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς των κυματισμών και των ρευμάτων κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Hydrodynamic Module (HD)

Το υδροδυναμικό μοντέλο, HD Module, προσομοιώνει τις μεταβολές στην ελεύθερη επιφάνεια και τη ροή του νερού λαμβάνοντας υπόψη τη βαθυμετρία, πηγές και αποδέκτες νερού και άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Το διδιάστατο (2D) μοντέλο βασίζεται στην αριθμητική επίλυση των εξισώσεων ρηχών νερών – μέσες κατά Reynolds εξισώσεις , Navier-Stokes ολοκληρωμένες στο βάθος (DHI, 2014b).

Spectral Wave Module (SW)

Το φασματικό κυματικό μοντέλο, SW Module, προσομοιώνει την ανάπτυξη και το μετασχηματισμό ανεμογεννών κυματισμών και από θάλασσας σε υπεράκτιες και παράκτιες περιοχές. Τα φαινόμενα που λαμβάνονται υπόψη είναι (DHI, 2014c):

- Ανάπτυξη κυματισμών εξαιτίας της δράσης του ανέμου
- Μη γραμμική αλληλεπίδραση μεταξύ κυματισμών
- Διάχυση ενέργειας λόγω θραύσης στην ανοιχτή θάλασσα (white capping)
- Διάχυση ενέργειας λόγω τριβής στον πυθμένα
- Διάχυση ενέργειας λόγω θραύσης στα ρηχά νερά
- Διάθλαση και ρήχωση
- Αλληλεπίδραση κυματισμών-ρευμάτων
- Επίδραση χρονικά μεταβαλλόμενου βάθους.

Sand Transport Module (ST)

Το μοντέλο της στερεομεταφοράς μη συνεκτικών ιζημάτων, ST Module, λαμβάνει υπόψη τη μεταφορά του υλικού του πυθμένα είτε ως αιωρούμενο φορτίο (suspended load) είτε σε επαφή με τον πυθμένα (bed load) (DHI, 2014d).
Διακρίνονται δύο τύποι μοντέλων ανάλογα με το αν στην περιοχή μελέτης επικρατεί μόνο ρεύμα (Pure Current Type) ή συνδυασμός ρεύματος και κυματισμών (Combined Current and Waves Type). Στην περίπτωση συνδυασμένης δράσης κύματος και ρεύματος χρησιμοποιείται ένα ψευδο-τρισδιάστατο μοντέλο στερεομεταφοράς (STQ3D).

Ευέλικτο πλέγμα (Flexible Mesh)

Στο MIKE 21 Coupled Model FM η βαθυμετρία εισάγεται στο μοντέλο υπό μορφή ευέλικτου πλέγματος τριγωνικών ή ορθογωνικών στοιχείων (Flexible Mesh). Το πλέγμα αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επιτύχει υψηλή ανάλυση σε περιοχές που απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στα αποτελέσματα δημιουργώντας στοιχεία μικρού εμβαδού. Σε περιοχές όπου δεν απαιτείται λεπτομερής ανάλυση διαμορφώνονται στοιχεία μεγαλύτερου εμβαδού και ταυτόχρονα περιορίζεται σε σημαντικό βαθμό ο χρόνος των υπολογισμών. Αυτό είναι και το βασικό πλεονέκτημα του ευέλικτου πλέγματος έναντι του ορθογωνικού κανάβου που χρησιμοποιείται σε άλλα μοντέλα.

10.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

10.2.1 Κυματικά σενάρια για την ακτομηχανική μελέτη

Για την προσομοίωση της στερεομεταφοράς στην ακτή μελέτης προσδιορίζονται αντιπροσωπευτικά κυματικά σενάρια τα οποία είναι ενεργειακά ισοδύναμα με το ετήσιο κλίμα της συγκεκριμένης παράκτιας περιοχής .

Ανάλογα με τη διεύθυνση των κυματισμών και τον προσανατολισμό της ακτογραμμής κάποιοι κυματισμοί προκαλούν στερεομεταφορά κατά μήκος της ακτής με φορά προς τα δεξιά και άλλοι προς τα αριστερά. Έτσι προσδιορίζονται για κάθε τμήμα της ακτής με σταθερό προσανατολισμό δύο κατηγορίες κυματισμών, ανάλογα με τη διεύθυνσή τους:

i. οι κυματισμοί που προκαλούν στερεομεταφορά προς τα δεξιά της ακτογραμμής, και
ii. οι κυματισμοί που προκαλούν στερεομεταφορά προς τα αριστερά της ακτογραμμής.

Στην περιοχή μελέτης , η ακτογραμμή δεν είναι ευθύγραμμη και ο προσανατολισμός της ακτής δεν είναι σταθερός σε όλο το μήκος της. Έτσι, η παράκτια περιοχή χωρίζεται σε επιμέρους περιοχές, ανάλογα με τον προσανατολισμό τους ,και σε κάθε μία από αυτές προσδιορίζονται οι κυματικές διευθύνσεις που προκαλούν στερεομεταφορά προς τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζονται τέσσερα (4) σενάρια για την περιοχή μελέτης : ένα με χρόνο προσομοίωσης 38 μέρες , σημαντικό ύψος κύματος 1.75 , περίοδο αιχμής 6.75 και MWD 15 , ένα με μικρότερο χρόνο προσομοίωσης 11 μέρες , σημαντικό ύψος κύματος 1.25 , περίοδο αιχμής 5.25 και MWD 30 και δύο ακόμα extreme σενάρια , τα οποία αντιπροσωπεύουν δύο ακραία φαινόμενα κυματισμού το ένα για την περίοδο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και το άλλο για την περίοδο Απριλίου – Μαΐου.

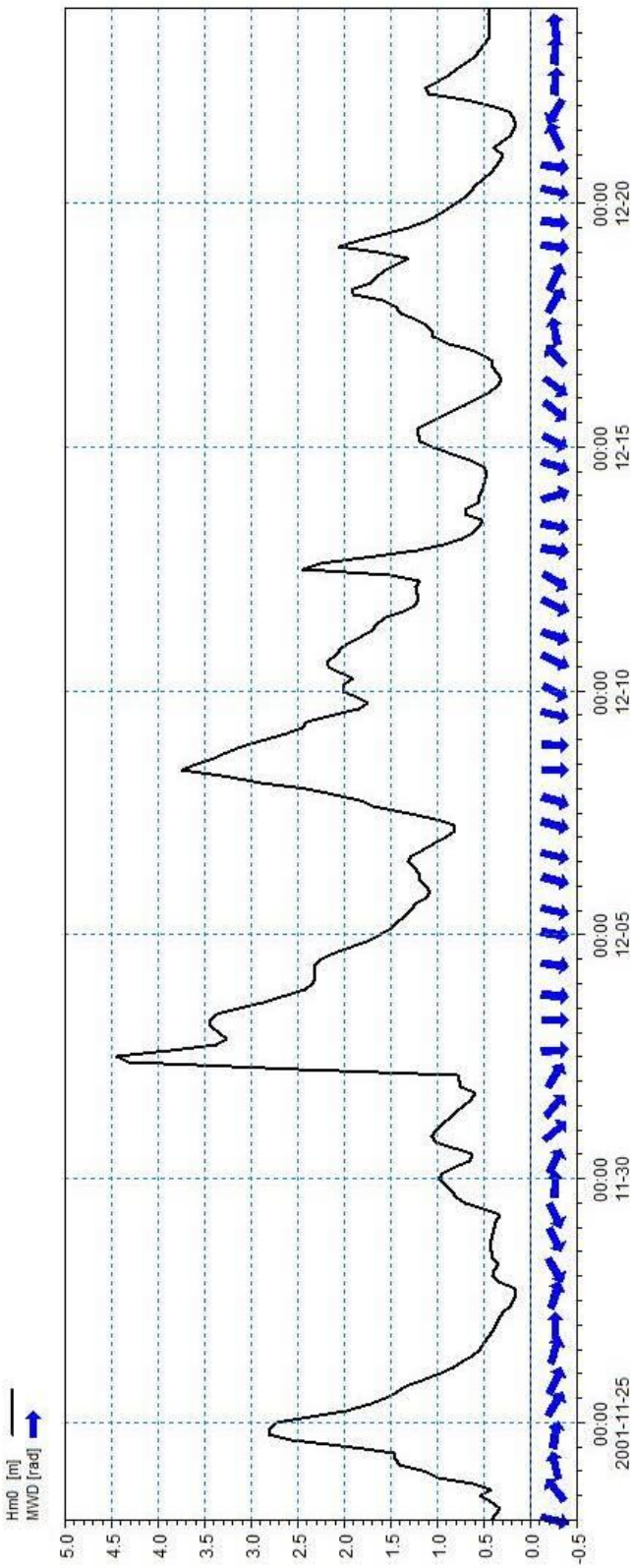
Λαμβάνοντας υπόψη το κυματικό κλίμα καθώς και τον προσανατολισμό των επιμέρους περιοχών της υπό μελέτης ακτής , επιλέγονται τα κυματικά σενάρια Α και Β της προσομοίωσης ώστε να μελετάται σε κάθε τμήμα η στερεομεταφορά προς τις δύο αντίθετες κατευθύνσεις. Η επιλογή των εν λόγω σεναρίων έγινε μέσα από το Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων». Πέρα των δύο αντιπροσωπευτικών σεναρίων, στα οποία ο κυματισμός είναι σταθερός κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, επιλέχθηκαν να προσομοιωθούν και δύο σενάρια, διάρκειας ενός μήνα, στα οποία ο κυματισμός μεταβάλλεται. Τα σενάρια αυτά επιλέχθηκαν από τη χρονοσειρά των δεδομένων του Άτλαντα και αφορούν ένα χειμερινό και ένα εαρινό γεγονός. Η προσομοίωση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστούν οι μεταβολές της ακτογραμμής κατά τη διάκρεια πραγματικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα μετά από ένα ακραίο κυματικό γεγονός

Κυματικά σενάρια προσομοίωσης στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.

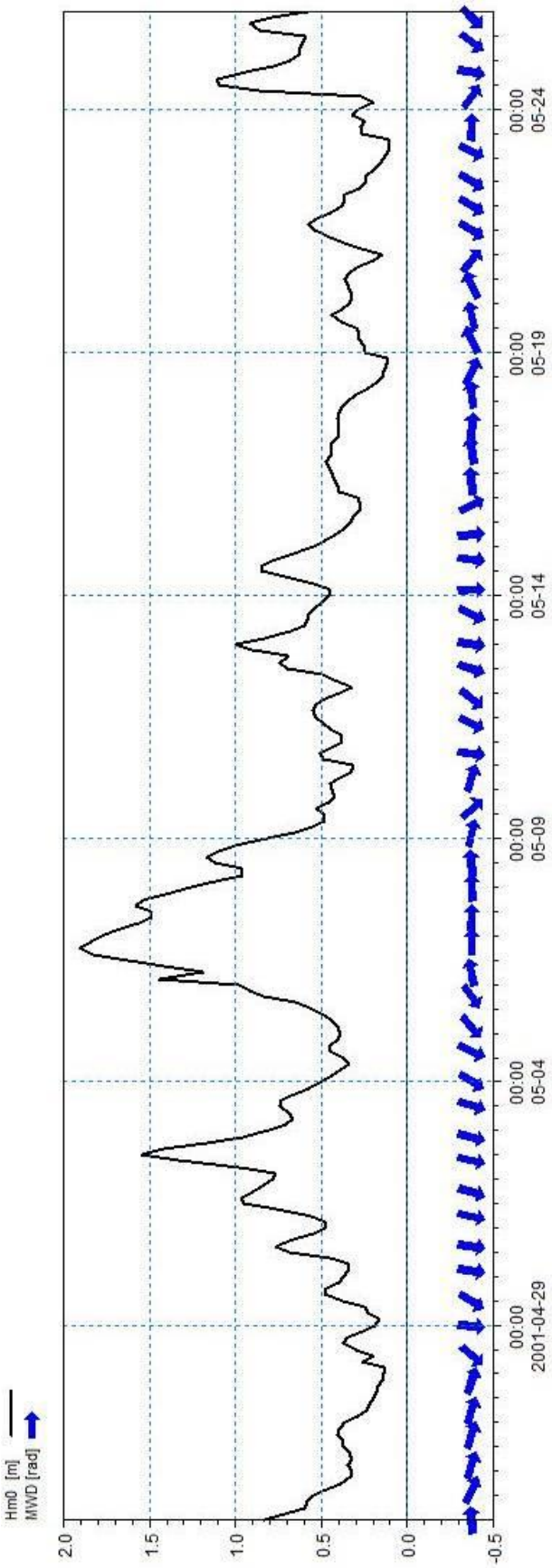
Σενάριο	**Σημαντικό ύψος κύματος H_s (m)**	**Περίοδος αιχμής T_p (s)**	**Μέση κατεύθυνση MWD (deg)**	**Συχνότητα αντιπροσωπευτικού κυματισμού**	**Χρόνος προσομοίωσης (ημέρες)**
Σα	1.75	6.75	15	10.3%	38
Σb	1.25	5.25	30	3%	11

Σενάριο Απριλίου – Μαΐου.

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο διαγράμματα για τα σενάρια Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και Απριλίου – Μαΐου , τα οποία απεικονίζουν , σε όλη την χρονική διάρκεια την μεταβολή του ύψους κύματος και την κατεύθυνση κυματισμού.


