

# Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Διαχείριση και  
Προστασία Περιβάλλοντος*

## Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για την  
αποτίμηση της ευπάθειας των παράκτιων ζωνών στη  
διάβρωση από την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας:  
Μελέτη περίπτωσης Κόλπου Χρυσοχούς**

**Στέλιος Ζερβός**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Σταύρος Κολιός**

**Μάιος 2017**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διαχείριση και  
Προστασία Περιβάλλοντος**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών για την  
αποτίμηση της ευπάθειας των παράκτιων ζωνών στη  
διάβρωση από την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας:  
Μελέτη περίπτωσης Κόλπου Χρυσοχούς**

**Στέλιος Ζερβός**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ. Σταύρος Κολιός**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Μάιος 2017**



# Περίληψη

Η παράκτια διάβρωση είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά και κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα που παρατηρείται σε Ευρωπαϊκές και σχεδόν σε όλες τις Μεσογειακές χώρες. Σύμφωνα με τα μοντέλα κλίματος, στη Μεσόγειο το πρόβλημα αναμένεται να αυξηθεί λόγω των κλιματικών αλλαγών και της εμφάνισης έντονων καιρικών φαινομένων καθώς και της αύξησης της στάθμης της θάλασσας.

Στόχος της μεταπτυχιακής διπλωματικής είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος αξιολόγησης του κινδύνου που υπόκεινται οι παράκτιες περιοχές της Κύπρου από την διάβρωση σε σχέση με την μελλοντική πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ο Δείκτης Παράκτιας Ευπάθειας σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες και τα διαθέσιμα δεδομένα και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση ενός τμήματος της παράκτιας περιοχής Πόλης Χρυσοχούς.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διπλωματικής και τον υπολογιζόμενο Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας φαίνεται ότι στο παράκτιο τμήμα του Κόλπου Χρυσοχούς που εξετάστηκε παρουσιάζεται σημαντική διάβρωση η οποία και αναμένεται να αυξηθεί από πιθανή μελλοντική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.

Μέσα στα πλαίσια της διπλωματικής μεταξύ άλλων διαφάνηκε η χρησιμότητα του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών για την μελέτη ενός πολύπλοκου θέματος όπως αυτό της διάβρωσης αφού μέσω της χωρικής ανάλυσης, σύνθεσης και αντιπαραβολής των δεδομένων και της ετοιμασίας θεματικών χαρτών έγινε κατορθωτή η κατανόηση και ανάλυση του προβλήματος.

Ο καθορισμός του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας παρέχει ένα βοηθητικό εργαλείο στις αρμόδιες αρχές για παρακολούθηση της ακτής αλλά και για μια πρώτη αξιολόγηση των πιθανών κινδύνων από διάβρωση λόγω ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας. Η περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας θα βοηθήσει στον προγραμματισμό των ενεργειών του Κράτους και των τοπικών αρχών για την προστασία και βελτίωση των παράκτιων περιοχών της Κύπρου.

# Summary

Coastal erosion is one of the most important environmental and socio-economic problems observed in European and almost all Mediterranean countries. According to climate models the coastal problem in Mediterranean is expected to increase due to climate changes and the appearance of severe weather events and rise in sea level.

The aim of this postgraduate study is to design a system of risk assessment for the coastal regions of Cyprus from erosion in relation to the future potential elevation of sea level. For this purpose, the Coastal Vulnerability Index was created based on local conditions and available data and was used to evaluate a section of the coastal zone in Polis Chrysochou area.

According to the results obtained, a significant erosion is already present in the coastal section of Chrysochous bay, which is expected to increase since according to the calculated Coastal Vulnerability Index it is susceptible to possible sea level rise.

Within the context of the study the usefulness of the GIS system for the study of complex subjects such as coastal erosion was revealed, since through the spatial analysis, the data synthesis and comparison and the preparation of thematic maps it became possible to understand and analyse the problem.

Coastal Vulnerability Index provides an ancillary tool to the competent authorities to monitoring the coasts and give a first assessment of the potential risks of erosion due to sea level rise. By developing further the Coastal Vulnerability Index system will help the State and the local authorities to plan their actions to protect and improve coastal areas.

# Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο προσωπικό του Ανοικτού Πανεπιστήμιου Κύπρου για την βοήθεια και τις γνώσεις που μου πρόσφεραν σε όλα τα χρόνια της φοίτησής μου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής, Δρ. Σταύρο Κολιό, που με τις συμβουλές του και την καθοδήγηση που μου παρείχε καθώς και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου κατέστη δυνατή η ολοκλήρωση της διπλωματικής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τη σύζυγο μου Χαρούλλα για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξη που μου έδωσε όλα αυτά τα χρόνια .

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη .....	iii
Summary .....	iv
Ευχαριστίες .....	v
<b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1 Εισαγωγή .....	1
1.2 Καταγραφή του Προβλήματος.....	2
1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της Μελέτης.....	3
1.4 Σκοπός και Στόχοι.....	4
1.5 Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών .....	6
<b>Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό πλαίσιο και Βιβλιογραφική Αναφορά .....</b>	<b>10</b>
2.1 Εισαγωγή .....	10
2.2 Συστήματα παρακολούθησης διάβρωσης ακτών.....	10
2.2.1 Καταγραφή μεταβολής ακτογραμμής.....	11
2.2.2 Δείκτης ακτογραμμής .....	12
2.2.3 Σύστημα σταθερών σημείων.....	13
2.2.4 Συχνότητα και περίοδος μετρήσεων .....	13
2.3 Υπολογισμός ρυθμού μεταβολής των ακτών .....	14
2.3.1 Διαχείριση και ανάλυση Δεδομένων .....	14
2.3.2 Υπολογισμός ρυθμού μεταβολής ακτογραμμής .....	15
2.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και εξέλιξη ακτογραμμής.....	18
2.5 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων ....	19
2.5.1 Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και ΓΣΠ.....	19
2.5.2 Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (CVI) και Δείκτης Παράκτιας ευπάθειας (CSI).....	22
<b>Κεφάλαιο 3 Περιοχή Μελέτης .....</b>	<b>24</b>
3.0 Εισαγωγή .....	24
3.1 Παράκτια περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς.....	24
3.2 Γεωλογικά στοιχεία .....	26
3.3 Ανεμολογικά δεδομένα.....	27
3.4 Κυματικό Κλίμα.....	28
3.5 Παλίρροια .....	29
3.6 Δίκτυο Χειμάρρων –Φράγματα περιοχής.....	30
3.7 Πολεοδομικά στοιχεία .....	31
3.8 Χρήσεις Γης και Ακτών.....	34
3.9 Μορφολογία ακτής –Υφιστάμενη κατάσταση.....	35
3.10 Μορφολογία Βυθού - Κλίσεις .....	42

3.11 Παράκτια έργα .....	45
3.12 Αρχαιότητες .....	46
3.13 Διάβρωση παραλιακού τμήματος .....	47
3.14 Περιοχή Μελέτης .....	54
<b>Κεφάλαιο 4 Μεθοδολογία.....</b>	<b>56</b>
4.0 Σκοπός-Στόχοι .....	56
4.1 Καθορισμός Ευπάθειας.....	56
4.2 Υπολογισμός Ρυθμού Μεταβολής ακτογραμμής .....	59
4.2.1 Δεδομένα Ακτογραμμής .....	60
4.2.2 Καθορισμός άξονα αναφοράς.....	62
4.2.2 Καθορισμός κάθετων τομών.....	64
4.2.3 Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτογραμμής.....	64
4.2.4 Κατηγοριοποίηση ακτής σε σχέση με το ρυθμό αλλαγής της ακτής για σκοπούς εύρεσης του δείκτη ευπάθειας.....	67
4.3 Κλίση ακτής.....	69
4.3.1 Υπολογισμός κλίσης ακτής.....	71
4.3.2 Κατηγοριοποίηση ακτής σε σχέση με την κλίση ακτής για σκοπούς εύρεσης του δείκτη ευπάθειας .....	72
4.4 Μορφολογία εδάφους .....	74
4.6 Ύψος Κύματος.....	77
4.7 Διακύμανση Παλίρροιας.....	82
4.8 Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας .....	84
4.9 Έργα Προστασίας .....	86
4.10 Έκθεση Παραλίας.....	88
4.11 Υπολογισμός Δείκτη Ευπάθειας.....	91
4.11.1 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με τις «τυπικές παραμέτρους» - Σενάριο CSI-1 .....	91
4.11.2 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους - Σενάριο CSI-2 .....	93
4.11.3 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού μεταβολής της ακτής - Σενάριο CSI-3 .....	95
4.11.4 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός της έκθεσης παραλίας- Σενάριο CSI-4 .....	97
<b>Κεφάλαιο 5 Αποτελέσματα.....</b>	<b>99</b>
5.1 Έννοιες και Θέματα που αναδείχθηκαν.....	99
5.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	100
5.2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων που αφορούν τις παραμέτρους που λήφθηκαν υπόψη για σκοπούς υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας .....	100
5.2.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των υπολογισμών του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας .....	103

<b>Κεφάλαιο 6 Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις.....</b>	<b>108</b>
6.1 Εισαγωγή .....	108
6.2 Συζήτηση Αποτελεσμάτων .....	108
6.3 Περιορισμοί της μελέτης .....	114
6.3.1. Πιθανά σφάλματα και τρόποι μείωσης επηρεασμού αποτελεσμάτων.....	114
6.3.2 Περιορισμοί διατριβής.....	117
6.4 Συμπεράσματα .....	118
6.5 Εισηγήσεις .....	119
6.5.1 Εισηγήσεις για τρόπους εφαρμογής των αποτελεσμάτων .....	119
6.5.2 Εισηγήσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και έρευνα.....	121
<b>Παράρτημα Α Φωτογραφική Αποτύπωση .....</b>	<b>125</b>
<b>Παράρτημα Β Υπολογισμός ρυθμού διάβρωσης ακτής .....</b>	<b>132</b>
<b>Παράρτημα Γ Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας .....</b>	<b>148</b>
ΠΓ.1. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με τις «τυπικές παραμέτρους» - Σενάριο CSI-1 .....	148
ΠΓ.2. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους - Σενάριο CVI-2.....	153
ΠΓ.3. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού αλλαγής της ακτής- Σενάριο CSI-3.....	158
ΠΓ.4. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού αλλαγής της ακτής- Σενάριο CSI-4.....	163
<b>Παράρτημα Δ Αρχεία QGIS .....</b>	<b>174</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>181</b>

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

### 1.1 Εισαγωγή

Οι αλλαγές στην γεωλογία και γεωμορφολογία στις παράκτιες περιοχές είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται εδώ και δεκαετίες και οφείλεται σε ένα μεγάλο αριθμό λόγων από τις οποίες μπορεί να προκληθούν μικρές μέχρι και τεράστιες επιπτώσεις.

Η δημιουργία των ηπείρων της γης πριν από αρκετά δισεκατομμύρια χρόνια είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μεγάλων αλλαγών στην επιφάνεια της γης κάτω από την επίδραση διαφορετικών διεργασιών (όπως η ενεργοποίηση ηφαιστείων, η διάβρωση της επιφάνειας της γης, η μετακίνηση των τεκτονικών πλακών κλπ) μέσω των οποίων έχουν δημιουργηθεί ή χαθεί χερσαίες και θαλάσσιες περιοχές (Falvey, 1974).

Όπως σε όλα τα μέρη του κόσμου έτσι και στην περιοχή της Μεσογείου οι αλλαγές αυτές αποτυπώνονται μέσα από τη μελέτη της γεωλογίας, της γεωμορφολογίας όσο και των αρχαιολογικών ευρημάτων της περιοχής μελέτης. Μελετώντας αυτά τα στοιχεία μπορεί κάποιος μελετητής μεταξύ άλλων να ερμηνεύσει τις όποιες αλλαγές, καταστροφές και ειδικότερα να εντοπίσει το φαινόμενο της διάβρωσης της παράκτιας περιοχής. Μέσα από αριθμό μελετών καταγράφεται ότι το φαινόμενο της διάβρωσης των παράκτιων περιοχών μπορεί να προέλθει είτε από φυσικά φαινόμενα είτε από ανθρώπινες επεμβάσεις (Bintliff, 2010).

Σύμφωνα με ιστορικά και αρχαιολογικά στοιχεία στην περιοχή της Κρήτης κατά το 365 μ.Χ. υπήρξε ένας μεγάλος σεισμός όπου κατάστρεψε σχεδόν όλες τις πόλεις του νησιού και προκάλεσε τσουνάμι το οποίο είχε επίδραση μέχρι τα δυτικά παράλια της Κύπρου και τις ακτές της Λιβύης (Stiros, 2001). Η διακύμανση και ανύψωση της στάθμης της θάλασσας είναι ένα σημαντικό φυσικό φαινόμενο λόγω του οποίου έχουν καταγραφεί σημαντικές διαβρώσεις και αλλαγές στις παράκτιες περιοχές (KAYAN, 1998). Επίσης ένα

χαρακτηριστικό παράδειγμα ανθρώπινων επεμβάσεων είναι η κατασκευή του φράγματος Aswan στην Αίγυπτο το 1964 και η προκληθείσα διάβρωση σε όλο το μήκος των Αιγυπτιακών μεσογειακών παραλιακών περιοχών (Smith & Kader, 1988) (Inman & Jeckins, 1984).

## 1.2 Καταγραφή του Προβλήματος

Σύμφωνα με στοιχεία της EUROSTAT κατά το 2011, το 40,8% του πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατοικεί στις παράκτιες περιοχές οι οποίες και κατέχουν το 40% της συνολικής της έκτασης (Collet & Engelbert, 2011). Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν καταγραφεί σε όλες σχεδόν τις παράκτιες πόλεις προβλήματα διάβρωσης κάποιου βαθμού. Μέχρι το 2004 είχε καταγραφεί υποχώρηση της παραλίας σε 20000 χιλιόμετρα παραλίας με ρυθμό 15 τετραγωνικά χιλιόμετρα/έτος ενώ είχαν καταστραφεί 250-300 σπίτια (Commission, 2004). Εκτιμάται ότι στο μέλλον (2006-2050) οι συνολικές απώλειες χερσαίου τμήματος λόγω διάβρωσης θα είναι μεταξύ των 3,700-5,800 τετραγωνικών χιλιομέτρων ενώ το οικολογικό κόστος αναμένεται να ανέλθει στα €0.7 δισεκατομμύρια ανά έτος μέχρι το 2050 (Roebeling, et al., 2013).

Η παράκτια διάβρωση είναι ένα από τα πιο σημαντικά κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν σχεδόν όλες οι Μεσογειακές χώρες. Ανεξάρτητα αν η διάβρωση προέρχεται από φυσικούς ή ανθρωπογενείς λόγους αυτή προκαλεί σημαντικές οικονομικές απώλειες, κοινωνικά προβλήματα και οικολογικές ζημιές (Ozhan, 2002).

Η παράκτια ζώνη της Κύπρου χαρακτηρίζεται ως πλούσια σε άγρια ζωή με μεγάλη οικολογική αξία κατά μήκος της οποίας υπάρχουν αμμόλοφοι, αλυκές, βάλτοι με αλμυρό νερό και έλη με γλυκό νερό (περιορισμένος αριθμός). Λόγω του κλίματος και της ποικιλίας των οικοτόπων που διαθέτει θεωρείται από πλευράς βιοποικιλότητας ως ένα πολύ σημαντικό σημείο (Hadjikyriakou, 2002). Σημειώνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό των «φυσικών ομορφιών» της Κύπρου βρίσκεται στις παράκτιες περιοχές όπως οι χερσόνησοι του Ακρωτηρίου και της Καρπασίας, η περιοχή Κάβο Κρέκο και η προστατευόμενη περιοχή του Ακάμα ενώ συγκριτικά με τις άλλες χώρες της Μεσογείου και αναλόγως του μεγέθους της έχει τη μεγαλύτερη χλωρίδα (Tsintides, et al., 2002).

Το παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον της Κύπρου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομία του τόπου και τη ζωή των κατοίκων της. Ο τουρισμός στην παράκτια ζώνη αποτελεί το 90% της τουριστικής δραστηριότητας (Loizidou, 2000). Σύμφωνα με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας Κύπρου κατά το 2010 το 96% των διανυκτερεύσεων (12.053.000) στα τουριστικά καταλύματα από μη κάτοικους Κύπρου αφορούσαν διανυκτερεύσεις που έγιναν στις παράκτιες πόλεις (Service, 2010).

Κάνοντας κάποιος μια ιστορική αναδρομή στην παράκτια ζώνη της Κύπρου μέσα από το διαδίκτυο (π.χ. με την χρήση δορυφορικών εικόνων από το Google Earth) μπορεί εύκολα να εντοπίσει αρκετές παράκτιες περιοχές οι οποίες έχουν υποστεί έντονη διάβρωση. Το πιο πάνω γεγονός επιβεβαιώνεται και με στοιχεία που υπάρχουν στη διάθεση των αρμόδιων κυβερνητικών τμημάτων όπως το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας και το Τμήμα Δημοσίων Έργων.

Σύμφωνα με διάφορα μοντέλα κλίματος [PRESIS, (Leliedeld, et al., 2012) (Kostoroulou, et al., 2013) ,PROMES (Sanchez, et al., 2004), LMDZ (Goubanova & Li, 2007), WAM (Lionello, et al., 2008) μεταξύ των κυριότερων μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής για την περιοχή της Μεσογείου είναι η αύξηση της θερμοκρασίας (Kostoroulou, et al., 2013) (Gianakopoulos, et al., 2013), η μείωση της βροχόπτωσης (Kostoroulou & Jones, 2005) (Goubanova & Li, 2007) (Leliedeld, et al., 2012), η αύξηση της στάθμης της θάλασσας (Tsimplis, et al., 2008) και η εμφάνιση πιο έντονων καιρικών φαινομένων συμπεριλαμβανομένων και κυματισμών (Lionello, et al., 2008). Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι στο άμεσο μέλλον το φαινόμενο της διάβρωσης θα αυξηθεί με τις αντίστοιχες αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στους κατοίκους και χρήστες των παράκτιων περιοχών.

### **1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της Μελέτης**

Η Κύπρος ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρά τις υποχρεώσεις οι οποίες απορρέουν από τη Σύμβαση της Βαρκελώνης, το Πρωτόκολλο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Παράκτιων Περιοχών καθώς και τη σχετική Απόφαση 2010/631/ΕΕ του Συμβουλίου στις 13 Σεπτεμβρίου 2010, μέχρι σήμερα δεν έχει θεσπιστεί εθνική Στρατηγική για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Περιοχών. Για την επίλυση του πιο πάνω προβλήματος το Τμήμα Περιβάλλοντος έχει πρόσφατα προκηρύξει

διαγωνισμό για τη διεξαγωγή της Μελέτης «Ετοιμασία Στρατηγικής και Σχεδίου Δράσης για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών για την περίοδο 2018-2028». Στην υφιστάμενη Κυπριακή νομοθεσία για σκοπούς διαχείρισης της παράκτιας ζώνης συμπεριλαμβανομένου και του θαλάσσιου χώρου δεν υπάρχουν ξεκάθαρα οι αρμοδιότητες, ο ρόλος και οι προτεραιότητες των διάφορων εμπλεκόμενων φορέων (Δημοσίου, Τοπικής αυτοδιοίκησης, Ημικρατικών Οργανισμών, ιδιωτών κλπ) που με τις δραστηριότητές τους επηρεάζουν είτε άμεσα είτε έμμεσα την παράκτια ζώνη.

Σε έκθεση του Γενικού Ελεγκτή της Δημοκρατίας σχετικά με τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης (AuditOffice, 2014) επισημαίνεται ότι στην Κύπρο υπάρχει έντονο πρόβλημα διάβρωσης στην παράκτια ζώνη το οποίο οφείλεται τόσο σε ανθρωπογενείς παράγοντες όσο και σε φυσικά φαινόμενα. Η διάβρωση για την περίοδο 1963-2008 παρουσιάζεται σε 2.2 τετραγωνικά χιλιόμετρα με το πλάτος του διαβρωμένου μετώπου να κυμαίνεται από 3.5 μέτρα – 260 μέτρα. Στην ίδια έκθεση καταγράφεται μεταξύ άλλων ότι:

- Δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα αξιολόγηση κινδύνου σχετικά με τις παράκτιες ζώνες που βρίσκονται εκτεθειμένες στις επιπτώσεις της διάβρωσης.
- Δεν έχουν εκπονηθεί μελέτες για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς των παράνομων κατασκευών.
- Το Τμήμα Δημοσίων Έργων δεν έχει προβεί στην αξιολόγηση της συμπεριφοράς των έργων προστασίας που το Τμήμα έχει υλοποιήσει.

## **1.4 Σκοπός και Στόχοι**

Σκοπός της μελέτης είναι η δημιουργία ενός εργαλείου/συστήματος για την αξιολόγηση του κινδύνου που υπόκεινται οι παράκτιες περιοχές της Κύπρου σε σχέση με το φαινόμενο της διάβρωσης καθώς και των μελλοντικών επιπτώσεων από πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματολογικών αλλαγών.

Το σύστημα θα σχεδιαστεί με τρόπο που θα είναι λειτουργικό και εύκολο στη χρήση ώστε να βοηθήσει στην επεξεργασία και στην ανάλυση των δεδομένων καθώς και τη λήψη αποφάσεων αναφορικά με θέματα που σχετίζονται με τη διάβρωση. Το σύστημα θα έχει τέτοια μορφή (ανοικτό πρόγραμμα) ώστε σε περίπτωση που αυτό απαιτηθεί να

επιτρέπει την εύκολη μεταφορά και χρήση του από το αρμόδιο κυβερνητικό τμήμα (Τμήμα Δημοσίων Έργων).

Η παράκτια διάβρωση και γενικότερα η συμπεριφορά της παράκτιας ζώνης είναι ένα πολύπλοκο, πολυσύνθετο πρόβλημα όπου υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός δεδομένων και παραμέτρων που πρέπει να ληφθούν υπόψη ώστε να είναι δυνατή η ολοκληρωμένη εξέταση και ανάλυση του προβλήματος καθώς και η λήψη των οποιονδήποτε αποφάσεων/σχεδιασμών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω, κρίνεται απαραίτητη η χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών καθώς και πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η χρήση Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών είναι πολύ σημαντική και χρησιμοποιείται ευρέως στη διαδικασία λήψης απόφασης για περιβαλλοντικά θέματα (είτε αφορούν γενικά την πολιτική που θα πρέπει να ακολουθηθεί είτε τον τρόπο κατανομής των διαθέσιμων και μελλοντικών πόρων). Μέσω των συγκεκριμένων πρακτικών και τεχνολογιών δίδεται η δυνατότητα στους υπευθύνους λήψης αποφάσεων να εξετάσουν αριθμό σεναρίων κινδύνου και σειράς εναλλακτικών λύσεων (ανάλογα με τους στόχους που έχουν τεθεί) ώστε να επιλέξουν κάτω από τις υφιστάμενες συνθήκες και διαθέσιμους πόρους την κατάλληλη λύση και τις περιοχές εφαρμογής (Eastman, 1999).

Στόχος της μελέτης είναι η εξέταση μιας συγκεκριμένης παράκτιας περιοχής της Κύπρου όπου είναι ευάλωτη στο φαινόμενο της διάβρωσης (ή έχει ήδη διαβρωθεί μέρος της) καθώς και του βαθμού επηρεασμού της από πιθανή μελλοντική ανύψωση της στάθμης της θάλασσας λόγω των κλιματολογικών αλλαγών. Για το σκοπό αυτό, θα εξεταστούν και θα καθοριστούν συγκεκριμένοι δείκτες ανάλυσης, οι οποίοι θα κατηγοριοποιήσουν τις υπό εξέταση παράκτιες περιοχές ως προς το βαθμό ευπάθειας. Μέσω της χρήσης του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών θα ετοιμαστούν θεματικοί χάρτες με την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της περιοχής ανάλογα με το βαθμό ευπάθειας που παρουσιάζουν.

## 1.5 Προσδιορισμός και διατύπωση των κεντρικών εννοιών

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης, ως παράκτια ζώνη ορίζεται μια λωρίδα γης και θάλασσας η οποία μπορεί να επεκτείνεται πολύ πέρα από το όριο των χωρικών υδάτων και πολλά χιλιόμετρα εντός του χερσαίου χώρου, το πλάτος της οποίας μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη φύση και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου ή/και τη διαχείριση των αναγκών των χρηστών (Commission, 2016)

Σύμφωνα με το Εγχειρίδιο της Παράκτιας Μηχανικής (CEM), η παράκτια ζώνη ορίζεται ως το τμήμα της ακτής το οποίο επηρεάζεται από την κυματική δράση (USArmy, 2002). Είναι η ζώνη όπου η γη συναντά τη θάλασσα μια περιοχή αόριστου πλάτους που επεκτείνεται από το χερσαίο χώρο μέχρι το θαλάσσιο σημείο όπου καταγράφεται η πρώτη σημαντική αλλαγή στην τοπογραφία του βυθού.

Παράκτια ζώνη σύμφωνα με το Πρωτόκολλο για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών (ΟΔΠΖ) της Μεσογείου, ορίζεται ως η περιοχή εκατέρωθεν της ακτογραμμής στην οποία παρουσιάζεται η αλληλοεπίδραση μεταξύ του θαλάσσιου και του χερσαίου τμήματος μέσω πολύπλοκων συστημάτων οικολογικών στοιχείων και πόρων τα οποία συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν με το ανθρώπινο στοιχείο και τις κοινωνικο-οικονομικές δραστηριότητες του (EUROPA, 2009).

Παρά το γεγονός ότι το Πρωτόκολλο ΟΔΠΖ της Μεσογείου έχει κυρωθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η Κύπρος δεν έχει προβεί στην κύρωση του, λόγω της ασυμβατότητας των διατάξεων του με τον περί προστασίας της Παραλίας Νόμο, σε σχέση με την έκταση απαγόρευσης ανέγερσης οικοδομών (AuditOffice, 2014). Πιο συγκεκριμένα ενώ στο μεν Άρθρο 8 του Πρωτόκολλου καθορίζεται ως ζώνη προστασίας τα 100 μέτρα, στην υφιστάμενη Κυπριακή Νομοθεσία στον περί προστασίας της Παραλίας Νόμο αυτή καθορίζεται ως η απόσταση που δεν υπερβαίνει τις 100 υάρδες από τη γραμμή της ανώτατης στάθμης της παλίρροιας. Στη ζώνη προστασίας δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε ανάπτυξη εκτός αν ικανοποιείται το δημόσιο συμφέρον και χορηγηθεί έγκριση από το Υπουργικό Συμβούλιο (Cyprus, 1964).

Ακτογραμμή είναι η γραμμή που χωρίζει το νερό από την ακτή (EEA, 2013) ή το όριο της ακτής όπου η στεριά συναντά το νερό (Society, 2011). Η θέση της ακτογραμμής παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στο σχεδιασμό των παράκτιων υποδομών και έργων όσο και στη διαχείριση και λήψη αποφάσεων αναφορικά με την παράκτια ζώνη (Boak & Turner, 2005). Στην Κύπρο για σκοπούς μελέτης και κατασκευής παράκτιων έργων αλλά και χωρομετρικών αποτυπώσεων χρησιμοποιείται το τοπικό σύστημα αναφοράς LTM (Local Transverse Mercator) το οποίο ορίστηκε από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας, στο οποίο ως ακτογραμμή καθορίζεται το σημείο όπου το υψόμετρο του είναι ίσο με μηδέν από την Μέση Στάθμη Θάλασσας (ΜΣΘ).

Διάβρωση ακτών/παράκτιας ζώνης είναι η διαδικασία απώλειας υλικού από μια παράκτια περιοχή η οποία προκλήθηκε λόγω επηρεασμού του ισοζυγίου στερεομεταφοράς στο παράκτιο σύστημα (Yilmaz, et al., 2015). Το φαινόμενο της διάβρωσης μπορεί να είναι ορατό όμως το μέγεθός της μπορεί να καταγραφεί αν υπάρχουν μετρήσεις σε σχέση με ένα δεδομένο σημείο αναφοράς, σε μια δεδομένη χρονική κλίμακα που είναι μεγαλύτερη από το κυκλικό μοτίβο της παράκτιας μεταβλητότητας (Stephenson, 2013).

Η διάβρωση στις παράκτιες περιοχές μπορεί να προκληθεί είτε από φυσικούς παράγοντες ή/και ανθρωπογενείς. Οι κυριότεροι φυσικοί και ανθρωπογενείς παράγοντες παρουσιάζονται στον πίνακα 1.1 (USArmy, 1984) (Committe, et al., 1990) (Ozhan, 2002) (Commision, 2004) (Prasetya, 2007).

Ο βαθμός διάβρωσης σε κάθε περιοχή εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν στην υπό εξέταση ακτή και μεταξύ αυτών είναι:

- Η γεωλογία (χαλαρό ή βραχώδες έδαφος)
- Η τοπογραφία (ανοιχτή θάλασσα ή κλειστό σύστημα)
- Η μορφολογία (κλίση)
- Η βυθομετρία της θάλασσας
- Οι καιρικές συνθήκες
- Οι κυματικές συνθήκες (ύψος κύματος, περίοδος, κατεύθυνση, απόσταση ανοικτής θάλασσας).

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κώδικα Συμπεριφοράς για τις παράκτιες ζώνες (Committee, 1999) τα έργα προστασίας που μπορούν να ληφθούν για αντιμετώπιση της παράκτιας διάβρωσης χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- Σκληρά Έργα (Θωρακίσεις με ογκόλιθους, κυματοθραύστες, πρόβολοι, τοίχοι κλπ)
- Ήπια Έργα (τεχνητή αναπλήρωση, πλωτοί κυματοθραύστες, φυτείες υδρόφιλων θάμνων, σύστημα αποστράγγισης, πυθμενικοί πρόβολοι κλπ)

**Πίνακας 1.1:** Παράγοντες πρόκλησης παράκτιας διάβρωσης

<b>Φυσικοί παράγοντες</b>	<b>Ανθρωπογενείς παράγοντες</b>
Ανύψωση στάθμης Θάλασσας	Λατομέυσεις
Κύματα Καταιγίδας	Εξορύξεις φυσικών πόρων (π.χ. αερίου, νερού, πετρελαίου)
Κυματική δράση	Κατασκευή παράκτιων και λιμενικών έργων
Παλίρροια – Παλιρροιακά κύματα	Κατασκευή έργων που στερούν από την παράκτια ζώνη τον εμπλουτισμό με ιζήματα (π.χ. υδατοφράκτες).
Επίδρασης ανέμου	Αλλαγή της φυσικής προστασίας της παραλίας (π.χ. αφαίρεση φυσικού βράχου ή βλάστησης)
Μεταβολή στο ισοζύγιο ιζημάτων της παράκτιας ζώνης	Εργασίες βυθοκόρησης σε κανάλια βυθοκόρησης καναλιών προσέγγισης, εισόδων λιμενικών εγκαταστάσεων και εκβολών ποταμών
Χημικές/Μηχανικές αντιδράσεις	Καθιζήσεις/μετακινήσεις εδάφους λόγω ανθρώπινων επεμβάσεων

Η τελική έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής UNEP για την αλλαγή του κλίματος 2001:Επιπτώσεις,Προσαρμογή και Τρωτότητα (IPCC, 2001) αναφέρει ότι σταδιακά θα πρέπει να γίνει μεταβίβαση των στρατηγικών σχεδιασμών από τα σκληρά μέτρα στα μέτρα ήπιας μορφής. Τα τελευταία χρόνια οι επικρατέστερες τεχνικές αντιμετώπισης της παράκτιας διάβρωσης που προωθούνται στην Ευρώπη, είναι οι ήπιες μέθοδοι

προστασίας με στόχο τα μέτρα να πορεύονται με τις φυσικές δυνάμεις και όχι να συγκρούονται με αυτές (IPCC, 2007)( Beachmed,ObseMedi etc).

Οι γενικές αρχές που προτείνονται για ήπιες επεμβάσεις (Commision, 2004) (Defra, 2006)είναι:

- Καμία επέμβαση-Do nothing (δεν επιτρέπεται οποιαδήποτε επέμβαση)
- Διατήρηση της γραμμής - Hold the line (επιτρέπονται επεμβάσεις ώστε η υφιστάμενη προστατευτική γραμμή να κρατηθεί ή να βελτιωθεί)
- Μετακίνηση προς το θαλάσσιο χώρο -Move seaward (νέα μέτρα προστασίας με ανάκτηση χερσαίου χώρου όπως για παράδειγμα κατασκευή επίχωσης)
- Μετακίνηση της γραμμής προστασίας- Management realignment (καθορισμός νέας γραμμής προστασίας με την κατασκευή έργων προστασίας αν απαιτείται)
- Περιορισμένη επέμβαση- Limited intervention (μέτρα που μειώνουν το ρυθμό διάβρωσης παρά να το σταματήσει π.χ. φυτείες υδρόφιλων θάμνων)

# Κεφάλαιο 2

## Θεωρητικό πλαίσιο και Βιβλιογραφική Αναφορά

### 2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια σύντομη αναφορά στον τρόπο παρακολούθησης του φαινομένου μεταβολής των ακτών καθώς και το καθορισμό δεικτών παρακολούθησης. Στην συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζεται η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και πολυκριτηριακής ανάλυσης για τις παράκτιες περιοχές.

### 2.2 Συστήματα παρακολούθησης διάβρωσης ακτών

Το φαινόμενο της διάβρωσης προχωρώντας προς την ενδοχώρα και κυρίως σε κατοικημένες περιοχές και τουριστικές υποδομές, αυξάνει την ανάγκη για τη λήψη αποφάσεων και μέτρων προστασίας. Ως εκ τούτου, η γνώση της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και η τάση εξέλιξης του φαινομένου είναι σημαντικά και απαραίτητα στοιχεία για τη Δημόσια Διοίκηση (τόσο σε κεντρικό όσο και τοπικό επίπεδο) καθώς και του ιδιωτικού τομέα ο οποίος δραστηριοποιείται είτε έμμεσα είτε άμεσα με την παράκτια ζώνη.

Σύμφωνα με το Άρθρο 16 του Πρωτόκολλου για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών της Μεσογείου η ανάγκη για τη χρήση και ενίσχυση των μηχανισμών παρακολούθησης και παρατήρησης (ή δημιουργίας νέων αν απαιτείται) θεωρείται ως μέσο για την ολοκληρωμένη διαχείριση. Η παρακολούθηση, καταγραφή και η δημιουργία βάσεων δεδομένων και θεματικών χαρτών που να καλύπτουν στο μέτρο του δυνατού τους πόρους και τις δραστηριότητες καθώς επίσης τα ιδρύματα, νομοθεσίες και

σχεδιασμούς που ενδεχομένως να επηρεάζουν τις παράκτιες ζώνες θα συμβάλει στον καλύτερο σχεδιασμό και τη λήψη πιο ορθολογιστικών λύσεων (EUROPA, 2009).

Η ανάγκη παρακολούθησης της συμπεριφοράς της ακτής και η εφαρμογή συστημάτων/μεθόδων παρακολούθησης ξεκίνησε εδώ και πάρα πολλά χρόνια αφού ήταν απαραίτητη στην προσπάθεια του ανθρώπου για τη λήψη ορθών αποφάσεων στη χωροθέτηση των παραλιακών πόλεων (ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος από πλημμύρες), των λιμενικών εγκαταστάσεων και των έργων προστασίας της παράκτιας ζώνης.

### **2.2.1 Καταγραφή μεταβολής ακτογραμμής**

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της μεταβολής της ακτογραμμής έχει η ακριβή καταγραφή της θέσης της μέσα από την πάροδο του χρόνου η οποία επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και από τη χρονική περίοδο στην οποία αναφέρονται.

Με το πέρασμα των χρόνων καθώς και την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν εφαρμοστεί διάφοροι μέθοδοι μετρήσεων/παρακολούθησης της ακτογραμμής. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι οι ακόλουθοι:

- Εξέταση ναυτικών χαρτών (NOAA, 2016)
- Τοπικοί χάρτες (τοπογραφικοί, γεωλογικοί κλπ)
- Αεροφωτογραφίες
- Δορυφορικές εικόνες (πολυφασματικές και υπερφασματικές)
- Χρήση εναέριας φωτοανίχνευσης και εντοπισμού Lidar (Light detection and ranging) (Revel, et al., 2002) (Stockdon & Wang, 2002)
- Χωρομετρική καταγραφή με τη χρήση συνεργείων και εξοπλισμού χωρομετρίας (GPS)/βαθυμετρίας (single beam, multibeam)
- Χρήση εικόνων ψηφιακής βιντεοκάμερας (Cipriani, 2013).