Hm0 [m]
MWD [rad]
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
00:00
2001-11-25
00:00
11-30
00:00
12-05
00:00
12-10
00:00
12-15
00:00
12-20

Εικόνα 15


Hm0 [m]
MWD [rad]
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
00:00
2001-04-29
00:00
05-04
00:00
05-09
00:00
05-14
00:00
05-19
00:00
05-24

Εικόνα 16

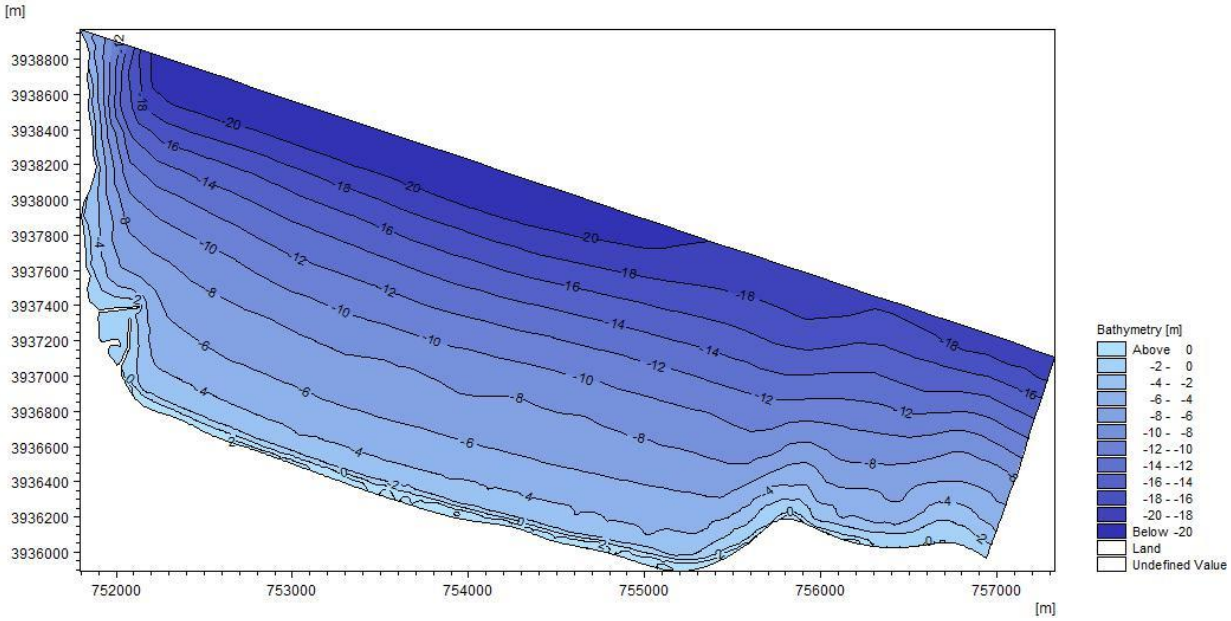
10.2.2 Σύνθεση Μοντέλου

Βαθυμετρία

Το αρχείο της βαθυμετρίας είναι το ίδιο και για τα τέσσερα διαφορετικά σενάρια που έτρεξαν . Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι , παίζει καθοριστικό ρόλο στην προσομοίωση των κυματικών και υδροδυναμικών συνθηκών μιας περιοχής με το μοντέλο MIKE 21 Coupled Model FM, καθώς περιλαμβάνει πληροφορίες που αφορούν το υπολογιστικό πλέγμα, τα βάθη του νερού στην περιοχή μελέτης και τα όρια του μοντέλου. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η βαθυμετρία δημιουργείται υπό μορφή ευέλικτου πλέγματος τριγωνικών ή ορθογωνικών στοιχείων (Flexible Mesh) δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να επιτύχει υψηλή ανάλυση σε περιοχές που απαιτείται μεγάλη ακρίβεια στα αποτελέσματα.

Για τη δημιουργία των αρχείων της βαθυμετρίας χρησιμοποιούνται πρωτογενή δεδομένα από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από το ΕΛΚΕΘΕ στον Κόλπο Χανίων και ως σύστημα αναφοράς για τις οριζόντιες συντεταγμένες ορίζεται το προβολικό σύστημα UTM34.

Για τη μελέτη της παράκτιας ζώνης της περιοχής μελέτης (Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη) επιλέγεται μια περιοχή έκτασης 6 km x 2 km, με μέγιστο βάθος 24 m (εικόνα). Το πλέγμα του αρχείου της βαθυμετρίας αποτελείται από 9543 τριγωνικά στοιχεία, είναι αδρό προς την ανοιχτή θάλασσα και πιο πυκνό κοντά στην ακτογραμμή, όπου λαμβάνει χώρα η στερεομεταφορά και αποτελεί την περιοχή ενδιαφέροντος της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 17 : Βαθυμετρία μοντέλου - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.

Χρόνος προσομοίωσης

Ο χρόνος προσομοίωσης κάθε σεναρίου εξαρτάται από την συχνότητα ανά έτος που πρέπει να επενεργεί ο αντιπροσωπευτικός κυματισμός για να προκαλέσει στερεομεταφορά ισοδύναμη με αυτήν που αντιστοιχεί σε όλους τους κυματισμούς ίδιας διεύθυνσης που έχουν καταγραφεί στο ετήσιο κλίμα . Έτσι ο χρόνος προσομοίωσης διαφέρει μεταξύ των κυματικών σεναρίων.

Οριακές συνθήκες

Στο υδροδυναμικό μοντέλο οι οριακές συνθήκες δίνονται από τη στάθμη της θάλασσας (water level), ενώ στο κυματικό μοντέλο από τα χαρακτηριστικά του κυματικού σεναρίου που προσομοιώνεται, δηλαδή το σημαντικό ύψος (Hmo), την περίοδο αιχμής (Tp) και τη μέση κατεύθυνση (MWD) του κυματισμού.

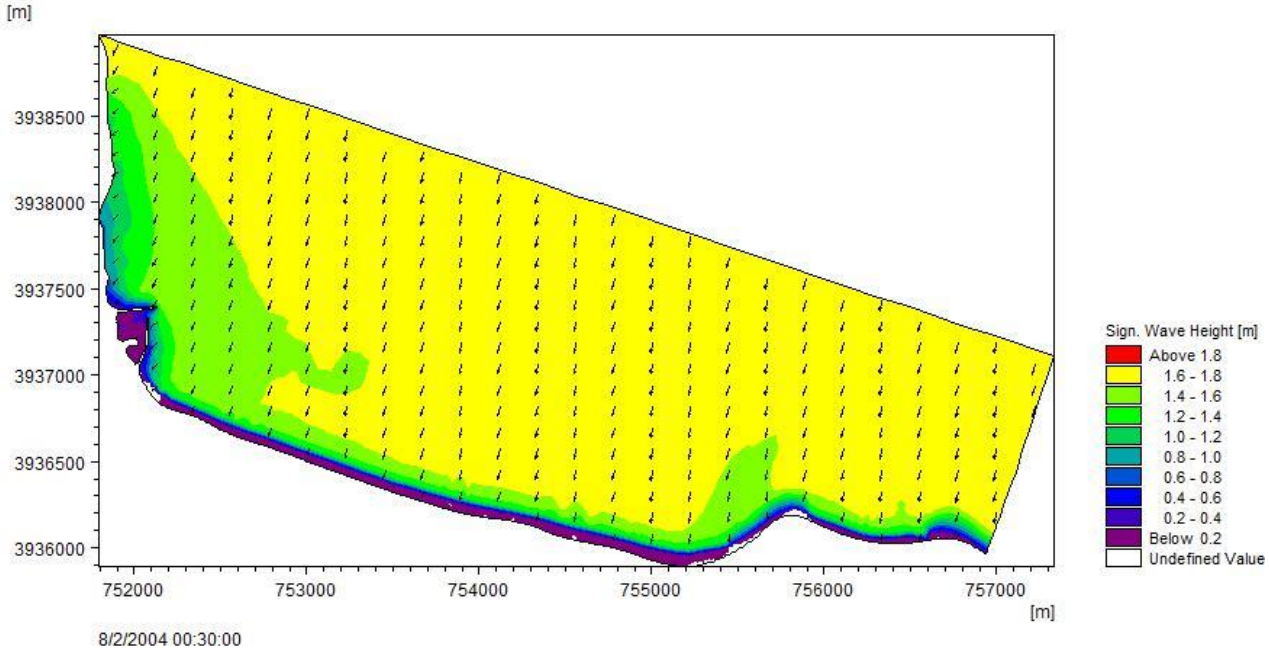
Όσον αφορά το μοντέλο στερεομεταφοράς αρχικά δημιουργήθηκε ένας πίνακας excel με την κοκκομετρία , με μετρήσεις και δεδομενα από το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. και έπειτα δημιουργήθηκε ένα αρχείο με τον συντελεστή διαβάθμισης (grading coefficient) , την ενδιάμεση διάμετρο (d50) και το πάχος του στρώματος (bed thickness) και ένα αρχείο bed resistance που αφορούσε το manning number . Στην συνέχεια για το μοντέλο ακτογραμμής δημιουργήθηκαν τα αρχεία coastline , baseline , edge map και profile , τα οποία είναι απαραίτητα για το μοντέλο ακτογραμμής.

11. Αποτελέσματα Μοντέλου

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται κατά ομάδες χαρτών τα τέσσερα διαφορετικά σενάρια και στη συνέχεια τα διαγράμματα μεταβολής της ακτογραμμής (για τα σενάρια Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και Απριλίου – Μαϊου στα οποία έχουν επιλεχτεί κάποια στιγμιότυπα πριν και μετά από έντονους κυματισμούς).

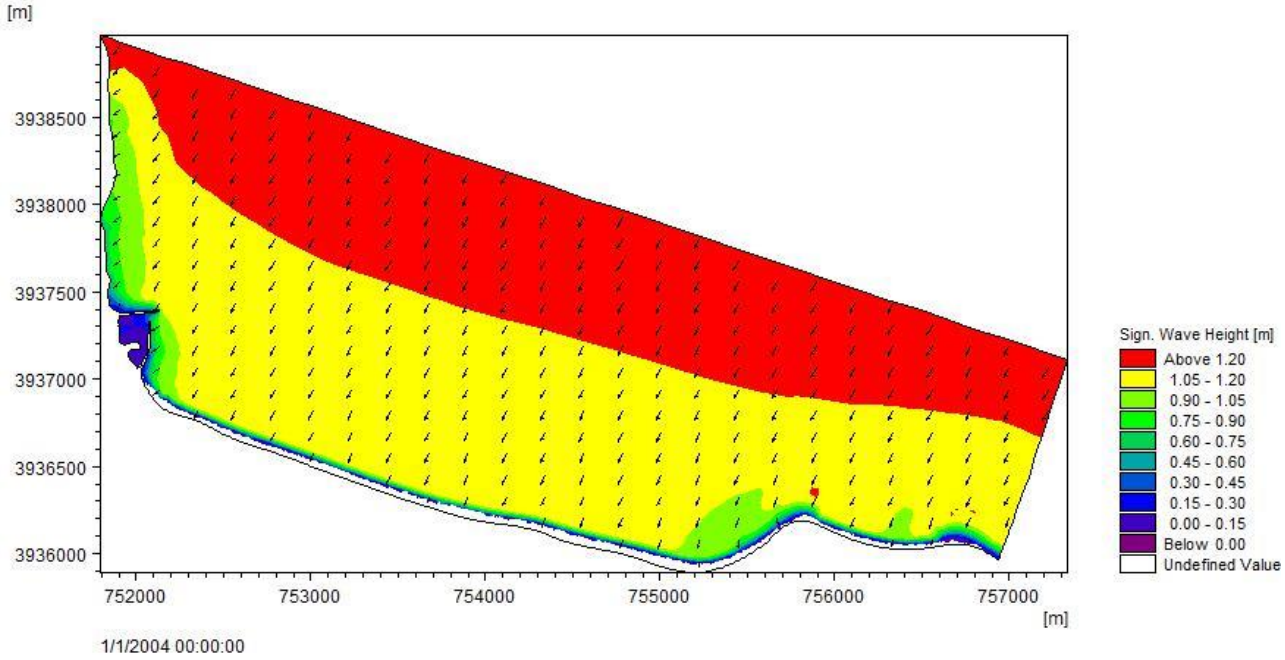
Αρχικά παρουσιάζονται γραφικά τα αποτελέσματα του μοντέλου, που αφορούν το σημαντικό ύψος κύματος στην περιοχή μελέτης. Το σύνολο των κυματισμών έρχεται με κατεύθυνση Δυτικά – Βορειοδυτικά , ενώ το μεγαλύτερο ύψος κύματος (3.2m) καταγράφεται στο σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου. Στην περίπτωση των σεναρίων των αντιπροσωπευτικών κυματισμών (Σενάρια Α & Β) η διεύθυνση μετάδοσης των κυματισμών είναι Β - ΒΑ και προσπίπτουν σχεδόν κάθετα στο μεγαλύτερο τμήμα της ακτής μελέτης (με εξαίρεση στα ανατολικά όπου αλλάζει και ο προσανατολισμός της ακτογραμμής).

Σημαντικό ύψος κύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.



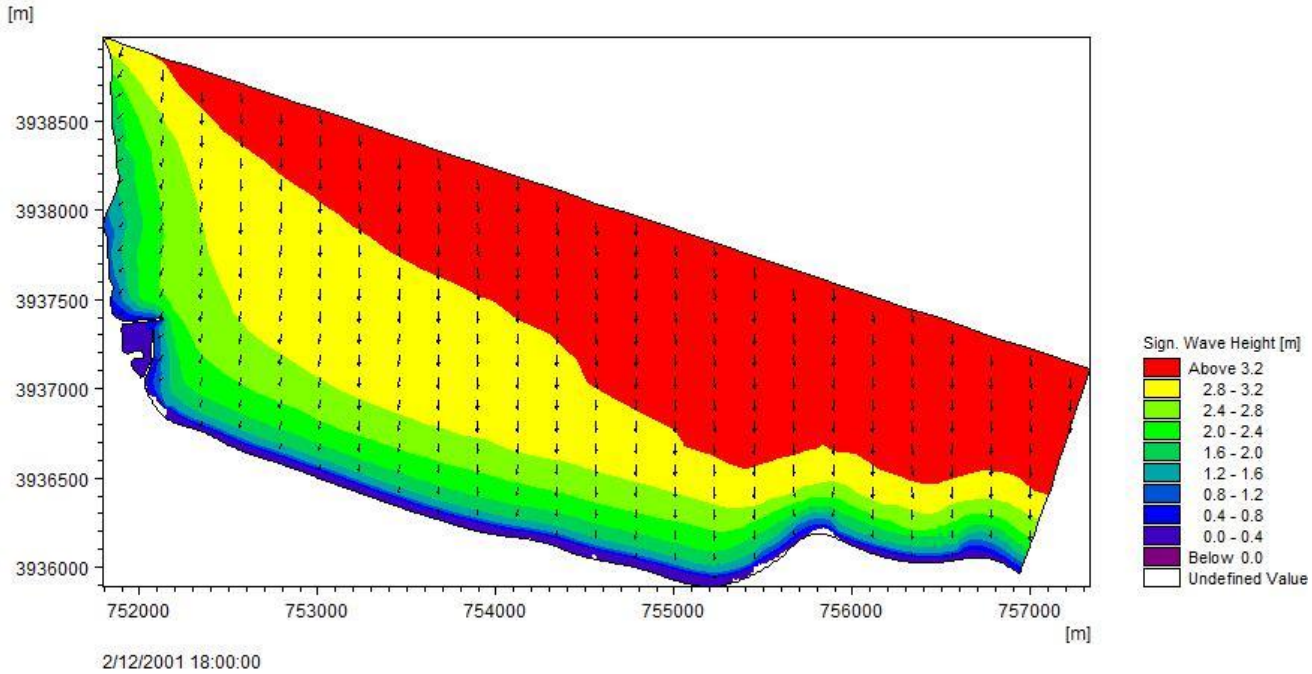
Σενάριο Α

Εικόνα 18



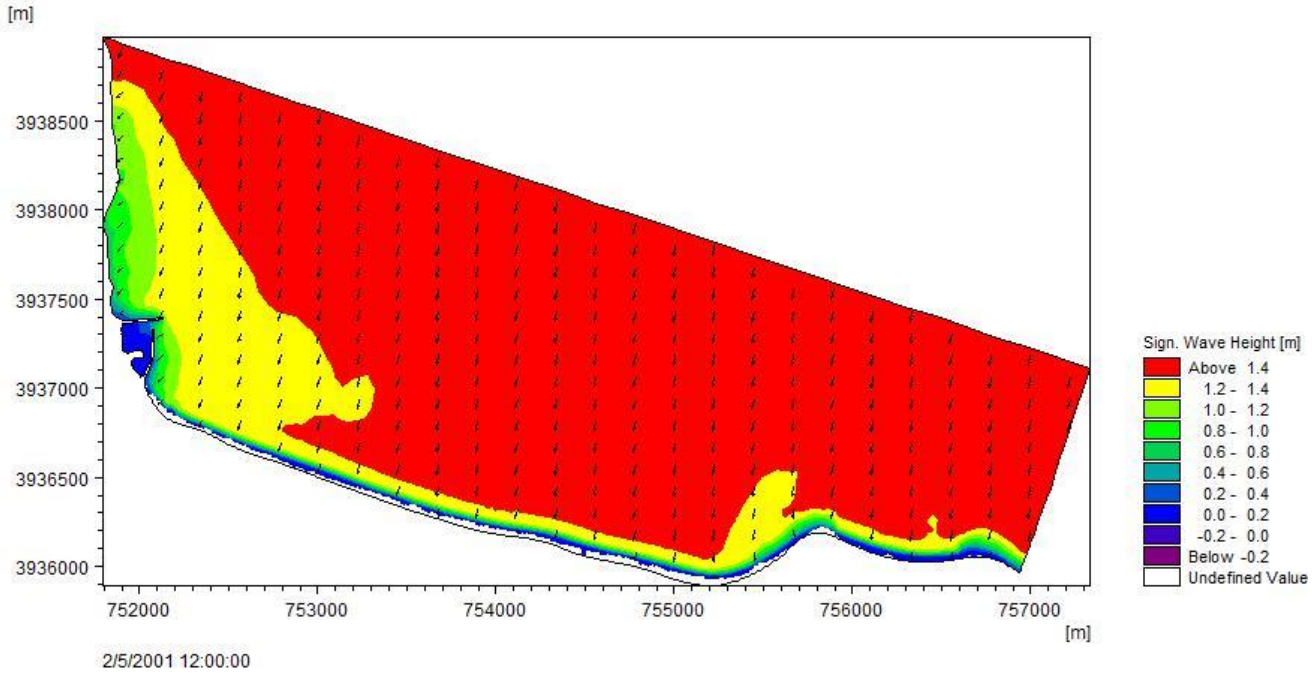
Σενάριο Β

Εικόνα 19



Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου

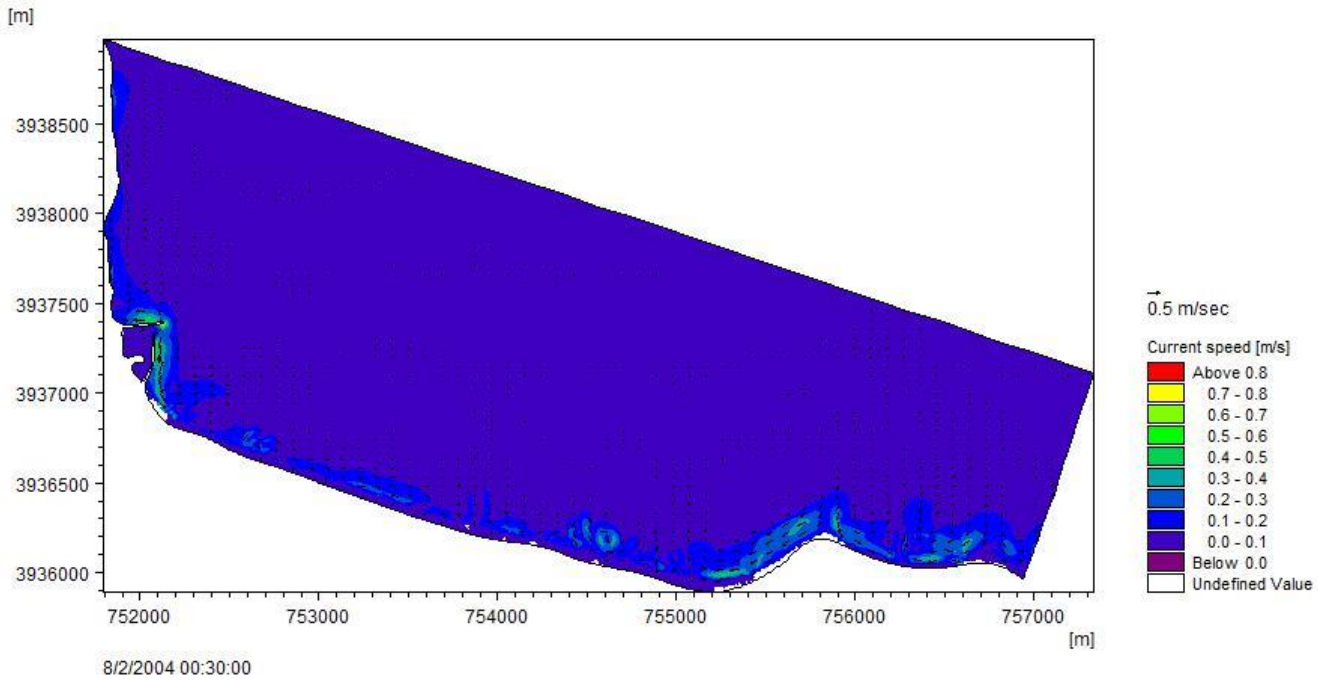
Εικόνα 20



Σενάριο Απριλίου – Μαΐου

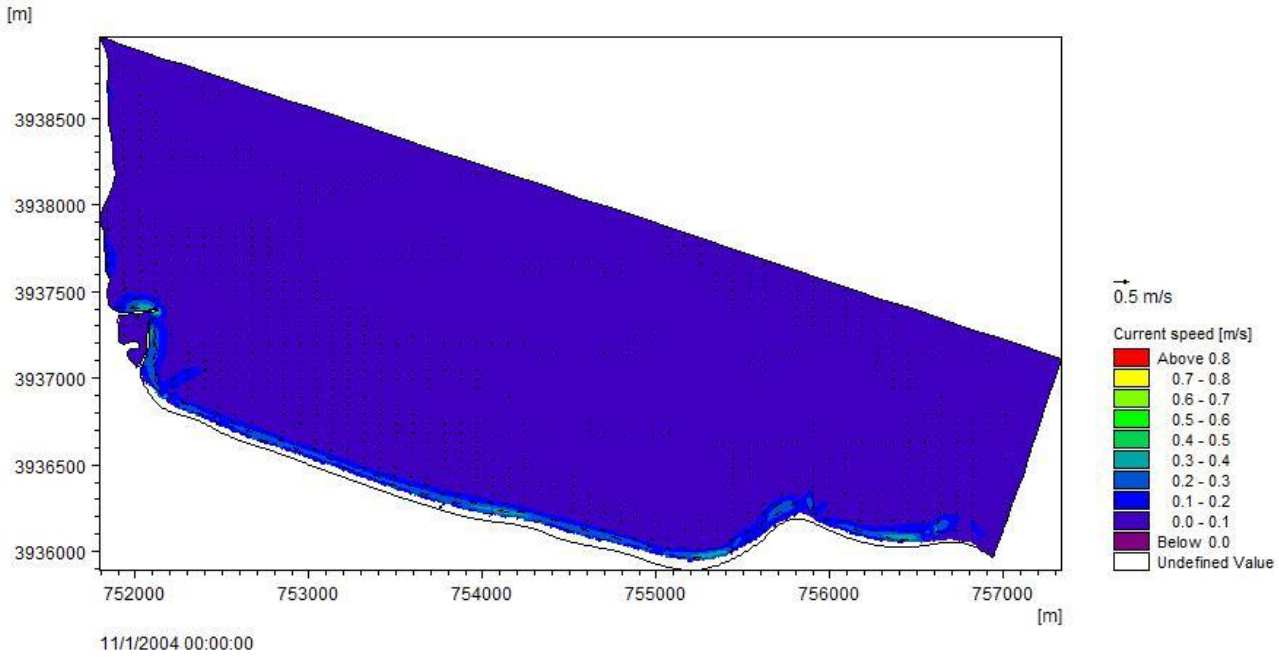
Εικόνα 21

Ταχύτητα ρεύματος - Παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.



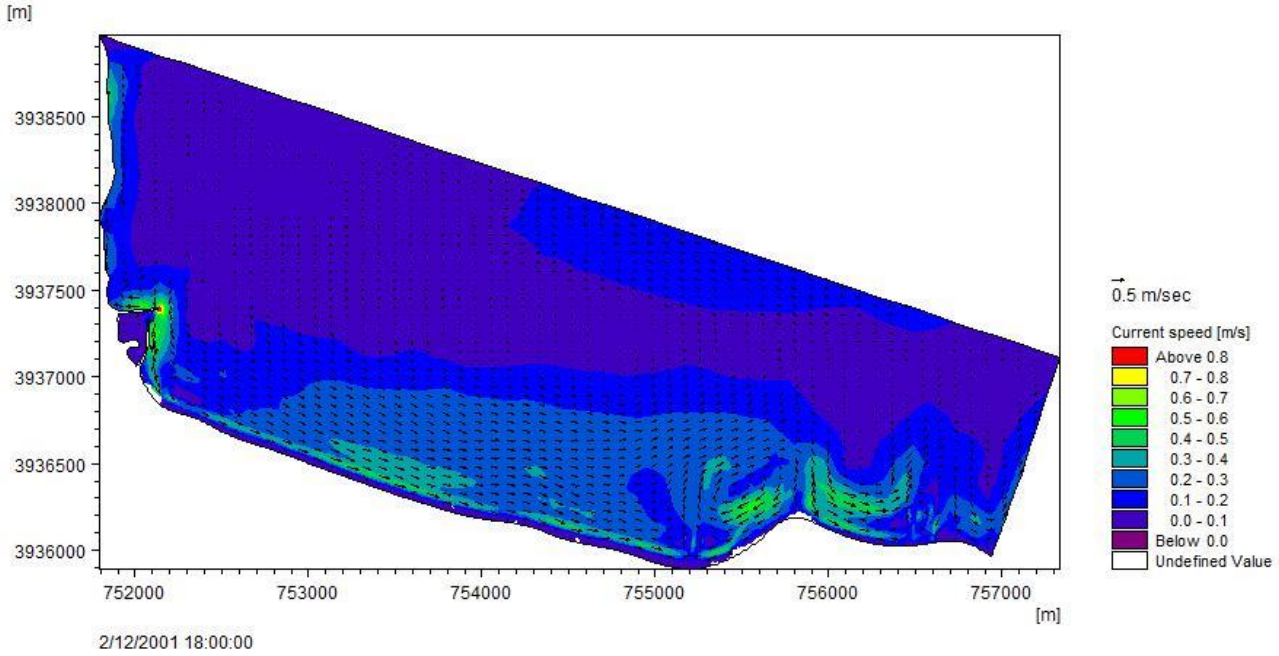
Σενάριο Α

Εικόνα 22



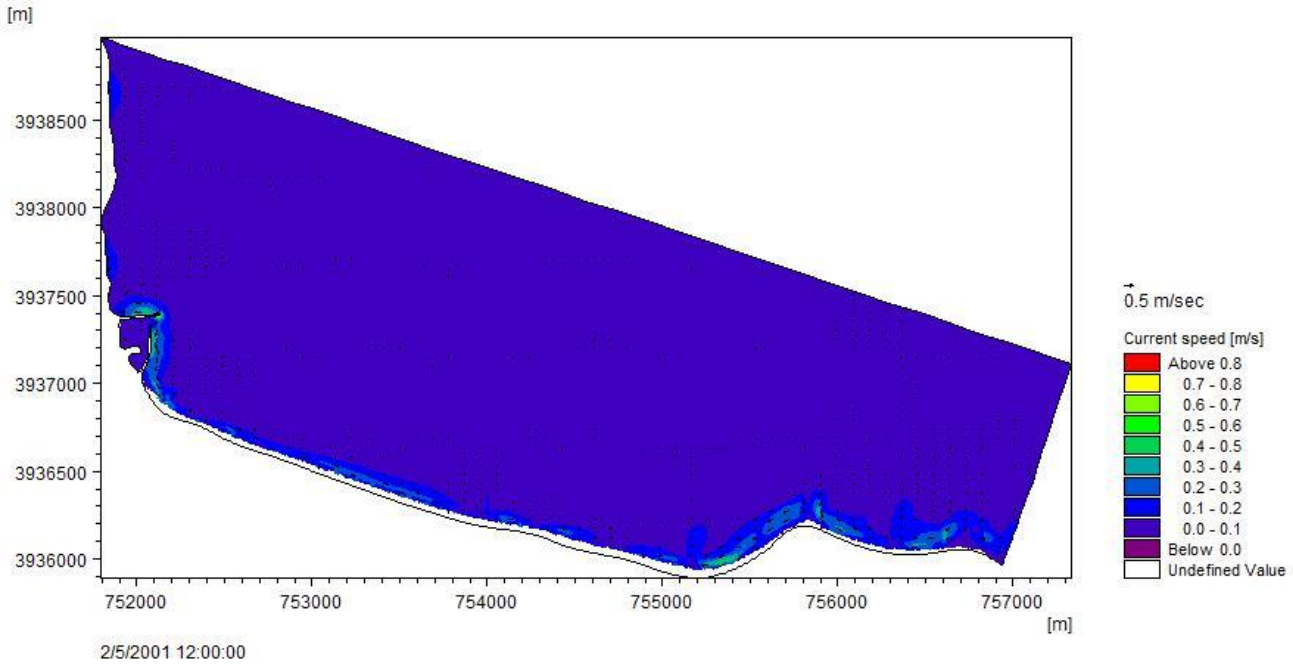
Σενάριο Β

Εικόνα 23



Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου.