Η επιλογή της μεθόδου που θα εφαρμοστεί για το σύστημα καταγραφής της ακτογραμμής εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες οι κυριότεροι εκ των οποίων είναι οι ακόλουθοι (Moore, 2000):

- Η ζητούμενη ακρίβεια (πόση ακρίβεια για σκοπούς της μελέτης/εργου απαιτείται στον υπολογισμό της έκτασης ή/και του ρυθμού διάβρωσης).
- Το είδος των δεδομένων εισδοχής που χρειάζονται για την καταγραφή των στοιχείων.
- Η απαιτούμενη ανάλυση των δεδομένων και η ακρίβεια των παραγόμενων αποτελεσμάτων.
- Η ύπαρξη σημείων ελέγχου στο έδαφος ή η ανάγκη δημιουργίας σημείων και πόσο αυτό είναι εφικτό για τις ανάγκες της μελέτης.
- Η επιλογή/καθορισμός της ακτογραμμής (π.χ. κατά πόσο οι μετρήσεις θα στηριχτούν στην Κατώτατη, Μέση ή τη Μέγιστη Στάθμη Θάλασσας).
- Η έκταση και οι επικρατούσες συνθήκες της περιοχής μελέτης.
- Ο διαθέσιμος εξοπλισμός.
- Οικονομικοί πόροι.
- Χρονικοί περιορισμοί.

### 2.2.2 Δείκτης ακτογραμμής

Για τον καθορισμό της θέσης της ακτογραμμής απαιτείται να οριστεί ένας συγκεκριμένος δείκτης σε σχέση με το υψόμετρο καθώς και η γραμμή αναφοράς σύμφωνα με τα οποία θα υπολογίζονται οι αλλαγές στην θέση της ακτογραμμής.

Η επιλογή του δείκτη ακτογραμμής εξαρτάται κυρίως από τη μέθοδο υπολογισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Για τις ανάγκες αριθμού μελετών χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνικές και μέθοδοι με διαφορετικούς δείκτες (Boak & Turner, 2005) όμως έχουν επικρατήσει κυρίως οι τρεις πιο κάτω:

- Μέγιστη Στάθμη Νερού (HWL)
- Μέση Υψηλή νερού (MHL)
- Μέση Στάθμη Νερού (MSL)

Η χρήση της Μέγιστης Στάθμης Νερού (HWL) χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις ανάλυσης αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων αφού μπορεί να αναγνωριστεί εύκολα η ακτογραμμή λόγω της αλλαγής του τόνου των χρωμάτων (Gorman, et al., 1998), με τη αλλαγή της φωτεινότητας των εικονοκύτταρων (Shoshany & Degani, 1992) ή σε παρατηρήσεις στο πεδίο όπου καθορίζεται από το σημείο όπου παρατηρείται η αλλαγή

από βρεγμένο σε στεγνό έδαφος (είναι ευδιάκριτη λόγω αλλαγής του χρώματος του εδάφους) (Byrnes, et al., 1991). Στις μεθόδους όπου χρησιμοποιούνται υψομετρικά στοιχεία τα οποία εξάγονται από τοπογραφικά στοιχεία (πχ με Lidar) ως δείκτης ακτογραμμής χρησιμοποιείται το MHL (Stockdon, et al., 2006) (Moore, et al., 2006) (Ruggiero, et al., 2005). Τέλος η χρήση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (MSL) χρησιμοποιείται για τις βυθομετρικές και χωρομετρικές εργασίες στην ακτή. Σημειώνεται ότι στις μετρήσεις πεδίου θα πρέπει να γίνεται και η αντίστοιχη διόρθωση της παλίρροιας.

### **2.2.3 Σύστημα σταθερών σημείων**

Για να είναι δυνατή η χρήση δεδομένων πεδίου, οι μετρήσεις θα πρέπει να γίνονται από σταθερά σημεία ώστε να δημιουργηθεί ένα σύστημα σύγκρισης των αποτελεσμάτων (Sutherland, 2010b). Τα σταθερά αυτά σημεία χωροθετούνται σε τοποθεσίες στην παραλία όπου δεν μπορούν να μετακινηθούν λόγω καιρικών συνθηκών ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη χρήση τους. Τα σημεία συνήθως τοποθετούνται στο πεδίο είτε με ξύλινους, είτε μεταλλικούς πάσσαλους. Η απόσταση μεταξύ των πασσάλων του συστήματος είναι μεγαλύτερη στις περιπτώσεις όπου τα χαρακτηριστικά της παραλίας είναι ομοιόμορφα ενώ η απόσταση είναι μικρότερη για πολύπλοκα χαρακτηριστικά. Οι πάσσαλοι τοποθετούνται σε τέτοιες θέσεις ώστε η γραμμή αναφοράς που δημιουργείται να είναι όσο το δυνατό παράλληλη με την ακτογραμμή. Όμως λόγω της μορφολογίας του εδάφους ή/και της εγγύτητας του πρανές με το θαλάσσιο τμήμα, η γραμμή αναφοράς μπορεί να χωριστεί σε τμήματα με διαφορετικές κλίσεις.

### **2.2.4 Συχνότητα και περίοδος μετρήσεων**

Η χρονική περίοδος που διεξάγονται οι μετρήσεις εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες, την περιοχή μελέτης, τη μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί καθώς και από το δείκτη παρακολούθησης που θα καθοριστεί (Sutherland, 2010b). Από μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα μπορεί να λεχθεί ότι, ο υπολογισμός της βραχυπρόθεσμης μεταβλητότητας απαιτεί δεδομένα για τουλάχιστο 10 χρόνια (Eliot & Clarke, 1989), ενώ για την μακροπρόθεσμη τάση απαιτούνται πέραν των 50 χρόνων (Galvano & Douglas, 2000).

Κατά την καταγραφή της ακτογραμμής φυσικοί παράγοντες όπως κυματικές καταιγίδες, ρεύματα, παλίρροιες ακόμη και δυνατοί άνεμοι επηρεάζουν την ακρίβεια των μετρήσεων. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό οι μετρήσεις και κατά συνέπεια τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται να καλύπτουν την ίδια περίοδο ανά έτος (Lurino, et al., 2008). Η σύγκριση δεδομένων από διαφορετικές περιόδους (π.χ. χειμερινή-καλοκαιρινή) ενδεχομένως (Galvano & Douglas, 2000) να εισάγει σφάλματα με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διερεύνηση της μεταβλητότητας της ακτογραμμής.

## **2.3 Υπολογισμός ρυθμού μεταβολής των ακτών**

Η μέθοδος που θα επιλεγεί για την ανάλυση των δεδομένων και τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής των ακτών εξαρτάται από μεγάλο αριθμό παραμέτρων, μεταξύ των οποίων είναι:

- Οι τοπικές συνθήκες.
- Ο τελικός σκοπός χρήσης των δεδομένων.
- Ο αριθμός των διαθέσιμων δεδομένων.
- Κατά πόσο τα στοιχεία προέρχονται από την ίδια πηγή.
- Η ακρίβεια των δεδομένων.
- Η χρονική περίοδος που καλύπτουν.
- Τα διαθέσιμα μέσα και πόροι.

### **2.3.1 Διαχείριση και ανάλυση Δεδομένων**

Για τη φύλαξη και ανάλυση των δεδομένων υπάρχει μεγάλος αριθμός συστημάτων λογισμικών τα οποία περιλαμβάνουν υπολογιστικά φύλλα, ειδικά σχεδιασμένες βάσεις δεδομένων, σχεδιαστικά πακέτα (CAD), ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DEM) καθώς και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) (Sutherland, 2007).

Το πλεονέκτημα από την χρήση των υπολογιστικών φύλλων, των βάσεων δεδομένων και των σχεδιαστικών πακέτων για την καταγραφή και παρουσίαση των δεδομένων έγκειται στο ότι είναι πιο οικεία στους χρήστες αφού χρησιμοποιούνται σε πολλές άλλες περιπτώσεις όμως μειονεκτούν στο γεγονός ότι δεν έχουν τη δυνατότητα ή δύσκολα χειρίζονται μεγάλο αριθμό δεδομένων καθώς επίσης ότι δεν υπάρχει σε όλες τις

περιπτώσεις η εύκολη γεωαναφορά των δεδομένων. Ως εκ τούτου, η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών βοηθά στην οπτική εμφάνιση των αποτελεσμάτων εντός καθορισμένου γεωγραφικού πλαισίου ενώ επιτρέπει την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων.

### **2.3.2 Υπολογισμός ρυθμού μεταβολής ακτογραμμής**

Για τον υπολογισμό του ρυθμού διάβρωσης (αλλαγής) της ακτογραμμής έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφοροι μέθοδοι οι οποίοι με τη χρήση υπολογιστικών και στατιστικών μοντέλων υπολογίζουν τη διάβρωση είτε με τη χρήση των εμβαδών πολυγώνων είτε μέσω των διατομών (Sutherland, 2010a).

Η μέθοδος με τη χρήση των εμβαδών βασίζεται στην εμβαδομέτρηση των τμημάτων της περιοχής μελέτης που περικλείονται από δύο υπό εξέταση ακτογραμμές και ανάλογα γίνεται ο διαχωρισμός στα τμήματα που παρουσιάζουν πρόσχωση ή διάβρωση και υπολογίζω το άθροισμά τους. Ο δείκτης ρυθμού διάβρωσης/πρόσχωσης (τετραγωνικά μέτρα/έτος) υπολογίζεται διαιρώντας το άθροισμα με την περίοδο που εξετάζεται ή διαιρώντας το συνολικό εμβαδό δια το μήκος της ακτής(τετραγωνικά μέτρα/μήκος).

Η μέθοδος με τη χρήση διατομών βασίζεται στον καθορισμό των διατομών και του άξονα (γραμμή) αναφοράς. Για κάθε έτος που εξετάζεται, υπολογίζεται η απόσταση της ακτογραμμής από τον άξονα αναφοράς και με τη χρήση στατιστικών μεθόδων υπολογίζεται ο ρυθμός υποχώρησης/πρόσχωσης της ακτογραμμής ανά διατομή. Στην συνέχεια υπάρχει η δυνατότητα να βρεθεί ο μέσος όρος υποχώρησης για ολόκληρη την περιοχή. Υπάρχει μεγάλος αριθμός στατιστικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής της ακτογραμμής, οι κυριότερες εκ των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1 με τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μιας:

**Πίνακας 2.1:** Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα μεθόδων υπολογισμού ρυθμού μεταβολής ακτογραμμής (Douglas & Crowell, 2000)(Genz, et al., 2007)

<b>Μέθοδος υπολογισμού ρυθμού διάβρωσης</b>	<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
End point Rate (EPR)	Εύκολη υπολογιστική διαδικασία.	Δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη πιθανή μεταβολή της ακτογραμμής διαχρονικά αφού λαμβάνει υπόψη μόνο τα δύο ακραία σημεία. Θεωρεί γραμμική τάση.
Average of rates (AOR)	Χρησιμοποιούνται όλες οι μετρήσεις όμως φιλτράρονται με το κριτήριο $T_{min}$ ώστε όσες μετρήσεις έχουν μεγάλο σφάλμα να αποκλείονται.	Τα σφάλματα μέτρησης καθορίζονται από τον μελετητή και από το ελάχιστο επιλεγμένο χρόνο και άρα ο αποκλεισμός μετρήσεων βασίζεται στην εμπειρία του
Average of Era Rates (AER)	Δεν έχει κάποιο συγκριτικό πλεονέκτημα αλλά μπορεί να δώσει άλλα στατιστικά μεγέθη όπως η απόκλιση.	Λόγω του γεγονότος ότι χρησιμοποιεί όλα τα δεδομένα αφιλτράριστα μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα
Linear Regression (LR)	Εύκολοι υπολογισμοί που μπορούν να γίνουν με την χρήση εμπορικού προγράμματος χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα.	Δεν υπάρχει φιλτράρισμα δεδομένων και αυτό επηρεάζει την ακρίβεια του αποτελέσματος. Μπορεί να διαχειριστεί το σφάλμα σε περίπτωση που υπάρχει μεγάλος αριθμός πρόσφατων μετρήσεων
JackKnife (JK)	Χρησιμοποιείται κατ'επανάληψη η μέθοδος OLS. Χρησιμοποιούνται όλα τα δεδομένα όμως μειώνει την τάση των ακραίων τιμών.	Απαιτεί μεγάλο όγκων δεδομένων. Το να υπολογίσεις όλα τις πιθανές γραμμικές τάσεις δεν είναι αποδοτικό
Ordinary least squares (OLS)	Εύκολη χρήση . Γίνεται χρήση στατιστικών ελέγχων.	Μπορεί να περιληφθεί σφάλμα στα αποτελέσματα από ακραίες συνθήκες
Reweighted least squares (RLS)	Χρησιμοποιούνται στατιστικοί έλεγχοι. Γίνεται αποκλεισμός ακραίων τιμών (π.χ. συμπεριφοράς της ακτής στις καταιγίδες).	Κατάλληλη αν έχω μεγάλο αριθμό δεδομένων. Αν δεν έχω είναι εύρωστη σε ακραίες τιμές Χρησιμοποιείται η γραμμική τάση.
Weighted Least squares (WLS)	Χρησιμοποιούνται στατιστικοί έλεγχοι. Επιτρέπει την	Επιρρεπείς σε ακραίες τιμές Μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα αν οι

	ενσωμάτωση αβεβαιοτήτων στη γραμμική τάσης. Δίδεται περισσότερο «βάρος» στα πρόσφατα δεδομένα και λιγότερη έμφαση στα δεδομένα με μεγαλύτερη διακύμανση.	αβεβαιότητες δεν ληφθούν σωστά υπόψη. Χρησιμοποιείται η γραμμική τάση.
Reweighted Weighted Least squares (RWLS)	Χρησιμοποιούνται στατιστικοί έλεγχοι. Επιτρέπει την Ενσωμάτωση αβεβαιοτήτων στη γραμμική τάσης της κάθε ακτογραμμής.	Επιρρεπείς σε ακραίες τιμές Μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα αν οι αβεβαιότητες δεν ληφθούν σωστά υπόψη Χρησιμοποιείται η γραμμική τάση.
Least absolute deviation (LAD)	Σε σχέση με τις ακραίες τιμές είναι πιο ισχυρή μέθοδος σε σχέση με αυτή των LS (least squares).	Πιο περίπλοκη μέθοδος σε σχέση με αυτές των LS. Χρησιμοποιείται η γραμμική τάση.
Weighted Least absolute deviation (WLAD)	Περιλαμβάνει αβεβαιότητες στη γραμμική τάσης. Πιο «ανθεκτική» σε ακραίες τιμές.	Θεωρεί γραμμική τάση. Στηρίζεται στην LAD και η ανάλυση αναγνωρίζει περιορισμούς.

Επιπλέον για την ανάλυση της ακτής έχουν χρησιμοποιηθεί και άλλες μέθοδοι μοντελοποίησης κυρίως για τον υπολογισμό της μακροπρόθεσμης εξέλιξης οι οποίες βασίζονται σε ανάλυση Fourier και Random Sine Function (RSF) (Sutherland, 2007) οι οποίες θεωρούνται κατάλληλες να χαρακτηρίζουν τις χωρικές και χρονικές ιδιότητες διαφορετικών χαρακτηριστικών και μορφών. Σύμφωνα με την εργασία των Larson και άλλων (Larson, et al., 2003) οι κυριότερες μέθοδοι είναι:

- Wavelet Analysis
- Empirical Orthogonal Function Analysis (EOF)
- Canonical Correlation Analysis (CCA)
- Principal Oscillation Pattern (POP)

## 2.4 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και εξέλιξη ακτογραμμής

Η μελέτη της εξέλιξης της ακτογραμμής είναι ένα πολύπλοκο σύστημα αφού όπως έχει αναλυθεί στην προηγούμενη ενότητα χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών συστατικών και αλληλεπιδράσεων, τη πολλαπλότητα της κλίμακας καθώς και τη χωρική ετερογένεια. Ταυτόχρονα το γεγονός ότι οι πληροφορίες και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται προέρχονται από διάφορες πηγές και έχουν πολλές φορές διαφορετικές μορφές, καθιστούν όλο και πιο επιτακτική την ανάγκη χρησιμοποίησης Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών(ΓΣΠ) για το συγκεκριμένο σκοπό .

Επιπρόσθετα με την εξέλιξη της τεχνολογίας και του όγκου των παραγόμενων πληροφοριών όλο και περισσότεροι μελετητές χρησιμοποιούν τα ΓΣΠ αφού μέσω αυτών δίδεται στο χρήστη η δυνατότητα εισαγωγής, επεξεργασίας, ανάλυσης, ενσωμάτωσης και ομογενοποίησης δεδομένων καθώς και η χωρική και χρονική σύνδεση των διαφόρων στοιχείων/ δεδομένων / πληροφοριών (Rodríguez, et al., 2009).

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την παρουσίαση των παράκτιων χαρακτηριστικών μιας περιοχής, για τη δημιουργία και εξαγωγή δεδομένων, τον εντοπισμό της ακτογραμμής καθώς και την εκτίμηση της μεταβολής της (Chen, et al., 2005) (Pan, 2005) (Gens, 2010). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σε αριθμό μελετών για τον υπολογισμό της αλλαγής της ακτογραμμής (Thieler, et al., 2009) (Muthusankar, et al., 2017) έχει χρησιμοποιηθεί η επέκταση του προγράμματος ArcGIS Digital Shoreline Analysis System (DSAS) μέσω του οποίου δίδεται η δυνατότητα υπολογισμού του ρυθμού αλλαγής χρησιμοποιώντας τις μεθόδους: 1)End point rate, 2)simple linear regression, 3)weight linear regression και 4) least median of squares.

Έχοντας υπολογίσει το ρυθμό διάβρωσης/αλλαγής για μία συγκεκριμένη περιοχή, το ΓΣΠ δίδει τη δυνατότητα σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα (χρονικά και χωρικά) να δοθεί ερμηνεία στις αιτίες που προκάλεσαν τις συγκεκριμένες διεργασίες (διάβρωση/πρόσχωση) ή/και στις επιπτώσεις που προκλήθηκαν από το γεγονός αυτό συμβάλλοντας έτσι στη λήψη αποφάσεων (είτε αυτές αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή είτε εντάσσονται στα πλαίσια μιας Ολοκληρωμένης Στρατηγικής). Κατά την

τελευταία δεκαετία η χρήση ΓΣΠ στην Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης έχει αναπτυχθεί ραγδαία (Bartlett, 2000).

## **2.5 Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων**

Μια από τις σημαντικές εφαρμογές του ΓΣΠ είναι η απεικόνιση και ανάλυση των δεδομένων για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (Jiang & Eastman, 2000).

Ο όρος απόφαση μπορεί να οριστεί ως η επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων. Οι αποφάσεις του κράτους, της τοπικής αρχής, του φορέα λήψης αποφάσεων μπορεί να σχετίζονται με θέματα που αφορούν διαφορετικές δράσεις, περιοχές, αντικείμενα κλπ. Ένας γενικός διαχωρισμός των αποφάσεων μπορεί να τις κατατάξει σε δύο κύριες κατηγορίες: στις πολιτικές αποφάσεις και τις αποφάσεις κατανομής πόρων. Οι αποφάσεις κατανομής πόρων είναι αυτές μέσω των οποίων ασκείται έλεγχος στην άμεση χρήση των πόρων για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου, ενώ οι πολιτικές αποφάσεις επηρεάζουν τη λήψη απόφασης για την κατανομή των πόρων μέσω της θέσπισης νομοθετικών πράξεων (Eastman, 1999).

Η λειτουργικότητα του ΓΣΠ αρκετές φορές μπορεί να περιορίζεται σε συγκεκριμένες αναλύσεις, σε βασικούς τομείς εφαρμογής όπως η χωρική αναζήτηση. Ως εκ τούτου, η χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων σε συνδυασμό με ΓΣΠ παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα και τα μέσα να αξιολογήσει διάφορες εναλλακτικές λύσεις βάσει των πολλαπλών και αντικρουόμενων κριτηρίων και στόχων (Carver, 1991).

### **2.5.1 Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων και ΓΣΠ**

Η μέθοδος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων επιτρέπει την αξιολόγηση μιας σειράς επιλογών προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη εναλλακτική λύση με βάση μια σειρά από στόχους που έχουν καθοριστεί και για τους οποίους έχουν τεθεί μετρήσιμα κριτήρια. Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να χειριστεί τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά κριτήρια και να αναλύσει συγκρούσεις τόσο μεταξύ των κριτηρίων όσο και μεταξύ των

φορέων λήψης αποφάσεων (Pohekar & Ramachandran, 2004). Αυτή η δυνατότητα καθιστά τη συγκεκριμένη μέθοδο κατάλληλη για χρήση και σε θέματα που αφορούν τη Διαχείριση της Παράκτιας Περιοχής αφού λόγω και της φύσης της εμπειρικλείει πολλές πηγές αβεβαιότητας, πολυπλοκότητας, μακρά χρονικά πλαίσια και αντικρουόμενα συμφέροντα και κριτήρια από πολλούς διαφορετικούς φορείς λήψης αποφάσεων.

Εξετάζοντας μια σειρά από υφιστάμενα συστήματα λήψης αποφάσεων που αφορούν την παράκτια ζώνη παρατηρείται ότι, οι κυριότεροι στόχοι των εργαλείων που έχουν δημιουργηθεί αφορούν την ανάλυση της τρωτότητας των ακτών, τις επιπτώσεις και τα ρίσκα από την εφαρμογή έργων/ενεργειών καθώς και τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των σχετικών επιλογών βιώσιμης διαχείρισης.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.2 η χρήση συστημάτων λήψης αποφάσεων για την παράκτια ζώνη επικεντρώνεται κυρίως στους πιο κάτω τρεις τομείς (Zanuttigh, et al., 2014):

- 1) Στην αξιολόγηση της τρωτότητας λόγω των φυσικών κινδύνων και της κλιματικής αλλαγής (DIVA, RegIS, CVAT, DESYCO, KRIM, Coastal Simulator)
- 2) Στην αξιολόγηση των σημερινών και των μελλοντικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες ζώνες και στα οικοσυστήματα που υπάρχουν σε αυτές προκειμένου να εξεταστεί η συμπεριφορά τους στο περιβάλλον των νέων κλιματολογικών αλλαγών (RegIS, CVAT Coastal Simulator).
- 3) Στην αξιολόγηση ή ανάλυση των επιλογών διαχείρισης για τη βέλτιστη χρήση των παράκτιων πόρων και των οικοσυστημάτων μέσω της εξεύρεσης εφικτών μέτρων και του καταλληλότερου τρόπου διαχείρισης των πόρων και όλων των ενδιαφερομένων χρηστών (COSMO, WADBOS, SIMCLIM, RAMCO).

**Πίνακας 2.2:** Υφιστάμενα εργαλεία τα οποία βασίζονται σε ΓΣΠ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη λήψη αποφάσεων για θέματα που αφορούν παράκτιες περιοχές (Zanuttigh, et al., 2014)

Όνομα	Έτος	Αναφορά	Διαδικασία
COSMO	1992	(Feenstra, et al., 1998)	Sea-level rise
The Tyndall Coastal Simulator	2000-2010	(Mokrech, et al., 2011)	Storm surge Flooding Coastal erosion Sea-level rise Socio-economic scenarios
CVAT	1999-2002	(Flax, et al., 2002)	Multi-hazards Extreme events

			Storm surge
DESYCO	2005-2010	(Torresan, et al., 2010)	Sea-level rise Storm surge Flooding Coastal erosion Water quality
DIVA	1999-	(Vafeidis, et al., 2008) (Hinkel & Klein, 2009)	Sea level rise Coastal erosion Storm surge Flooding Wetland loss and change Stalinisations
KRIM	2001-2004	(Schirmer, et al., 2003)	Sea level rise Extreme events Coastal erosion
RegIS	2003-2010	(Holman, et al., 2009)	Coastal and river flooding Wetland loss and change Sea level rise Emission scenarios Socio-economic scenarios
RAMCO	1996-1999	(De Kok, et al., 2001)	Socio-economic scenarios Coastal and river flooding Policy options Impact of human activities Integrated management
SimCLIM	2005-	(Warrick, 2009)	Sea level rise Coastal flooding Coastal erosion
WADBOS	1996-	(van Buuren, et al., 2002)	Socio-economic scenarios Policy options Impact of human activities Integrated management
CLIMSAVE	2010-2013	(Harrison, et al., 2013)	Emission scenarios Agriculture Forests Water resources Coastal and river flooding Urban Development
THESEUS	2010-2013	(Zanuttigh, et al., 2014)	Sea level rise Coastal flooding Coastal erosion Socio economic scenarios

Η μέθοδος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων διευκολύνει την απόκτηση γνώσης και μέσω του καθορισμού συντελεστών επιτρέπεται τη μετάφραση της γνώσης σε γλώσσα υπολογιστή. Για κάθε παράγοντα που εξετάζεται δίδεται ένας συντελεστής ο

οποίος αντιπροσωπεύει τη σημασία και το βαθμό που αυτός επηρεάζει το φαινόμενο υπό μελέτη.

Για φαινόμενα όπως αυτό της αξιολόγησης του βαθμού επίδρασης των ακτών από τη διάβρωση, όπου απαιτείται η ποσοτικοποίηση στις σχέσεις μεταξύ της διάβρωσης και των παραγόντων που την επηρεάζουν, η χρήση της Πολύκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων αποτελεί ένα σημαντικότατο εργαλείο. Η χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων είναι ένα ευέλικτο σύστημα εμπειρικής γνώσης το οποίο μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί στο ΓΣΠ (Malczewski, 2005).

Μέσα από μελέτες έχει διαφανεί ότι, η χρήση ΓΣΠ σε συνδυασμό με συστήματα πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων μπορεί να είναι ένα δυνατό εργαλείο για την αξιολόγηση περιβαλλοντικών και οικολογικών θεμάτων (Krivtsov, 2004).

### **2.5.2 Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (CVI) και Δείκτης Παράκτιας ευπάθειας (CSI)**

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος, η τρωτότητα προσδιορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα δεν μπορεί να αντιμετωπίσει τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και των ακραίων καιρικών φαινομένων (IPCC, 2012).

Η αναγνώριση των παράκτιων περιοχών που είναι τρωτές στο κίνδυνο ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας ή/και σε άλλα καιρικά φαινόμενα είναι απαραίτητη στο να βοηθήσει τον καθορισμό της αιεφόρου χρήσης των παράκτιων πόρων αλλά και του αποτελεσματικού σχεδιασμού της ολοκληρωμένης διαχείρισης της παράκτια ζώνης (Abuodha & Woodroffe, 2010).

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που θα πρέπει να τυγχάνει χειρισμού στις παράκτιες περιοχές, είναι ο προσδιορισμός της ακτογραμμής στο φαινόμενο ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης (Doukakis, 2005). Η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας είναι μια απειλή για την παράκτια ζώνη (οικοσυστήματα και κατοίκους/χρήστες) και για αυτό ένας αριθμός διαφορετικών προσεγγίσεων έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για την ανάλυση της τρωτότητας των ακτών (IPCC, 2007) από αυτό το φαινόμενο λαμβάνοντας

υπόψη τα φυσικά χαρακτηριστικά της παράκτιας περιοχής (Thieler & Hammer-Klose, 1999).

Ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (CVI) που χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα για περιοχές των ΗΠΑ, Ευρώπης, Καναδά κλπ (USGS, 2017) (Gornitz, 1991) (Shaw, et al., 1998) (Doukakis, 2005) (Diez, et al., 2007) βασίζεται σε φυσικές παραμέτρους όπως τη γεωλογία, τη σύνθεση του παράκτιου πρηνούς, την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, τη μετακίνηση της ακτογραμμής, την παλίρροια κλπ.

Σε άλλες μελέτες αναφέρεται ως Δείκτης Παράκτιας Ευπάθειας (CSI) αφού για τον καθορισμό του αξιολογούνται μόνο οι φυσικοί παράμετροι της παραλίας και δεν λαμβάνονται υπόψη οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες όπως για παράδειγμα ο πληθυσμός. Στις συγκεκριμένες μελέτες όπου εφαρμόζεται η σύνθεση τόσο των φυσικών όσο και των κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων ο όρος ευπάθεια επεκτείνεται και καθορίζει πλέον την τρωτότητα της περιοχής (Boruff, et al., 2005).

Αφού καθοριστούν οι παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας/Ευπάθειας, τότε για κάθε τμήμα της υπό εξέταση παράκτιας ζώνης δίδεται ένας βαθμός επηρεασμού για κάθε παράμετρο σύμφωνα με τις τιμές κατηγοριοποίησης της κάθε παραμέτρου. Η τιμή του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας/Ευπάθειας υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του γεωμετρικού μέσου ή η τετραγωνική ρίζα του γινομένου μεταβλητών, διαιρούμενου με το σύνολο των μεταβλητών (Gornitz, 1991) (USGS, 2017).

$$\frac{CVI}{CSI} = \sqrt{\frac{1}{n} * (a_1 * a_2 * a_3 * \dots * a_n)}$$

όπου CVI/CSI= Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας / Ευπάθειας

$a_i$  = παράμετρος και

$n$ = ο ολικός αριθμός των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για την συγκεκριμένη ανάλυση για τη συγκεκριμένη περιοχή.

# Κεφάλαιο 3

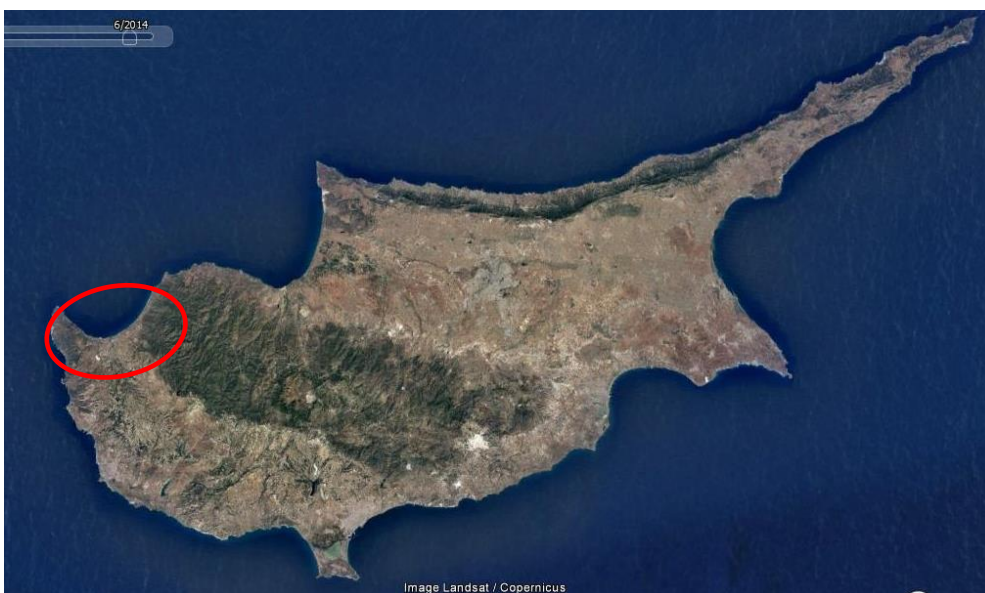
## Περιοχή Μελέτης

### 3.0 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια σύντομη περιγραφή των χαρακτηριστικών της ευρύτερης περιοχής Κόλπου Χρυσοχούς και της υφιστάμενης κατάστασης. Στη συνέχεια για την περιοχή μελέτης (τμήμα του Κόλπου Χρυσοχούς) δίδεται η περιγραφή του σκοπού, των ερευνητικών ερωτημάτων καθώς και των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό της ανάλυσης που θα εφαρμοστεί.

### 3.1 Παράκτια περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς

Ο Κόλπος Χρυσοχούς βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο της Κύπρου, στο βόρειο τμήμα της επαρχίας Πάφου (εικόνα 3.1). Το δυτικό άκρο της παράκτιας περιοχής είναι το ακρωτήριο Αρναούτη και το ανατολικό το ακρωτήριο Πωμού με συνολικό μήκος ακτογραμμής περίπου 36 χιλιομέτρων (εικόνα 3.2).

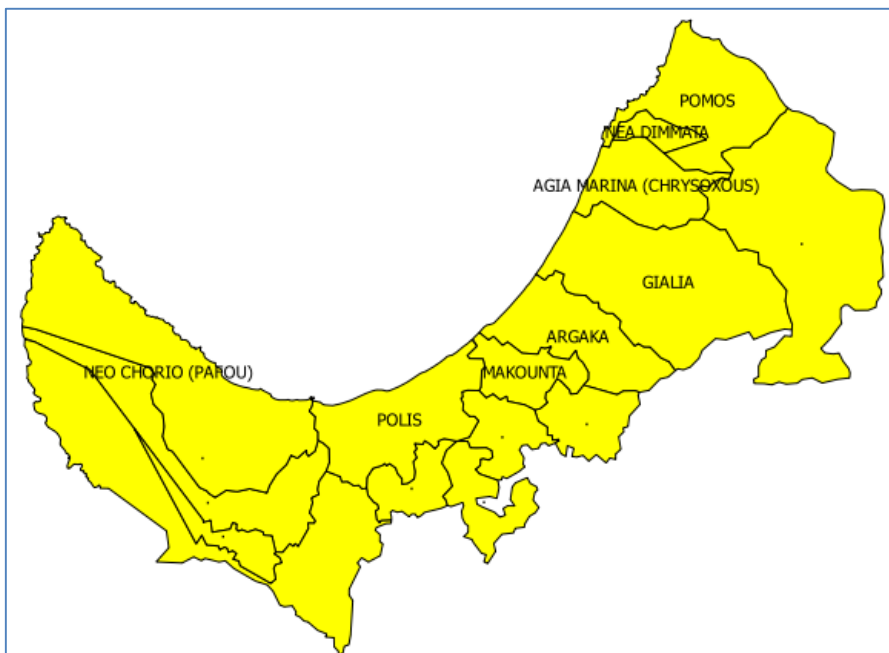


**Εικόνα 3.1:** Παράκτια περιοχή Πόλης Χρυσοχούς (πηγή Google Earth)



**Εικόνα 3.2:** Παράκτια περιοχή Πόλης Χρυσοχούς (πηγή Google Earth)

Ο Κόλπος Χρυσοχούς περιλαμβάνει την Πόλη της Χρυσοχούς καθώς και τα παραθαλάσσια χωριά Νέο Χωριό, Μακούντα, Αργάκα, Γιαλιά, Αγία Μαρίνα και μέρος του Πωμού (Εικόνα 3.3).

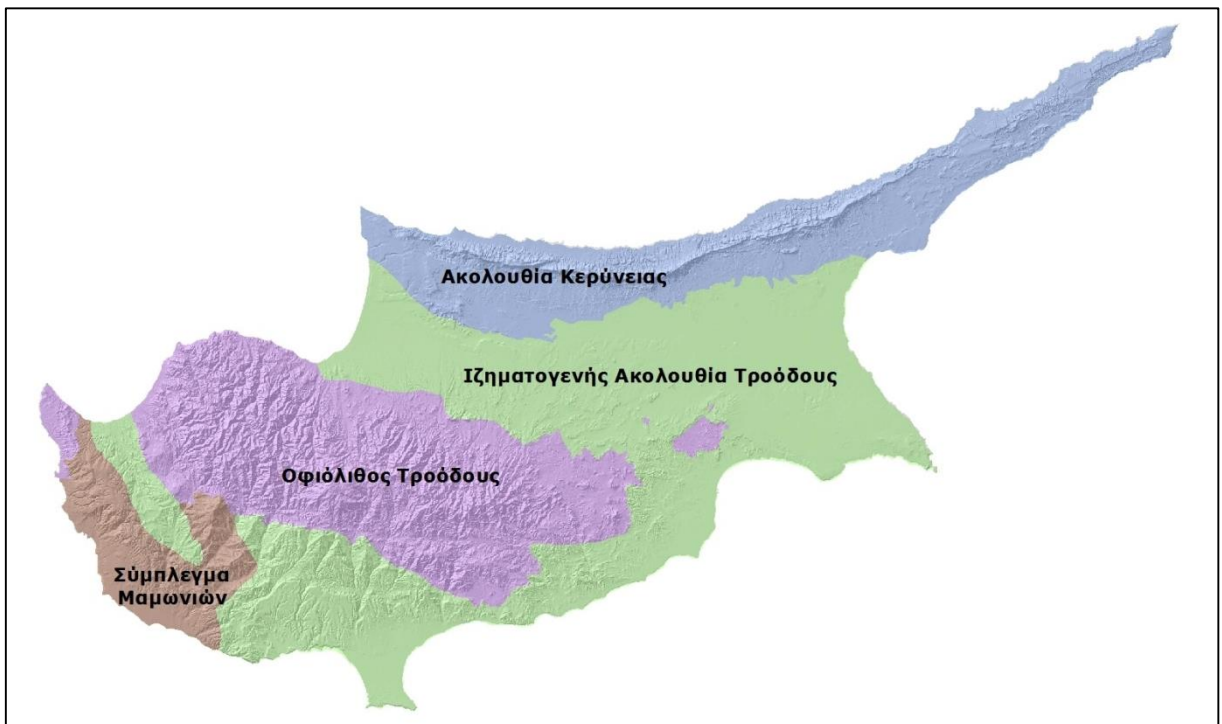


**Εικόνα 3.3:** Θεματικός χάρτης με τα χωριά που εμπίπτουν διοικητικά στο διαμέρισμα Κόλπου Χρυσοχούς (πηγή Διοικητικός Χάρτης Κύπρου- TKX).