Εικόνα 24



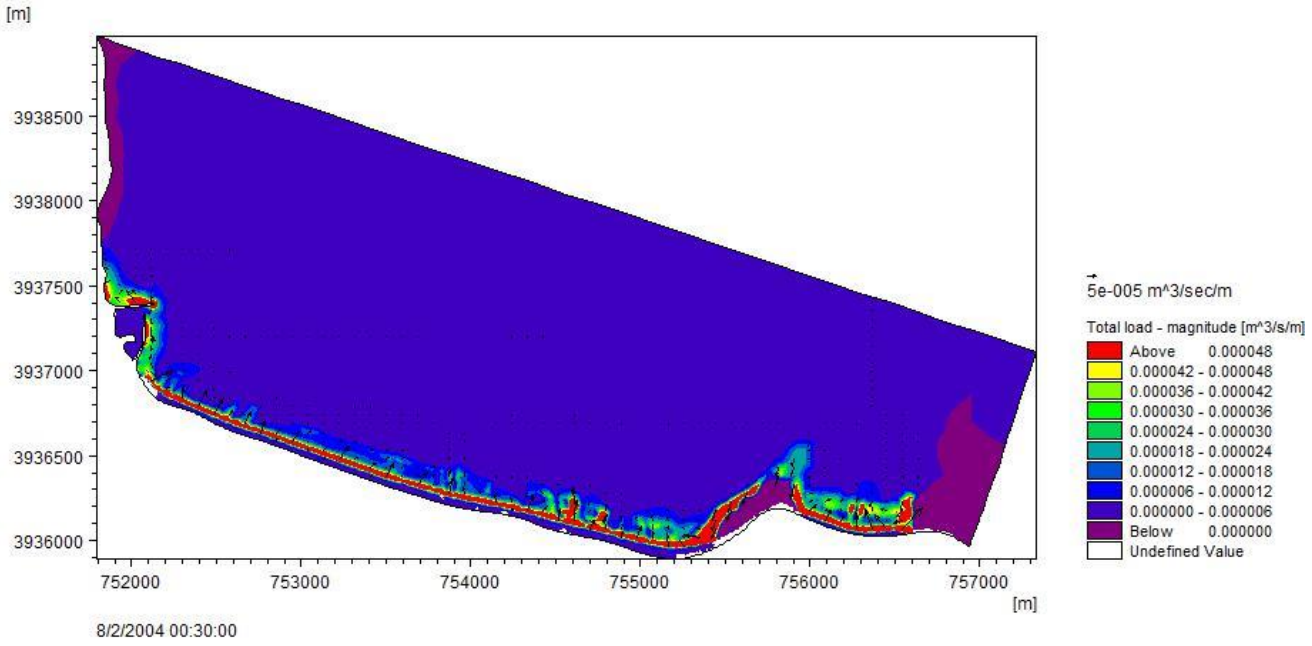
Σενάριο Απριλίου – Μαΐου

Εικόνα 25

Παρατηρώντας τα παραπάνω μοντέλα , διακρίνουμε ότι μεγαλύτερες ταχύτητες αναπτύσσονται στην περίπτωση του χειμερινού σεναρίου, καθώς οι κυματισμοί είναι πιο έντονοι. Επιπλέον η ταχύτητα του κυματογενούς ρεύματος στο ανατολικό τμήμα της ακτής μελέτης (κοντά στον Ταυρωνίτη) είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτή που αναπτύσεται στο δυτικό τμήμα του Κολυμβαρίου , ενώ η κατεύθυνση αλλάζει από σενάριο σε σενάριο και διαφοροποιείται από το δυτικό προς το ανατολικό τμήμα της ακτής.

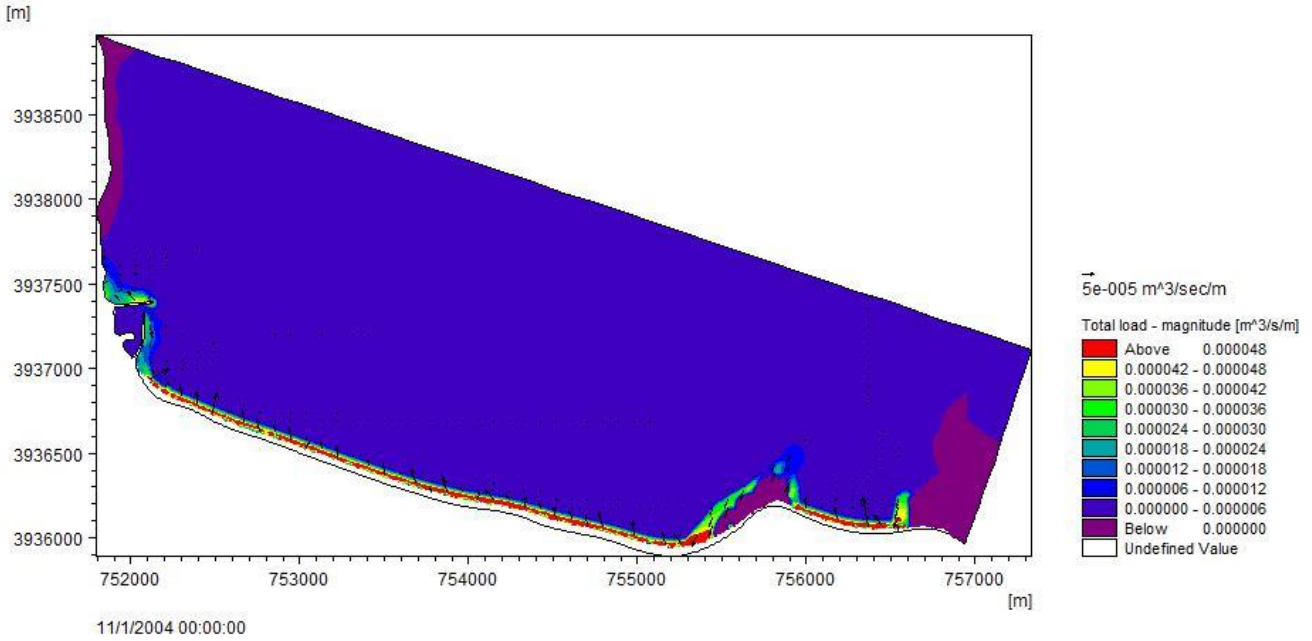
Εκτίμηση στερεομεταφοράς στην παράκτια ζώνη Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.

Από τα αποτελέσματα των σεναρίων φαίνεται η στερεομεταφορά να είναι μεγαλύτερη στο ανατολικό τμήμα της ακτής, δηλαδή στην περιοχή πλησίον της εκβολής του ποταμού Ταυρωνίτη . Στο Κολυμβάρι δεν προκύπτει σημαντική στερεομεταφορά, με εξαίρεση στο δυτικό άκρο της ακτογραμμής, όπου εξαιτίας της ύπαρξης των τεχνικών έργων του αλιευτικού καταφυγίου οι κυματισμοί ανακλώνται και ενισχύονται τοπικά. Επιπλέον παρατηρούμε ότι το μέγεθος της στερεομεταφοράς είναι μεγαλύτερο κατά τους Χειμερινούς μήνες σε σχέση με την Άνοιξη.



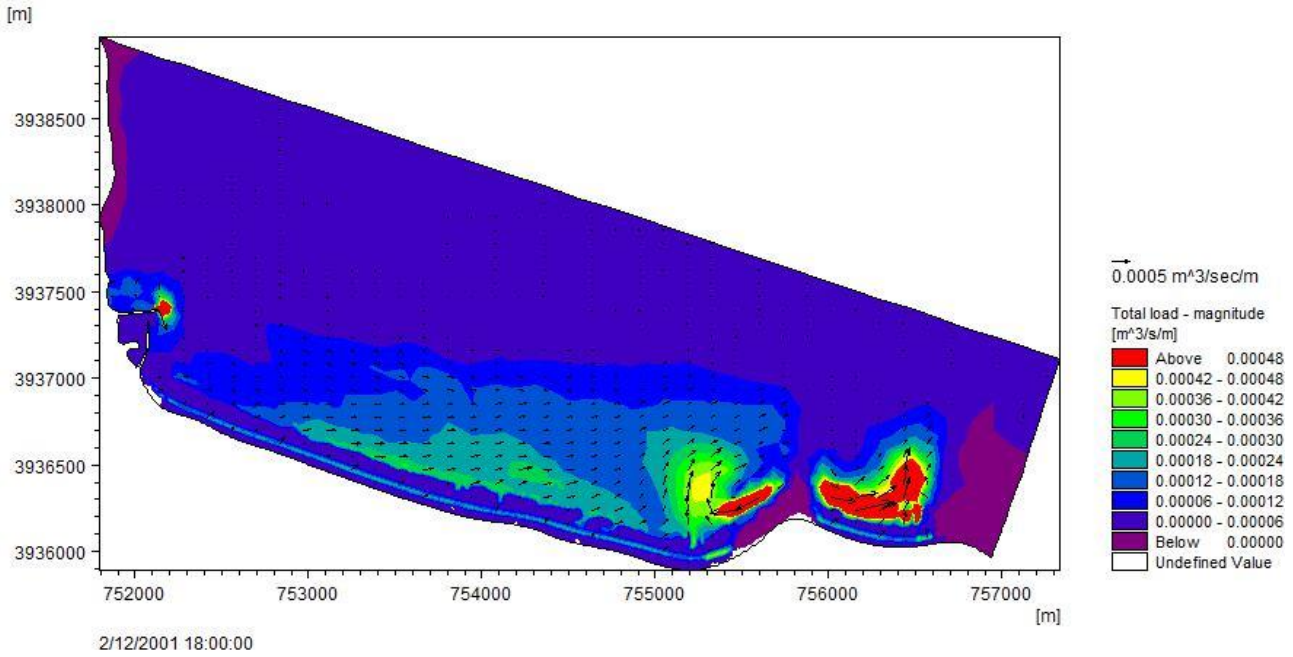
Σενάριο Α

Εικόνα 26



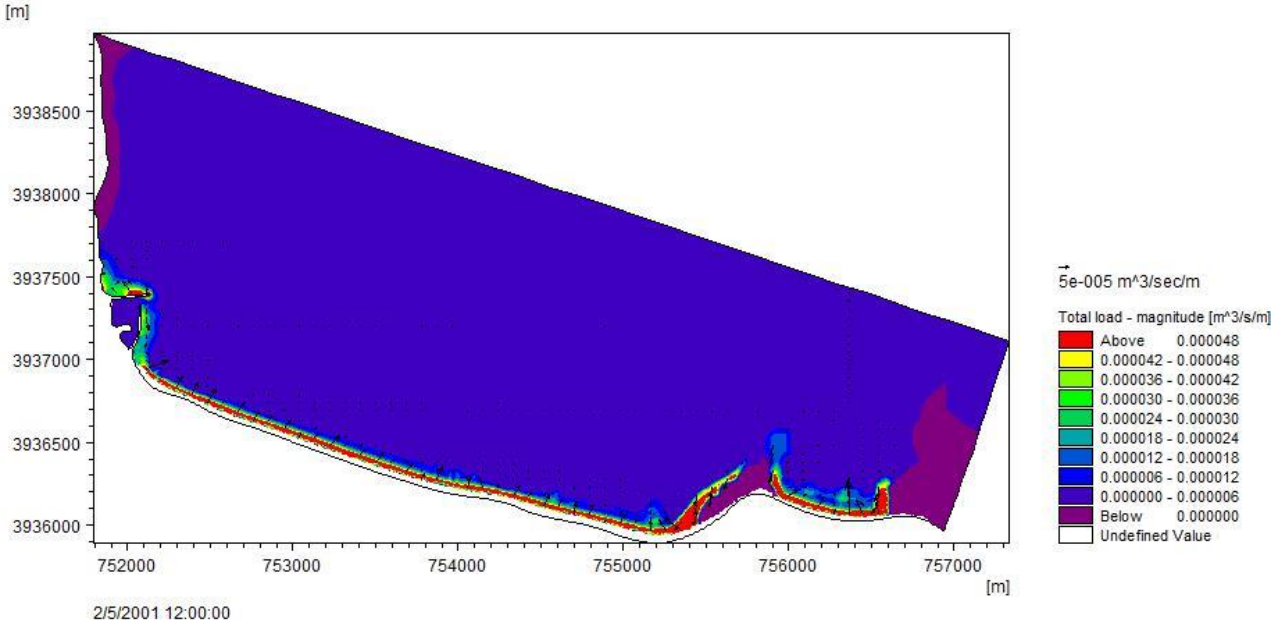
Σενάριο Β

Εικόνα 27



Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου

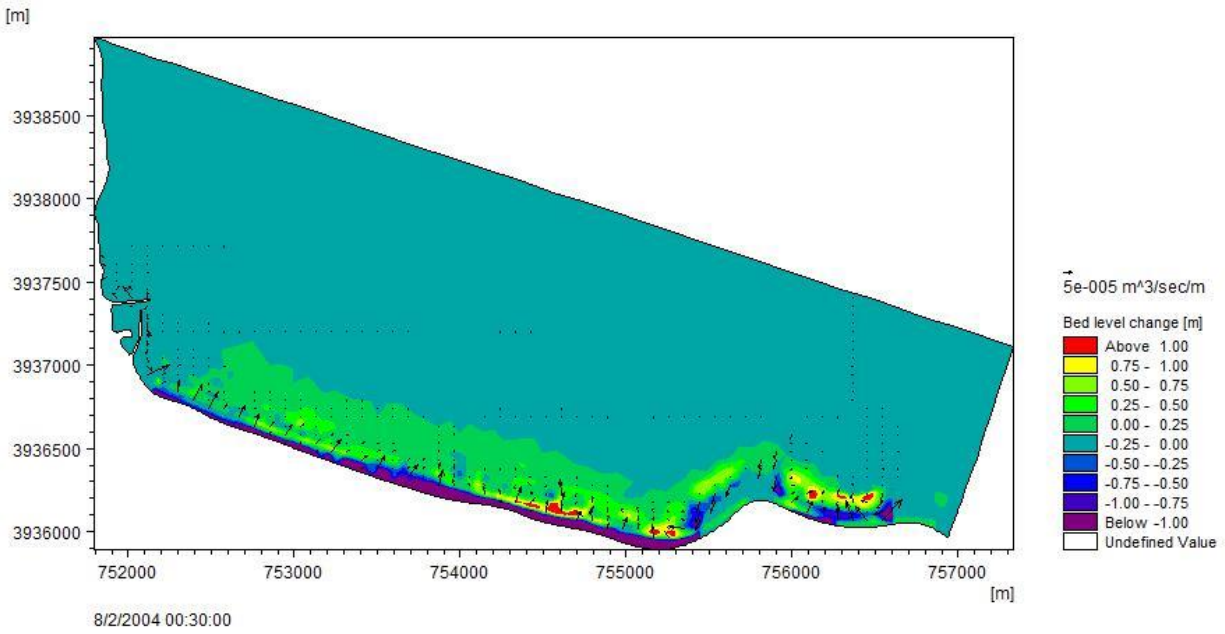
Εικόνα 28



Σενάριο Απριλίου – Μαΐου

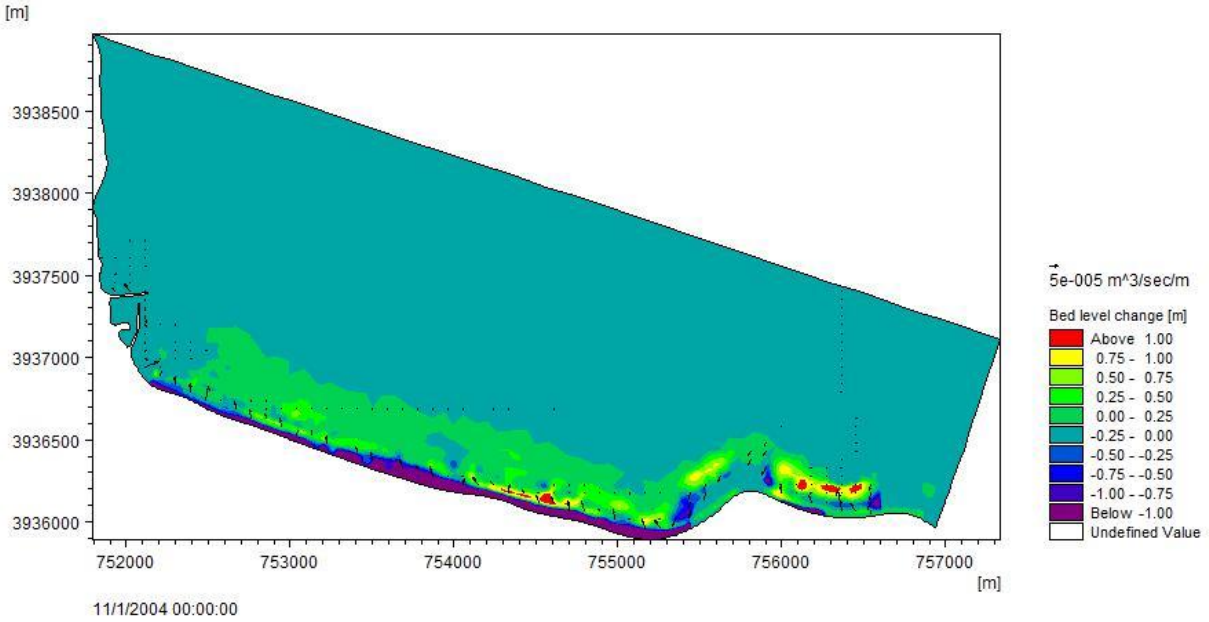
Εικόνα 29

Απόκριση του πυθμένα της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη.



Σενάριο Α

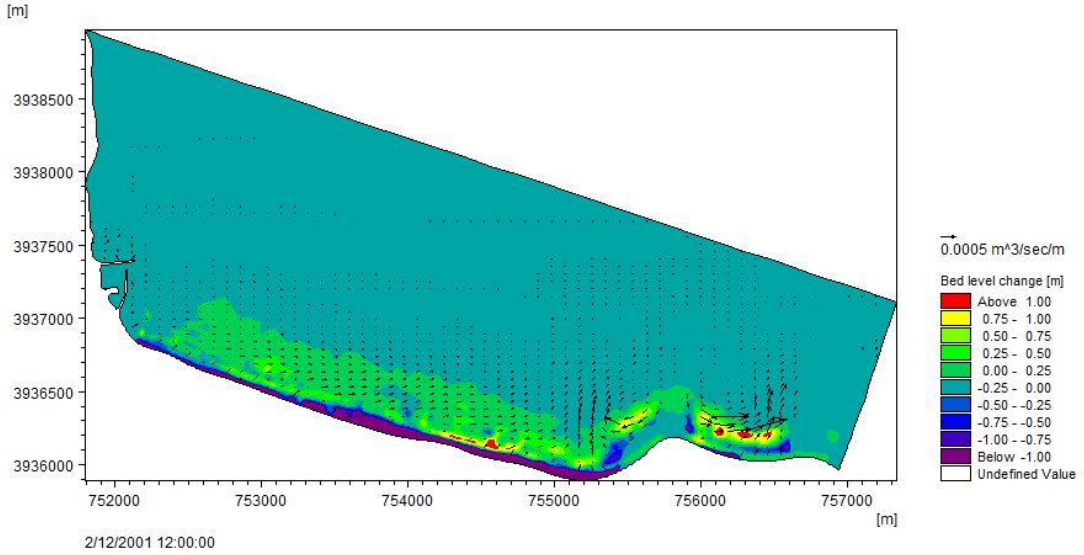
Εικόνα 30



Σενάριο Β

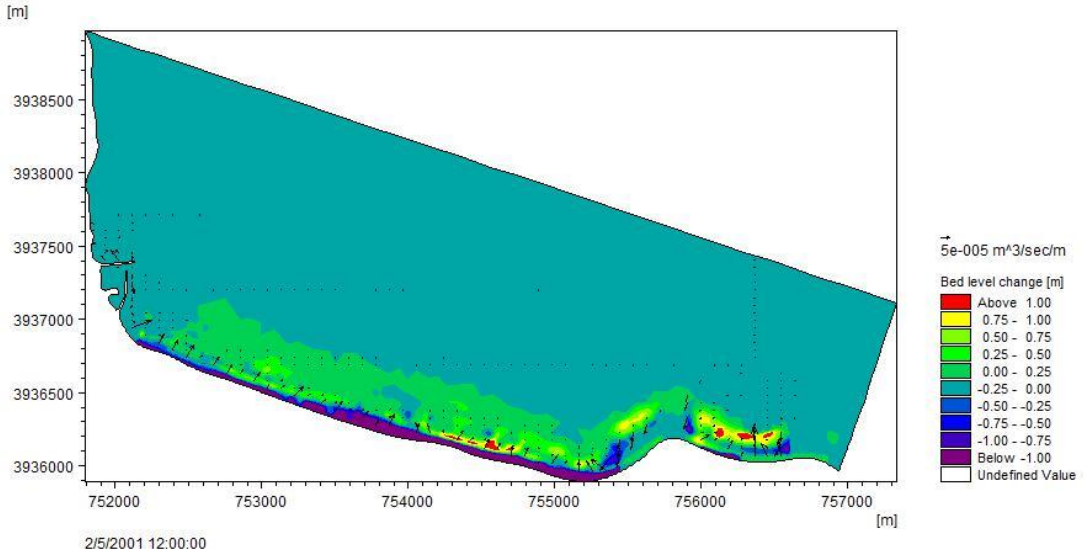
Εικόνα 31

Όσον αφορά τη μεταβολή της στάθμης του πυθμένα παρατηρείται διάβρωση του μετώπου της ακτής και ταυτόχρονα διαμόρφωση ενός ύφαλο αναβαθμού παράλληλου προς την ακτογραμμή. Επίσης, όσο μεγαλύτερος είναι ο κυματισμός τόσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο της διάβρωσης και το ίζημα μεταφέρεται και αποτίθεται σε μεγαλύτερα βάθη. Στα δύο παραπάνω και δύο παρακάτω μοντέλα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τη μεταβολή της στάθμης του πυθμένα, όπου με κίτρινο και πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές απόθεσης ιζήματος και με μπλε χρώμα οι περιοχές διάβρωσης του πυθμένα. Επιπλέον, με τα διανύσματα απεικονίζεται η στερεομεταφορά.



Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου

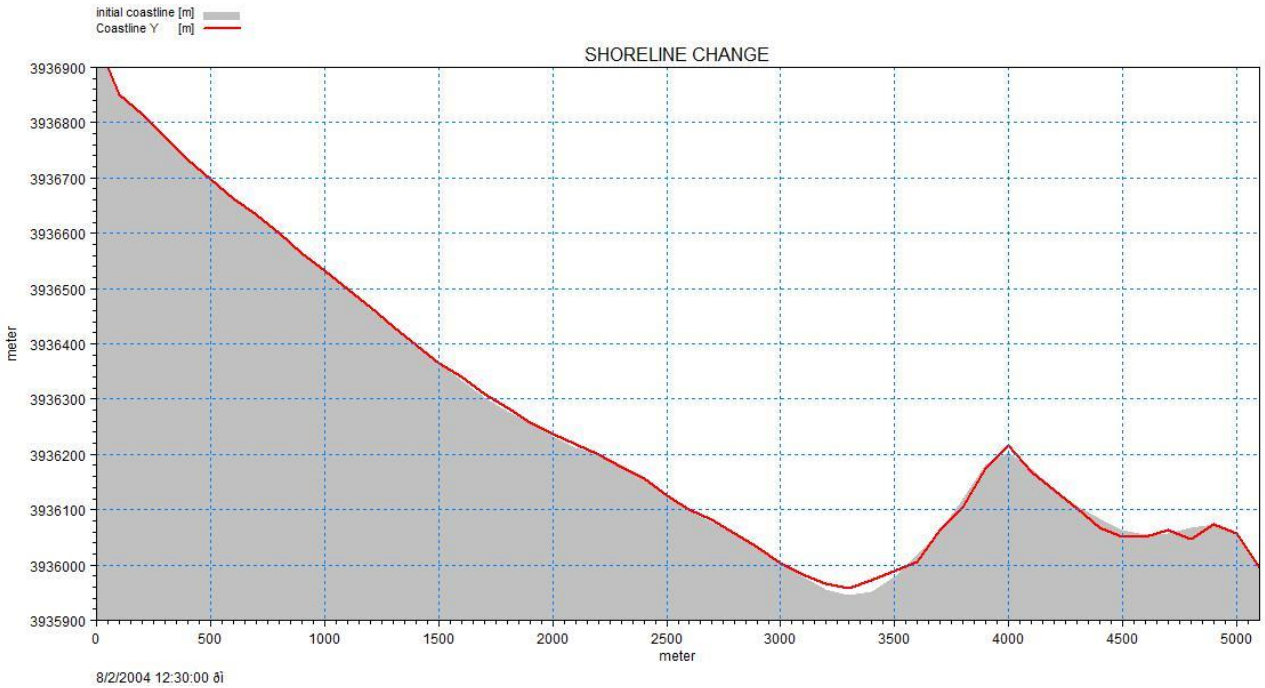
Εικόνα 32



Εικόνα 33

Μεταβολή ακτογραμμής Κολυμβαρίου - Ταυρωνίτη.

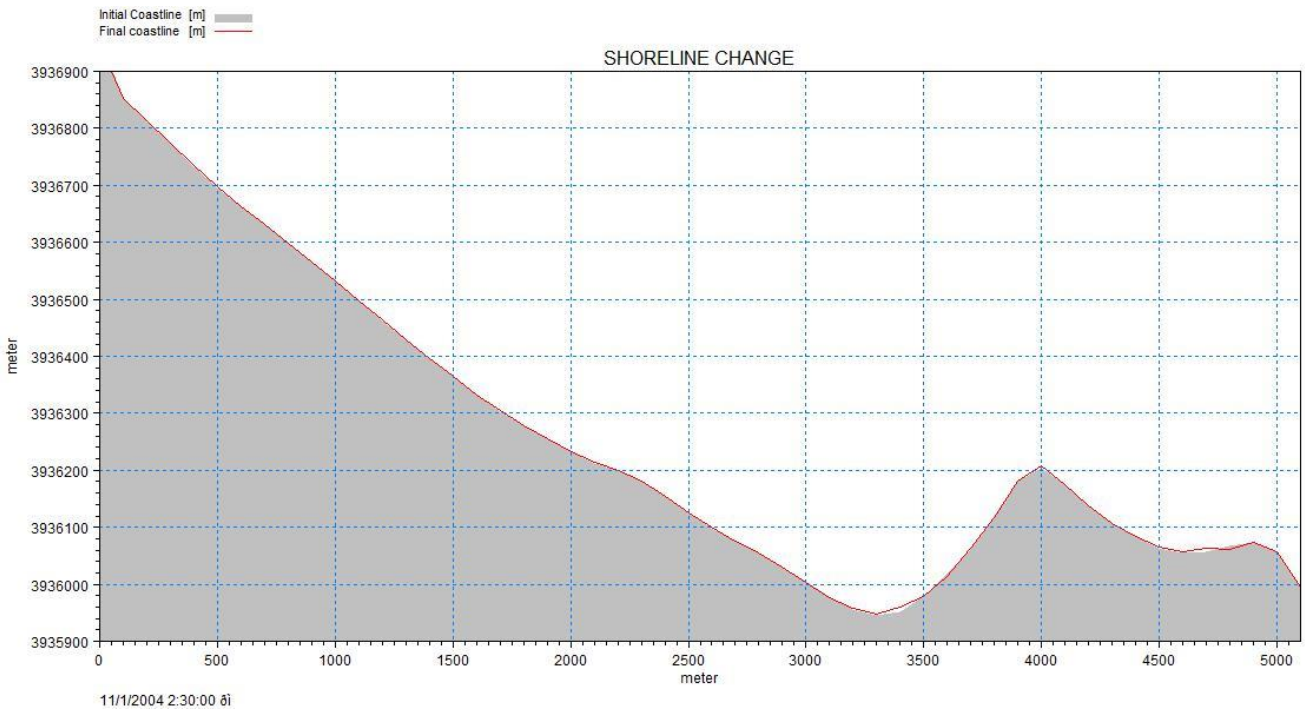
Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποια διαγράμματα που αφορούν την μεταβολή της ακτογραμμής : για τα σενάρια Α και Β συνολικά και για τα σενάρια Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και Απριλίου – Μαΐου ,στα οποία έχουν επιλεχθεί κάποια χαρακτηριστικά χρονικά βήματα πριν ή μετά από μεγάλο συμβάν κυματισμού. Κάτω από κάθε εικόνα αναγράφονται η ημερομηνία , η ώρα , το ύψος κύματος , η περίοδος και η κατεύθυνση του κυματισμου.