## 3.2 Γεωλογικά στοιχεία

Η γεωλογία της περιοχής Κόλπου Χρυσοχούς μπορεί να χωριστεί σε τρεις γενικές ζώνες και πιο συγκεκριμένα στις ζώνες (εικόνα 3.4):

- Οφιόλιθου Τροόδους
- Σύμπλεγμα Μαμωνιών
- Ιζηματογενή Ακολουθία Τροόδους



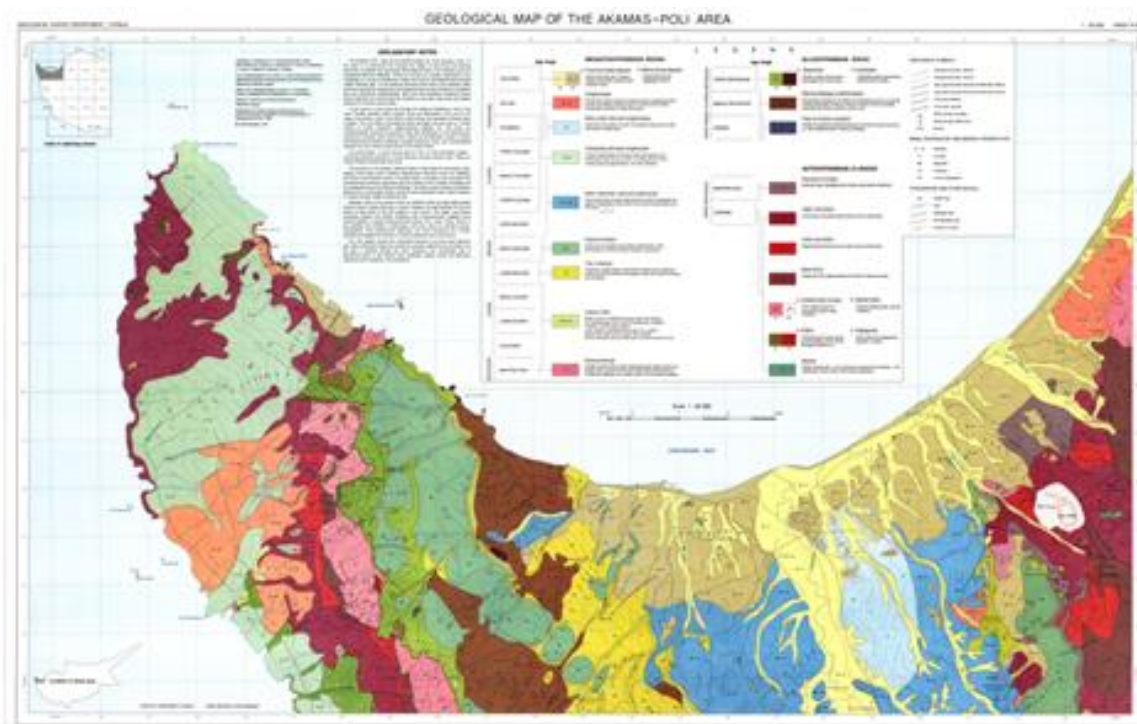
**Εικόνα 3.4:** Θεματικός χάρτης με Γεωλογικές Ζώνες Κύπρου (Geological, 2005)

Η περιοχή της χερσονήσου Ακάμα, στα δυτικά μιας γραμμής που διαπερνά από βορρά προς νότο το χωριό Νέο Χωριό είναι κάτω από τεκτονικά διαμελισμένα βράχια οφιόλιθου τα οποία αντιπαραθέτονται με μείγματα του συμπλέγματος Μαμωνιών. Υπάρχει έντονη παρουσία βασαλτικών πετρωμάτων και κροκαλοπαγών (μελανόλιθος) καθώς επίσης ασβεστολιθικών ψαμμιτών (εικόνα 3.5).

Στα ανατολικά του χωριού Πελαθούσα παρατηρούνται βράχοι από τον οφιόλιθο του Τροόδους. Η στρωματογραφική σειρά του οφιόλιθου του Τροόδους στην περιοχή

παρουσιάζει πετρώματα από λάβα, βασαλτικού πλέγματος και φλεβικών διαβασικών πετρωμάτων (εικόνα 3.5).

Στο κεντρικό τμήμα όπου βρίσκεται και η Πόλη Χρυσοχούς είναι μια ζώνη όπου παρατηρούνται ιζηματογενή πετρώματα αποτελούμενα κυρίως από ασβεστολιθικούς ψαμμίτες, μάργες, κρητίδες και κλασικά ιζήματα (εικόνα 3.5).

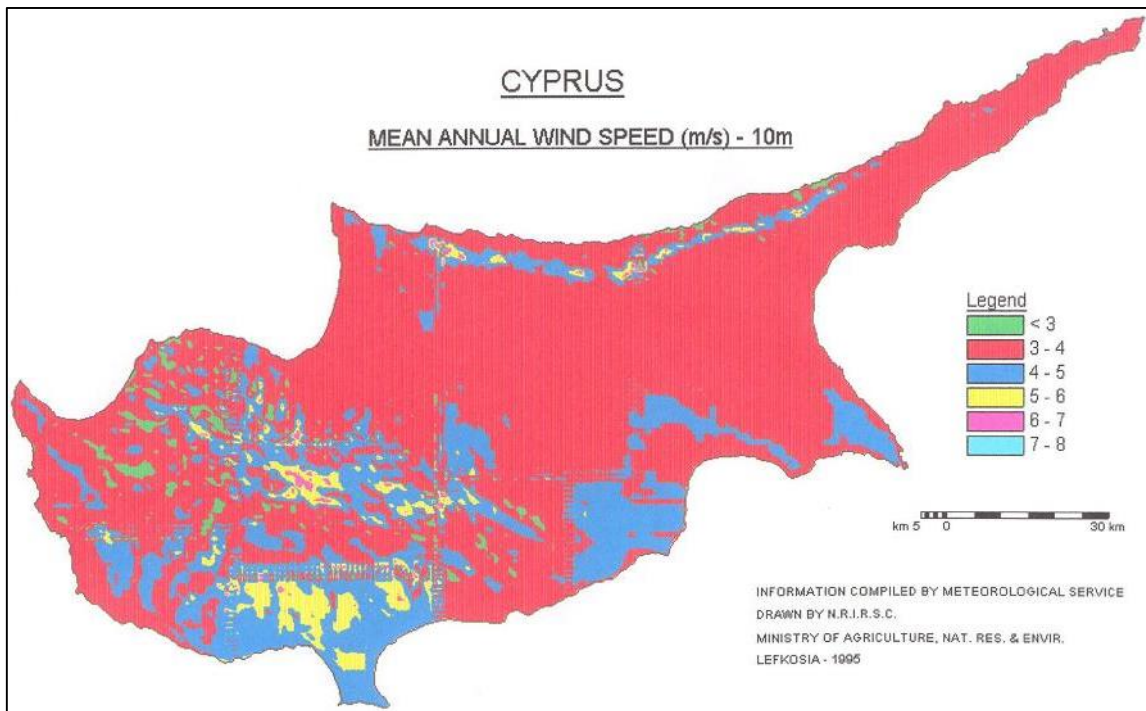


Εικόνα 3.5: Γεωλογικός Χάρτης Πόλης- Ακάμα (Geological, 1992)

### 3.3 Ανεμολογικά δεδομένα

Στην περιοχή Χρυσοχούς λειτουργεί μετεωρολογικός σταθμός όπου υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία. Η μέση ετήσια ταχύτητα των ανέμων στην περιοχή Πόλης Χρυσοχούς είναι 3-4 m/s (εικόνα 3.6).

Σύμφωνα με στοιχεία που δόθηκαν από το Τμήμα Μετεωρολογίας για το σταθμό Πόλης Χρυσοχούς οι επικρατέστεροι άνεμοι έχουν κατεύθυνση από νότια (διεύθυνση 180°) με μέση ετήσια συχνότητα 45.5% και από βόρεια (διεύθυνση 0°) με μέση ετήσια συχνότητα 11.3%. Οι μέγιστες τιμές ταχύτητας ανέμου αντιστοιχούν σε διεύθυνση από τα βόρεια (θάλασσα)(330° -360°) με μέγιστες ωριαίες ταχύτητες 13m/s .



**Εικόνα 3.6:** Θεματικός χάρτης Μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου (Meteorological, 1995)

### 3.4 Κυματικό Κλίμα

Για την περιοχή της ακτής Κόλπου Χρυσοχούς δεν υπάρχουν μετρήσεις κύματος. Τα διαθέσιμα στοιχεία του Τμήματος Δημοσίων Έργων προέρχονται από ανάλυση δεδομένων που πάρθηκαν από το Ολλανδικό Ινστιτούτο Μετεωρολογίας KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institute) και αφορούν αποτελέσματα από παρατηρήσεις πλοίων για τον άνεμο και το κύμα σε ανοικτή θάλασσα για τις παράκτιες περιοχές της Κύπρου (Loizidou & Dekker, 1994). Τα στοιχεία της περιοχής Χρυσοχούς που αφορούν τις συνθήκες ανοικτής θάλασσας έτυχαν σχετικής ανάλυσης από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στα πλαίσια της μελέτης για την προστασία και βελτίωση της ακτής Κόλπου Χρυσοχούς (ΕΜΠ, 2001). Σύμφωνα με την μελέτη του Πολυτεχνείου τα στοιχεία κυματισμού που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή για περίοδο επαναφοράς 50 χρόνων, 5 χρόνων και 1 χρόνου παρουσιάζονται στους αντίστοιχους πίνακες 3.1 , 3.2 και 3.3.

**Πίνακας 3.1:** Ακραίες κυματικές συνθήκες στα ανοιχτά του Κόλπου Χρυσοχούς με περίοδο επαναφοράς τα 50 χρόνια (ΕΜΠ, 2001)

Τομέας Προσπτώσεως	Ύψος Κύματος (μέτρα)	Γωνία προσπτώσεως
75°-105°	3,3	90°
105°-135°	3,3	120°
135°-165°	3,3	150°
165°-195°	4,2	180°
195°-225°	5,2	210°
225°-255°	3,6	240°

**Πίνακας 3.2:** Κυματικές συνθήκες στα ανοιχτά του Κόλπου Χρυσοχούς με περίοδο επαναφοράς τα 5 χρόνια (ΕΜΠ, 2001)

Τομέας Προσπτώσεως	Ύψος Κύματος (μέτρα)	Γωνία προσπτώσεως
75°-105°	2,6	90°
105°-135°	2,6	120°
135°-165°	2,5	150°
165°-195°	3,1	180°
195°-225°	3,9	210°
225°-255°	2,9	240°

**Πίνακας 3.3:** Ετήσιο κυματικό κλίμα στα ανοιχτά του Κόλπου Χρυσοχούς με περίοδο επαναφοράς 1 έτος (ΕΜΠ, 2001)

Τομέας Προσπτώσεως	Ύψος Κύματος (μέτρα)	Γωνία προσπτώσεως
75°-105°	2,6	90°
105°-135°	2,6	120°
135°-165°	2,5	150°
165°-195°	3,1	180°
195°-225°	3,9	210°
225°-255°	2,9	240°

### 3.5 Παλίρροια

Στην περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς δεν υπάρχει εγκατεστημένος παλιρροιογράφος. Από τα στοιχεία παλίρροιας που διαθέτει το Τμήμα Δημοσίων Έργων και προέκυψαν κατά τη διάρκεια χωρομετρικών και βυθομετρικών εργασιών κατά τα τελευταία είκοσι χρόνια

(1997-2017), η αυξομείωση της στάθμης της θάλασσας λόγω της αστρονομικής παλίρροιας στην περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς, δεν ξεπερνά τα 30 εκατοστά.

Η εταιρεία Delft Hydraulics πραγματοποίησε μετρήσεις στο λιμάνι Λεμεσού από τον Νοέμβριο του 1984 έως τον Δεκέμβριο του 1985 και με τα στοιχεία που είχαν καταγραφεί έκανε προβλέψεις ότι για την περίοδο 1987-1991 η αστρονομική παλίρροια θα ήταν της τάξης των  $\pm 30$  εκατοστών δηλαδή συμπίπτουν με τα στοιχεία που διαθέτει το Τμήμα Δημοσίων Έργων.

### 3.6 Δίκτυο Χειμάρρων –Φράγματα περιοχής

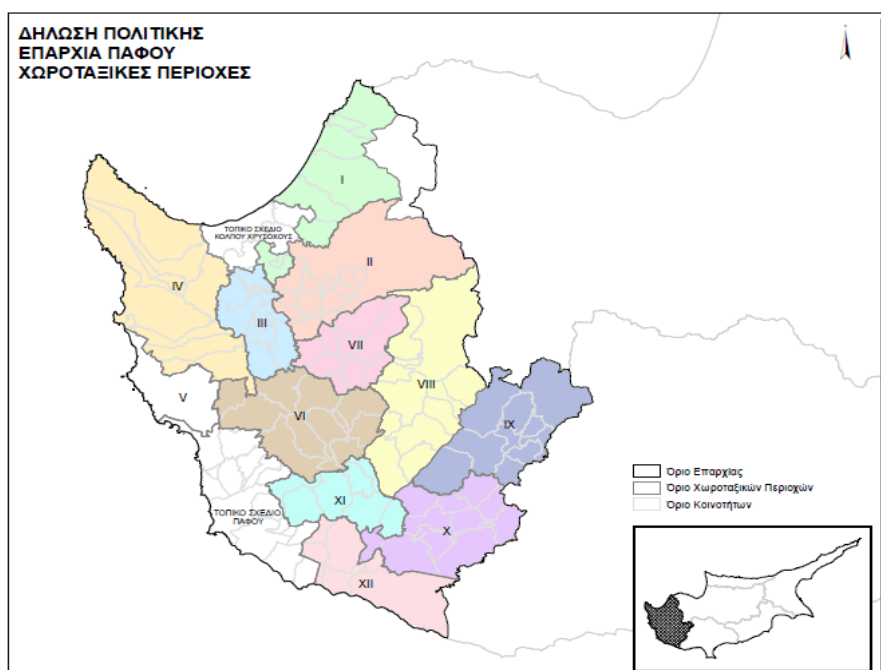
Στον Κόλπο Χρυσοχούς υπάρχει αριθμός χειμάρρων που εκβάλουν εντός του Κόλπου Χρυσοχούς (εικόνα 3.7) με τον μεγαλύτερο αυτό του Σταυρού της Ψώκας (Χρυσοχούς) (πίνακας 3.4). Η έλευσης των φερτών ιζημάτων από την ενδόχωρα προς τις ακτές είναι ο λόγος που σε αρκετά τμήματα της ακτής του Κόλπου Χρυσοχούς υπάρχουν αποθέματα φερτού υλικού από τα ποτάμια η παρουσία των οποίων έχει διαμορφώσει την υφιστάμενη μορφολογία.

Με την Υδατική Πολιτική του Κράτους «Ούτε μία σταγόνα νερού να μη χάνεται στη θάλασσα» η οποία υιοθετήθηκε τη δεκαετία του 70 και εξακολουθεί να είναι σε ισχύ αρκετοί χείμαρροι έχουν αποκοπεί με την κατασκευή φραγμάτων. Στην περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς έχουν κατασκευαστεί και είναι σε λειτουργία τα φράγματα που παρουσιάζονται στο πίνακα 3.4.

**Πίνακας 3.4** Φράγματα περιοχής Κόλπου Χρυσοχούς (ΤΑΥ, 2017)

Ποταμός	Φράγμα	Έτος κατασκευής	Λεκάνη απορροής (τετρ.χλμ.)	Χωρητικότητα (κυβ.μ.)
Σταυρός της Ψώκας (Χρυσοχούς)	Ευρέτου	1986	91	24000000
Μακούντα	Αργάκα	1964	50	990000
Ξερός	Αγία Μαρίνα	1965	8.4	298000
Λιβιάδι	Πωμός	1966	36.3	860000



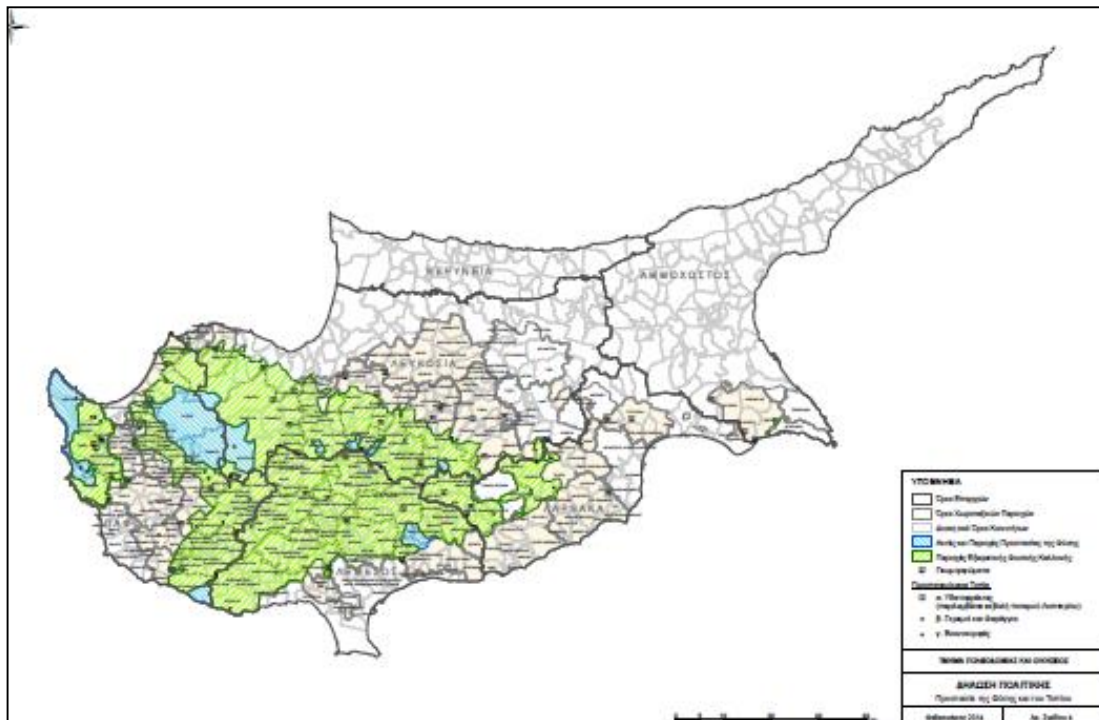


**Εικόνα 3.8:** Χωροταξικές περιοχές – Δήλωση πολιτικής Επαρχίας Πάφου (Πολεοδομία, 2017)

Οι γενικές αρχές της Δήλωσης Πολιτικής για την προστασία της φύσης του τοπίου και των δασών επιβάλλει την προστασία και διατήρηση τους ώστε να διασφαλίζονται οι φυσικές διεργασίες, η αποδοτικότητα των φυσικών πόρων, η ισορροπία και η εξέλιξη των οικοσυστημάτων, καθώς και η ποικιλομορφία, η ιδιαιτερότητα και η μοναδικότητα τους (Πολεοδομίας, 1996).

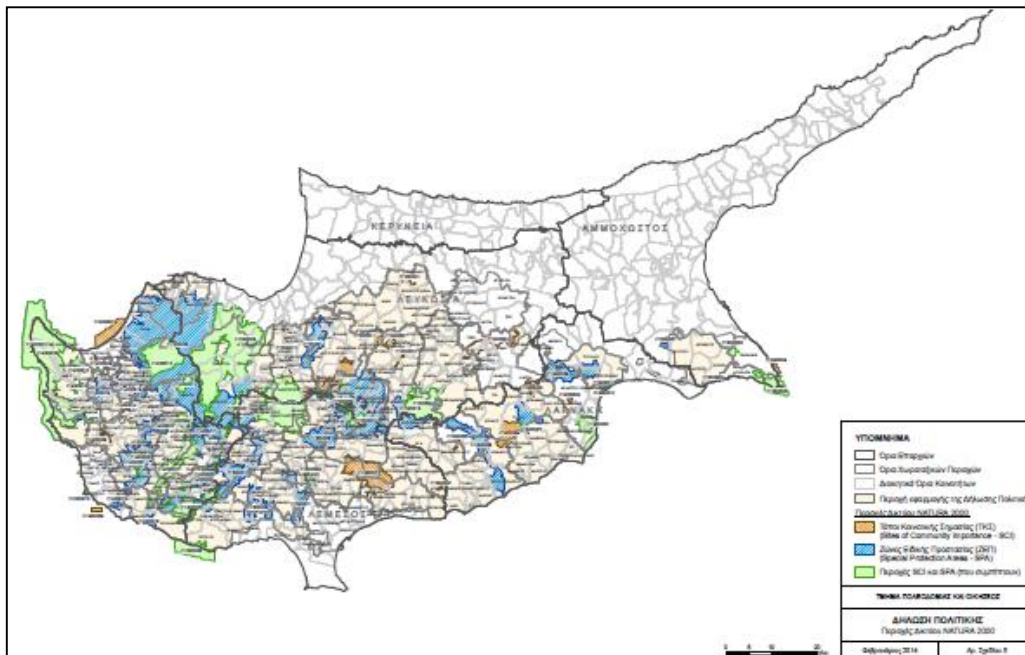
Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων οι πιο πάνω περιοχές έχουν χωριστεί σε :

- Περιοχές εξαιρετικής Φυσικής Καλλονής  
Είναι περιοχές όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός και ποικιλία αξιόλογων οικολογικών, γεωμορφολογικών και αισθητικών στοιχείων. Για τον Κόλπο Χρυσοχούς, τμήμα της χερσονήσου του Ακάμα, εμπίπτει σε αυτή την κατηγορία. Πιο συγκεκριμένα εμπίπτει το χερσαίο τμήμα από το Λατσί μέχρι τα Λουτρά Αφροδίτης ( εικόνα 3.9).



**Εικόνα 3.9:** Χάρτης με τις περιοχές προστασίας της φύσης και του τοπίου-Δήλωση Πολιτικής (Πολοδομία, 2017)

- Προστατευόμενα τοπία  
Αναφέρονται σε περιοχές μεγάλης αισθητικής, οικολογικής, πολιτιστικής ή άλλης αξίας και σημασίας
- Ακτές και Περιοχές προστασίας της φύσης  
Περιοχές με ευαίσθητα οικοσυστήματα, βιότοπους που περιέχουν ποικιλομορφία ή σπάνια ή απειλούμενα είδη χλωρίδας και άγριας πανίδας και εξαιρετα γεωμορφώματα π.χ. περιοχή από τα Λουτρά Αφροδίτης μέχρι ακρωτήριο Αρναούτι).
- Περιοχές Προστασίας του Δικτύου Natura 2000  
Στο δίκτυο εντάσσονται περιοχές οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και ειδών χλωρίδας, πανίδας και πτηνών που είναι σημαντικά σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η χερσόνησος Ακάμα και η περιοχή Αργάκας – Γιαλιάς έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο Natura (εικόνα 3.10).



**Εικόνα 3.10:** Χάρτης με τις περιοχές δικτύου NATURA 2000- Δήλωση Πολιτικής (Πολεοδομία, 2017)

### 3.8 Χρήσεις Γης και Ακτών

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας κατά την απογραφή του πληθυσμού του 2011, οι κάτοικοι της περιοχής ήταν 3765, εκ των οποίων, οι 2018 ήταν εντός του Δήμου Χρυσοχούς (Στατιστική, 2012). Η εκτίμηση του Τμήματος Πολεοδομίας και Οικήσεως είναι ότι η αύξηση του πληθυσμού στην περιοχή τα επόμενα χρόνια θα είναι περιορισμένη και εξαρτάται από την προσέλκυση νέου πληθυσμού από περιοχές εκτός περιφέρειας.

Η απασχόληση των κατοίκων της περιοχής είναι κυρίως η γεωργία, το εμπόριο και ο τουρισμός. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του 2011, 209 κάτοικοι της περιοχής δραστηριοποιούνται στο Πρωτογενή Τομέα, 327 στο Δευτερογενή και 1067 κάτοικοι στον Τριτογενή Τομέα (Στατιστική, 2013). Από τον πιο πάνω οικονομικά ενεργό πληθυσμό εντός του Δήμου Πόλης Χρυσοχούς βρίσκεται περίπου το 68% αυτών που ασχολούνται στον Δευτερογενή και Τριτογενή Τομέα, ενώ μόνο το 30% περίπου ασχολείται με τον Πρωτογενή Τομέα.

Η τάση που υπάρχει στο θέμα απασχόλησης στην περιοχή είναι παρόμοια και με αυτή που συναντιέται και στις υπόλοιπες παραλιακές περιοχές της Κύπρου δηλαδή

αναμένεται η αύξηση της απασχόλησης στον τομέα των υπηρεσιών (περιλαμβανομένου του τουρισμού) και μείωση της απασχόλησης στη βιομηχανία, βιοτεχνία και τη γεωργία.

Στην περιοχή υπάρχει ανεπτυγμένο οδικό δίκτυο το οποίο καλύπτει με ασφαλτοστρωμένους δρόμους όλη την περιοχή από τον Πωμό μέχρι τα Λουτρά της Αφροδίτης. Σύμφωνα με στοιχεία του Κλάδου Κυκλοφοριακών Μελετών του Τμήματος Δημοσίων Έργων, η μέση μικτή ημερήσια κίνηση ανέρχεται σε 5,000 με σημαντική αύξηση κατά την τουριστική περίοδο τους καλοκαιρινούς μήνες. Σε όλη την περιοχή υπάρχουν αναπτυγμένα συστήματα παροχής πόσιμου νερού, ρεύματος και τηλεπικοινωνιών.

### **3.9 Μορφολογία ακτής –Υφιστάμενη κατάσταση**

Για την εξέταση της υφιστάμενης κατάστασης πραγματοποιήθηκαν επιτόπου επισκέψεις και παρατηρήσεις όπου καταγράφηκε η υφιστάμενη κατάσταση και πάρθηκε φωτογραφικό υλικό. Για την περιοχή Ακάμα μετά τον κατασκηνωτικό χώρο, οι πληροφορίες/φωτογραφίες πάρθηκαν από το διαδίκτυο λόγω του ότι δεν υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης (ειδικά οχήματα, εξοπλισμός, σκάφος κλπ). Το φωτογραφικό υλικό παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α, ενώ όλα τα στοιχεία/παρατηρήσεις έχουν καταγραφεί και καταχωρηθεί στο πρόγραμμα QGIS ως διανυσματικό αρχείο με το όνομα MorfologiPoints (εικόνα 3.11).

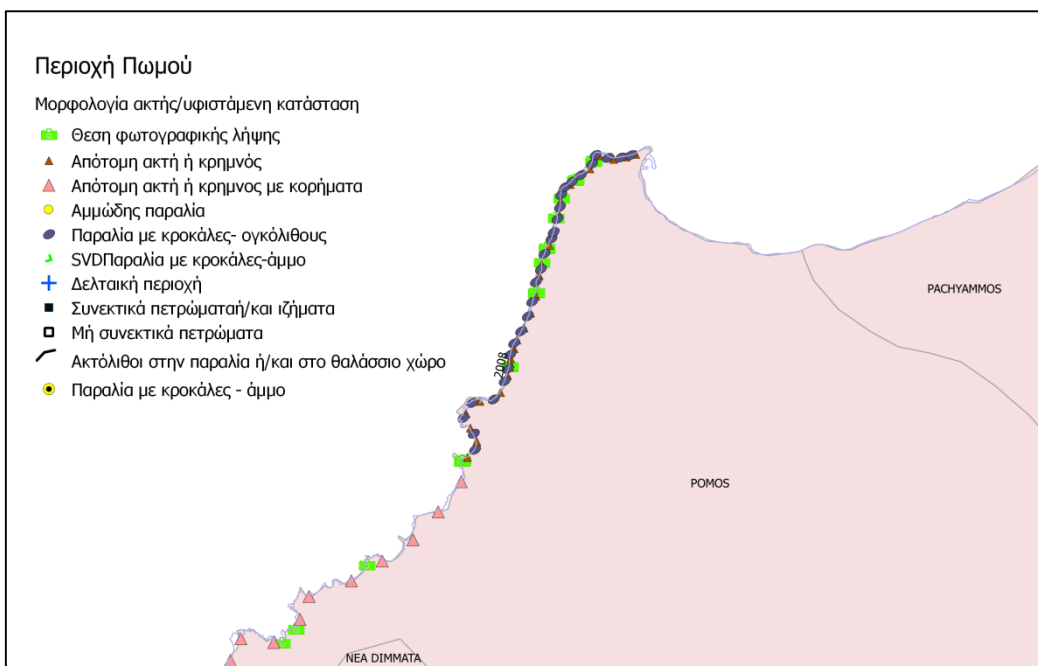
Θέσεις φωτογραφικής  
ποτύπωσης περιοχής Κόλπου  
Χρυσοχούς



**Εικόνα 3.11:** Θεματικός χάρτης με τις θέσεις της φωτογραφικής αποτύπωσης της ακτής στην ευρύτερη περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς (πηγή εικόνας υπόβαθρου Google earth)

Σύμφωνα με τις επιτόπιες παρατηρήσεις η υφιστάμενη μορφολογία των ακτών όπως έχει καταγραφεί είναι η ακόλουθη:

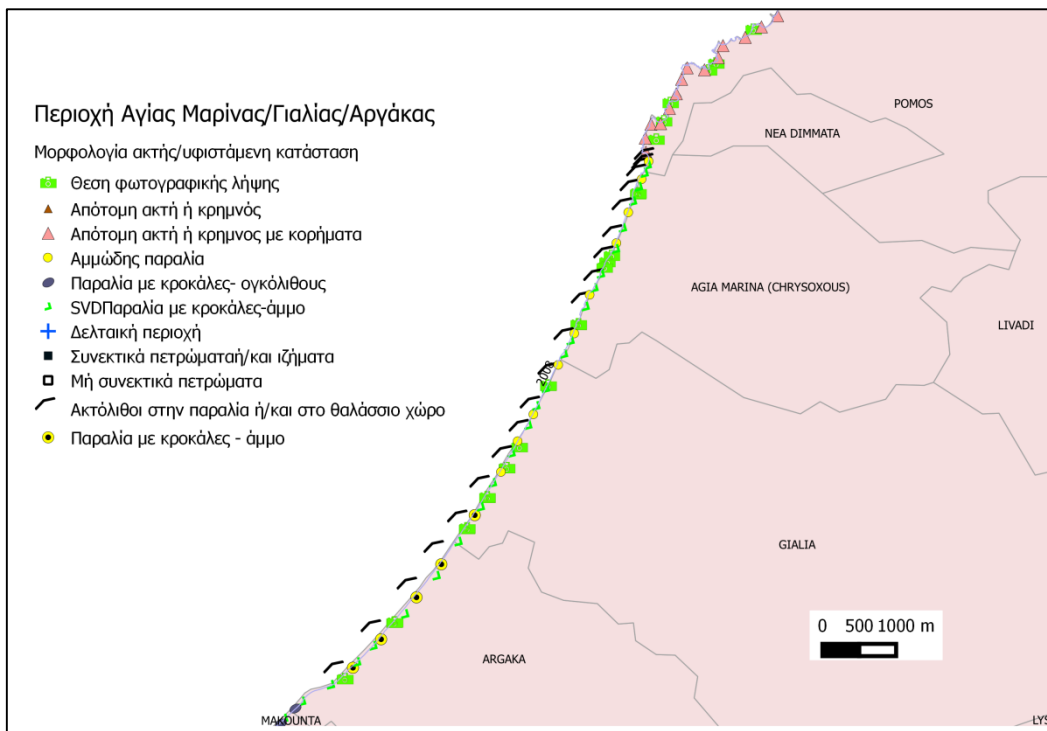
Από το ανατολικό άκρο της περιοχής (τμήμα του ακρωτηρίου Πωμού), η ακτή παρουσιάζει πρανή με μια στενή ζώνη παραλίας που καλύπτεται κυρίως από κροκάλες και μικρούς ογκόλιθους (εικόνα 3.12). Η μορφολογία συνεχίζει με τους πρανή και την στενή ζώνη από κροκάλες και ογκολίθους μέχρι και το ανατολικό τμήμα του Πωμού.



**Εικόνα 3.12:** Θεματικός χάρτης με τη μορφολογία της ακτής στις παράκτιες περιοχές Πωμού και Νέα Δήμματα -πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d).

Στο τμήμα των εκβολών του χείμαρρου Λειβάδι (δίπλα από το κτίριο του Κοινοτικού Συμβουλίου Πωμού), το υφιστάμενο πρανές παρουσιάζει σημεία διάβρωσης ενώ η παραλία καλύπτεται κυρίως από ογκόλιθους και κροκάλλες. Δυτικότερα μέχρι το χωριό Νέα Δήμματα η ακτογραμμή είναι απότομη με καταπτώσεις βράχων με στενές παραλίες από κροκάλλες-ογκόλιθους (εικόνα 3.12).

Δυτικά του χωριού Νέα Δήμματα (εκκλησιάκι του Αγίου Ηλία) κατά μήκος της παραλίας μπροστά από τα χωριά Αγία Μαρίνα Χρυσοχούς, Γιαλιά, μέχρι ανατολικά της Αργάκας κύριο χαρακτηριστικό της παραλίας είναι η σχεδόν συνεχής παρουσία ακτολίθων γύρω από την ακτογραμμή (εικόνα 3.13). Οι ακτόλιθοι αποτελούνται από μείγμα τσιμεντοποιημένων άμμων, κροκάλων και ογκολίθων. Οι ακτόλιθοι βρίσκονται στο επίπεδο ή/και υποθαλάσσια της ακτογραμμής και φαίνονται να αποτελούν το υπόβαθρο των ιζημάτων της παραλίας και της αβαθούς ζώνης. Η παραλία πίσω από τους ακτόλιθους αποτελείται κυρίως από άμμο μέχρι το φυσικό πρανές. Η παρουσία των ακτολίθων αποτελεί θωράκιση του θαλάσσιου μετώπου.



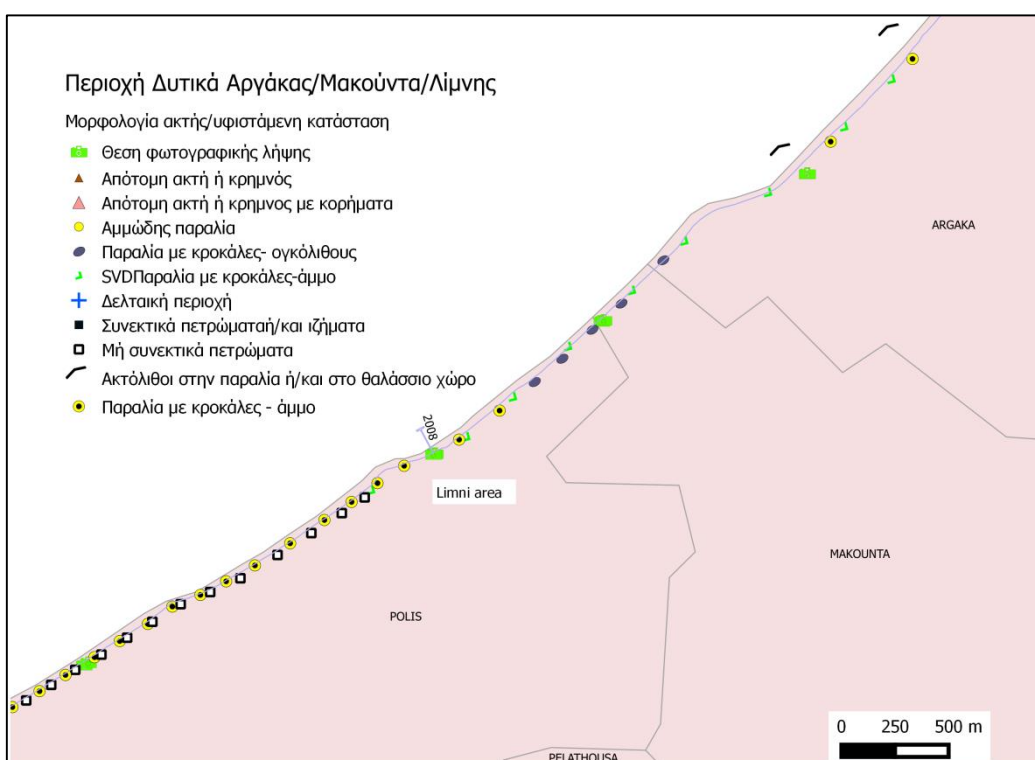
Εικόνα 3.13: Θεματικός χάρτης με τη μορφολογία της ακτής στις παράκτιες περιοχές Αγίας Μαρίνας, Γιαλιάς και Αργάκας - πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d)

Το ΒΑ τμήμα της περιοχής (περιοχή Αργάκας) παρουσιάζει διάβρωση των υφιστάμενων πρανών/εδαφών, ενώ πίσω από την παραλία και στο υπόλοιπο τμήμα δεν παρουσιάζονται δραστικές διεργασίες κατά μήκος της ακτογραμμής. Νότιο - δυτικά της ζώνης με τους ακτόλιθους, η παραλία συνεχίζει να παρουσιάζει ένα πλάτος ακτής 20-30 μέτρα το οποίο καλύπτεται κυρίως από χαλίκια και κροκάλες και ενδιάμεσες στρώσεις άμμου. Κύριο χαρακτηριστικό της παράκτιας ζώνης είναι το ανάγλυφο και η παρουσία χαμηλής βλάστησης που αποτελεί το όριο του πλάτους της παραλίας. Πίσω από τη βλάστηση αρχίζει αμέσως το παραλιακό μέτωπο όπου στα τμήματα στα οποία η βλάστηση (μικροί θάμνοι) έχουν καταστραφεί από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις η ακτογραμμή παρουσιάζει φαινόμενα υποχώρησης.