Σενάριο Α **Εικόνα 34**

Στο σενάριο Α εντοπίζεται μία μικρή απόθεση αριστερά του βράχου (εκεί δηλαδή που αλλάζει ο προσανατολισμός της ακτογραμμής) ενώ στο ανατολικό τμήμα της υπό μελέτη ακτής, δηλαδή στην εκβολή του Ταυρωνίτη , εντοπίζεται διάβρωση. Σε όλο το υπόλοιπο μήκος δεν υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση.

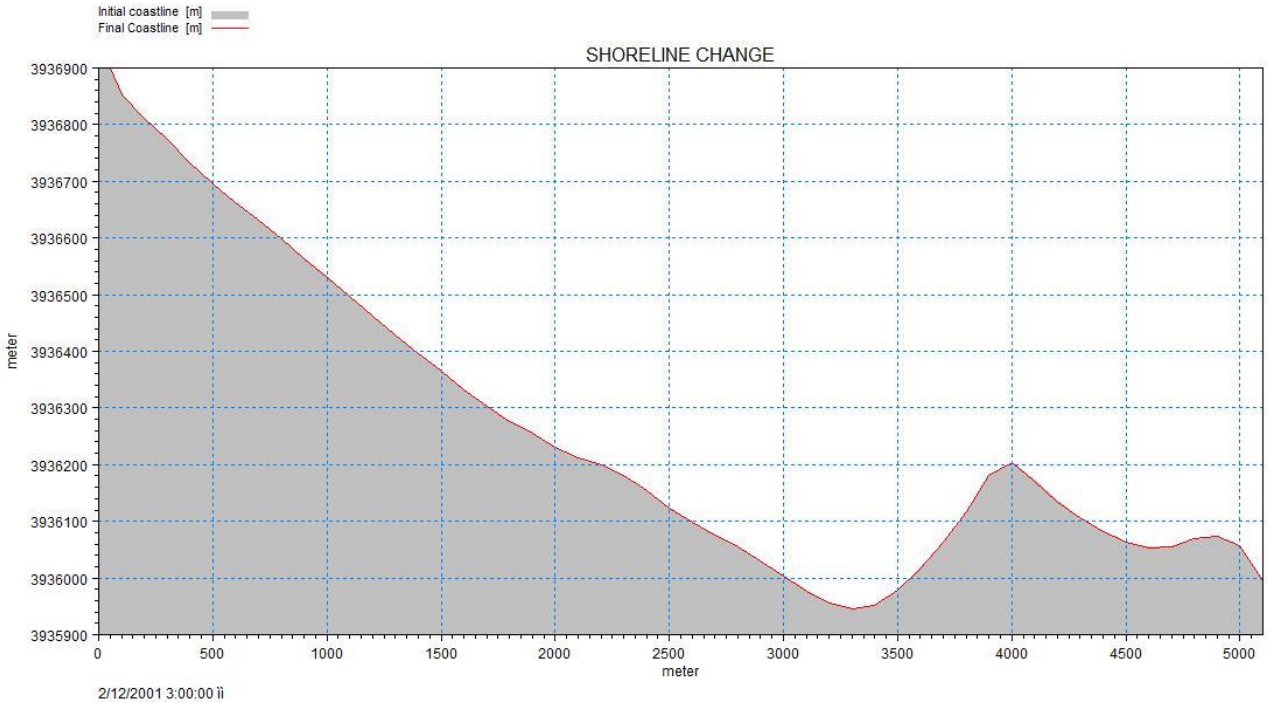
Από την άλλη πλευρά στο σενάριο Β υπάρχει απόθεση εκατέρωθεν του βράχου και καθώς ο κυματισμός είναι πιο ήπιος και η προσομοίωση μικρότερης διάρκειας οι μεταβολές που υπολογίστηκαν είναι μικρότερες σε σχέση με το Σενάριο Α.



Σενάριο Β **Εικόνα 35**

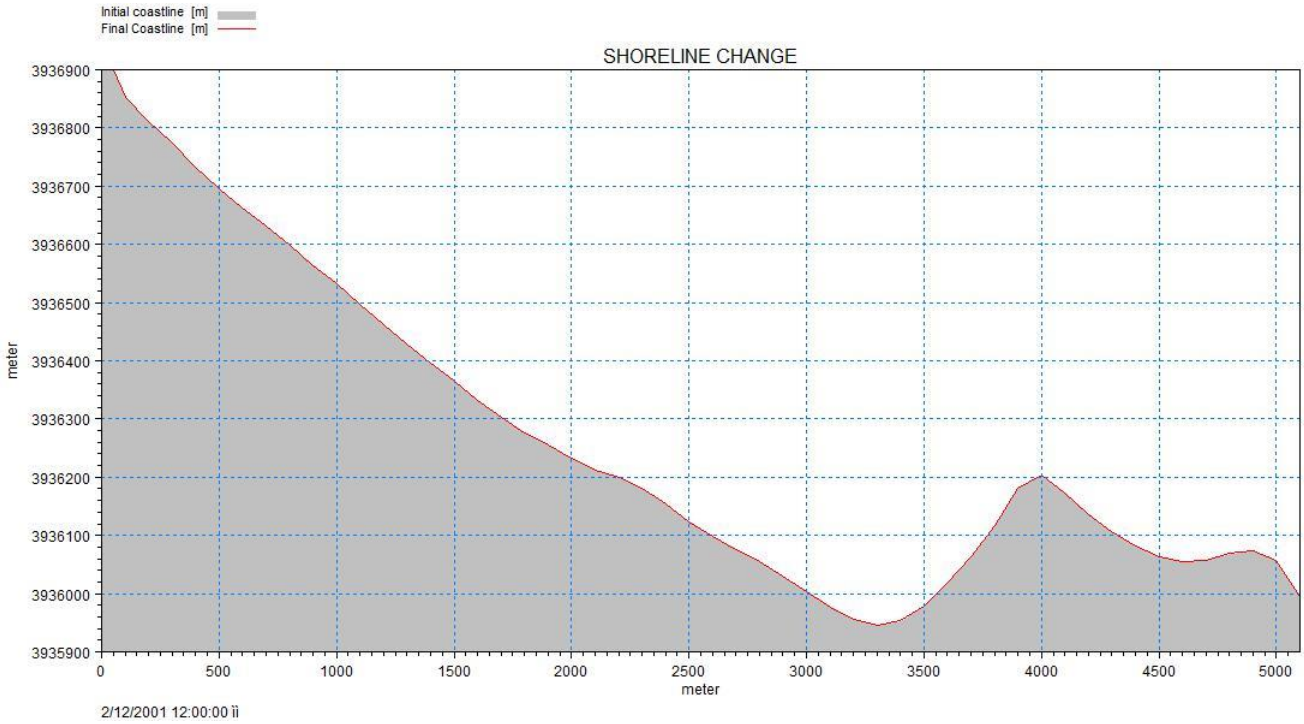
Σενάριο Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου

Όπως διαπιστώνεται από τα παρακάτω διαγράμματα κατά το χειμερινό σενάριο παρατηρείται διάβρωση στην ακτή του Ταυρωνίτη.



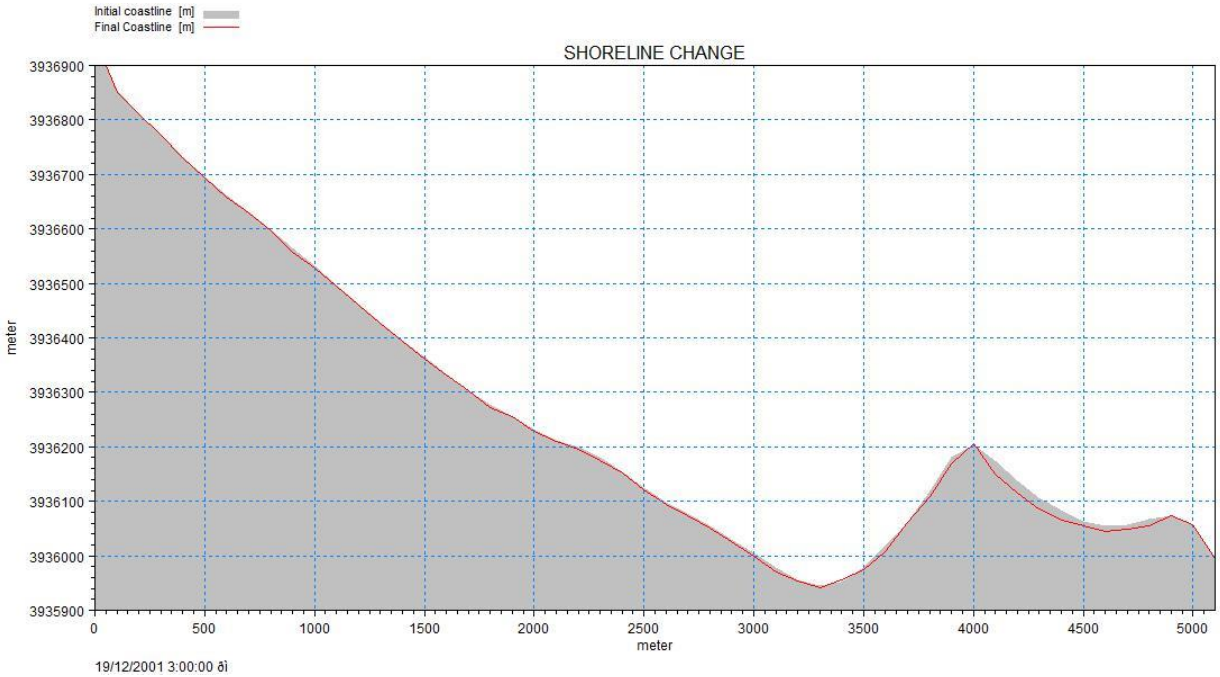
Εικόνα 36

02/12 03:00 Hm0=4.45 m, Tp=9.33 s, MWD=355.8 deg



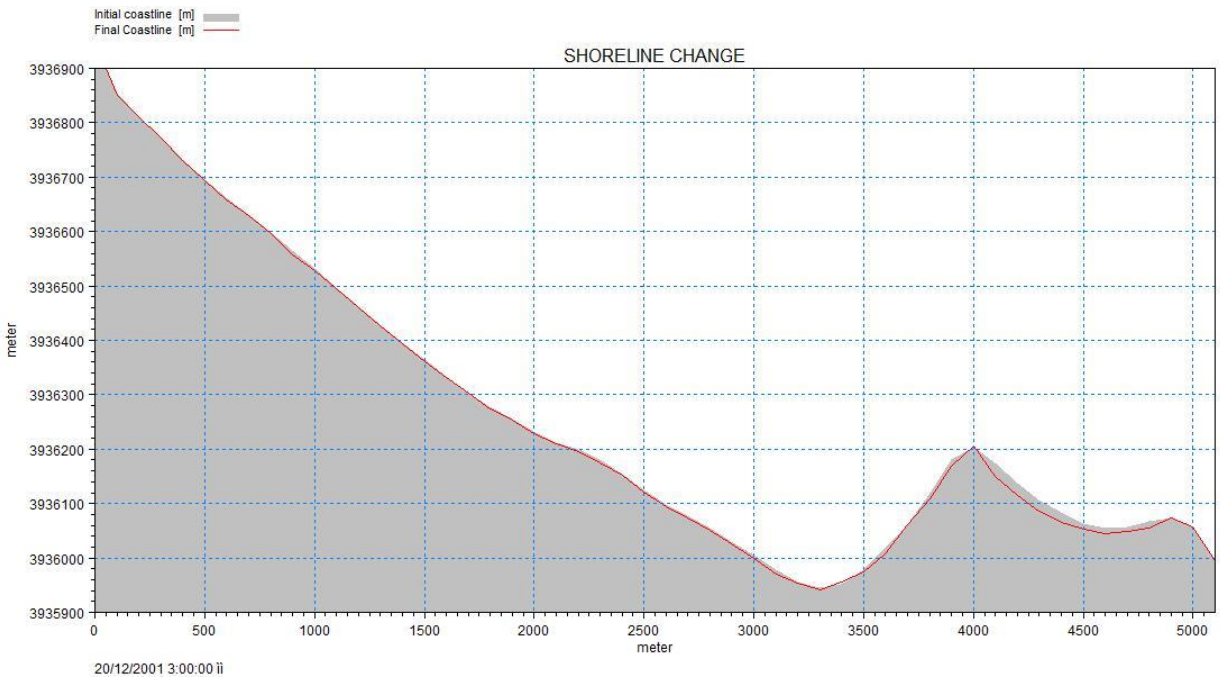
Εικόνα 37

02/12 15:00 Hm0=3.87 m, Tp=9.33 s, MWD=356.54 deg



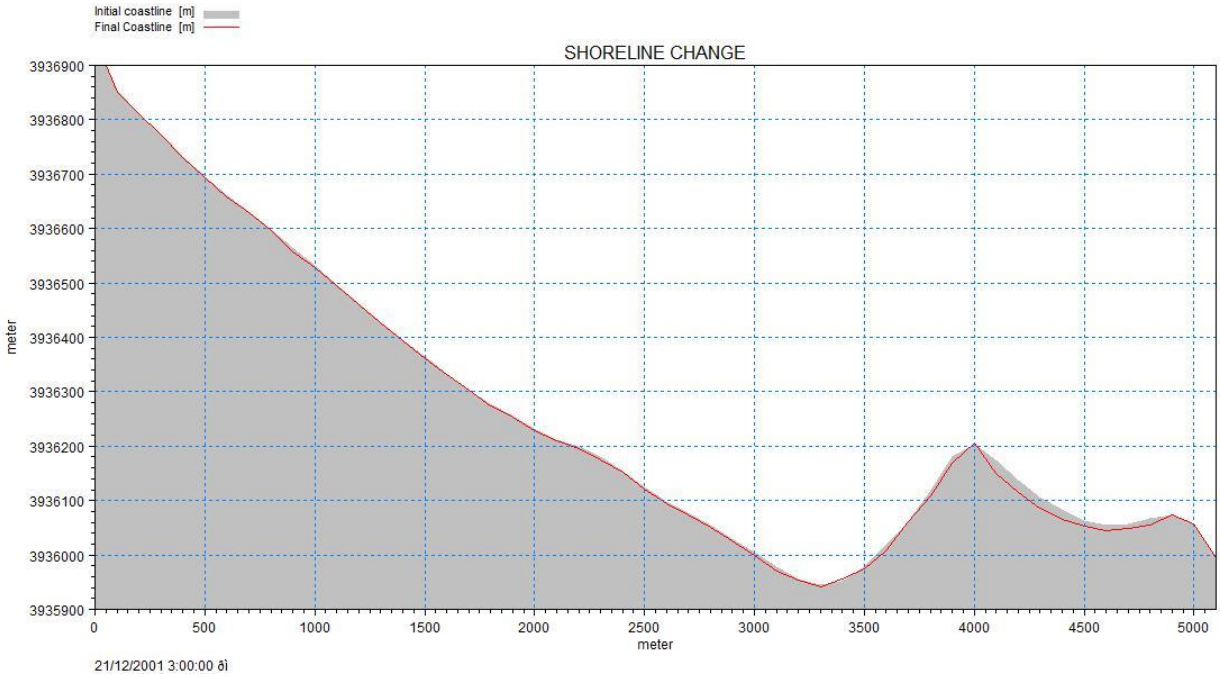
Εικόνα 38

19/12 15:00 Hm0=2.06 m, Tp=6.37 s, MWD=5.63 deg



Εικόνα 39

20/12 03:00 Hm0=0.42 m, Tp=3.96 s, MWD=7.38 deg

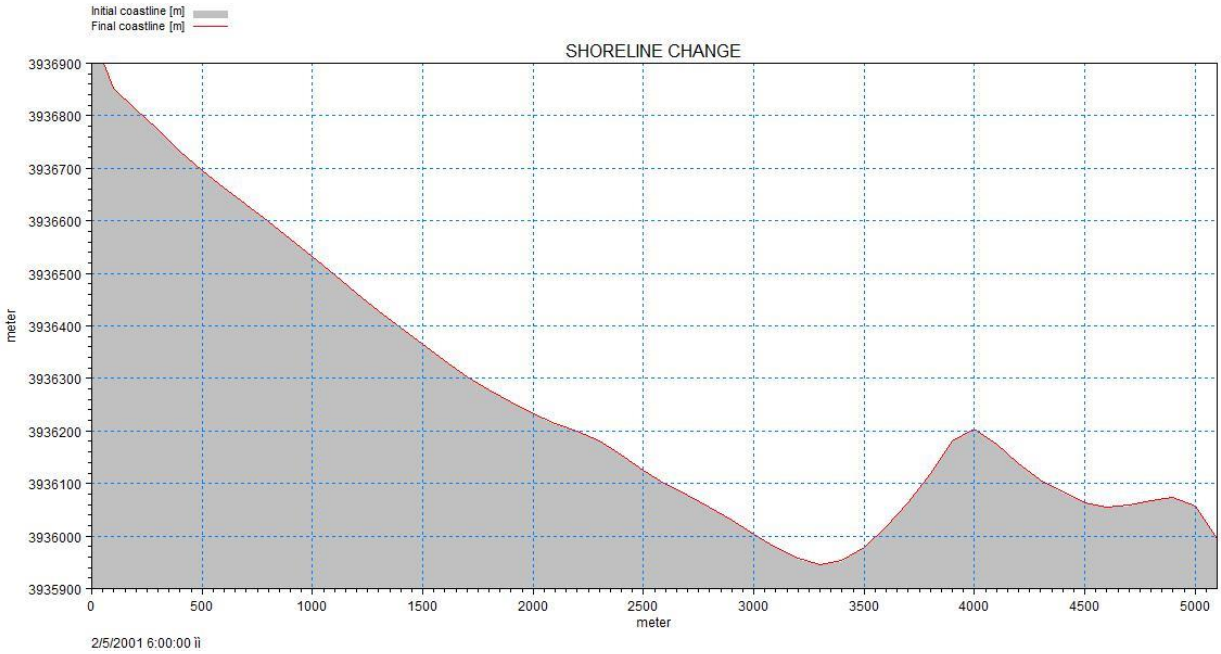


Εικόνα 40

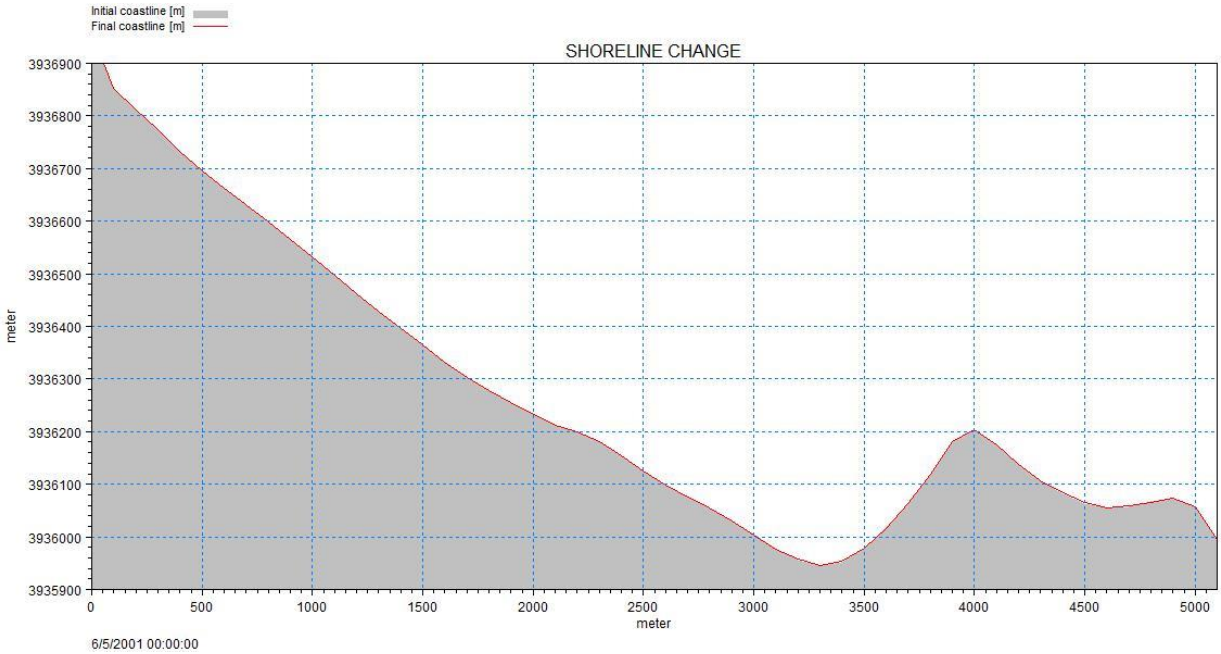
21/12 15:00 Hm0=0.39 m, Tp=2.23 s, MWD=230.13 deg

Σενάριο Απριλίου – Μαΐου

Σε αυτό το σενάριο οι κυματισμοί είναι ήπιοι και δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή της ακτογραμμής.