Η παραλία αλλάζει εντός των ορίων του χωρίου Μακούντα και η ζώνη της παραλίας μήκους 1 Km περίπου παρουσιάζει έντονη διάβρωση με υπόσκαψη των υφιστάμενων πρανών και υποχώρηση της ακτογραμμής (εικόνα 3.14).

Η παράκτια ζώνη στην περιοχή Λίμνης παρουσιάζει πολλές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις λόγω της λειτουργίας παλαιότερα των παράκτιων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και φόρτωσης μεταλλευμάτων(εικόνα 3.14). Η βλάστηση στο όριο του

πλάτους της παραλίας είναι συχνά καταστραμμένη, ενώ πιο πίσω το έδαφος περιέχει στρώσεις μεταλλευμάτων ή προϊόντων απόρριψης μεταλλευτικού πηλού. Το πλάτος της παραλίας στενεύει και το εύρος της κυμαίνεται από 10-30 μέτρα ενώ η παραλία καλύπτεται με λεπτόκοκκη άμμο, κροκάλες και ογκόλιθους. Τοπικά παρατηρούνται σκουρόχρωμες συγκεντρώσεις κόκκων βαρέων ορυκτών ενώ η ακτή γύρω από τους προβόλους φορτοεκφόρτωσης των μεταλλευμάτων έχει θωρακιστεί με φυσικούς ογκόλιθους για προστασία του πρανούς από τη διάβρωση. Δυτικότερα το πλάτος της παραλίας διευρύνεται και κυμαίνεται από 20 έως 40 μέτρα. Σε κάποια τμήματα πίσω από το πλάτος της παραλίας υπάρχει ψηλή βλάστηση.



**Εικόνα 3.14:** Θεματικός χάρτης με τη μορφολογία της ακτής στις παράκτιες περιοχές Αγίας Μαρίνας, Μακούντας και Λίμνης -πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d)

Δυτικά της αποβάθρας, η παραλία καλύπτεται από άμμο με κροκάλες (εικόνα 3.14). Προχωρώντας δυτικότερα προς το ξενοδοχείο Natura το πλάτος της παραλίας στενεύει και το εύρος της κυμαίνεται από 20- 30 μέτρα. Επιπρόσθετα γίνεται εμφανής και πιο έντονη η διάβρωση των υφιστάμενων πρανών ειδικά στις περιοχές με μη συνεκτικά/χαλαρά πετρώματα.

Η διάβρωση των πρανών είναι πιο εμφανής πλησιάζοντας τον κατασκηνωτικό χώρο Πόλης Χρυσοχούς. Ενδεικτικό της ύπαρξης σοβαρής διάβρωσης στην περιοχή κατασκηνωτικού χώρου είναι η κατάρρευση του παραλιακού πεζόδρομου (εικόνα 3.15).

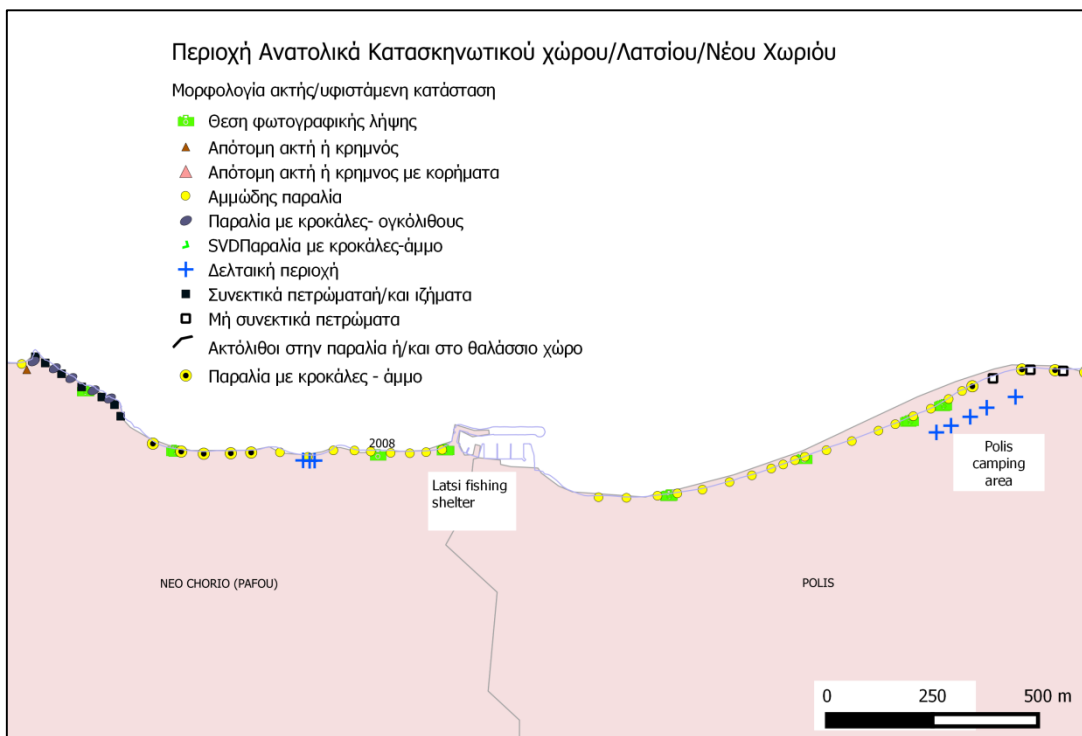


**Εικόνα 3.15:** Υφιστάμενη κατάσταση παραλιακού πεζόδρομου στην περιοχή κατασκηνωτικού χώρου Πόλη Χρυσοχούς όπου διακρίνονται οι ζημιές που έχει υποστεί λόγω διάβρωσης

Η ακτή δυτικά του κατασκηνωτικού χώρου μέχρι το λιμανάκι είναι κυρίως αμμώδης (εικόνα 3.16). Στο τμήμα αυτό υπάρχουν υφιστάμενοι 4 παράλληλοι κυματοθραύστες χαμηλής στέψης ενώ στο υπόλοιπο τμήμα είναι υπό εξέλιξη η κατασκευή ακόμα 10 παράλληλων κυματοθραυστών. Το τμήμα της ακτής όπου δεν καλύπτεται από τους υφιστάμενους κυματοθραύστες παρουσιάζει διάβρωση η οποία είναι εμφανής στο υφιστάμενο πρανές. Το τμήμα της περιοχής πριν από τον λιμένα του Λατσιού, η περιοχή των εκβολών του χείμαρρου του Αγίου Ιωάννη, έχει προστατευτεί με την κατασκευή θωράκισης από φυσικούς ογκόλιθους.

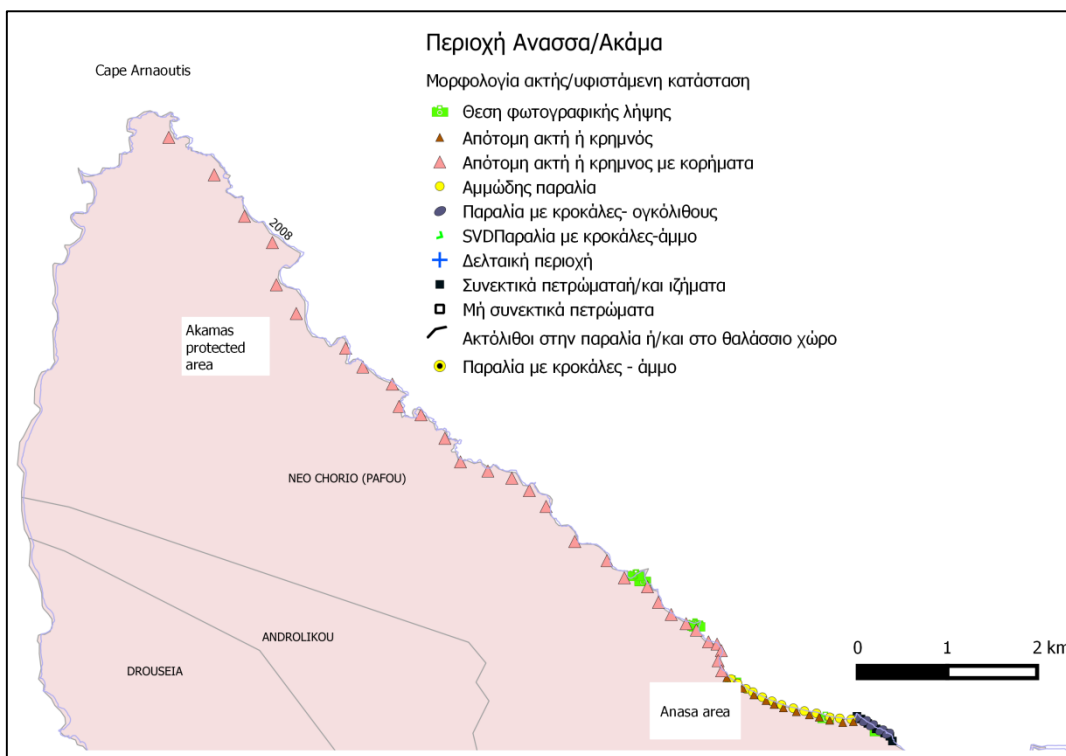
Η παραλία δυτικά του λιμένα Λατσιού καλύπτεται από χονδρόκοκκη άμμο και λίγες κροκάλες ενώ τοπικά στις εκβολές των μικρών χείμαρρων της περιοχής (Ξενοδοχείο Σούλι), εμφανίζεται περιοδική διάβρωση. Η ίδια μορφολογία συνεχίζεται σε όλο το μήκος της παραλίας που emπίπτει στα όρια του Νέου Χωριού Πάφου μέχρι το ανατολικό άκρο

της προστατευόμενης περιοχής της χερσονήσου του Ακάμα που εμπίπτει στο Δίκτυο Natura.



**Εικόνα 3.16:** Θεματικός χάρτης με τη μορφολογία της ακτής στις παράκτιες περιοχές Λατσίου και Νέου Χωριού Πάφου -πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d).

Δυτικότερα σχηματίζεται η παραλία μπροστά από το ξενοδοχείο Άνασσα που αποτελείται από χονδρόκοκκη άμμο. Η παραλία αυτή φαίνεται να είναι σε ισορροπία. Δυτικότερα μέχρι το Ακρωτήριο Αρναούτη η ακτογραμμή είναι απότομη και αποτελείται από σκληρά πετρώματα (εικόνα 3.17). Σε κάποια τμήματα σχηματίζονται τοπικές παραλίες που καλύπτονται από ογκόλιθους και κροκάλες ενώ τοπικά υπάρχουν μικρές αμμώδης παραλίες.



**Εικόνα 3.17:** Θεματικός χάρτης με τη μορφολογία της ακτής στις παράκτιες περιοχές Νέου Χωριού Πάφου- Χερσόνησος Ακάμα - πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d)

### 3.10 Μορφολογία Βυθού - Κλίσεις

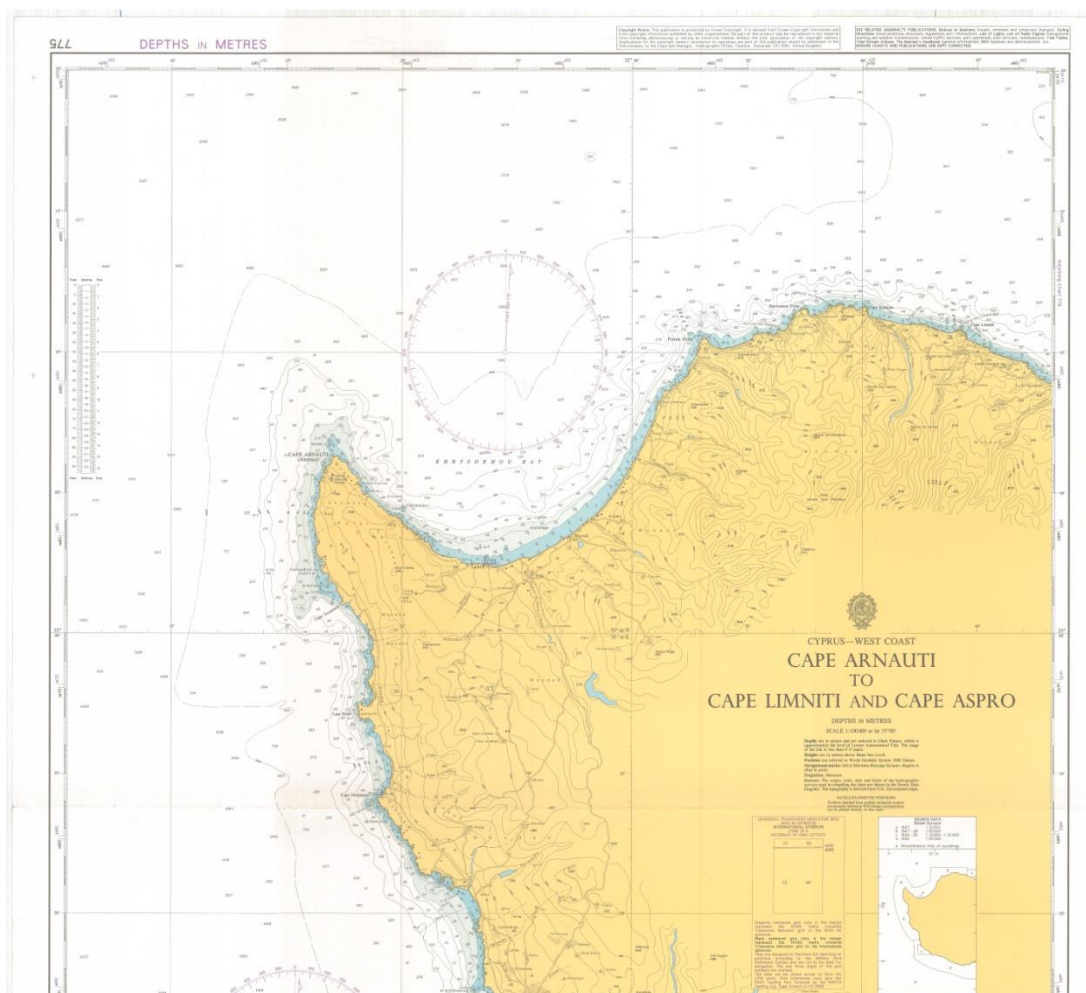
Η μορφολογία του βυθού από το Βορειοανατολικό τμήμα του Κόλπου (Πωμός) μέχρι την περιοχή όπου η ακτογραμμή καλύπτεται από ακτόλιθους παρουσιάζει κλίσεις μέχρι την ισοβαθή των -10 μέτρων που κυμαίνονται από 1:55 έως 1:65. Κύριο χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ότι ο βυθός καλύπτεται κύρια από άμμο μέχρι την ισοβαθή των -10 μέτρων ενώ απαντώνται και απομονωμένοι βράχοι ιδιαίτερα κοντά στην ακτογραμμή.

Το κεντρικό τμήμα του κόλπου Χρυσοχούς έως το Λιμένα Λατσιού παρουσιάζει μέχρι την ισοβαθή - 10 μέτρων κλίσεις πολύ μικρές που κυμαίνονται από 1:65 έως 1:90. Ο βυθός καλύπτεται κυρίως από λεπτόκοκκη άμμο με περιορισμένες βραχώδεις εξάρσεις.

Δυτικά του Λατσιού ο βυθός γίνεται πιο απότομος με κλίσεις, μέχρι την ισοβαθή των -10 μέτρων μικρότερες από 1:50. Τα ιζήματα του βυθού γίνονται πιο χονδρόκοκκα ενώ οι βραχώδεις εξάρσεις είναι συχνές.

Σημειώνεται ότι, για σκοπούς υπολογισμού των κλίσεων του βυθού χρησιμοποιήθηκε ο ναυτικός χάρτης για την ευρύτερη περιοχή Πόλης Χρυσοχούς στον οποίο παρουσιάζονται

τα βυθομετρικά στοιχεία σε μέτρα από μετρήσεις που έχουν γίνει από το Βρετανικό Ναυτικό για την Κυπριακή Δημοκρατία. Οι χάρτες υπάρχουν στο Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας αντίγραφα των οποίων απέκτησε και διαθέτει ο Κλάδος Θαλάσσιων Έργων του Τμήματος Δημοσίων Έργων, από όπου και λήφθηκαν τα στοιχεία (εικόνα 3.18).



**Εικόνα 3.18:** Ναυτικός χάρτης ευρύτερης περιοχής Κόλπου Χρυσοχούς (βυθομετρικά δεδομένα Κλάδου Θαλάσσιων Έργων)

Η περιγραφή του πυθμένα έγινε από στοιχεία που διαθέτει ο Κλάδος Θαλάσσιων Έργων καθώς και στοιχεία από την γεωπύλη του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας (ΤΚΧ, 2017d) όπου για την περιοχή Πόλης Χρυσοχούς παρουσιάζονται οι περιοχές εντός του θαλάσσιου χώρου στις οποίες υπάρχει λεπτόκοκκο υλικό (άμμος και χαλίκια) (εικόνα 3.19), βράχοι και βραχώδης εξάρσεις (εικόνα 3.20).



**Εικόνα 3.19:** Περιοχές με λεπτόκοκκα υλικά στην ευρύτερη περιοχή Πόλης Χρυσόχους (ΤΚΧ, 2017d) (πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)



**Εικόνα 3.20:** Βραχώδης Περιοχές και εξάρσεις στην ευρύτερη περιοχή Πόλης Χρυσόχους (ΤΚΧ, 2017d) (πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

## 3.11 Παράκτια έργα

Στην περιοχή του Κόλπου Χρυσοχούς σε διαφορετικούς χρόνους έχει γίνει αριθμός ανθρώπινων επεμβάσεων στο παραλιακό μέτωπο με την κατασκευή λιμενικών και παράκτιων έργων (εικόνα 3.21). Πιο συγκεκριμένα έχουν κατασκευαστεί:

- Αλιευτικό καταφύγιο Λατσίου  
Το αλιευτικό καταφύγιο Λατσίου ανήκει στην Αρχή Λιμένων Κύπρου αλλά χρησιμοποιείται και από το Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών. Το αρχικό αλιευτικό περιοριζόταν στην ανατολική υφιστάμενη λιμενολεκάνη και είχε κατασκευαστεί τη δεκαετία του '80. Λόγω του ότι αυξήθηκε η τουριστική βιομηχανία και υπήρχε περισσότερη ζήτηση για θέσεις ελλιμενισμού σκαφών, το 2003 το κράτος προχώρησε με την αναβάθμισή του. Οι εργασίες αναβάθμισης ολοκληρώθηκαν το 2005.
- Θωράκιση Πρανούς με φυσικού ογκόλιθους  
Στο νότιο μέρος του υπήνεμου κυματοθραύστη και των εκβολών του χειμάρρου Αγίου Ιωάννη μέχρι το κέντρο Ψαρόπουλλος έχει κατασκευαστεί για την προστασία των πρανών θωράκιση από φυσικούς ογκόλιθους.
- Παράλληλοι κυματοθραύστες  
Για την προστασία της παράκτιας ζώνης ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου, το Τμήμα Δημοσίων Έργων σε συνεργασία με το Δήμο Πόλης Χρυσοχούς προχώρησε με την κατασκευή 4 παράλληλων κυματοθραυστών χαμηλής στέψης (+0,25εκ. από το ΜΣΘ). Οι κατασκευαστικές εργασίες άρχισαν το 2010 και ολοκληρώθηκαν το 2012. Την παρούσα περίοδο βρίσκονται υπό κατασκευή τα έργα προστασίας της Β Φάσης, Συγκεκριμένα θα κατασκευαστούν ακόμη 10 κυματοθραύστες ανατολικότερα από τους υφιστάμενους μέχρι το κατασκηνωτικό χώρο Πόλης Χρυσοχούς. Τα έργα ξεκίνησαν το Νοέμβριο 2016 και αναμένεται να ολοκληρωθούν το καλοκαίρι του 2018.
- Μεταλλική Αποβάθρα στην περιοχή Λίμνη  
Η αποβάθρα είναι μεταλλική σε πασσάλους και είχε κατασκευαστεί για τις ανάγκες εξαγωγής μεταλλεύματος από το λατομείο στην περιοχή Λίμνη. Η αποβάθρα τα τελευταία χρόνια έχει συντηρηθεί και χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τους επισκέπτες της περιοχής για περίπατο και οπτική παρατήρηση της περιοχής.

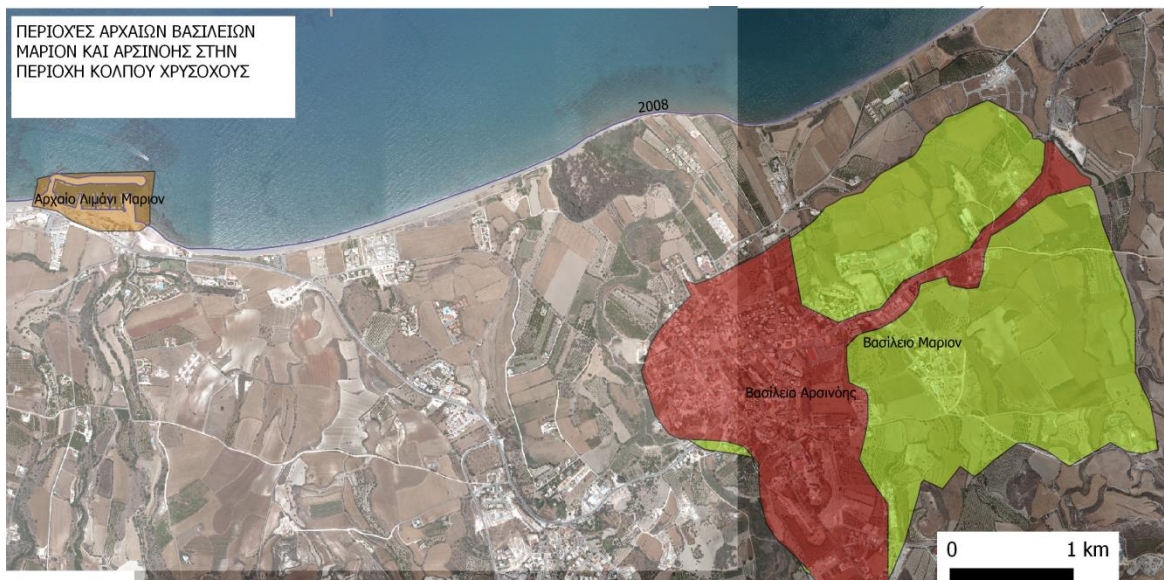


**Εικόνα 3.21:** Υφιστάμενα και προτεινόμενα έργα προστασίας (ΤΔΕ, 2017α)  
(πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

## 3.12 Αρχαιότητες

Σύμφωνα με πληροφορίες που δόθηκαν από το Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιοτήτων του Πανεπιστημίου Κύπρου και του Εργαστηρίου Ενάλιων Αρχαιολογικών Ερευνών, στο Τμήμα της παράκτιας ζώνης της ευρύτερης περιοχής Πόλης Χρυσοχούς το οποίο είναι εκτεθειμένο στην κυματική δράση δεν έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί σημαντικές αρχαιότητες.

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται για το αρχαίο βασίλειο Μάριον και το βασίλειο Αρσινόης (το οποίο τοποθετείται στην ίδια περιοχή με αυτό του Μάριον) τα οποία χωροθετούνται στην ενδοχώρα της περιοχής του κατασκηνωτικού χώρου. Επιπρόσθετα, πιστεύεται ότι το αρχαίο λιμάνι της Μάριον βρισκόταν στην περιοχή όπου σήμερα βρίσκεται το υφιστάμενο αλιευτικό καταφύγιο. Οι ενδεικτικές θέσεις των αρχαίων βασιλείων και του λιμένα καταγράφονται στην εικόνα 3.22.

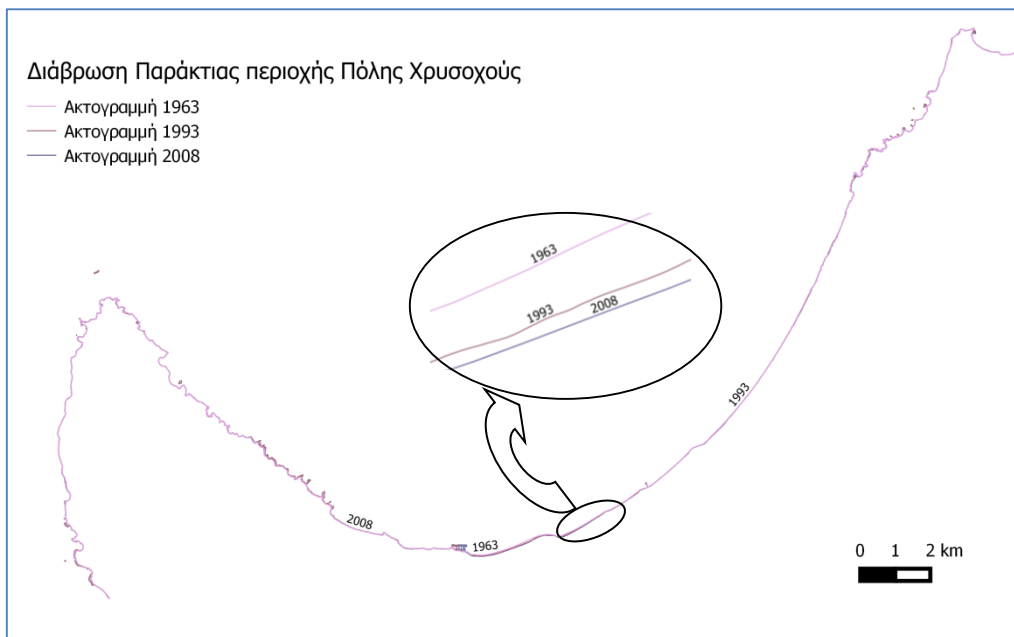


**Εικόνα 3.22:** Περιοχές όπου τοποθετούνται τα αρχαία βασίλεια και ο αρχαίος λιμένας στην περιοχή Χρυσοχούς (πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

### 3.13 Διάβρωση παραλιακού τμήματος

Σύμφωνα με στοιχεία που πάρθηκαν από τη Γεωπύλη του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας για την περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς έγινε προσπάθεια για μια καταρχήν καταγραφή του φαινομένου διάβρωσης.

Πιο συγκεκριμένα έχουν παρθεί από την πλατφόρμα του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας μέσω του σύστημα Αριάδνης (ΤΚΧ, 2017d) σε μορφή διανυσμάτων τα στοιχεία της ακτογραμμής της Κύπρου για τα έτη 1963, 1993 και 2008. Μέσω της χρήσης των εργαλείων του προγράμματος QGIS, για σκοπούς της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής και για να είναι πιο εύκολη η διαχείριση των πληροφοριών, τα στοιχεία και των ακτογραμμών έχουν αποκοπεί ώστε να καλύπτουν μόνο την περιοχή του Κόλπου Χρυσοχούς. Τα τροποποιημένα διανύσματα ακτογραμμής σώθηκαν σε νέα αρχεία στα οποία και δόθηκαν τα ονόματα polis63, polis93 και polis2008 αντίστοιχα με τη χρονιά που αντιπροσωπεύουν (εικόνα 3.23).



**Εικόνα 3.23:** Θεματικός χάρτης με τις ακτογραμμές της περιοχής Πόλης Χρυσοχούς για τα έτη 1963,1993 και 2008 (ΤΚΧ, 2017d)

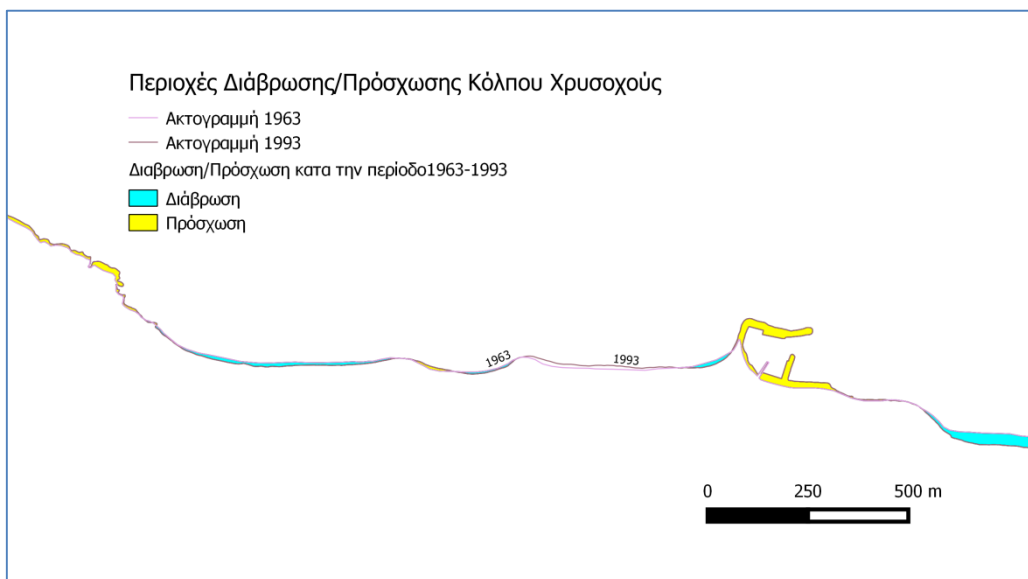
Από την αντιπαράθεση των ακτογραμμών του 1963, 1993 και 2008 (εικόνα 3.23) είναι ευδιάκριτο ότι σε κάποια τμήματα του Κόλπου παρουσιάζεται διάβρωση.

Σύμφωνα με την μελέτη για την Προστασία και Βελτίωση της Ακτής Κόλπου Χρυσοχούς που πραγματοποιήθηκε από το Τμήμα Δημοσίων Έργων σε συνεργασία με το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ, 2000) οι κυριότεροι λόγοι διάβρωσης στην περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς είναι:

- Η κατασκευή των φραγμάτων στην περιοχή η οποία αποστέρησε από την παραλία τον εμπλουτισμό της με φερτά ιζήματα.
- Η κατασκευή του αλιευτικού καταφυγίου στην περιοχή Λατσιού
- Η παράνομη λατόμευση υλικού από την παραλία (χαλίκια και άμμο) για τις ανάγκες της οικοδομικής βιομηχανίας.
- Επίσης λόγω της λειτουργίας του λατομείου στην περιοχή Λίμνης μέρος των παραλιακού πρανούς έχει αλλοιωθεί λόγω των επεμβάσεων που έγιναν για σκοπούς φορτοεκφόρτωσης του μεταλλεύματος αλλά και της εναπόθεσης μεταλλευμάτων ή προϊόντων απόρριψης μεταλλευτικού πηλού.

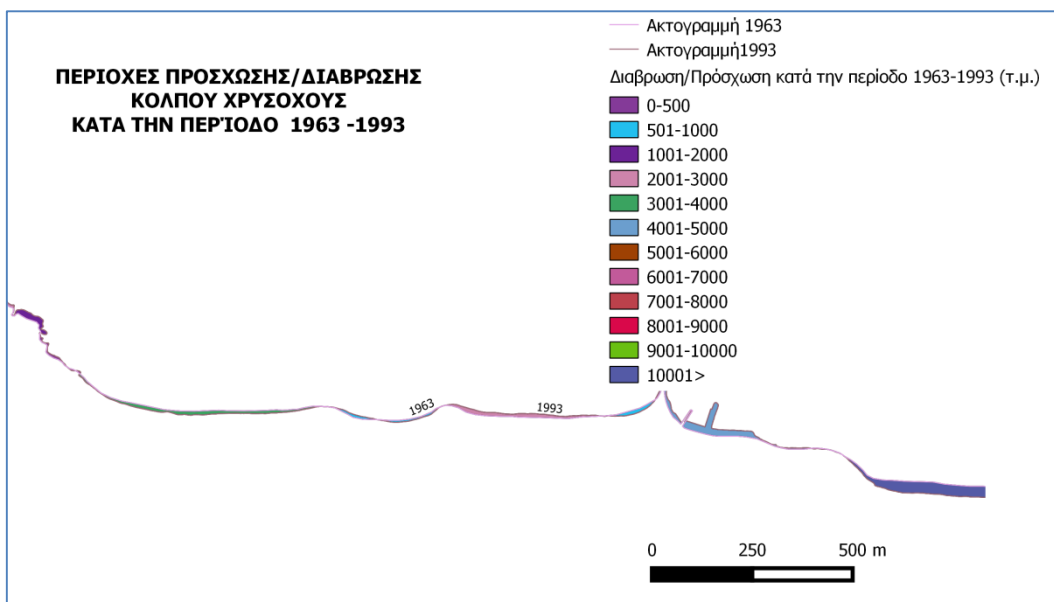
Για να εντοπιστούν οι περιοχές στις οποίες έχουν παρουσιαστεί προβλήματα διάβρωσης έγινε αντιπαράθεση των ακτογραμμών με την χρήση του προγράμματος QGIS και

δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα διανυσματικά αρχεία με πολύγωνα για τις περιόδους 1963-1993, 1963-2008 και 1993-2008. Για κάθε περίπτωση από τα πολύγωνα που δημιουργήθηκαν εντοπίστηκαν οι περιοχές όπου με την πάροδο του χρόνου το πλάτος της ακτής παρουσιάζει αύξηση (πρόσχωση) ή μείωση (διάβρωση). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σύγκρισης ετοιμάστηκαν οι αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες όπου οι περιοχές κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το αν σε αυτή παρουσιάζεται διάβρωση (περιοχές με κυανό χρώμα) ή πρόσχωση (περιοχές με κίτρινο χρώμα) (εικόνα 3.24).



**Εικόνα 3.24:** Θεματικός χάρτης με τις ακτογραμμές για τμήμα της περιοχής Πόλης Χρυσοχούς για τα έτη 1963 και 1993 όπου διακρίνονται οι περιοχές διάβρωσης και πρόσχωσης

Επίσης μέσω του προγράμματος QGIS έγινε ο υπολογισμός του εμβαδού του κάθε τμήματος ξεχωριστά σε τετραγωνικά μέτρα ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός των περιοχών με τις μεγαλύτερες αλλαγές. Σύμφωνα με το εύρος των τιμών του εμβαδού που υπολογίστηκε για κάθε τμήμα στην περιοχή Πόλης Χρυσοχούς (είτε αυτό αφορά πρόσχωση είτε διάβρωση) έγινε η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση και δημιουργήθηκαν οι θεματικοί χάρτες για κάθε περίοδο (εικόνα 3.25).