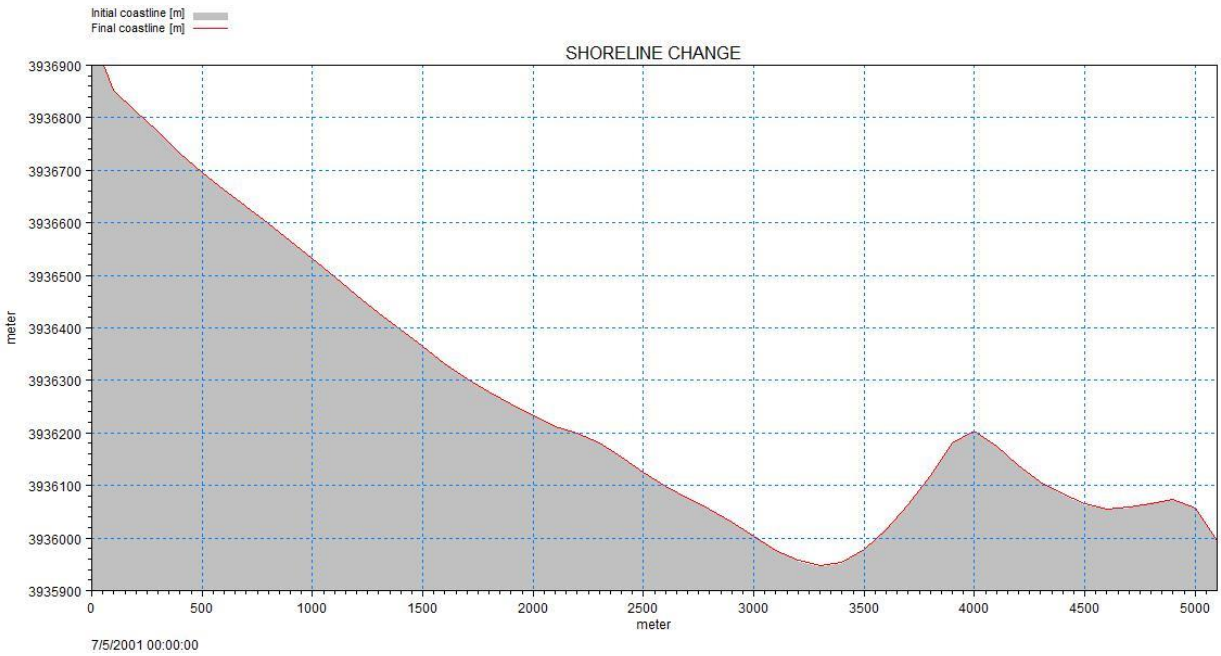


02/05 18:00 Hm0=1.17 m, Tp=6.37 s, MWD=12.16 deg **Εικόνα 41**



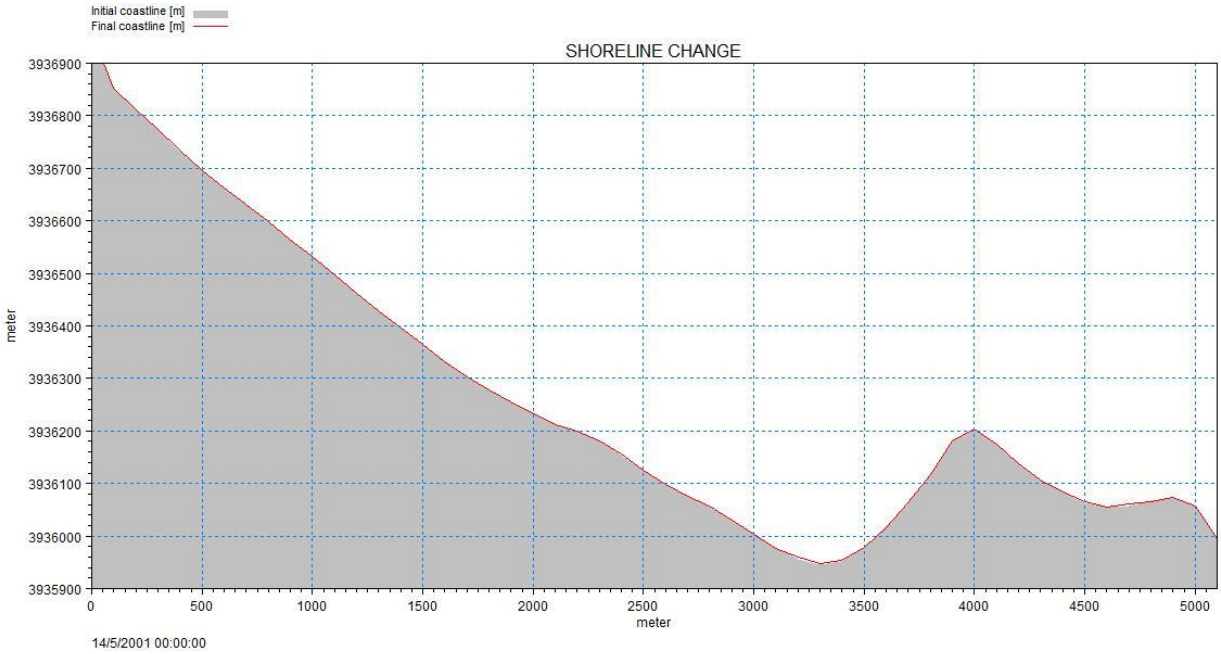
Εικόνα 42

06/05 00:00 Hm0=0.98 m, Tp=8.48 s, MWD=57.02 deg



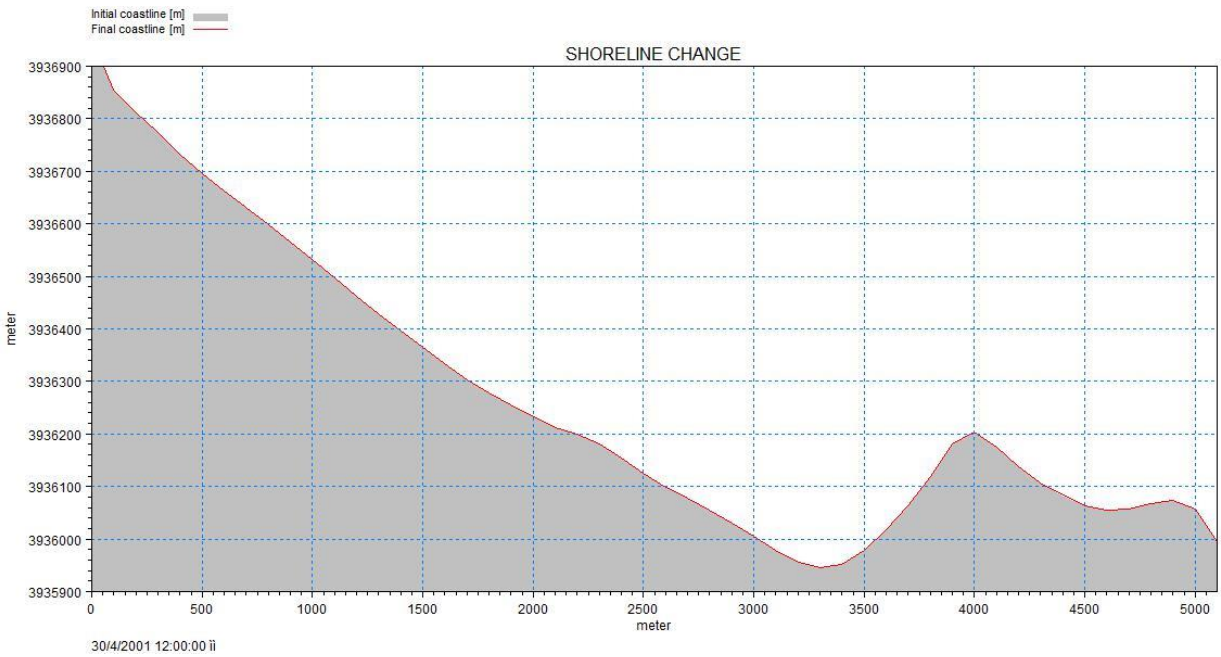
Εικόνα 43

07/05 12:00 Hm0=1.78 m, Tp=10.26 s, MWD=273.62 deg



Εικόνα 44

14/05 12:00 Hm0=0.46 m, Tp=5.27 s, MWD=355.22 deg



Εικόνα 45

30/04 12:00 Hm0=0.68 m, Tp=3.96 s, MWD=8.41 deg

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραλία του Κολυμβαρίου δέχεται μικρή κυματική ενέργεια , καθώς λόγω της γεωγραφικής της θέσης προστατεύεται φυσικά από τη Χερσόνησο Ροδωπού. Στην ακτή αυτή εμφανίζονται φαινόμενα διάβρωσης στο δυτικό της τμήμα, κοντά στο αλιευτικό καταφύγιο, όπου οι κυματισμοί ανακλώνται στα υφιστάμενα τεχνικά έργα και ενισχύονται τοπικά. Για τα σενάρια που μελετήθηκαν δεν προέκυψε κανένα αποτέλεσμα που να αποδεικνύει ότι η ακτογραμμή διαβρώνεται με μεγάλους ρυθμούς αλλά ούτε ότι υπάρχουν αποθέσεις ιζήματος ικανές ούτως ώστε να προκαλέσουν μετατόπιση της ακτογραμμής. Ωστόσο η ακτογραμμή διαβρώνεται στον Ταυρωνίτη.Επίσης παρατηρείται απόθεση στο τμήμα που αλλάζει ο προσανατολισμός της.Βέβαια κατά την πάροδο των εποχών υπάρχουν όπως προκύπτουν κάποιες εναλλαγές , οι οποίες όμως στην συνέχεια επανέρχονται σε καθεστώς ισορροπίας.

Η παρούσα εργασία συνοδεύεται με cd το οποίο περιέχει τέσσερα (4) video με :

1) ***Το σημαντικό ύψος κύματος***
2) ***Την ταχύτητα ρεύματος***
3) ***Την εκτίμηση στερεομεταφοράς***
4) ***Την απόκριση του πυθμένα***

της παράκτιας ζώνης Κολυμβαρίου – Ταυρωνίτη για τα σενάρια Νοεμβρίου – Δεκεμβρίου και Απριλίου – Μαΐου.

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Boak E. and Turner I. (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research, 21(4), 688–703.
- Coch, N. (1995). Geohazards Natural and Human. New Jersey: Pearson Education.
- DHI, 2014a. MIKE 21/3 Coupled Model FM, User Guide. Danish Hydraulic Institute, Water and Environment, Demark.
- DHI, 2014b. MIKE 21 and MIKE 3 Flow Model FM, Hydrodynamic and Transport Module, Scientific Documentation. Danish Hydraulic Institute, Water and Environment, Demark.
- DHI, 2014c. MIKE 21 SW, Spectral Waves FM Module, Scientific Documentation. Danish Hydraulic Institute, Water and Environment, Demark.
- DHI, 2014d. MIKE 21 and MIKE 3 Flow Model FM, Sand Transport Module, Scientific Documentation. Danish Hydraulic Institute, Water and Environment, Demark.
- Doody, P., Ferreira, M., Lombardo, S., Lucius, I., Misdorp, R., Niesing, H., Salman, A., Smallegange, M. (2004). Living with coastal erosion in Europe: sediment and space for sustainability: Results from the EUROSION study. European Commission: Luxembourg. ISBN 92-894-7496-3. 38 pp.
- Foteinis and Synolakis. (2014, 1 1). Beach Erosion Threatens Minoan Beaches: A Case Study of Coastal Retreat in Crete. Shore and Beach, submitted.
- Foteinis S., Papadopoulos C., Koutsogiannaki I., Synolakis C. (2010). Coastal erosion and accretion rates in Greece. EGU General Assembly 2010, Vienna, 2-7 May 2010, p.7499.
- Foteinis S., Synolakis C., Kallithrakas - Kontos N. G. (2011). Occurrence of heavy metals on the coastal zone of the Cretan region of Chania, Greece. 16th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, Ioannina.
- Green, D. & King, S. (2003). Coastal and Marine Geo-Information Systems. London: Kluwer Academic Publishers.

- Haslett, S. (2000). Coastal systems, Routledge introduction to environment series. London and New York: Routledge.
- Holden, J. (2005). An Introduction to Physical Geography and the Enviroment. England: Pearson Prentice Hall.
- Julien, P. (1994). Erosion and Sedimentation. New York: Cambridge University Press.
- Kouli M, Vallianatos F., Soupios P., Alexakis D. (2006). A GIS example of Morphometric analysis in tectonic structures of Western Crete, Greece, 5th WSEAS International Conference on Environment, Ecosystems and Development, Venice, Italy, November 20-22, p.229-234 .
- Masselink, G. & Hughes, M. (2003). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Great Britain: Hodder Arnold.
- Roberts G.G. , N.J. White, B. Shaw (2013). An uplift history of Crete, Greece, from inverse modeling of longitudinal river profiles, Geomorphology, Volume 198, 15 September, P 177-188
- Synolakis C.E. , Kalligeris N. , Foteinis F. and Voukouvalas E. (2008). The plight of the beaches of Crete. Proceedings the Solutions to Coastal Disasters Congress.

Ελληνική

- Αλμπανάκης Κ. (1999) , Μαθήματα Ωκεανογραφίας , Θεσσαλονίκη , University Press .
- Βανδαράκης , Δ. (2007) , *Η Συμβολή της παρακτίας γεωμορφολογικής εξέλιξης στην ανάπτυξη των παρακτιών περιοχών: μελέτη περίπτωσης, η περιοχή του καλού χωριού Λασιθίου Κρήτης* , Αθήνα , Πτυχιακή Εργασία Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Τμήμα Γεωγραφίας.
- Γεωλογία - Γεωγραφία (Β Γυμνασίου) , Μάθημα 8 , Ηγεωλογική ιστορία της Ελλάδας.
- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής , Μεταβολές στην ένταση και την κατανομή των φυσικών καταστροφών, Συντελεστές Δημήτης Παπανικολάου, Μιχάλης Διακάκης , Τράπεζα της Ελλάδος , Ευρωσύστημα , Ιούνιος 2011.

- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής , Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές , Συντελεστές Μαρία Παπανικολάου , Δημήτρης Παπανικολάου , Εμμανουήλ Βασιλάκης , Τράπεζα της Ελλάδος , Ευρωσύστημα , Ιούνιος 2011.
- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής , Οι περιβαλλοντικές , οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα , Τράπεζα της Ελλάδος , Ευρωσύστημα , Ιούνιος 2011.
- Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής , Οικονομικές και φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κλάδο του τουρισμού , Συντελεστές Σαρτζετάκης Ευτύχιος , Καρατζόγλου Βενιαμίν, Τράπεζα της Ελλάδος , Ευρωσύστημα , Ιούνιος 2011.
- Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» Τεύχος Ια : Έρευνα – Μελέτη Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων . Υδρολογικές Μελέτες Λεκανών Απορροής Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων. Κατάρτιση και Εφαρμογή Υπολογιστικών Μοντέλων (2014) , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας Τομέας Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωφυσικής.
- Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων», "Έρευνα-Μελέτη Διάβρωσης των Γεωλογικών Σχηματισμών των Λεκανών Απορροής Ενδοχώρας Κόλπου Χανίων. Κατάρτιση και Εφαρμογή Υπολογιστικών Μοντέλων (2015) , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας Τομέας Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωφυσικής.
- Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» , Παραδοτέο 3 "Έρευνα-Μελέτη Παράκτιας Ζώνης και Θαλάσσιου Χώρου Κόλπου Χανίων (2015) , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας Τομέας Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωφυσικής.
- Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων» , Ανεμολογικό και κυματικό κλίμα του Κόλπου των Χανίων βάσει αποτελεσμάτων αριθμητικών προσομοιώσεων (2014) ,Χατζηνάκη Μ. , Ανάβυσσος , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. .
- Ερευνητικό πρόγραμμα « Μελέτη Διάβρωσης και Προστασίας Ακτών Κόλπου Χανίων», Ακτές Χανίων : Ακτομηχανική διερεύνηση σε δύο παράκτιες περιοχές του Κόλπου Χανίων (2016) , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας Τομέας Θαλάσσιας Γεωλογίας και Γεωφυσικής.

- Κακαβά Α. (2010) , Διαχείρηση Παράκτιας Διάβρωσης και Εφαρμογή στην Ακτή του Δήμου Γουβών Ηρακλείου Κρήτης , Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία , Αθήνα , Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Καραμπά Θ. , Κρεστενίτη Γ. , Κούτιτα Χ. (2015) , Ακτομηχανική - Έργα Προστασίας Ακτών , Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών , www.kallipos.gr .
- Καρύμπαλης , Ε. (2010) , *Παράκτια Γεωμορφολογία ,* Αθήνα : εκδοτικός όμιλος Ίων.
- Καρύμπαλης Ε. , Παπαδόπουλος Α. , Χαλκιάς Χ. (2014) , Η γεωγραφία του παράκτιου και νησιωτικού χώρου , Αθήνα , εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.
- Μαντά , Κ. (2014) , *Παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση και εξέλιξη παραλίας και αιγιαλού στον κόλπο των Χανίων , Αθήνα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία , Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών , Τομέας : Γεωλιγικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος.*
- Παυλόπουλος , Κ. (2011) , *Γεωμορφολογία Εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες ,* Αθήνα : εκδοτικός όμιλος Ίων.
- Προκατακτική Μελέτη Γεωλογικής Καταλληλότητας , Τεχνική Έκθεση , Αναθεώρηση και Επέκταση Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) Δήμου Χανίων και των Περιαστικών Δήμων , Ελ. Βενιζέλου , Θερίσου και Σούδας.
- Σαρτζετάκης , Γ. (2014) , *Διαχρονική εξέλιξη παραλίας : Παραλία Κολυμβαρίου- Δήμου Κολυμβαρίου ,* Χανιά , *Διπλωματική Διατριβή , Πολυτεχνείο Κρήτης , Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος.*
- Σκάρλας Π. (2015), Impact Assessment of Offshore Artificial Barriers to the Sediment Equilibrium using MIKE 21/3 Coupled Model FM , Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Σουκισιάν Τ. , ΚΡΗΠΙΣ-Ολοκληρωμένα Παρατηρητήρια των Ελληνικών Θαλασσών , Αξιολόγηση λειτουργίας αριθμητικών μοντέλων για την περιγραφή και πρόγνωση θαλάσσιων χαρακτηριστικών και μεταβολών της παράκτιας μορφολογίας - Εφαρμογή σε δύο παράκτιες περιοχές του Κόλπου Χανίων, Κρήτη (2015) , Αθήνα , ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. , Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας.
- Φυτρολάκης Ν. , (1980) , Η Γεωλογική δομή της Κρήτης-Προβλήματα, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Διατριβή Υφηγεσίας , Εκδ. Έδρας Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

- Φωτείνης , Σ. (2014) *, Η Διάβρωση των Ακτογραμμών της Ελλάδας : Αξιολόγηση-Τρόποι Αντιμετώπισης* , Χανιά Διδακτορική Διατριβή Πολυτεχνείο Κρήτης , Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος , Εργαστήριο Φυσικών Κατασροφών και Παράκτιας Μηχανικής.
- Χανιώτικα Νέα (2008). Απειλή αφανισμού για τις ακτές στον Ν. Χανίων. Χανιώτικα Νέα , 21-03-2008 σ. 4.

Ιστοσελίδες

- http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=03c2a54f88624e5ea89743ee854fca61 16/01/17
- http://www.bankofgreece.gr/Pages/el/klima/default.aspx 27/12/16
- http://www.cretalive.gr/crete/ethniko-parko-ta-leyka-orh-kai-h-paraktia-zonh 27/12/16
- http://www.crete.gov.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1890&Itemid=188&lang=el#.WHyl9fmLTIU 16/01/17
- http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg871y/ch4.htm 20/01/17
- http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html
- http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Chania_Souda 18-01-17
- http://www.oasp.gr/node/207 20/01/17
- http://www.platanias.gr/ 30-12-16
- http://www.statistics.gr/
- https://books.google.gr/books?id=gSp-w49ks8sC&pg=PA484&lpg=PA484&dq=Masselink+%CE%BA%CE%B1%CE%B9+Hughes+sea+level&source=bl&ots=Vs1fP-8d6s&sig=Xpbqgohjw-p9TX2-OBQXcKf7L94&hl=el&sa=X&ved=0ahUKEwihkJP2meDRAhWCWCwKHdvNDigQ6AEIJzAD#v=onepage&q=Masselink%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20Hughes%20sea%20level&f=false
- https://www.ipcc.ch/pdf/unfccc/cop19/3_gregory13sbsta.pdf 29/01/17