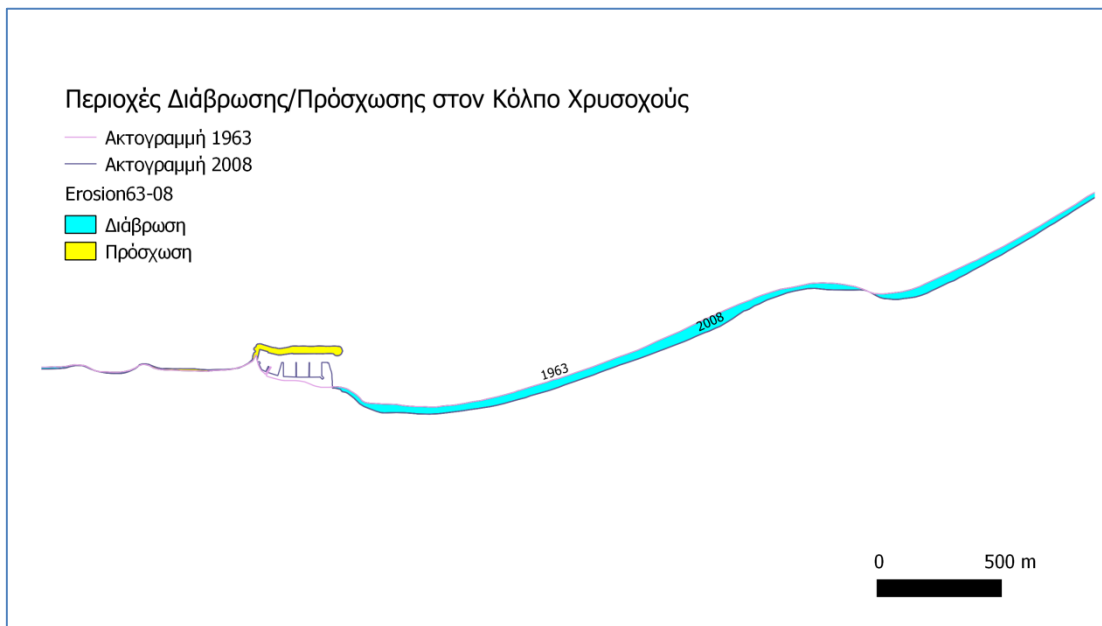
**Εικόνα 3.25:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της περιοχής Πόλης Χρυσοχούς για τα έτη 1963 και ,1993 σύμφωνα με το εμβαδό (τ.μ.) κατάληψης της διάβρωσης ή πρόσχωσης που παρουσιάζουν.

Από την σύγκριση των ακτογραμμών του 1963 και 1993 συνοπτικά μπορεί να διεξαχθούν τα πιο κάτω συμπεράσματα:

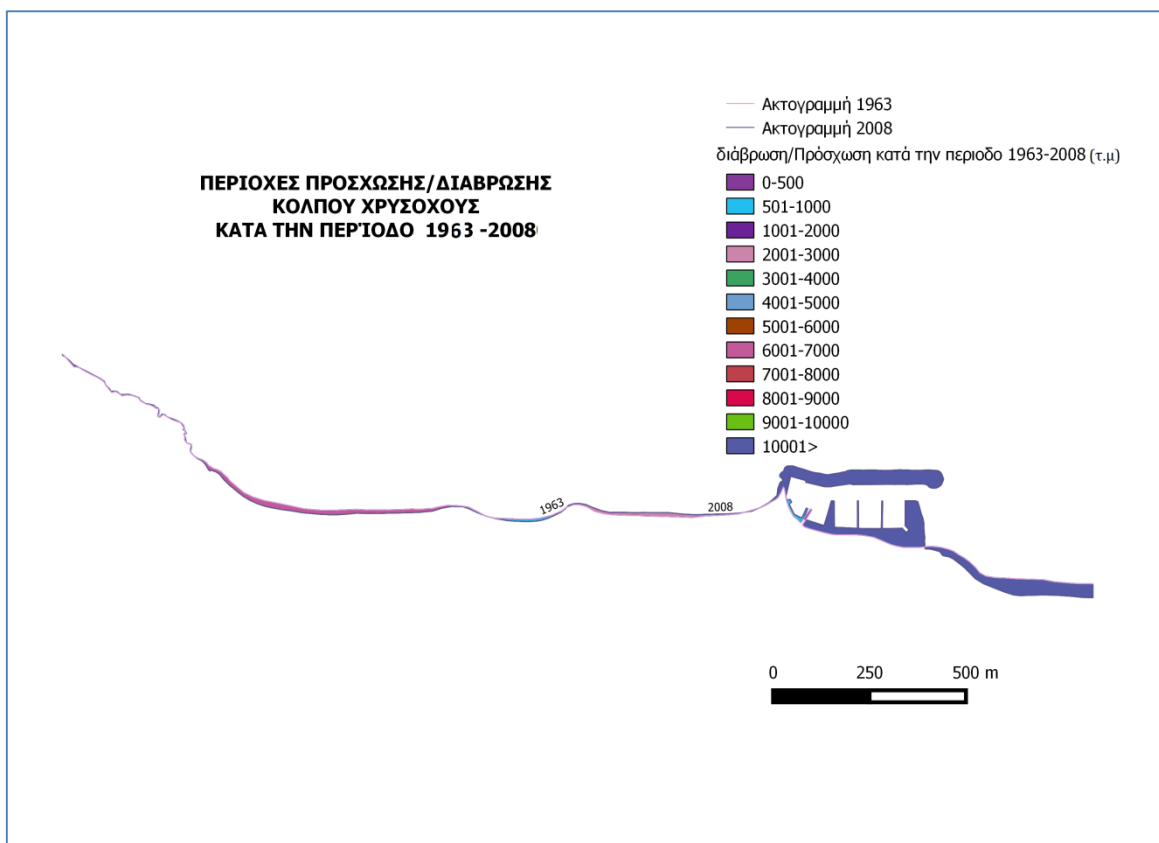
- Η περιοχή από το βορειοανατολικό άκρο (ακρωτήριο Πωμού) μέχρι την περιοχή Αγίου Ηλία μπορεί να λεχθεί ότι είναι σε ισορροπία (αλλαγές σε εμβαδό <500 τ.μ) παρά το γεγονός ότι παρατηρούνται διακυμάνσεις της τάξης των 2000 τ.μ που όμως είναι δυνατόν να οφείλονται σε σφάλμα χαρτογράφησης.
- Στο τμήμα από την περιοχή Αγίου Ηλία μέχρι το τμήμα ανατολικά της αποβάθρας στην περιοχή Λίμνης η ακτή παρουσιάζει μια ευστάθεια η οποία μπορεί να δικαιολογηθεί από την παρουσία ακτολίθων.
- Από την περιοχή Λίμνης μέχρι το τμήμα ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου Λατσιού παρουσιάζεται σημαντική υποχώρηση με τις μεγαλύτερες στις περιοχές των εκβολών ποταμού Χρυσοχούς και ποταμού Αργάκι της Λίμνης.
- Δυτικά του αλιευτικού καταφυγίου παρουσιάζονται ελαφρές διακυμάνσεις πρόσχωσης και διάβρωσης όμως στις περιοχές των εκβολών Πετράτη και Κουρουλλά παρουσιάζεται πρόσχωση.
- Στο υπόλοιπο τμήμα του Κόλπου μέχρι το ακρωτήριο Αρναούτη η ακτή μπορεί να λεχθεί ότι είναι σε ισορροπία. Σε κάποια τμήματα της ακτής όπου παρουσιάζεται σημαντική πρόσχωση είναι εμφανές ότι υπάρχει σφάλμα στη χαρτογράφηση

(στην ακτογραμμή του 1993 εμφανίζονται βραχώδης εξάρσεις οι οποίες δεν είχαν καταγραφεί στην ακτογραμμή του 1963).

Συγκρίνοντας τις ακτογραμμές 1963-2008 (εικόνα 3.26) για κάθε τμήμα της ακτής καθώς και την καταγραφή της έκτασης της διάβρωσης/πρόσχωσης σε τετραγωνικά μέτρα (εικόνα 3.27) μπορεί να λεχθεί ότι η συμπεριφορά της ακτής για την συγκεκριμένη περίοδο είναι ανάλογη της περιόδου 1963-1993.



**Εικόνα 3.26:** Θεματικός χάρτης με τις ακτογραμμές για τμήμα της περιοχής Πόλης Χρυσοχούς για τα έτη 1963 και 2008 όπου διακρίνονται οι περιοχές διάβρωσης και πρόσχωσης

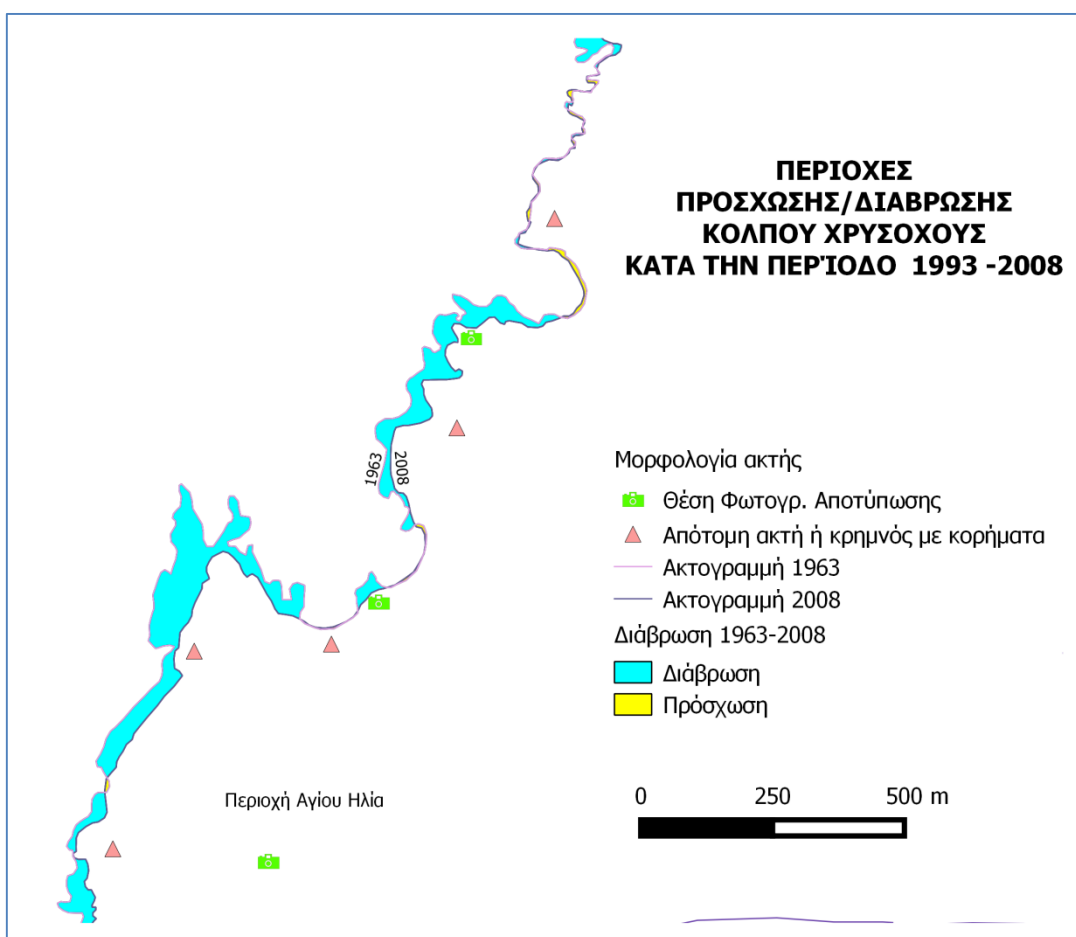


**Εικόνα 3.27:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της περιοχής Πόλης Χρυσοχούς για τα έτη 1963 και 2008 σύμφωνα με το εμβαδό (τ.μ) κατάληψης της διάβρωσης ή πρόσχωσης που παρουσιάζουν

Πιο συγκεκριμένα:

- Η περιοχή από το Ακρωτήριο Αρναούτη μέχρι την περιοχή δυτικά από την παραλία του ξενοδοχείου Άνασσα παρατηρείται μια σχετική ισορροπία αφού υπάρχουν εναλλαγές σε διάβρωση και επίχωση οι οποίες όμως καλύπτουν εμβαδά < 300 τ.μ.
- Στο τμήμα της περιοχής του ξενοδοχείου Άνασσα η αμμώδης παραλία παρουσιάζει διάβρωση της τάξης των 4700 τ.μ.
- Από τις εκβολές του Αργακίου των Χαλαβρών μέχρι τις εκβολές Πετράτη παρουσιάζεται διάβρωση ενώ στο υπόλοιπο τμήμα μέχρι δυτικά του αλιευτικού καταφυγίου παρουσιάζεται μικρή πρόσχωση.
- Από ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου Λατσιού μέχρι την περιοχή Λίμνης παρουσιάζεται σημαντική διάβρωση με τις μεγαλύτερες υποχωρήσεις στις περιοχές των εκβολών του ποταμού Χρυσοχούς και του ποταμού Αργάκι της Λίμνης

- Στο τμήμα ανατολικά της αποβάθρας στην περιοχή Λίμνης μέχρι την περιοχή Αγίου Ηλία η παρουσία των ακτόλιθων συμβάλει στην ευστάθεια της ακτής. Πιο έντονη διάβρωση παρουσιάζεται μεταξύ των εκβολών του Καριουλάσι και Αργάκας όπου η παρουσία ακτολίθων μειώνεται.
- Στην περιοχή Αγίου Ηλία παρουσιάζεται έντονη διάβρωση όμως αυτό είναι δυνατόν να οφείλεται σε σφάλμα στον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων και της χαρτογράφησης της ακτογραμμής αφού η περιοχή αποτελείται από απότομα πρανή με σκληρά πετρώματα τα οποία δεν υπόκεινται εύκολα σε διάβρωση (εικόνα 3.28). Στο υπόλοιπό τμήμα μέχρι το ανατολικό όριο (αλιευτικό καταφύγιο Πωμού) παρατηρείται σχετική ισορροπία.



**Εικόνα 3.28:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της περιοχής Αγίου Ηλία για τα έτη 1963 και 2008 όπου διακρίνεται με κυανό χρώμα μεγάλη πιθανή υποχώρηση της ακτής

Σε έκθεση που ετοιμάστηκε από το Κλάδο Γεωδαισίας Ειδικών Χωρομετρήσεων και Χαρτογραφίσεων του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας (ΤΚΧ, 2012) για την

Επιτροπή Περιβάλλοντος της Βουλής των Αντιπροσώπων σχετικά με το πρόβλημα διάβρωσης των ακτών είχαν ετοιμαστεί χάρτες, συγκρίνοντας τις ακτογραμμές του 1963 και 2008, στους οποίους καταγράφονται οι περιοχές με διάβρωση και πρόσχωση. Στην έκθεση αναφέρεται ότι παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία για την ανάλυση των αεροφωτογραφιών της κάθε χρονιάς, στην σύγκριση των ακτογραμμών υπάρχει σφάλμα της τάξης των 2-3 μέτρων το οποίο οφείλεται:

- Στην παλίρροια και τον κυματισμό που πιθανό να υπήρχε την ώρα λήψης των φωτογραφιών.
- Οι εικόνες κάθε περιόδου που χρησιμοποιήθηκαν δεν αναφέρονται στην ίδια περίοδο.
- Δεν υπάρχουν στοιχεία για την πιθανή αλλαγή στη διακύμανση της παλίρροιας και του κυματισμού μεταξύ των δύο περιόδων.

### **3.14 Περιοχή Μελέτης**

Εξετάζοντας τα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής του Κόλπου Χρυσοχούς όπως αναλύθηκαν πιο πάνω, επιλέγηκε όπως στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, η ανάλυση του προβλήματος της διάβρωσης και η εξέταση των επιπτώσεων της πιθανής ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας επικεντρωθεί στο τμήμα της παραλίας ανατολικά από το αλιευτικό καταφύγιο Λατσιού μέχρι την περιοχή Λίμνης και πιο συγκεκριμένα μέχρι το σημείο της υφιστάμενης αποβάθρας (μήκους 6 χιλιόμετρα περίπου) (εικόνα 3.29), για τους πιο κάτω λόγους:

- Η περιοχή σύμφωνα και με τα στοιχεία του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας (περίοδος 1963-2008) παρουσιάζει σημαντική διάβρωση.
- Η ακτή είναι κυρίως αμμώδης ενώ το υπόλοιπο της τμήμα αποτελείται από χαλαρά εδάφη.
- Η παρουσία των φραγμάτων στην περιοχή θα συνεχίσει τη στέρηση ιζημάτων και κατά συνέπεια του εμπλουτισμού της ακτής.
- Η περιοχή δέχεται έντονους κυματισμούς οι οποίοι σε συνδυασμό με τη μορφολογία και την ήπια κλίση του εδάφους είναι επιρρεπής στην κυματική δράση.
- Το υπο μελέτη τμήμα περιλαμβάνει την τουριστική πλαζ του Δήμου Πόλης Χρυσοχούς.

- Στην περιοχή υπάρχει μεγάλη οικιστική ανάπτυξη αλλά και προγραμματίζονται μεγάλα τουριστικά έργα (στην περιοχή Λίμνης θα δημιουργηθούν γήπεδα γκολφ και μεγάλο τουριστικό συγκρότημα).
- Δεν υπάρχουν καταγραμμένες αρχαιότητες.
- Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής δεν εμπίπτει στα όρια του δικτύου NATURA.
- Στην περιοχή υπάρχουν ανθρώπινες επεμβάσεις (αλιευτικό καταφύγιο, κυματοθραύστες, θωράκιση).
- Υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από μετρήσεις του Τμήματος Δημοσίων Έργων για αριθμό ετών.



**Εικόνα 3.29:** Επιλεγμένο τμήμα ακτής Κόλπου Χρυσοχούς για λεπτομερή ανάλυση στα πλαίσια της διπλωματικής διατριβής (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

# Κεφάλαιο 4

## Μεθοδολογία

### 4.0 Σκοπός-Στόχοι

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θα γίνει προσπάθεια προσδιορισμού της ευπάθειας της περιοχής μελέτης σε σχέση με το φαινόμενο της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας μέσω της δημιουργίας και χρήσης του δείκτη παράκτιας ευπάθειας. Για τη δημιουργία του δείκτη θα ληφθεί αριθμός παραμέτρων οι οποίοι έχουν ήδη επιλεγεί και εφαρμοστεί στο παρελθόν σε μελέτες που αφορούν άλλες περιοχές στον κόσμο ενώ στο τέλος με τη βοήθεια πολυκριτηριακής ανάλυσης θα καθοριστούν περιοχές προτεραιότητας για τις οποίες κάτω από συγκεκριμένα σενάρια και παραμέτρους θα κατηγοριοποιηθούν ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση της ευπάθειας της περιοχής.

### 4.1 Καθορισμός Ευπάθειας

Ο όρος ευπάθεια για τις ανάγκες της συγκεκριμένης διατριβής καθορίστηκε σε σχέση με τον πιο κάτω αριθμό παραμέτρων:

- 1) Κλίση της ακτής
- 2) Γεωμορφολογία
- 3) Ρυθμό της μεταβολής της ακτής
- 4) Αλλαγή της στάθμης της θάλασσας
- 5) Ύψος κύματος
- 6) Διακύμανση της Παλίρροιας
- 7) Έργα προστασίας
- 8) Έκθεση παραλίας

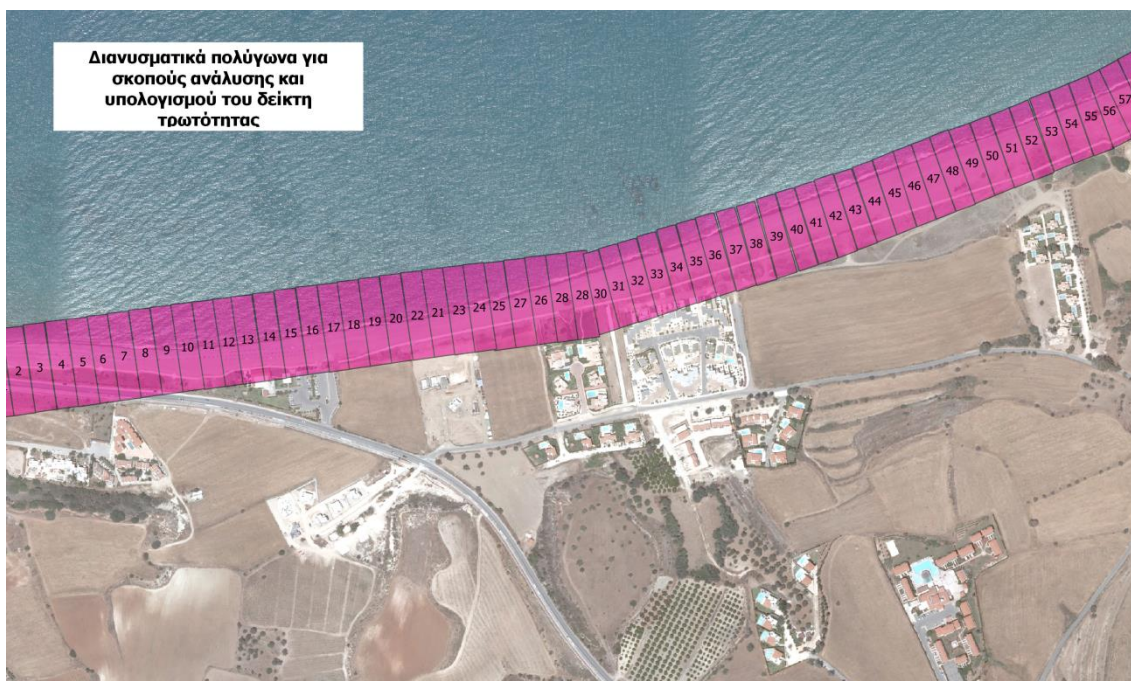
Οι παράμετροι 1-6 έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε προηγούμενες μελέτες παράκτιας ευπάθειας και μπορεί να ειπωθεί ότι αποτελούν «τυπικές» παραμέτρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε παρόμοιες μελέτες παγκοσμίως (Nageswara Rao, et al., 2008)

(Pendleton, et al., 2004)(Shaw, et al., 1998) . Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκαν ακόμα δύο παράμετροι (έργα προστασίας και έκθεση παραλίας) που σχετίζονται με τις τοπικές συνθήκες ώστε να αξιολογηθεί η δική τους συνεισφορά τους στη ευπάθεια της περιοχής.

Για την καλύτερη κατανόηση της ευπάθειας της περιοχής έγιναν διάφοροι υπολογισμοί με την επιλογή ή αφαίρεση κάποιων από τις παραμέτρους ώστε να διαφανεί σε πιο βαθμό αυτό επηρεάζει την ευπάθεια καθώς και κατά πόσο κάποιες από τις παραμέτρους (π.χ. ο ρυθμός μεταβολής της ακτής) θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ευπάθειας ή απλώς να χρησιμοποιούνται για έλεγχο των αποτελεσμάτων. Πιο συγκεκριμένα έχουν εξεταστεί τα πιο κάτω εναλλακτικά σενάρια:

- Δείκτης ευπάθειας λαμβάνοντας υπόψη τις «τυπικές παραμέτρους» (CSI 1).
- Δείκτης ευπάθειας λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους» (CSI 2).
- Δείκτης ευπάθειας λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους εκτός από αυτή του ρυθμό μεταβολής της ακτής (CSI 3).
- Δείκτης ευπάθειας λαμβάνοντας υπόψη όλες εκτός της παραμέτρου της έκθεσης παραλίας (CSI 4).

Για σκοπούς παρουσίασης της ανάλυσης των παραμέτρων και του υπολογισμού της ευπάθειας δημιουργήθηκε στο ΓΣΠ QGIS ένα επίπεδο αποτελούμενο από 219 διανυσματικά πολύγωνα (εικόνα 4.1) τα οποία έχουν διαστάσεις 25 μέτρα x 100 μέτρα (περίπου) ώστε να ανταποκρίνονται στην περιοχή μελέτης (Thieler & Hammer-Klose, 1999). Στον πίνακα ιδιοτήτων του διανύσματος (attribute table) καθορίστηκαν ως πεδία οι παράμετροι του δείκτη ευπάθειας ώστε να είναι δυνατή η παρουσίαση των διαφόρων κατηγοριών της κάθε παραμέτρου καθώς και του δείκτη ευπάθειας.



**Εικόνα 4.1:** Θεματικός χάρτης με το διαχωρισμό της ακτής σε διανύσματα ( 25μέτρα x 100 μέτρα) (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

Λαμβάνοντας υπόψη άλλες μελέτες αποφασίστηκε όπως χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα κατηγοριοποίησης των παραμέτρων που θα αξιολογηθούν το οποίο να χρησιμοποιεί την κλίμακα 1-5 (όπου το 5 είναι ο μεγαλύτερος βαθμός επίδρασης και το 1 ο μικρότερος) (πίνακας 4.1). Ο συνδυασμός των χρωμάτων στον πίνακα 4.1 υποδηλώνει το βαθμό ευπάθειας με το μπλε χρώμα να είναι αυτό με την λιγότερη ευπάθεια και το κόκκινο αυτό με την μεγαλύτερη. Ο ίδιος συνδυασμός χρωμάτων χρησιμοποιήθηκε και στο QGIS για την κατηγοριοποίηση των διανυσμάτων της ακτής ανά παράμετρο και για το δείκτη ευπάθειας ώστε να είναι εύκολη και κατανοητή η ερμηνεία των αντίστοιχων θεματικών χαρτών που δημιουργήθηκαν.

**Πίνακας 4.1:**Κατηγορίες Δείκτη Ευπάθειας για την περιοχή μελέτης στον Κόλπο Χρυσοχούς.

Κατάταξη Δείκτη Ευπάθειας						
Κατηγοριοποίηση Παραμέτρων						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)

Ο υπολογισμός του δείκτη έγινε βρίσκοντας την τετραγωνική ρίζα του γινομένου των παραμέτρων δια του αριθμού των παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη σε κάθε σενάριο όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2

**Πίνακας 4.2:** Σενάρια υπολογισμού Δείκτη ευπάθειας (παράμετροι και εξισώσεις)

Παράμετρος	Σενάριο με τις «τυπικές παραμέτρους» (CSI 1)	Σενάριο με όλες τις παραμέτρους (CSI 2)	Σενάριο με εκτός της παραμέτρου του ρυθμού μεταβολής της ακτής (CSI 3)	Σενάριο με εκτός της παραμέτρου της έκθεσης παραλίας (CSI 4)
α) Ύψος κύματος	X	X	X	X
β) Διακύμανση Παλίρροιας	X	X	X	X
γ) Αλλαγή Στάθμη Θάλασσας	X	X	X	X
δ) Κλίση της ακτής	X	X	X	X
ε) Γεωμορφολογία	X	X	X	X
ζ) Ρυθμός μεταβολής ακτής	X	X		X
η) Έργα προστασίας		X	X	X
θ) Έκθεση παραλίας		X	X	
Εξίσωση υπολογισμού δείκτη τρωτότητας	$\sqrt{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta}{6}}$	$\sqrt{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta * \eta * \theta}{8}}$	$\sqrt{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \eta * \theta}{7}}$	$\sqrt{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta * \eta}{7}}$

## 4.2 Υπολογισμός Ρυθμού Μεταβολής ακτογραμμής

Για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής της ακτογραμμής αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά στοιχεία του Κλάδου Θαλάσσιων Έργων του Τμήματος Δημοσίων Έργων τα οποία πάρθηκαν από μετρήσεις πεδίου που διεξήγαγαν τα συνεργεία χωρομετρίας του Κλάδου για την χρονική περίοδο 1997-2014. Οι λόγοι που χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Τμήματος Δημοσίων Έργων είναι:

- Η διεξαγωγή των μετρήσεων για την υπό εξέταση χρονική διάρκεια γίνεται με την ίδια μεθοδολογία, εξοπλισμό και προσωπικό.
- Χρησιμοποιείται το επίσημο Τοπικό Σύστημα Συντεταγμένων (LTM) όπως καθορίστηκε από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας.
- Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται την ίδια εποχή κάθε έτος.
- Οι μετρήσεις είναι απαλλαγμένες από πιθανά σφάλματα που οφείλονται στην παλίρροια ή τον κυματισμό.

#### 4.2.1 Δεδομένα Ακτογραμμής

Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων πεδίου ο Κλάδος Θαλάσσιων Έργων έχει εγκαταστήσει ένα σύστημα μόνιμων στάσεων αναφοράς κατά μήκος της ακτογραμμής ανά 250 μέτρα περίπου (εικόνα 4.2).



**Εικόνα 4.2:** Μόνιμες στάσεις αναφοράς Τμήματος Δημοσίων Έργων εντός της περιοχής μελέτης (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

Χρησιμοποιώντας το τοπικό σύστημα συντεταγμένων LTM του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας καθορίστηκε η θέση της κάθε στάσης (X και Y διάσταση). Η θέση της στάσης εξασφαλίζεται τόσο με μόνιμη σήμανση στο πεδίο (πασσαλάκι σε βάση από σκυρόδεμα ή πασσαλάκι σε μόνιμες κατασκευές) καθώς και με επιπρόσθετες μετρήσεις (γωνίας/απόστασης ή απόστασης/απόστασης) από σταθερά σημεία. Η αξία/υψόμετρο (Z διάσταση) της στάσης εξασφαλίζεται με τη μεταφορά

υψομέτρου από σταθερά σημεία του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας 3<sup>ης</sup> τάξης. Ο έλεγχος μεταφοράς υψομέτρου γίνεται με μετρήσεις από την στάση προς μόνιμα σταθερά του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας για τα οποία υπάρχουν δεδομένα υψομέτρου.

Οι μετρήσεις γίνονται με χωρομετρικά όργανα Total station και GPS στα οποία έχουν περαστεί τα δεδομένα/ στοιχεία του συστήματος του Κλάδου Θαλάσσιων Έργων. Η ακτογραμμή καθορίζεται με μετρήσεις της Μέσης Στάθμης Θάλασσας όπου και καθορίζεται το πραγματικό μηδέν (ΜΣΘ = το σημείο με υψόμετρο ίσο με μηδέν στο σύστημα LTM).

Στη συνέχεια τα δεδομένα μεταφέρονται από το χωρομετρικό εξοπλισμό στο γραφείο του Τμήματος όπου κατόπιν επεξεργασίας με το πρόγραμμα Leica GeoOffice μετατρέπονται σε αρχεία περιβάλλοντος CAD. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης δόθηκαν από το Κλάδο Θαλασσιών Έργων στοιχεία σε έντυπη και ψηφιακή μορφή. Μέσω της κατάλληλης επεξεργασίας από τα στοιχεία/μετρήσεις δημιουργήθηκαν αρχικά τα απαραίτητα αρχεία CAD (χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα AUTOCAD 2010) και στη συνέχεια τα αντίστοιχα αρχεία σε μορφή DXF ώστε να εισαχθούν ως διανυσματικά αρχεία στο QGIS (εικόνα 4.3). Για τον υπολογισμό του ρυθμού διάβρωσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για την περίοδο 1997-2014 όπως φαίνεται αναλυτικά στον πίνακα 4.3:

**Πίνακας 4.3:** Έτος καταγραφής της ακτογραμμής και όνομα διανυσματικού αρχείου στο λογισμικό QGIS

Ακτογραμμή για το έτος	Όνομα Αρχείου (vector) σε περιβάλλον QGIS
1997	1997MSL-pwd
1998	1998MSL-pwd
1999	1999MSL-pwd
2000	2000MSL-pwd
2001	2001MSL-pwd
2003	2003MSL-pwd
2004	2004MSL-pwd
2006	2006MSL-pwd

2008	2008MSL-pwd
2010	2010MSL-pwd
2011	2011MSL-pwd
2012	2012MSL-pwd
2014	2014MSL-pwd

Οι μετρήσεις στο χερσαίο χώρο διεξάγονται καθόλη τη διάρκεια του χρόνου από τα συνεργεία χωρομετρίας του Κλάδου Θαλάσσιων Έργων σύμφωνα με το ετήσιο πρόγραμμα εργασιών και καταβάλλεται προσπάθεια ώστε οι μετρήσεις για κάθε περιοχή να γίνονται την ίδια περίοδο/μήνα κάθε έτους.



**Εικόνα 4.3:** Θεματικός χάρτης με τις ετήσιες ακτογραμμές που λήφθηκαν υπόψη για σκοπούς υπολογισμού του ρυθμού διάβρωσης στην περιοχή μελέτης (πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

#### 4.2.2 Καθορισμός άξονα αναφοράς

Για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής της ακτογραμμής σημαντικό ρόλο παίζει και ο καθορισμός του άξονα αναφοράς. Για τον καθορισμό του άξονα αναφοράς στην περιοχή μελέτης λήφθηκαν υπόψη:

- Το υφιστάμενο σύστημα των μόνιμων σταθμών.

- Η συμπεριφορά της ακτής στα υπό εξέταση χρόνια.
- Οι εναλλαγές κατά μήκος της ακτογραμμής,

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω αποφασίστηκε όπως ο άξονας αναφοράς δημιουργηθεί στηριζόμενος στο Σύστημα των μόνιμων στάσεων του συστήματος μετρήσεων του ΚΘΕ καθώς επίσης και να πληροί τα πιο κάτω κριτήρια :

1. Ακολουθεί όσον το δυνατό παράλληλα την ακτογραμμή.
2. Να είναι σε τέτοια θέση στο χερσαίο χώρο ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί και στο πεδίο (αν απαιτηθεί για κάποιο λόγο).
3. Να είναι εύκολη η χρήση του για σκοπούς υπολογισμών.

Στο υπό μελέτη τμήμα της ακτής εμπίπτουν οι μόνιμες στάσεις αναφοράς B12 μέχρι το B22. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.4 ο άξονας αναφοράς δημιουργήθηκε με ευθύγραμμα τμήματα, τα οποία έχουν διαφορετικές κλίσεις ώστε να είναι όσο το δυνατό παράλληλες με την ακτογραμμή και σε σημεία πίσω από τις μόνιμες στάσεις του Κλάδου Θαλάσσιων Έργων. Ο άξονας σχεδιάστηκε με τη βοήθεια του λογισμικού AUTOCAD 2010 και σώθηκε σε μορφή DXF ώστε να εισαχθεί ως διανυσματικό αρχείο στο QGIS.

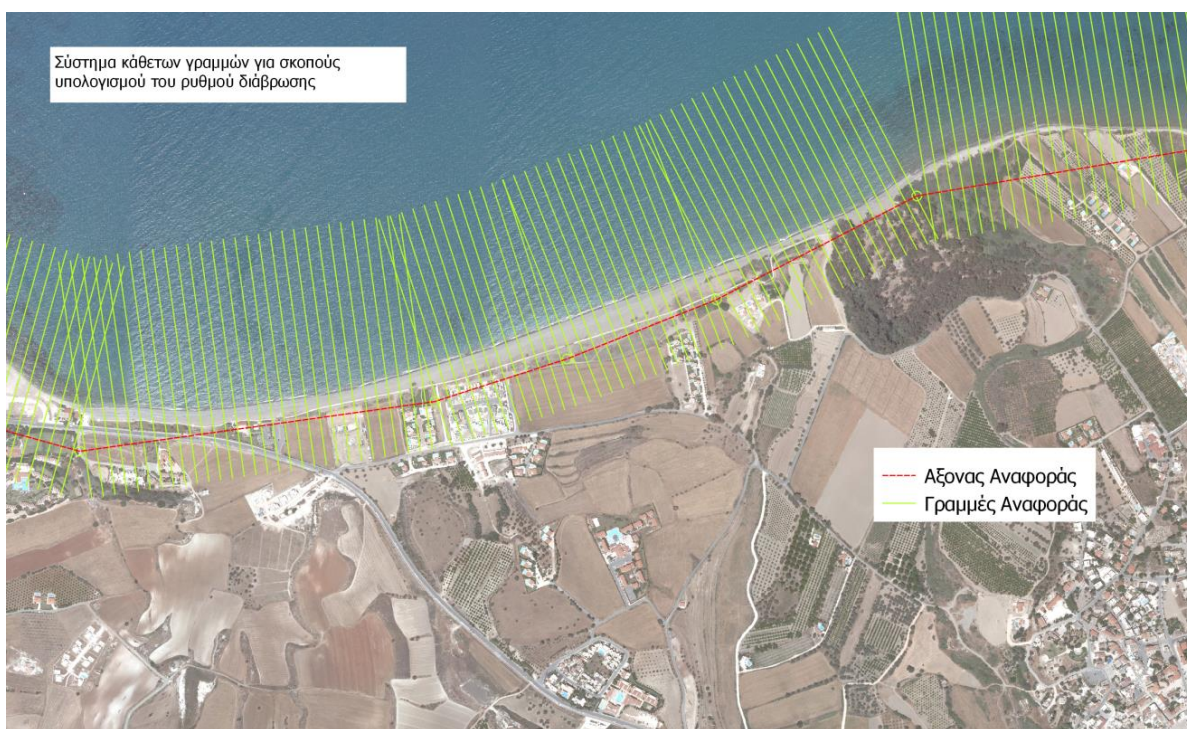


**Εικόνα 4.4.:** Άξονας Αναφοράς για σκοπούς υπολογισμού ρυθμού διάβρωσης  
(πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

#### 4.2.2 Καθορισμός κάθετων τομών

Για να είναι δυνατή η εξέταση της κάθε ακτογραμμής για την περίοδο υπό εξέταση δημιουργήθηκαν κάθετες γραμμές ως προς τον άξονα αναφοράς. Οι κάθετες γραμμές σχεδιάστηκαν με ενισχυμένο μήκος ώστε για κάθε υπό εξέταση χρονιά, να είναι δυνατός ο υπολογισμός της απόστασης του σημείου της ακτογραμμής που τέμνει την κάθετη γραμμή ως προς τον άξονα αναφοράς.

Η απόσταση μεταξύ των κάθετων γραμμών καθορίστηκε ανά 25 μέτρα ώστε να ληφθούν υπόψη οι εναλλαγές της κλίσης της ακτογραμμής και να παρθούν καλύτερα αποτελέσματα. Για την περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 219 κάθετες γραμμές (χιλιομετρική θέση άξονα 800 – 6275)(εικόνα4.5).

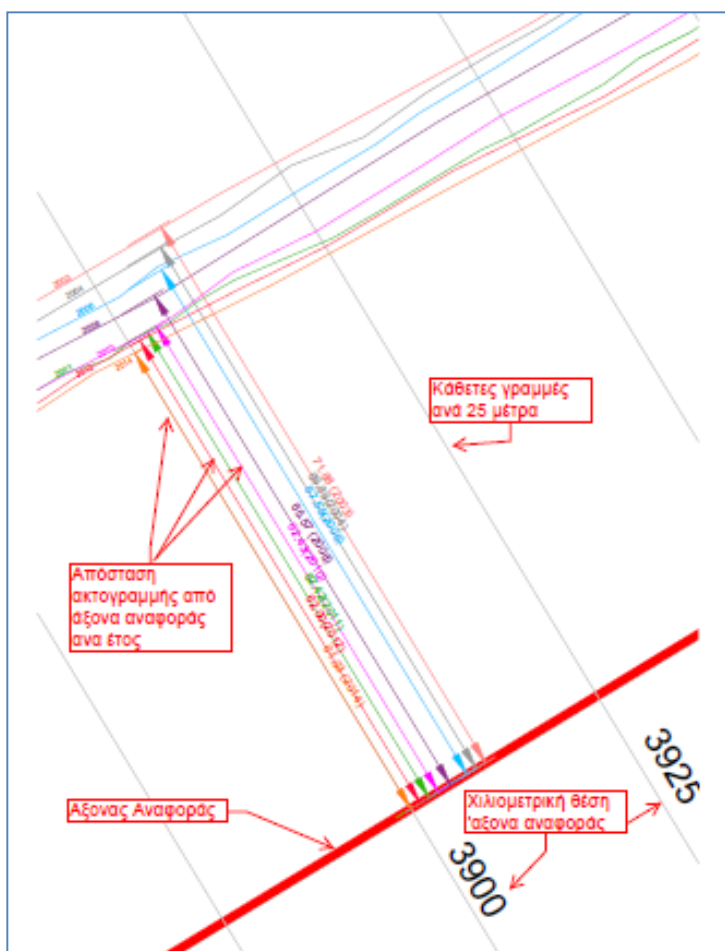


**Εικόνα 4.5:** Χάρτης άξονα αναφοράς και κάθετων γραμμών που θα χρησιμοποιηθούν για σκοπούς υπολογισμού του ρυθμού διάβρωσης στην περιοχή μελέτης (πηγή φωτογραφίας υπόβαθρου Google earth)

#### 4.2.3 Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτογραμμής

Με τη χρήση του λογισμικού AUTOCAD και μικρού προγράμματος που ετοιμάστηκε για το συγκεκριμένο σκοπό, μετρήθηκε η απόσταση της ακτογραμμής από τον άξονα για

κάθε κάθετη γραμμή για κάθε υπό εξέταση χρονιά (περίοδος 1997-2014) (εικόνα 4.6). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εισήχθησαν σε πίνακες στο λογισμικό πρόγραμμα EXCEL (πίνακας 4.4) ώστε να γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί (Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2).



**Εικόνα 4.6:** Καταγραφή απόστασης ακτογραμμής από τον άξονα αναφοράς ανά έτος και ανά χιλιομετρική θέση .

**Πίνακας 4.4:** Απόσταση ακτογραμμής από τον άξονα αναφοράς ανά έτος ανά χιλιομετρική θέση (βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β)

Year	Χιλιομετρική θέση στον άξονα αναφοράς					
	800.0μ	825.0μ	850.0μ	875.0μ	.....	6275μ
1997	-90.08	-86.40	-83.57	-80.07	.....	-55.06
1998	-89.97	-86.30	-83.47	-79.97	.....	-54.79
1999	-89.13	-84.53	-81.96	-78.26	.....	-56.22
2000	-86.78	-84.34	-81.83	-78.05	.....	-58.55
2001	-85.87	-83.85	-81.63	-77.91	.....	-58.84
2003	-87.10	-83.50	-81.42	-77.55	.....	-58.09
2004	-87.99	-83.95	-81.20	-77.35	.....	-57.94
2006	-89.33	-84.65	-81.28	-77.21	.....	-57.80
2008	-87.88	-85.18	-82.30	-78.43	.....	-56.87

2010	-86.51	-84.82	-84.81	-77.78	.....	-60.81
2011	-91.26	-82.61	-84.11	-78.61	.....	-63.59
2012	-87.80	-85.44	-68.19	-67.25	.....	-64.05
2014	-88.90	-85.93	-85.01	-78.70	.....	-67.74

Για τον υπολογισμό του ρυθμού αλλαγής/διάβρωσης της ακτής χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Ρυθμού Τελικού Σημείου. Πιο συγκεκριμένα για κάθε γραμμή ξεχωριστά υπολογίζεται ο ρυθμός μεταβολής με βάση την απόσταση των ακτογραμμών μεταξύ τους διαιρούμενη με τη χρονική περίοδο κατά την οποία καταγράφηκε η συγκεκριμένη διαφορά. Ο τελικός ρυθμός μεταβολής για κάθε τμήμα της ακτής είναι ο μέσος όρος των επιμέρους ρυθμών μεταβολής της κάθε γραμμής/διατομής. Για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής για κάθε διατομή θα χρησιμοποιηθεί ο μαθηματικός τύπος:

$$PM_{EPR} \dots = \frac{\left(\frac{D}{\Delta T}\right)_1 + \left(\frac{D}{\Delta T}\right)_2 + \dots + \left(\frac{D}{\Delta T}\right)_n}{n}$$

όπου

$n$  = το πλήθος των διαθέσιμων μετρήσεων από τη χρονιά αναφοράς

$\Delta T$ = το χρονικό διάστημα για την αντίστοιχη απόσταση μεταξύ των δύο ακτογραμμών που εξετάζονται

$D$ = η απόσταση μεταξύ ακτογραμμών

Για κάθε κάθετη γραμμή υπολογίστηκε ο ρυθμός διάβρωσης με τη μέθοδο του τελικού ρυθμού όπως φαίνεται ενδεικτικά στον πίνακα 4.5. Επιπρόσθετοι πίνακες με υπολογισμούς του ρυθμού διάβρωσης για ενδεικτικές χιλιομετρικές θέσεις στον άξονα αναφοράς παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν έχουν συμπεριληφθεί όλοι οι πίνακες υπολογισμών στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β για καθαρά λόγους εξοικονόμησης χώρου και αποφυγής δημιουργίας ενός πολυσέλιδου κειμένου μεταπτυχιακής διατριβής.

**Πίνακας 4.5:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής για τη χιλιομετρική θέση 1475

Έτος	Θέση ακτής στην χιλιομετρική θέση 1475.0μ	$\Delta T$ (year)	D (m)	D/ $\Delta T$ (m/yr)	Μέσος όρος (P.M. <sub>EPR</sub> ) (m/yr)
1997	-75.50				-0.75
1998	-75.40	1	-0.10	-0.10	
1999	-72.28	1	-3.12	-3.12	
2000	-71.77	1	-0.51	-0.51	
2001	-71.07	1	-0.70	-0.70	
2003	-71.76	2	0.69	0.35	
2004	-72.70	1	0.94	0.94	
2006	-73.57	2	0.88	0.44	
2008	-66.74	2	-6.83	-3.41	
2010	-61.86	2	-4.88	-2.44	
2011	-58.57	1	-3.30	-3.30	
2012	-66.17	1	7.60	7.60	
2014	-56.66	2	-9.51	-4.76	

Οι ρυθμοί αλλαγής της ακτογραμμής που υπολογίστηκαν ανά χιλιομετρική θέση στον άξονα αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό του ρυθμού ευπάθειας της ακτής. Πιο συγκεκριμένα για σκοπούς της συγκεκριμένης διατριβής θεωρείται ότι ο ρυθμός αλλαγής θα παραμείνει ο ίδιος για τη χρονική περίοδο που θα εξετάζεται. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί και σε άλλες μελέτες λόγω της απλότητας στην εφαρμογή της (Fenster, et al., 1993) αλλά και για το λόγο ότι δεν απαιτείται η γνώση σχετικά με το ισοζύγιο της στερεομεταφοράς στην περιοχή (Li, et al., 2001) αφού θεωρεί ότι το συσσωρευτικό αποτέλεσμα όλων των σχετικών διεργασιών στερεομεταφοράς έχει συμπεριληφθεί στην ιστορική θέση της γραμμής.

#### **4.2.4 Κατηγοριοποίηση ακτής σε σχέση με το ρυθμό αλλαγής της ακτής για σκοπούς εύρεσης του δείκτη ευπάθειας**

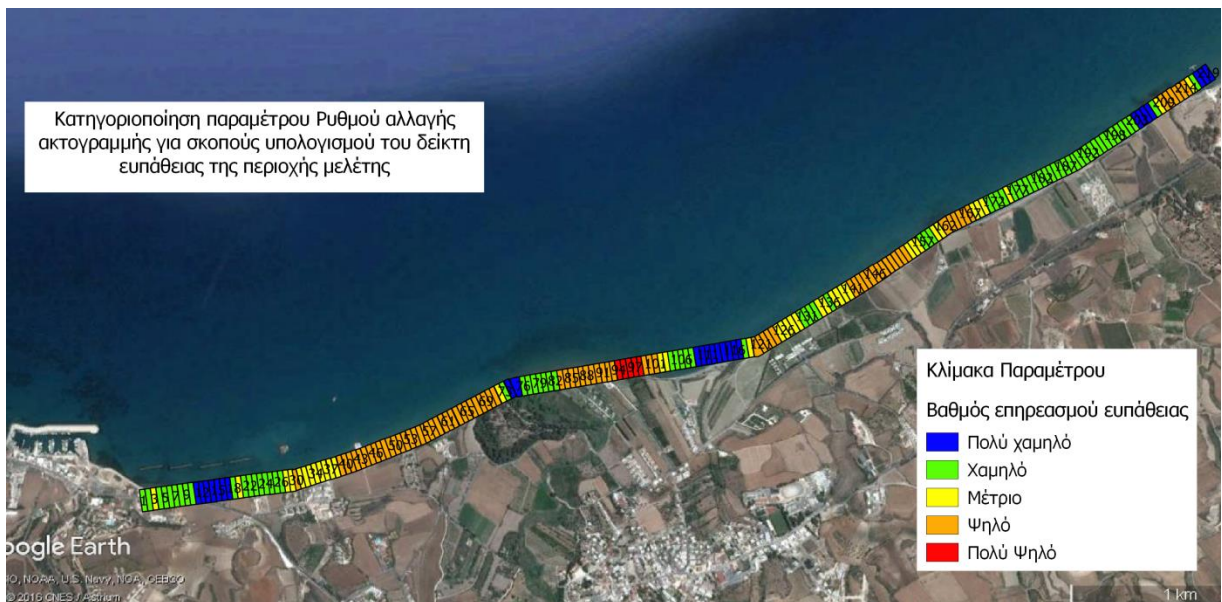
Εξετάζοντας τη διακύμανση της έκτασης της διάβρωσης της περιοχής μελέτης σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν με τη μέθοδο τελικού ρυθμού, αποφασίστηκε όπως χρησιμοποιηθεί η πιο κάτω κατηγοριοποίηση των τμημάτων της ακτής όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.6. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, ενώ στον υπολογισμό του μέσου ρυθμού της αλλαγής η διάβρωση παίρνει αρνητικό πρόσημο και η πρόσχωση θετικό πρόσημο (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β) για σκοπούς κατηγοριοποίησης των τμημάτων της ακτής χρησιμοποιήθηκε αντίθετος συμβολισμός δηλαδή όπου παρουσιάζεται πρόσχωση

δόθηκε αρνητικό πρόσημο (ρυθμός αλλαγής<0) και όπου παρουσιάζεται διάβρωση θετικό πρόσημο (ρυθμός αλλαγής>0) (πίνακας 4.6). Έτσι η πρώτη κατηγορία δόθηκε για όλες τις τιμές της πρόσχωσης ενώ οι επόμενες τέσσερεις καθορίστηκαν με το βαθμό διάβρωσης. Λόγω της διασποράς των τιμών και για να είναι πιο αντιπροσωπευτικός ο διαχωρισμός των τμημάτων διάβρωσης δημιουργήθηκαν οι τέσσερεις κατηγορίες έχοντας διαφορετικό εύρος τιμών.

Χρησιμοποιώντας τις κατηγορίες που καθορίστηκαν σχετικά με το ρυθμό αλλαγής της ακτογραμμής (πίνακας 4.6) δόθηκε σε κάθε τμήμα (διάνυσμα) της περιοχής μελέτης και η αντίστοιχη βαρύτητα ανάλογα με το ρυθμό διάβρωσης ή πρόσχωσης που παρουσιάζει. Στη συνέχεια μέσω του ΓΣΠ QGIS δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία/αποτελέσματα της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης σε σχέση με το ρυθμό αλλαγής της ακτής (Εικόνα 4.7).

**Πίνακας 4.6:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με τη παράμετρο ρυθμού αλλαγής της ακτής

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Ρυθμού Αλλαγής της ακτής						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Ρυθμός αλλαγής< 0	X				
2	Ρυθμός Αλλαγής >=0		X			
3	Ρυθμός Αλλαγής >=70			X		
4	Ρυθμός Αλλαγής >=90				X	
5	Ρυθμός Αλλαγής >=200					X



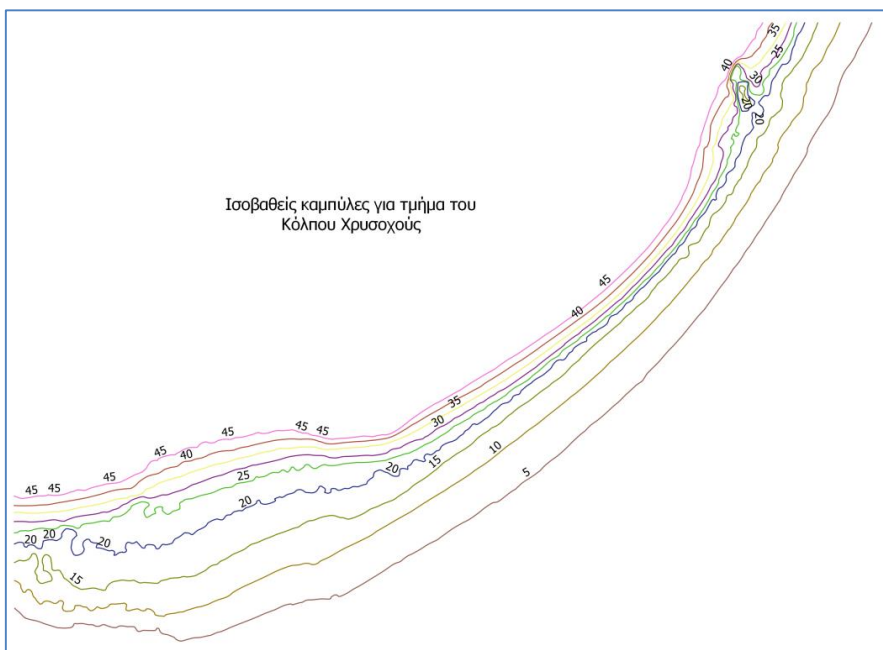
**Εικόνα 4.7:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο ρυθμού αλλαγής της ακτής (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth) .

### 4.3 Κλίση ακτής

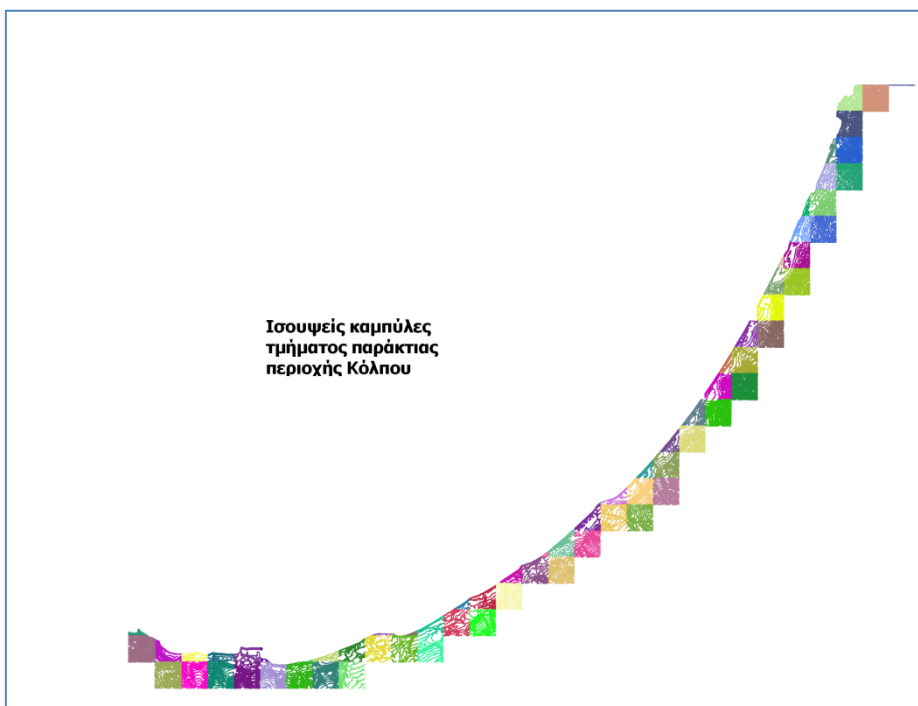
Η κλίση της ακτής σε τοπικό επίπεδο είναι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες όταν εξετάζονται οι επιπτώσεις από το φαινόμενο ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας (Nageswara Rao, et al., 2008). Όσο πιο απότομο είναι το υφιστάμενο προφίλ της παραλίας (απότομη κλίση) τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος πλημμύρας. Αντίθετα στις περιπτώσεις όπου οι κλίσεις της παραλίας είναι μηδενικές ή μικρές, η οποιαδήποτε αύξηση στη στάθμη της θάλασσας θα προκαλέσει πλημμύρα σε μεγαλύτερες εκτάσεις χερσαίων τμημάτων.

Για σκοπούς υπολογισμού της κλίσης της υπό εξέταση ακτής χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που παραχωρήθηκαν από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας. Τα στοιχεία αφορούν υψομετρικά στοιχεία βυθού και εδάφους τα οποία έχουν καταγράψει εξωτερικοί συνεργάτες του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας με τη μέθοδο LIDAR, αφορούν την περίοδο 2014 και έτυχαν της απαραίτητης επεξεργασίας. Σύμφωνα με την πολιτική του Τμήματος για σκοπούς έρευνας και μελέτης παραχωρούνται σε κάθε φοιτητή δεδομένα μόνο για 4 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα που παραχωρήθηκαν περιορίζονται στο θαλάσσιο χώρο μέχρι τις ισοβαθείς των -45 μέτρων από την Μέση Στάθμη Θάλασσας (εικόνα 4.8) ενώ στο χερσαίο χώρο τα δεδομένα

αφορούν τις ισοϋψείς για τα πρώτα 150 μέτρα από την ακτογραμμή (εικόνα 4.9). Τα δεδομένα δόθηκαν σε ξεχωριστά αρχεία σε μορφή διανυσμάτων (1 αρχείο για ισοβαθείς και 78 αρχεία για τις ισοϋψείς).



**Εικόνα 4.8:** Θεματικός χάρτης με ισοβαθείς καμπύλες θαλάσσιου τμήματος Κόλπου Χρυσόχους μέχρι το βάθος των -45 μέτρων (ΤΚΧ, 2017b)

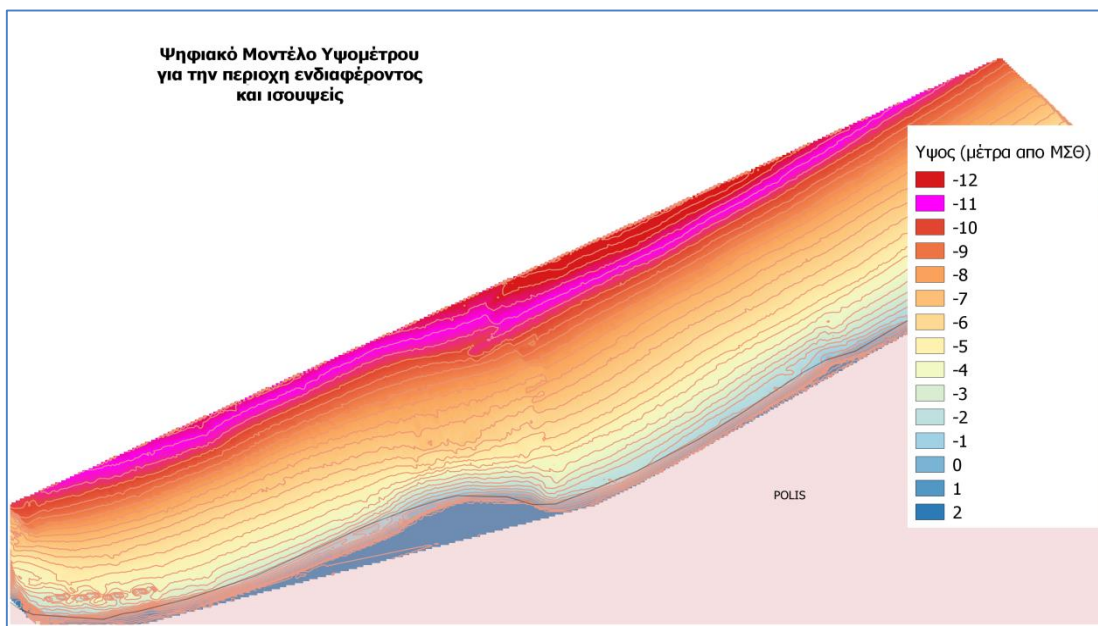


**Εικόνα 4.9:** Ισοϋψείς καμπύλες χερσαίου τμήματος Κόλπου Χρυσόχους (ΤΚΧ, 2017b) (το κάθε διανυσματικό αρχείο που δόθηκε από το ΤΚΧ παρουσιάζεται με διαφορετικό χρώμα και καλύπτουν έκταση μέχρι τα 150 μέτρα από την ακτή)

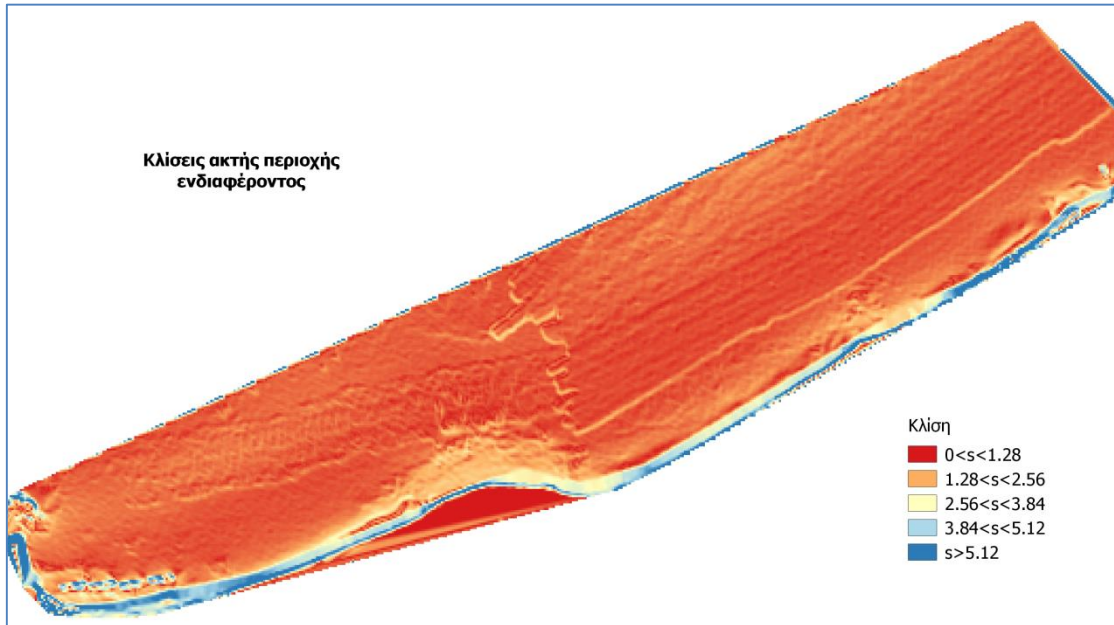
### 4.3.1 Υπολογισμός κλίσης ακτής

Το διανυσματικό αρχείο για τις ισοβαθείς παραχωρήθηκε έχοντας ως γεωγραφικό σύστημα αναφοράς το τοπικό σύστημα LTM ενώ τα αρχεία για τις ισοϋψείς το παγκόσμιο σύστημα WGS 84/UTM zone 36N. Ως εκ τούτου, το πρώτο βήμα ήταν να μετατραπούν όλα τα αρχεία ώστε να υπάρχει ως κοινό γεωγραφικό σύστημα αναφοράς το τοπικό σύστημα LTM.

Με τη βοήθεια του προγράμματος QGIS όλα τα στοιχεία με τις ισοϋψείς του χερσαίου χώρο ενώθηκαν σε ένα αρχείο. Για την ιδιότητα των δεδομένων που αφορά το υψόμετρο (είτε στο χερσαίο είτε στο θαλάσσιο χώρο) έγινε σχετικός έλεγχος και επιβεβαιώθηκε ότι σε όλα τα στοιχεία με ύψος μεγαλύτερο του μηδέν δόθηκε θετικό πρόσημο ενώ για τα βυθομετρικά στοιχεία (ύψη μικρότερα του μηδέν) δόθηκε αρνητικό πρόσημο. Από αρχεία σε μορφή ισοϋψών και ισοβαθών καμπύλων εξήχθησαν τα αντίστοιχα σημεία. Όλα τα σημεία ενοποιήθηκαν σε ένα αρχείο ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία του αντίστοιχου ψηφιακού υψομετρικού μοντέλου (DEM)(Εικόνα 4.10). Από το πλεγματικό αρχείο που δημιουργήθηκε μέσω των αντίστοιχων επιλογών του προγράμματος έγινε ο υπολογισμός των κλίσεων της παραλίας και δημιουργήθηκε το ανάλογο αρχείο κλίσεων (Εικόνα 4.11).



**Εικόνα 4.10:** Θεματικός χάρτης ψηφιακό μοντέλου και ισοβαθείς καμπύλες για την περιοχής μελέτης



**Εικόνα 4.11:** Θεματικός χάρτης πλεγματικού αρχείου με τις κλίσεις ακτής της περιοχής μελέτης

#### 4.3.2 Κατηγοριοποίηση ακτής σε σχέση με την κλίση ακτής για σκοπούς εύρεσης του δείκτη ευπάθειας

Η κλίση της ακτής διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό του δείκτη ευπάθειας. Σε παραλίες όπου υψομετρικά βρίσκονται χαμηλά ή πολύ κοντά σε σχέση με τη Μέση Στάθμη Θάλασσας η έστω και μικρή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας θα είχε σημαντικές επιπτώσεις αφού ένα μεγάλο μέρος του χερσαίου χώρου θα κατακλυζόταν από το θαλασσινό νερό (Sterr, et al., 2000) και φυσικά σε περιόδους δυνατών καταιγίδων ή/και τσουνάμι αυτές θα ήταν μεγαλύτερες. Έτσι, οι ακτές με ήπιες κλίσεις θα έχουν πιο μεγάλη τρωτότητα/ευπάθεια σε σχέση με άλλες ακτές όπου παρουσιάζονται πιο απότομες κλίσεις.

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις λόγω και της ύπαρξης του δέλτα του ποταμού Χρυσοχούς στην περιοχή του κατασκηνωτικού χώρου. Σύμφωνα με την ανάλυση των στοιχείων της περιοχής οι κλίσεις της ακτής έχουν μια μέση τιμή γύρω στο 1,02% και μέγιστη κλίση σε κάποια τμήματα ίση με 5,12%. Διαιρώντας το εύρος των τιμών σε πέντε μέρη δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες κατηγορίες (πίνακας 4.7) με την κάθε κατηγορία να καλύπτει εύρος τιμών ίσο με 1.28 περίπου. Στη συνέχεια με βάση τις

τιμές του δείκτη παράκτιας ευπάθειας του κάθε τμήματος έγινε η κατηγοριοποίηση της ακτής.

**Πίνακας 4.7:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο κλίσης ακτής

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Κλίσης Ακτής						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Κλίση ακτής $s > 5.12\%$	X				
2	Κλίση ακτής $3.84\% < s < 5.12\%$		X			
3	Κλίση ακτής $2.56\% < s < 3.84\%$			X		
4	Κλίση ακτής $1.28\% < s < 2.56\%$				X	
5	Κλίση ακτής $0\% < s < 1.28\%$					X

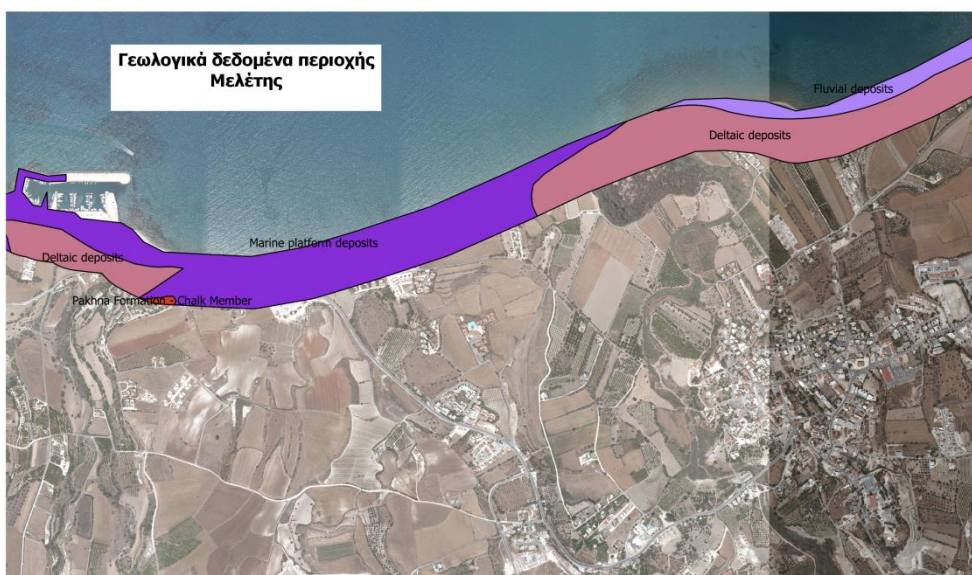
Χρησιμοποιώντας τις κατηγορίες που καθορίστηκαν σχετικά με την κλίση της ακτής δόθηκε στο κάθε τμήμα (διάνυσμα) της και η αντίστοιχη βαρύτητα. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο Qgis με τα στοιχεία/αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης για την κλίση της ακτής όπως φαίνεται στην εικόνα 4.12.



**Εικόνα 4.12:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο κλίση ακτής (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth) .

## 4.4 Μορφολογία εδάφους

Έχοντας το Γεωλογικό χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Κόλπου Χρυσοχούς (βλέπε κεφ.3.2 και 3.9) για σκοπούς κατηγοριοποίησης της ακτής σε σχέση με το βαθμό ευπάθειας ζητήθηκαν από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης στοιχεία για το παράκτιο μέτωπο της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκαν τα στοιχεία για τα πρώτα 200 μέτρα του χερσαίου χώρου, πλάτος το οποίο υπερκαλύπτει την ζώνη που δέχεται επίδραση από την κυματική δράση. Το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης αποδέχτηκε και παραχώρησε για σκοπούς της συγκεκριμένης μελέτης τα γεωλογικά στοιχεία της περιοχής σε διανυσματική μορφή (Γεωλογική, 2017).



**Εικόνα 4.13:** Θεματικός χάρτης με γεωλογικά στοιχεία περιοχής μελέτης (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth) .

Συλλέγοντας πληροφορίες από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης και από επιτόπου παρατηρήσεις (βλεπ. κεφ. 3.9) για σκοπούς δημιουργίας του δείκτη παράκτιας ευπάθειας, η γεωμορφολογία της ακτής κατηγοριοποιήθηκε σε πέντε κατηγορίες σύμφωνα με το βαθμό τρωτότητας/ευπάθειας όπως φαίνεται στο πίνακα 4.8. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, για τον τρόπο κατηγοριοποίησης των εδαφών ένα σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι πιο κάτω ιδιότητες του πετρώματος:

- η κοκκομετρική διαβάθμιση
- ο κατακερματισμός
- και ο βαθμός συγκόλλησης των κόκκων (cementing)

**Πίνακας 4.8:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με τη παράμετρο γεωμορφολογία

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Γεωμορφολογίας						
α/α	Είδος Πετρώματος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Akamandis Formation					X
2	Aphrodite Metamorphics		X			
3	Basal Group	X				

4	Bastite Serpentinite		X			
5	Deltaic deposits					X
6	Fanglomerate			X		
7	Fluvial deposits				X	
8	Landslide deposits					X
9	Mamonia Broken Formation			X		
10	Marine platform deposits			X		
11	Pakhna Formation - Chalk Member		X			
12	Pegeia Chalk		X			
13	Sheeted Diabase	X				
14	Terra Limestone - Talus Member	X				
15	Upper Pillow Lavas		X			

Εφαρμόζοντας την κατηγοριοποίηση της γεωμορφολογίας όπως καταγράφεται στον πίνακα 4.8 αποδόθηκαν στα τμήματα της ακτής οι αντίστοιχες βαθμολογίες σε σχέση με την συγκεκριμένη παράμετρο. Όπως και στις υπόλοιπες παραμέτρους δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο QGIS με τα στοιχεία/αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης για τη γεωμορφολογία της ακτής όπως φαίνεται στην εικόνα 4.14.



**Εικόνα 4.14:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο γεωμορφολογία (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

## 4.6 Ύψος Κύματος

Τα κυματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατηγοριοποίηση της περιοχής ενδιαφέροντος σε σχέση με τις κυματικές συνθήκες που δόθηκαν από το Τμήμα Δημοσίων Έργων και πιο συγκεκριμένα από την έκθεση της ακτομηχανικής ανάλυσης που ετοιμάστηκε για την ευρύτερη περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς (ΕΜΠ, 2001). Συγκεκριμένα τα στοιχεία που παραχωρήθηκαν από την μελέτη αφορούν τα κυματικά δεδομένα για τις κύριες κατευθύνσεις ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $300^\circ$  και  $330^\circ$ ) και εξετάζουν τις μέγιστες τιμές εισερχόμενων κυματισμών (σημαντικό ύψος κύματος  $H$ ) όπως φαίνεται στον πίνακα 4.9.

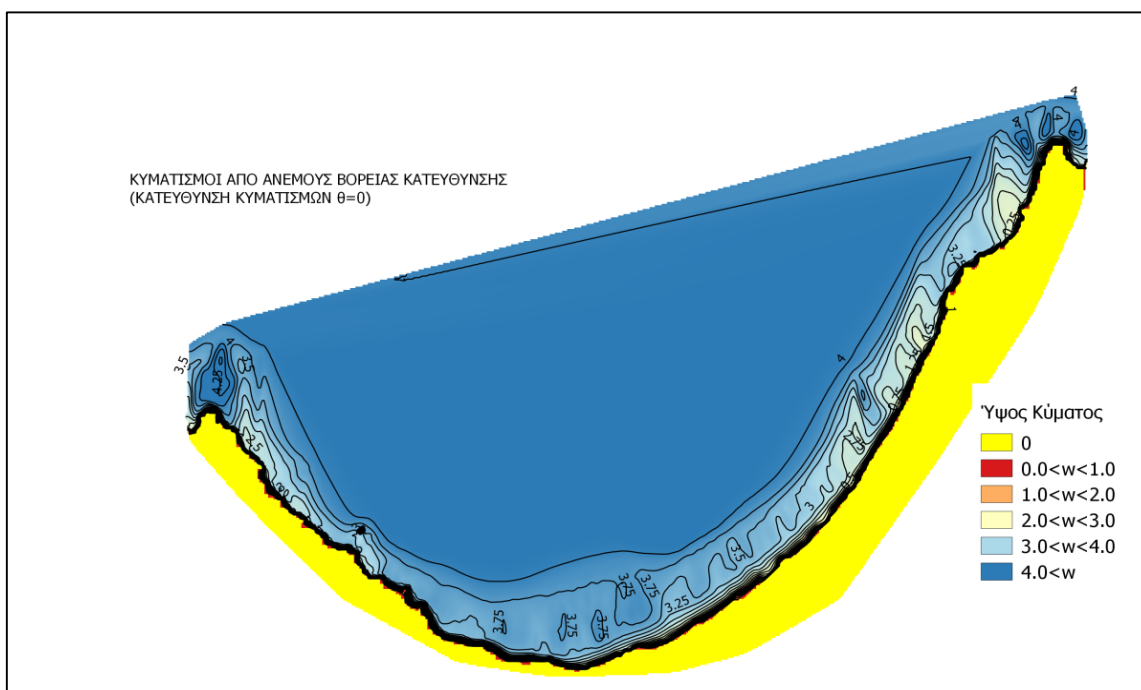
**Πίνακας 4.9:** Κυματικές συνθήκες που χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισδοχής στο πρόγραμμα MIKE21

Τομέας προσπτώσεως	Σημαντικό ύψος κύματος	Γωνία προσπτώσεως
$-15^\circ - 15^\circ$	4.1m	$0^\circ$
$15^\circ - 45^\circ$	3.7m	$30^\circ$
$45^\circ - 75^\circ$	4.5m	$60^\circ$
$75^\circ - 105^\circ$	4.5m	$90^\circ$
$255^\circ - 285^\circ$	4.5m	$270^\circ$
$285^\circ - 315^\circ$	3.8m	$300^\circ$
$315^\circ - 345^\circ$	4.5m	$360^\circ$

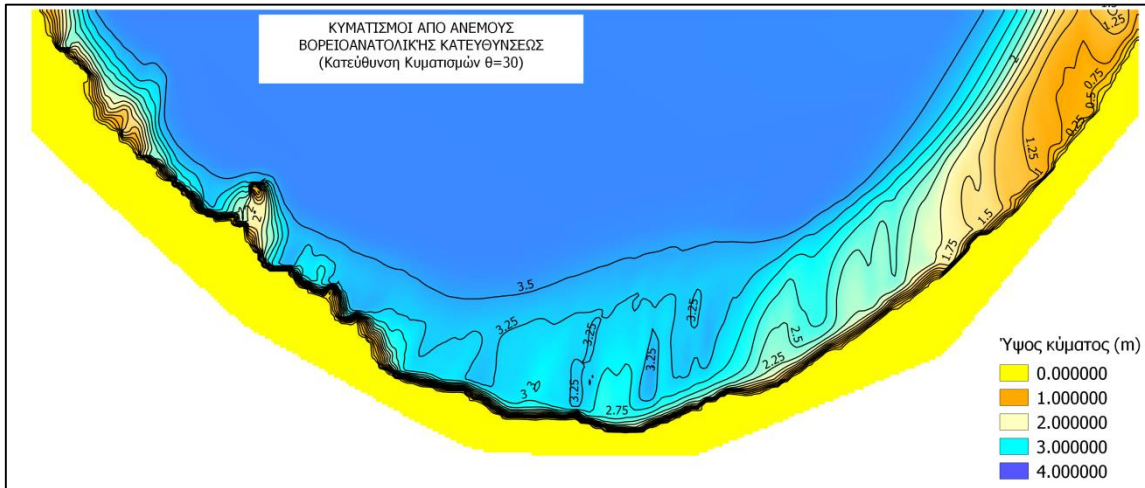
Για κάθε μια από τις κυματικές συνθήκες έγινε ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση του υπολογιστικού πακέτου MIKE 21. Το MIKE 21 δημιουργήθηκε από το Danish Hydraulic Institute (DHI) και αποτελεί ένα πλήρες σύστημα μοντελοποίησης για δισδιάστατες επιφανειακές ροές.

Με το μαθηματικό μοντέλο που αναπτύχθηκε για την ευρύτερη περιοχή στα πλαίσια της μελέτης του Πολυτεχνείου έγινε ο υπολογισμός για τους ανεμογενής κυματισμούς. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μοντέλο λαμβάνει υπόψη τα φαινόμενα της διάθλασης και της ρήχωσης λόγω μεταβολής της βαθυμετρίας, την τοπική γένεση ανεμογενών κυματισμών και την απώλεια ενέργειας λόγω της τριβής βυθού και θραύσεως των κυματισμών. Επίσης λαμβάνει υπόψη το φαινόμενο της αλληλοεπίδρασης κυματισμών και ρευμάτων.

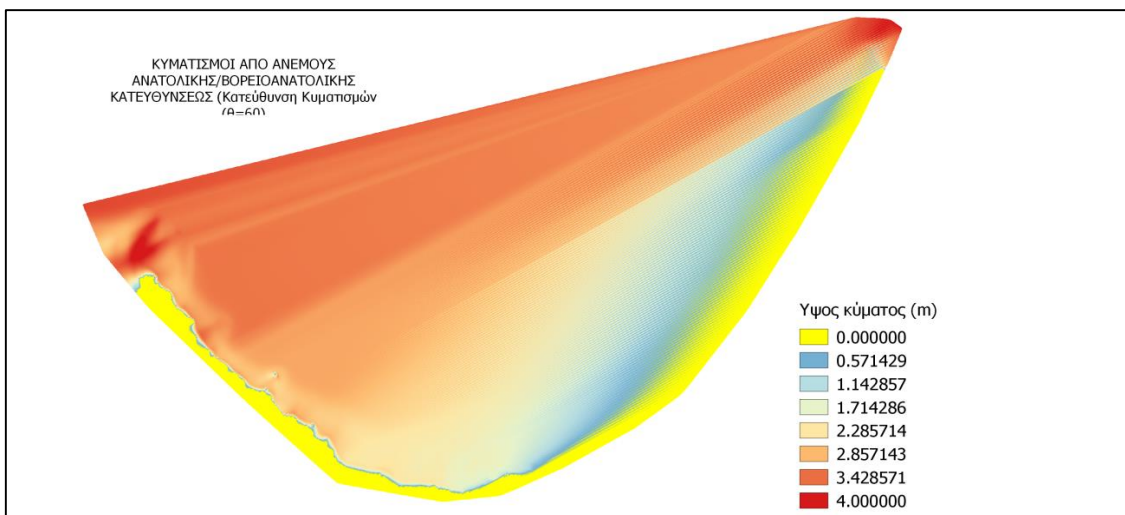
Τα αποτελέσματα της κυματικής ανάλυσης για κάθε κατεύθυνση κύματος πάρθηκαν από το MIKE 21 σε ψηφιακή μορφή και έγινε εισαγωγή και γεωαναφορά των δεδομένων στο QGIS ως σημεία σε αντίστοιχο αριθμό ανυσματικών αρχείων που δημιουργήθηκαν. Για κάθε ανυσματικό αρχείο δημιουργήθηκε το αντίστοιχο πλεγματικό και στη συνέχεια δημιουργήθηκαν οι ισουψείς σε σχέση με το ύψος κύματος ( $H_0$ ) όπως αυτό διαμορφώνεται κινούμενο προς την ακτή (Εικόνα 4.15 – Εικόνα 4.21).



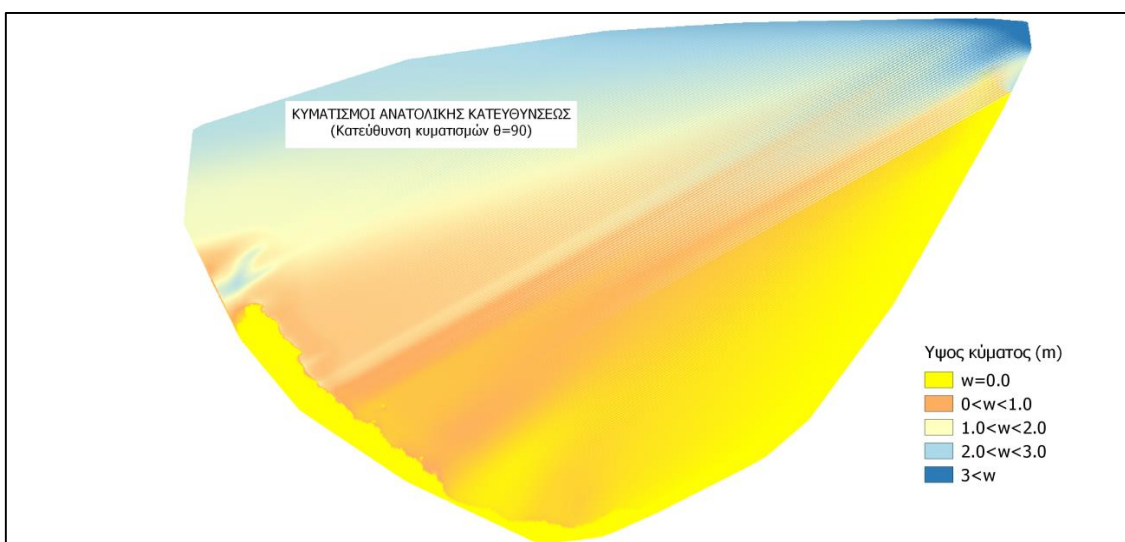
**Εικόνα 4.15:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=0^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



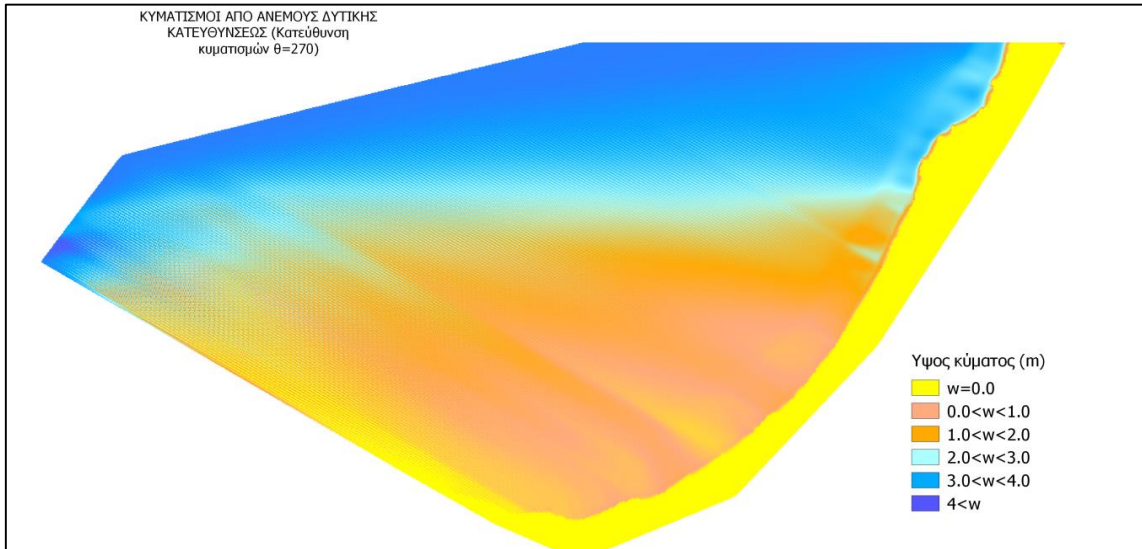
**Εικόνα 4.16:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=30^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



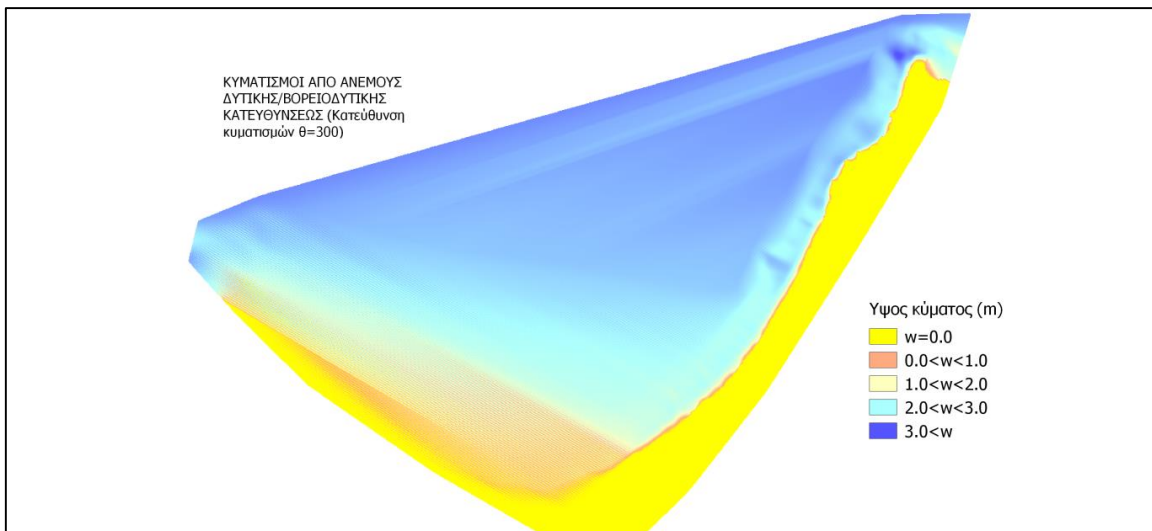
**Εικόνα 4.17:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=60^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



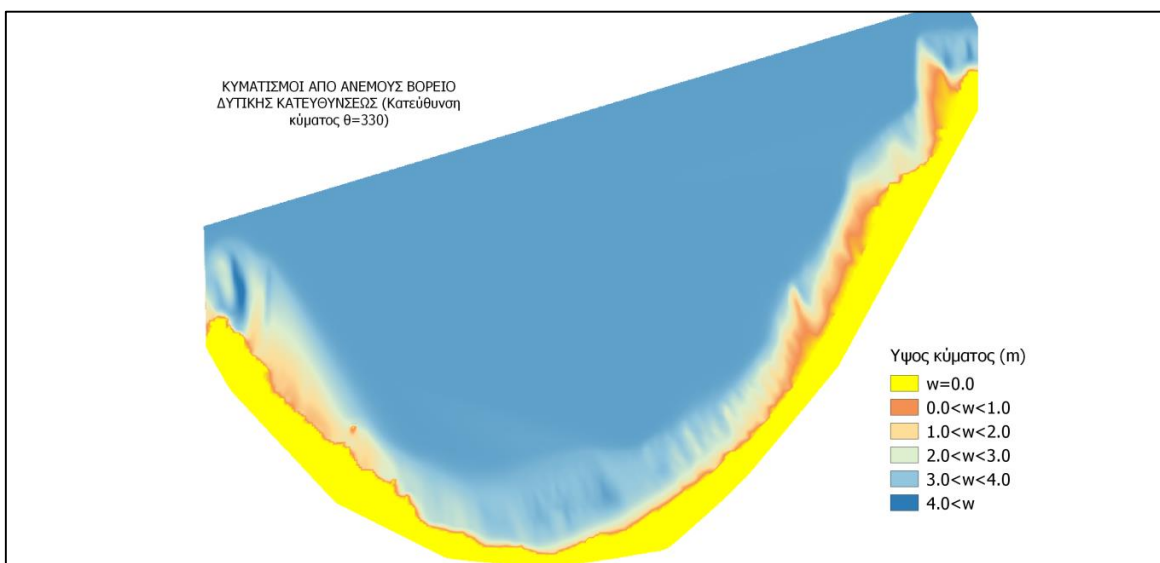
**Εικόνα 4.18:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=90^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



**Εικόνα 4.19:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=270^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



**Εικόνα 4.20:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=300^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)



**Εικόνα 4.21:** Θεματικός χάρτης με τους κυματισμούς με κατεύθυνση  $\theta=330^\circ$  (ΤΔΕ, 2017b)

Για την περιοχή μελέτης αποφασίστηκε ότι στα πλαίσια της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής για σκοπούς δημιουργίας του δείκτη παράκτιας ευπάθειας τα κυματικά δεδομένα/συνθήκες της ακτής μπορεί να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το μέγιστο ύψος κύματος ως προς την απόσταση του από την ακτή (πίνακας 4.10). Επιλέγηκε να χρησιμοποιηθεί το ύψος κύματος τριών (3) μέτρων αφού υπολογίστηκε ότι είναι αυτό που παρουσιάζεται συνήθως στο σημείο θραύσης για τις τοπικές συνθήκες.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω, ασχέτως της κατεύθυνσης του σημαντικού ύψους εισόδου του κύματος, θεωρείται ότι όσο πιο κοντά προς την ακτή παρουσιάζεται κυματισμός με ύψος 3 μέτρα (ή/και μεγαλύτερο) τόσο μεγαλύτερες επιπτώσεις/επιδράσεις θα έχει στην παραλία και κατ' επέκταση πιθανή πρόκληση διάβρωσης.

**Πίνακας 4.10:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο ύψος κύματος

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Ύψος κύματος						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Ύψος κύματος $3m \leq H_0$ και απόσταση από την ακτή (d) $d > 2000$ μέτρα	X				
2	Ύψος κύματος $3m \leq H_0$ και απόσταση από την ακτή (d) $1000 < d < 2000$ μέτρα		X			
3	Ύψος κύματος $3m \leq H_0$ και απόσταση από την ακτή (d) $500 < d < 1000$ μέτρα			X		
4	Ύψος κύματος $3m \leq H_0$ και απόσταση από την ακτή (d) $d < 500$ μέτρα				X	
5	Ύψος κύματος $H_0 > 4m$ και απόσταση από την ακτή (d) $d < 500$ μέτρα					X

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω κατηγοριοποίηση της κυματικής δράσης στην περιοχή αποδόθηκαν στα τμήματα της ακτής και οι αντίστοιχες βαθμολογίες σε σχέση με την συγκεκριμένη παράμετρο. Ανάλογα δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο ΓΣΠ QGIS με τα στοιχεία/αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης για το ύψος κύματος όπως φαίνεται στην εικόνα 4.22.



**Εικόνα 4.22:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο ύψος κύματος (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

## 4.7 Διακύμανση Παλίρροιας

Η διακύμανση της παλίρροιας καθορίζεται ως η διαφορά της μέγιστης τιμής της πλημμυρίδας (high tide) και η ελάχιστη τιμή της άμπωτης (low tide). Η διακύμανση της παλίρροιας για σκοπούς υπολογισμού του δείκτη ευπάθειας μιας παράκτιας περιοχής έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς μελετητές όμως με διαφορετική ερμηνεία. Για σκοπούς κατηγοριοποίησης των ακτών κάποιοι μελετητές θεωρούν ότι όσο πιο μεγάλη διακύμανση παλίρροιας παρουσιάζεται σε μια περιοχή τόσο μεγαλύτερη επίδραση/τρωτότητα θα επιφέρει στην περιοχή (Gornitz, et al., 1994) (Kumar, et al., 2010) (Di Paola, et al., 2011) (Yin, et al., 2012). Αντίθετα για άλλους μελετητές θεωρείται ότι η μεγαλύτερη διακύμανση παλίρροιας θα έχει μικρότερο βαθμό ευπάθειας στην ακτή γιατί υπάρχουν περιορισμένες πιθανότητες κατά την διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων να παρουσιαστεί κυματισμός μεγαλύτερου ύψους από αυτό της μέγιστης πλημμυρίδας (Pendleton, et al., 2005) (Özyurt & Ergin, 2010) (Mujabar & Chandrasekar, 2011).

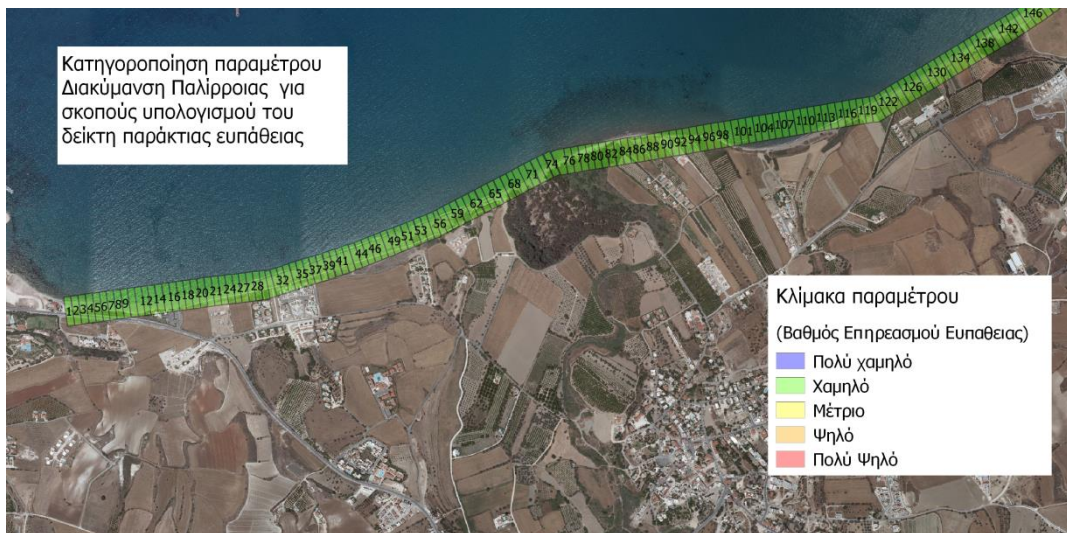
Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 3.5 η διακύμανση της παλίρροιας από στοιχεία που υπάρχουν για άλλες περιοχές της Κύπρου και μετρήσεων του Τμήματος Δημοσίων Έργων είναι της τάξης των 30 εκατοστών.

Για σκοπούς της συγκεκριμένης διατριβής η κατηγοριοποίηση βασίζεται στην παραδοχή ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση της παλίρροιας τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός τρωτότητας (πίνακας 4.11). Οι κατηγορίες καλύπτουν το εύρος της παλίρροιας κάτω από τις υφιστάμενες συνθήκες (20 εκατοστά) μέχρι την θεωρητική τιμή του ενός μέτρου ως η μελλοντική τιμή. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η περιοχή μελέτης είναι ενιαία, έχει μήκος 6 χιλιόμετρα και βρίσκεται στην ίδια περιοχή γεωγραφικά (βόρεια) θεωρείται ότι υπάρχει ομοιόμορφη διακύμανση της παλίρροιας σε όλα τα τμήματά της. Το μέγεθος της διακύμανσης της παλίρροιας δεν θεωρείται σημαντικό και ως εκ τούτου ο βαθμός ευπάθειας όλης της παραλίας σε σχέση με την παλίρροια θεωρείται χαμηλός.

**Πίνακας 4.11:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο διακύμανσης παλίρροιας

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Διακύμανσης Παλίρροιας						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Παλίρροια (t) $t < 20$ εκ.	X				
2	Παλίρροια $20 \text{εκ} < t \leq 40 \text{εκ}$ .		X			
3	Παλίρροια $40 \text{εκ} < t \leq 60 \text{εκ}$			X		
4	Παλίρροια $60 \text{εκ} < t \leq 80 \text{εκ}$				X	
5	Παλίρροια $80 \text{εκ} < t \leq 100 \text{εκ}$					X

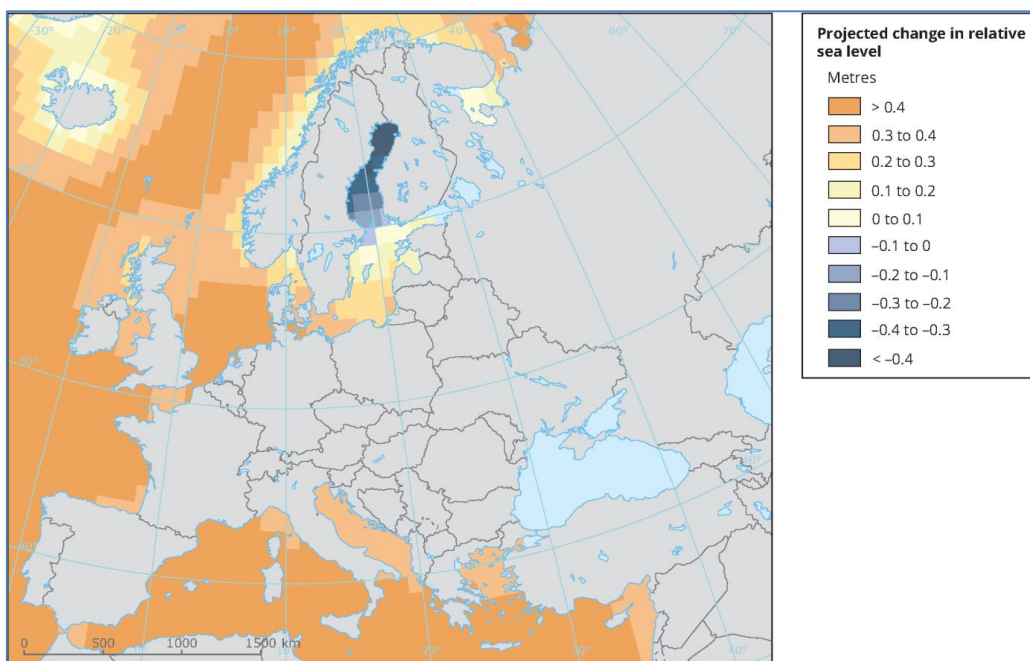
Εφαρμόζοντας την πιο πάνω κατηγοριοποίηση δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο QGIS με τα στοιχεία/αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης για διακύμανση της παλίρροιας όπως φαίνεται στη εικόνα 4.23.



**Εικόνα 4.23:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο διακύμανσης παλίρροιας (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

## 4.8 Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας

Στο πλαίσιο του υπολογισμού της παράκτιας ευπάθειας θεωρείται ότι, όσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός αύξησης της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας τόσο πιο ευάλωτες είναι οι ακτές. Στην Κύπρο δεν υπάρχουν δεδομένα είτε από κυματομέτρα ή παλιρροιογράφους τα οποία να μπορούν να βοηθήσουν στον υπολογισμό του μέχρι σήμερα ρυθμού αλλαγής της στάθμης της θάλασσας. Σύμφωνα με έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος αναφορικά με την Παγκόσμια και Ευρωπαϊκή ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης από ανάλυση στοιχείων που πάρθηκαν από δορυφόρους, ο ρυθμός ανύψωσης για την Κύπρο την περίοδο 1992-2014 ήταν 4 χιλιοστά ανά έτος (EEA, 2016). Επιπρόσθετα, στην ίδια έκθεση αναφέρεται ότι η προβλεπόμενη αλλαγή της σχετικής στάθμης της θάλασσας για την περίοδο 2081-2100 θα ανέλθει στα 40 εκατοστά περίπου σύμφωνα με τα μοντέλα κλίματος υιοθετώντας το χαμηλής – μέτριας RCP4.5 σενάριο εκπομπών (εικόνα 4.24). Η πιο πάνω πρόβλεψη είναι της ίδιας τάξης με άλλες μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά μοντέλα κλίματος (Tsimplis, et al., 2008).



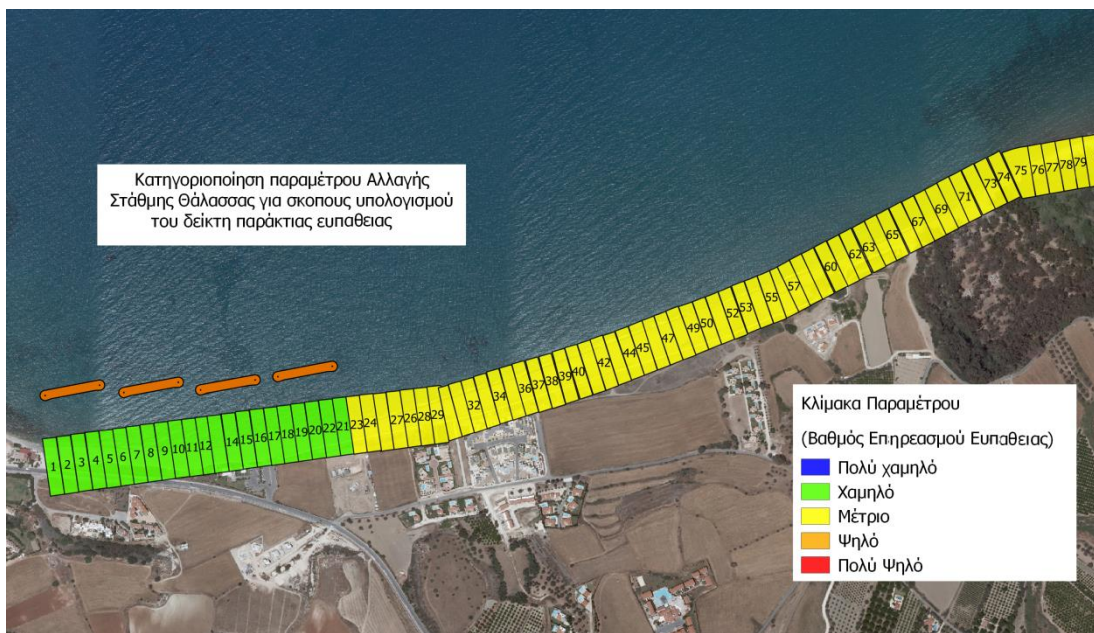
**Εικόνα 4.24:** Προβλεπόμενη αλλαγή της σχετικής στάθμης της θάλασσας για την περίοδο 2081-2100 με τη χρήση μοντέλου κλίματος για το μέτριο –χαμηλό RCP4.5 σενάριο εκπομπών (ΕΕΑ, 2016).

Θεωρώντας ότι ο ρυθμός ανύψωσης θα είναι γύρω στο 4 χιλιοστά/ έτος και μέχρι το 2100 η συνολική ανύψωση θα ανέρχεται σε 40 εκατοστά περίπου, η παράμετρος για την ανύψωση της θάλασσας θεωρείται μέτριας επίδρασης στην ακτή (εικόνα 4.12). Για σκοπούς υπολογισμού του παράκτιου δείκτη ευπάθειας όλο το τμήμα της παραλίας τοποθετείται στην ίδια κατηγορία εκτός από το τμήμα με την ύπαρξη των 4 υφιστάμενων κυματοθραυστών. Οι κυματοθραύστες είναι χαμηλής στέψης και υπολογίζεται ότι η αλλαγή στη στάθμη θα έχει πιο χαμηλή επίδραση την πρώτη περίοδο η οποία σταδιακά θα εξισωθεί με το υπόλοιπο τμήμα μέχρι το 2100.

**Πίνακας 4.12:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο αλλαγή στάθμης θάλασσας

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Αλλαγής Στάθμης Θάλασσας (ΑΣΘ)						
α/α	Παράμετρος (mm/y)	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	$0 < \text{ΑΣΘ} \leq 15$	X				
2	$15 < \text{ΑΣΘ} \leq 30$		X			
3	$30 < \text{ΑΣΘ} \leq 45$			X		
4	$45 < \text{ΑΣΘ} \leq 60$				X	
5	$60 < \text{ΑΣΘ}$					X

Εφαρμόζοντας τις πιο πάνω παραδοχές και την κατηγοριοποίηση για την παράμετρο αλλαγή της στάθμης της θάλασσας, δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο QGIS δίδοντας για κάθε τμήμα (διάνυσμα) της ακτής και την αντίστοιχη βαθμολογία (εικόνα 4.25).



**Εικόνα 4.25:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο αλλαγή στάθμης θάλασσας (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

## 4.9 Έργα Προστασίας

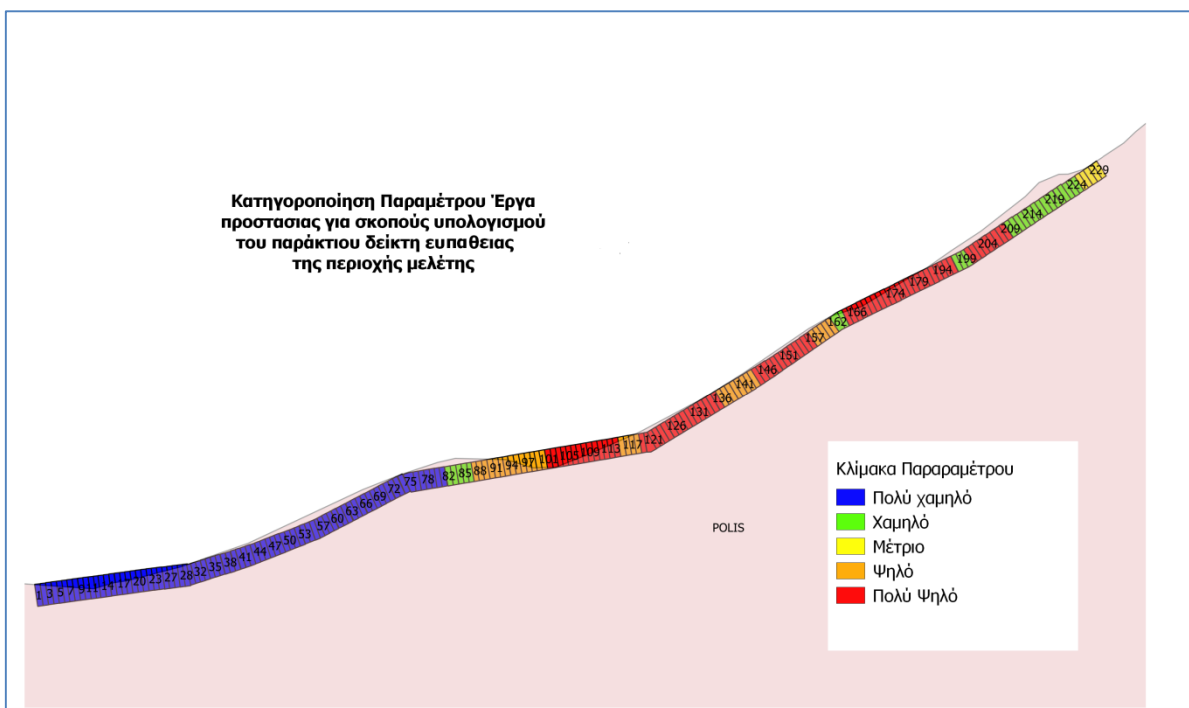
Στην περιοχή μελέτης όπως έχει αναλυθεί και στο τρίτο κεφάλαιο υπάρχουν τόσο φυσικά εμπόδια όσο και τεχνητά μέτρα/έργα που συμβάλλουν στην μείωση της κυματικής δράσης και των καιρικών επιπτώσεων στην ακτή και με αυτό τον τρόπο συνεισφέρουν στην προστασία της. Τα έργα που λήφθηκαν υπόψη για σκοπούς κατηγοριοποίησης της ακτής είναι η ύπαρξη των τεχνητών έργων (κυματοθραύστες, θωράκιση κλπ), η θωράκιση που προέρχεται από τη φυσική προστασία της ακτής λόγω ύπαρξης φυσικών βράχων, εξάρσεων και συσσωρεύσεων ποσειδώνιας, οι τεχνητές κατασκευές στην ακτή καθώς και η ύπαρξη φυσικών στοιχείων όπως βλάστηση, αμμόλοφων, τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν στην προστασία της ακτής. Οι πιο πάνω ομάδες έργων έχουν κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με το βαθμό προστασίας που παρέχουν στην ακτή ως προς τη διάβρωση. Όσο μεγαλύτερη προστασία προσφέρεται στην ακτή λόγω ύπαρξης έργων

τόσο χαμηλότερο βαθμό συνεισφοράς στην ευπάθεια δίδεται στο αντίστοιχο τμήμα της ακτής (πίνακας 4.13).

**Πίνακας 4.13:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο έργα προστασίας

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Έργα Προστασίας						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Τεχνητά έργα (κυματοθραύστες, θωρακίσης κλπ)	X				
2	Φυσική θωράκιση στο θαλάσσιο χώρο (εξάρσεις βράχων, συσσωρεύσεις ποσειδώνια κλπ)		X			
3	Τεχνητή θωράκιση στο χερσαίο χώρο (τοιχος αντιστήριξης, πεζόδρομος κλπ)			X		
4	Φυσική θωράκιση στο χερσαίο χώρο (αμμόλοφοι, βλάστηση κλπ)				X	
5	Κανένα είδος προστασίας					X

Σύμφωνα με την πιο πάνω κατηγοριοποίηση και με τη βοήθεια των αρχείων που δημιουργήθηκαν στο QGIS για την ευρύτερη περιοχή του Κόλπου Χρυσοχούς και έχουν περιγραφεί στις ενότητες 3.2, 3.9, 3.10 και 3.11, δημιουργήθηκε το αντίστοιχο αρχείο για την παράμετρο έργα προστασίας (εικόνα 4.26) το οποίο χρησιμοποιήθηκε για σκοπούς υπολογισμού του δείκτη παράκτιας ευπάθειας.



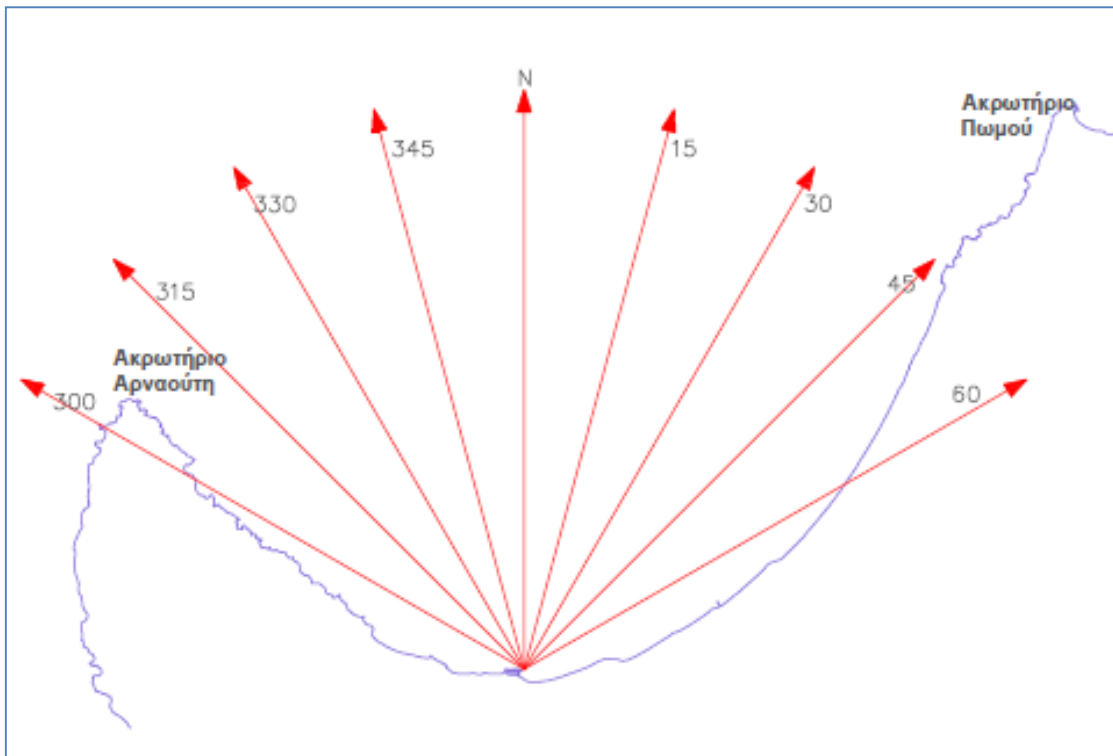
**Εικόνα 4.26:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο Έργα Προστασίας (πηγή χάρτη υποβάθρου (ΤΚΧ, 2017d))

## 4.10 Έκθεση Παραλίας

Η έκθεση της παραλίας αναφέρεται στον προσανατολισμό της ακτής σε σχέση με την κατεύθυνση του κύματος που προσπίπτει σε αυτή. Η συγκεκριμένη παράμετρος είναι ένα ποιοτικό μέτρο του βαθμού στο οποίο ένα τμήμα της ακτής εκτίθεται στην οποιαδήποτε κυματική ενέργεια που προσπίπτει στην ευρύτερη περιοχή και δεν είναι ποσοτικό μέτρο της ενέργειας που δέχεται η ακτή (Sharples, 2006).

Ο προσανατολισμός μιας συγκεκριμένης ακτής ως προς την κατεύθυνση του κύματος καθώς και η ύπαρξη ή η απουσία μικρών κολπίσκων, προστατευμένων ακτών, ακρωτηρίων ή/και φυσικών νησιών κάνει ορισμένα τμήματα της ακτής πιο εκτεθειμένα ή προστατευόμενα από τα άλλα.

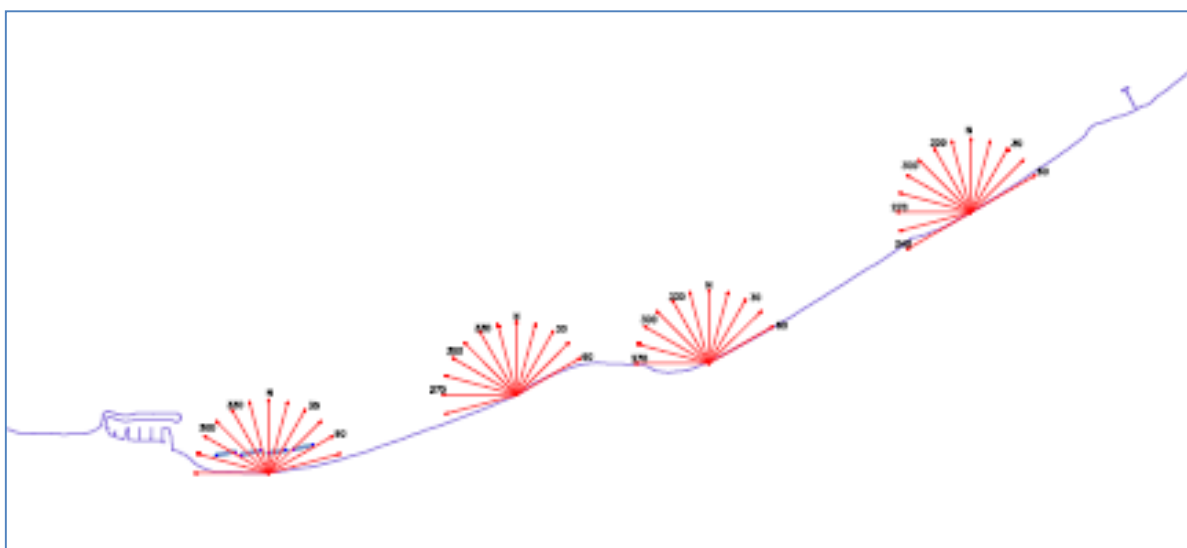
Στην ευρύτερη περιοχή Κόλπου Χρυσοχούς τα ακρωτήρια Αρναούτη και Πωμού παρέχουν προστασία στην περιοχή μελέτης από κατευθύνσεις πέραν των 60° - 300° (εικόνα 4.27).



**Εικόνα 4.27:** Έκθεση ακτής ευρύτερου κόλπου Πόλης Χρυσοχούς (πηγή χάρτη υποβάθρου (TKX, 2017d))

Εξετάζοντας σε τοπική κλίμακα την περιοχή μελέτης (εικόνα 4.28) από πλευράς έκθεσης αυτή μπορεί να χωριστεί σε 4 κυρίως κατηγορίες (πίνακας 4.14). Πιο συγκεκριμένα μπορεί να χωριστεί:

1. Το τμήμα ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου το οποίο θεωρητικά δέχεται κυματισμό από 0 - 75° και 330°-360°.
2. Το τμήμα της ακτής από την κοινοτική πλαζ μέχρι το κατασκηνωτικό χώρο, το οποίο είναι εκτεθειμένο σε κυματισμό 0 - 60° και 255°-360°.
3. Το τμήμα της ακτής ανατολικά του κατασκηνωτικού χώρου το οποίο είναι εκτεθειμένο σε κυματισμό 0 - 60° και 270°-360°.
4. Το τμήμα της ακτής δυτικά της αποβάθρας στην περιοχή Λίμνης μέχρι το ανατολικό άκρο της περιοχής μελέτης που είναι εκτεθειμένο σε κυματισμό από κυματισμό 0 - 60° και 240°-360°.



**Εικόνα 4.28:** Έκθεση ακτής μελέτης (πηγή χάρτη υποβάθρου (ΤΚΧ, 2017d))

**Πίνακας 4.14:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με την παράμετρο έκθεση παραλίας

Κατηγοριοποίηση Παραμέτρου Έκθεση Παραλίας						
α/α	Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
1	Μη Έκθεση	X				
2	Έκθεση 0 - 60° και 330°-360		X			
3	Έκθεση 0 - 60° και 270°-360			X		
4	Έκθεση 0 - 60° και 240°-360°				X	
5	Έκθεση Από όλες τις κατευθύνσεις					X

Σύμφωνα με την πιο πάνω κατηγοριοποίηση στα τμήματα της περιοχής μελέτης δόθηκαν οι αντίστοιχες βαθμολογίες και με τη βοήθεια του προγράμματος QGIS δημιουργήθηκε το αρχείο για την παράμετρο έκθεση παραλίας για χρήση κατά τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας ευπάθειας (εικόνα 4.29)



**Εικόνα 4.29:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με την παράμετρο Έκθεση Παραλίας (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

## 4.11 Υπολογισμός Δείκτη Ευπάθειας

Αφού δόθηκαν για κάθε τμήμα της ακτής οι αντίστοιχοι βαθμοί επηρεασμού ανά παράμετρο όπως έχει επεξηγηθεί στις ενότητες της διατριβής 4.2-4.10, έγιναν οι υπολογισμοί για το δείκτη ευπάθειας σύμφωνα με τα 4 σενάρια που έχουν επιλεγεί και επεξηγηθεί στην ενότητα 4.1, ως ακολούθως:

1. Σενάριο με τις «τυπικές παραμέτρους» (CSI 1)
2. Σενάριο με όλες τις παραμέτρους (CSI 2)
3. Σενάριο με εκτός της παραμέτρου του ρυθμού διάβρωσης (CSI 3)
4. Σενάριο με εκτός της παραμέτρου του έκθεσης παραλίας (CSI 4)

### 4.11.1 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με τις «τυπικές παραμέτρους» - Σενάριο CSI-1

Για το συγκεκριμένο σενάριο υπολογισμού του Δείκτη παράκτιας Ευπάθειας χρησιμοποιούνται μόνο οι πιο κάτω παράμετροι:

- α) Ύψος κύματος
- β) Διακύμανση Παλίρροιας
- γ) Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας
- δ) Κλίση της ακτής

ε) Γεωμορφολογία

ζ) Ρυθμός μεταβολής ακτής

Για το συγκεκριμένο σενάριο ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με την εξίσωση:

$$\text{CSI-Index} = \sqrt[2]{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta}{6}}$$

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας για την υπό μελέτη περιοχή κυμαίνεται μεταξύ 2,83 (ελάχιστη τιμή) και 17,89 μονάδες (μέγιστη τιμή). Διαιρώντας το εύρος των τιμών σε πέντε ίσα μέρη δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες κατηγορίες (πίνακας 4.15) (η κάθε κατηγορία καλύπτει εύρος τιμών ίσο με 3.01 περίπου). Στη συνέχεια με βάση τις τιμές του δείκτη παράκτιας ευπάθειας του κάθε τμήματος έγινε η κατηγοριοποίηση της ακτής. Για την κατηγοριοποίηση των τμημάτων θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας τόσο πιο ευαίσθητο/τρωτό είναι το συγκεκριμένο τμήμα της ακτής.

**Πίνακας 4.15:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index) για το σενάριο 1 (CSI-1)

Κατηγοριοποίηση Τμημάτων σύμφωνα με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index)					
Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
2.83<CSI-Index<5.84	X				
5.84<CSI-Index<8.85		X			
8.85<CSI-Index<11.86			X		
11.86<CSI-Index<14.88				X	
14.88<CSI-Index<17.89					X

Στην συνέχεια ετοιμάστηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο πρόγραμμα QGIS όπου και εφαρμόστηκε η πιο πάνω κατηγοριοποίηση (εικόνα 4.30).



**Εικόνα 4.30:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας για σενάριο 1 (CSI-1) (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

#### 4.11.2 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους - Σενάριο CSI-2

Για το συγκεκριμένο σενάριο υπολογισμού του Δείκτη παράκτιας Ευπάθειας χρησιμοποιούνται οι πιο κάτω οκτώ παράμετροι :

- α) Ύψος κύματος
- β) Διακύμανση Παλίρροιας
- γ) Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας
- δ) Κλίση της ακτής
- ε) Γεωμορφολογία
- ζ) Ρυθμός μεταβολής ακτής
- η) Έργα προστασίας
- θ) Έκθεση παραλίας

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με την εξίσωση:

$$\text{CSI-Index} = \sqrt{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta * \eta * \theta}{8}}$$

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας για την υπό μελέτη περιοχή κυμαίνεται μεταξύ 3,46 (ελάχιστη τιμή) και 53,67 μονάδες (μέγιστη τιμή). Διαιρώντας το εύρος των τιμών σε πέντε μέρη δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες κατηγορίες (πίνακας 4.16) με την κάθε κατηγορία να καλύπτει εύρος τιμών ίσο με 10 μονάδες περίπου. Στη συνέχεια με βάση τις τιμές του δείκτη παράκτιας ευπάθειας του κάθε τμήματος έγινε η κατηγοριοποίηση της ακτής. Για την κατηγοριοποίηση των τμημάτων θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας τόσο πιο ευαίσθητο/τρωτό είναι το συγκεκριμένο τμήμα.

**Πίνακας 4.16:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index) για το σενάριο 2 (CSI-2)

Κατηγοριοποίηση Τμημάτων σύμφωνα με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index)					
Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
3.46<CSI-Index<12.70	X				
12.70<CSI-Index<24.00		X			
24.00<CSI-Index<33.90			X		
33.90<CSI-Index<42.40				X	
42.40<CSI-Index<53.67					X

Στη συνέχεια ετοιμάστηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο πρόγραμμα QGIS όπου και εφαρμόστηκε η πιο πάνω κατηγοριοποίηση (εικόνα 4.31).



**Εικόνα 4.31:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας για σενάριο 2 (CSI-2) (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

#### 4.11.3 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού μεταβολής της ακτής - Σενάριο CSI-3

Για το συγκεκριμένο σενάριο υπολογισμού του Δείκτη παράκτιας Ευπάθειας χρησιμοποιούνται μόνο οι πιο κάτω επτά παράμετροι :

- α) Ύψος κύματος
- β) Διακύμανση Παλίρροιας
- γ) Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας
- δ) Κλίση της ακτής
- ε) Γεωμορφολογία
- η) Έργα προστασίας
- θ) Έκθεση παραλίας

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με την εξίσωση:

$$CSI-Index = \sqrt[2]{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \eta * \theta}{7}}$$

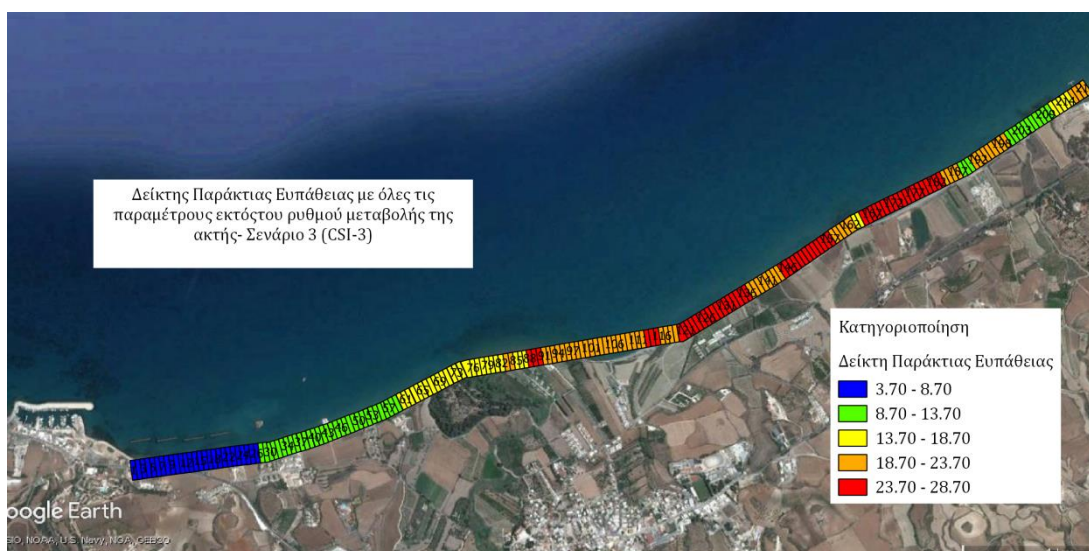
Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας για την υπό μελέτη περιοχή κυμαίνεται μεταξύ 3,70 (ελάχιστη τιμή) και 28,70 μονάδες (μέγιστη τιμή). Διαιρώντας το εύρος των τιμών σε πέντε ίσα μέρη δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες

κατηγορίες (η κάθε κατηγορία καλύπτει εύρος τιμών ίσο με 5 μονάδες) (πίνακας 4.17). Στη συνέχεια με βάση τις τιμές του δείκτη παράκτιας ευπάθειας του κάθε τμήματος έγινε η κατηγοριοποίηση της ακτής. Για την κατηγοριοποίηση των τμημάτων θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας τόσο πιο ευαίσθητο/τρωτό είναι το συγκεκριμένο τμήμα.

**Πίνακας 4.17:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index) για το σενάριο 3 (CSI-3)

Κατηγοριοποίηση Τμημάτων σύμφωνα με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index)					
Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
$3.70 < \text{CSI-Index} < 8.70$	X				
$8.70 < \text{CSI-Index} < 13.70$		X			
$13.70 < \text{CSI-Index} < 18.70$			X		
$18.70 < \text{CSI-Index} < 23.70$				X	
$23.70 < \text{CSI-Index} < 28.70$					X

Στην συνέχεια ετοιμάστηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο πρόγραμμα QGIS όπου και εφαρμόστηκε η πιο πάνω κατηγοριοποίηση για τα τμήματα της περιοχής μελέτης (εικόνα 4.32).



**Εικόνα 4.32:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας για σενάριο 3 (CSI-3) (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

#### 4.11.4 Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός της έκθεσης παραλίας- Σενάριο CSI-4

Για το συγκεκριμένο σενάριο υπολογισμού του Δείκτη παράκτιας Ευπάθειας χρησιμοποιούνται επτά παράμετροι όπως καταγράφονται πιο κάτω:

- α) Ύψος κύματος
- β) Διακύμανση Παλίρροιας
- γ) Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας
- δ) Κλίση της ακτής
- ε) Γεωμορφολογία
- ζ) Ρυθμός μεταβολής ακτής
- η) Έργα προστασίας

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με την εξίσωση:

$$\text{CSI-Index} = \sqrt[2]{\frac{\alpha * \beta * \gamma * \delta * \epsilon * \zeta * \eta}{7}}$$

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας για την υπό μελέτη περιοχή κυμαίνεται μεταξύ 2,62 (ελάχιστη τιμή) και 28.69 (μέγιστη τιμή). Διαιρώντας το εύρος των τιμών σε πέντε ίσα μέρη δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες κατηγορίες (η κάθε κατηγορία καλύπτει εύρος τιμών ίσο με 5 μονάδες) (πίνακας 4.18). Στη συνέχεια με βάση τις τιμές του δείκτη παράκτιας ευπάθειας του κάθε τμήματος έγινε η κατηγοριοποίηση της ακτής. Για την κατηγοριοποίηση των τμημάτων θεωρείται ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης παράκτιας ευπάθειας τόσο πιο ευαίσθητο/τρωτό είναι το συγκεκριμένο τμήμα.

**Πίνακας 4.18:** Κριτήρια κατηγοριοποίησης τμημάτων ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index) για το σενάριο 4 (CSI-4)

Κατηγοριοποίηση Τμημάτων σύμφωνα με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας (CSI-index)					
Παράμετρος	Πολύ χαμηλό (1)	Χαμηλό (2)	Μέτριο (3)	Ψηλό (4)	Πολύ Ψηλό (5)
$2.62 < \text{CSI-Index} < 7.86$	X				
$7.86 < \text{CSI-Index} < 13.61$		X			
$13.61 < \text{CSI-Index} < 18.14$			X		
$18.14 < \text{CSI-Index} < 22.68$				X	
$22.68 < \text{CSI-Index} < 28.69$					X

Στην συνέχεια ετοιμάστηκε το αντίστοιχο διανυσματικό αρχείο στο πρόγραμμα QGIS όπου και εφαρμόστηκε η πιο πάνω κατηγοριοποίηση (εικόνα 4.33).



**Εικόνα 4.33:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας για σενάριο 4 (CSI-4) (πηγή φωτογραφίας υποβάθρου Google earth)

# Κεφάλαιο 5

## Αποτελέσματα

### 5.1 Έννοιες και Θέματα που αναδείχθηκαν

Όπως επεξηγήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές έχουν αναλυθεί και επεξεργαστεί με τρόπο που να είναι δυνατός ο υπολογισμός του δείκτη ευπάθειας της ακτής στην περιοχή μελέτης.

Για τον σκοπό αυτό έγινε χρήση και συνδυασμός αριθμού λογισμικών (Geoffice, Excel, Autocad, Mike) ώστε τα δεδομένα να καταχωρηθούν είτε σε διανυσματική μορφή είτε σε πλεγματική μορφή στο λογισμικό QGIS μέσω του οποίου δόθηκε η δυνατότητα δημιουργίας χαρτών/εικόνων με τα αποτελέσματα της μελέτης. Πάρθηκε η απόφαση για χρήση του λογισμικού QGIS αφού το συγκεκριμένο γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών είναι ανοικτού κώδικα στο οποίο ο κάθε χρήστης μπορεί να έχει δωρεάν πρόσβαση. Επιπρόσθετα, όπως και με τα περισσότερα αντίστοιχα λογισμικά ΓΣΠ παρέχεται η δυνατότητα στο χρήστη να καθορίσει το σύστημα αναφοράς. Στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή χρησιμοποιήθηκε το επίσημο τοπικό σύστημα αναφοράς της Κυπριακής Δημοκρατίας (LTM) το οποίο έχει δημιουργηθεί από το Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας και χρησιμοποιείται από όλα τα κυβερνητικά τμήματα και υπηρεσίες.

Ο τρόπος κατηγοριοποίησης και οι αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες /εικόνες που έχουν δημιουργηθεί για την κάθε μία από τις πιο κάτω παραμέτρους επεξηγήθηκαν στο κεφάλαιο 4 και δίνουν την δυνατότητα της άμεσης κατανόησης της υφιστάμενης κατάστασης και συνθηκών της περιοχής.

- α) Ύψος κύματος (Εικόνα 4.22)
- β) Διακύμανση Παλίρροιας (Εικόνα 4.23)
- γ) Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας (Εικόνα 4.25)
- δ) Κλίση της ακτής (Εικόνα 4.12)

- ε) Γεωμορφολογία (Εικόνα 4.14)
- ζ) Ρυθμό μεταβολής ακτής (Εικόνα 4.7)
- η) Έργα προστασίας (Εικόνα 4.26)
- θ) Έκθεση παραλίας (Εικόνα 4.29)

Έχοντας τη βαθμολογία του κάθε τμήματος της ακτής ανά παράμετρο δόθηκε η δυνατότητα υπολογισμού του δείκτη ευπάθειας των τμημάτων της ακτής μελέτης (χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα EXCEL για τον υπολογισμό και την εξαγωγή των αντίστοιχων πινάκων υπολογισμού) και η δημιουργία των αντίστοιχων θεματικών χαρτών/εικόνων για διάφορα σενάρια με διαφορετικούς συνδυασμούς των παραμέτρων (εικόνα 4.30, 4.31, 4.32 και 4.33 ).

## **5.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων**

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και επεξηγήθηκε στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν τις κυριότερες παραμέτρους και στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη ευπάθειας για το κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια που εξετάστηκαν.

### **5.2.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων που αφορούν τις παραμέτρους που λήφθηκαν υπόψη για σκοπούς υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας**

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς για το ρυθμό αλλαγής της ακτογραμμής κατά τα έτη 1997-2014 καταγράφεται ότι ο μέσος όρος αλλαγής είναι διάβρωση της τάξης των 70 εκατοστών ανά έτος. Πιο συγκεκριμένα, από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι στο 86% της περιοχή μελέτης παρουσιάζεται ρυθμός διάβρωσης πέραν των 75 εκατοστών/έτος (Διάγραμμα 5.1) ενώ στο 2% καταγράφεται διάβρωση της τάξης πέραν των 2 μέτρων (Διαγράμματα 5.1 και 5.2) ανά έτος. Στο 12% της συνολικής ακτής παρουσιάζεται πρόσχωση και αφορά κυρίως τις περιοχές όπου έχουν ληφθεί μέτρα προστασίας.



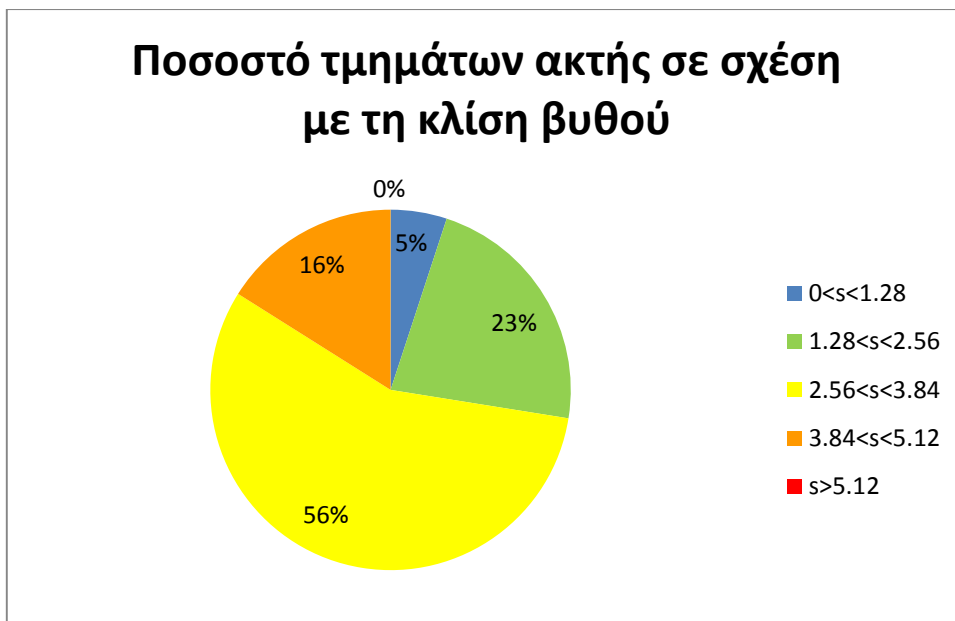
**Διάγραμμα 5.1** Ποσοστό περιοχής μελέτης ανά κατηγορία σε σχέση με το ρυθμό αλλαγής της ακτής



**Διάγραμμα 5.2:** Ρυθμός αλλαγής ακτής ανά τμήμα ακτής στην περιοχή μελέτης

Όσο αφορά τις κλίσεις της ακτής σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έχουν γίνει αυτές κυμαίνονται από σχεδόν τελείως ήπιες 0% (στα πιο μεγάλα βάθη) μέχρι κυρίως 5,12 % στα τμήματα προς το χερσαίο χώρο (εικόνα 4.11). Στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής

μελέτης παρουσιάζονται κλίσεις από 1,28 μέχρι 3,84 τμήματος (77%) εκ των οποίων το 56% αφορά περιοχές με κλίσεις μεταξύ 2,56 μέχρι 3,84 (Διάγραμμα 5.3).



**Διάγραμμα 5.3:** Ποσοστό περιοχής μελέτης ανά κατηγορία σε σχέση με την κλίση βυθού.

Η μορφολογία της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από αλλουβιακές και πελαγίσιες αποθέσεις (εικόνα 4.13) οι οποίες καταλαμβάνουν σχεδόν η κάθε μία από 50% του συνολικού μήκους της ακτής (το κάθε τμήμα υπολογίζεται σε 3 χιλιόμετρα περίπου) ενώ παρατηρείται ότι σε κάποια τμήματα της ακτής το ένα είδος εισχωρεί στο άλλο. Η αλληλοεμπλοκή και εναλλαγή των χαρακτηριστικών των αποθέσεων είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες διαφοροποίησης του βαθμού ευπάθειας της ακτής σε σχέση με τη συγκεκριμένη παράμετρο (εικόνα 4.13).

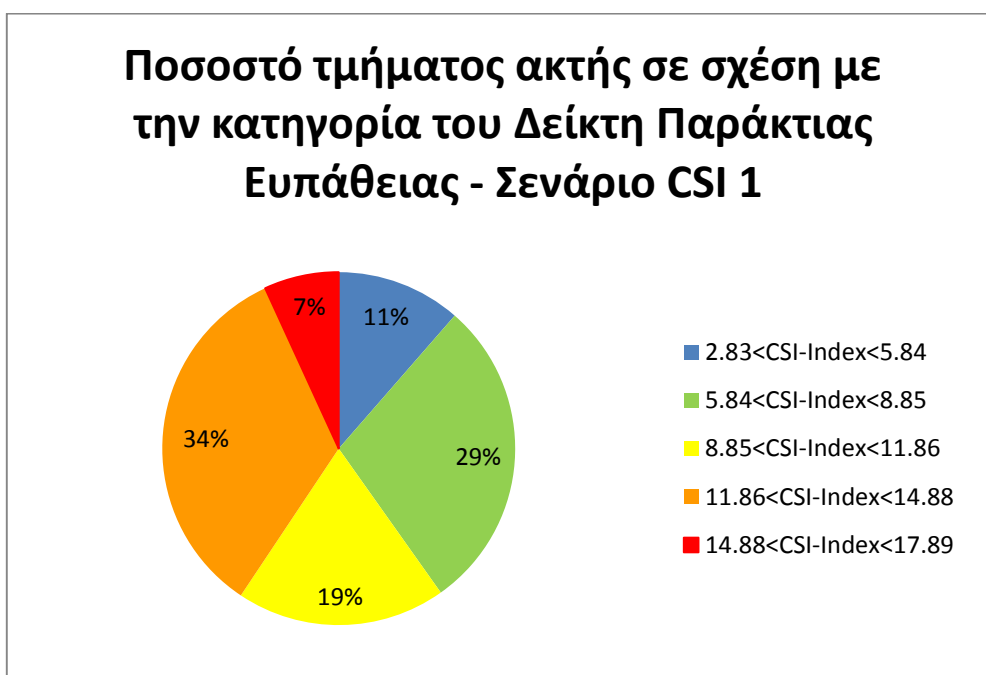
Από την ανάλυση της έκθεσης της παραλίας σε σχέση με τους κυματισμούς που προσπίπτουν στην περιοχή μελέτης και τα ροδογράμματα κατεύθυνσης που ετοιμάστηκαν για τις διάφορες κατευθύνσεις (εικόνες 4.27 και 4.28) φαίνεται ότι σχεδόν το σύνολο της ακτής (90%) είναι εκτεθειμένο στους κυματισμούς που επικρατούν στην περιοχή ( $0^\circ - 60^\circ$  και  $240^\circ - 360^\circ$ ). Εξαιρέση αποτελεί το τμήμα ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου όπου υπάρχουν τα θαλάσσια έργα παράκτια προστασίας (παράλληλοι κυματοθραύστες και θωράκιση) (εικόνα 4.29).

Εξετάζοντας τους κυματισμούς που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή παρατηρείται ότι το μέγιστο μέσο ύψος κύματος είναι της τάξης των 4,5 μέτρων όμως αυτό εμφανίζεται

κυρίως στα ανοιχτά του κόλπου σε ισοβαθείς πέραν των 30 μέτρων από την Μέση Στάθμη Θάλασσας (εικόνες 4.15 – 4.21). Σύμφωνα με την ανάλυση του κυματικού κλίματος με το λογισμικό MIKE το κύμα θραύσης υπολογίζεται στα 3 μέτρα το οποίο ανάλογα με τα χαρακτηριστικά (βάθη, κλίση κλπ) του κάθε τμήματος της περιοχής εμφανίζεται σε διαφορετική απόσταση από την ακτή. Η περιοχή μελέτης πλήττεται σχεδόν εξολοκλήρου από έντονους κυματισμούς με το σημείο θραύσης να είναι κατά μέσο όρο γύρω στα 500 μέτρα.

## 5.2.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων των υπολογισμών του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας για το 1<sup>ο</sup> Σενάριο στο Παράτημα Γ –Πίνακας ΠΓ 1 όπου λαμβάνονται υπόψη οι 6 τυπικοί παράμετροι (Ύψος κύματος, Διακύμανση Παλίρροιας, Αλλαγή Στάθμη Θάλασσας Κλίση της ακτής, Γεωμορφολογία και Ρυθμός μεταβολής της ακτής) ο Δείκτης λαμβάνει τιμές που κυμαίνονται από 2,83 μέχρι 17,89 με μέση τιμή στο 9,93 (διάγραμμα 5.4). Επιπρόσθετα, παρατηρείται από το διάγραμμα 5.4 ότι πέραν του 50% της παράκτιας περιοχής έχει Δείκτη μεγαλύτερο του μέσου όρου ενώ 60% των τμημάτων της ακτής παρουσιάζουν πολύ ψηλό μέχρι ψηλό δείκτη ευπάθειας.



**Διάγραμμα 5.4:** Ποσοστό περιοχής μελέτης ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (σενάριο CSI 1)

Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση της περιοχής για το συγκεκριμένο σενάριο παρατηρείται (εικόνα ΠΓ1-Παράρτημα Γ) ότι οι περιοχές με τις ψηλότερες βαθμολογίες είναι το τμήμα του κατασκηνωτικού χώρου του Δήμου Πόλεως Χρυσοχούς και των εκβολών του χείμαρρου Χρυσοχούς καθώς και ανατολικά των εκβολών του χείμαρρου Μιρμήκορφου. Οι περιοχές με το χαμηλότερο δείκτη επικεντρώνονται κυρίως στην περιοχή ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου Λατσιού όπου υπάρχουν οι 4 υφιστάμενοι παράλληλοι κυματοθραύστες.

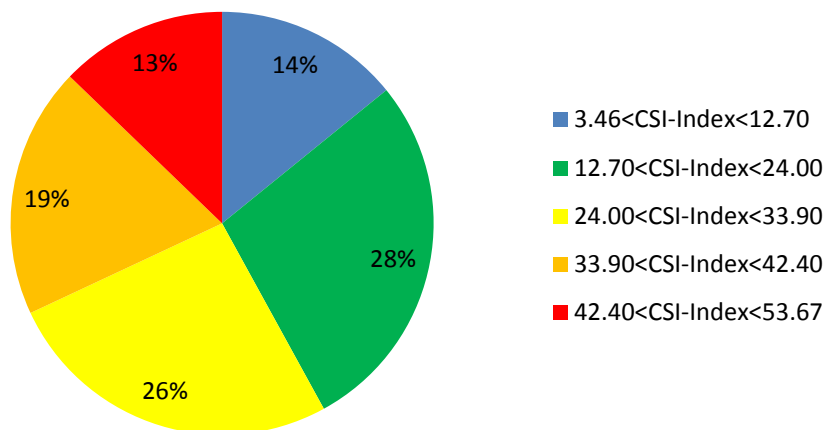
Στα αποτελέσματα για το δεύτερο σενάριο (CSI 2- στο οποίοι λήφθηκαν επιπρόσθετα από τις παραμέτρους του σεναρίου 1 και οι παράμετροι Έργα προστασίας και Έκθεση Παραλίας) όπως παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ –Πίνακας ΠΓ2 ο μέσος όρος του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας είναι 27,12 με την μέγιστη τιμή να φτάνει το 53,67 και η ελάχιστη τιμή το 3,46. Εξετάζοντας τις τιμές του Δείκτη ανά τμήμα ακτής παρατηρείται ότι 118 τμήματα παρουσιάζουν δείκτη μεγαλύτερο του μέσου όρου (27,12) εκ των οποίων τα 42 παρουσιάζουν ψηλό δείκτη και 28 πολύ ψηλό (βλέπε πίνακα 5.1).

**Πίνακας 5.1:** Τμήματα ακτής ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (CVI-2)

	Κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας				
	3.46<CSI-Index<12.70	12.70<CSI-Index<24.00	24.00<CSI-Index<33.90	33.90<CSI-Index<42.40	42.40<CSI-Index<53.67
Τμήματα ακτής	31	61	57	42	28

Σε αυτό το σενάριο τα τμήματα της ακτής με ψηλό και πολύ ψηλό δείκτη ευπάθειας αντιπροσωπεύουν το 31% περίπου (διάγραμμα 5.5) και αφορά κυρίως τις περιοχές μεταξύ των εκβολών των δύο χείμαρρων Χρυσοχούς και Μιρμήκορφου (εικόνα ΠΓ2-Παράρτημα Γ).

### Ποσοστό περιχής μελέτης σε σχέση με την κατηγορία του Δείκτη παράκτιας Ευπάθειας - Σενάριο CSI 2



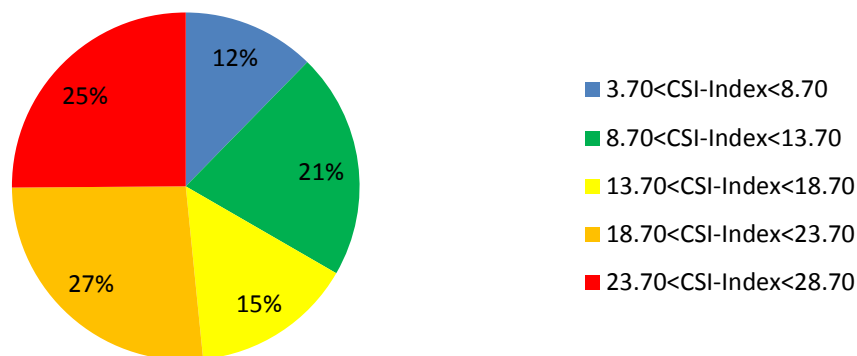
**Διάγραμμα 5.5:** Ποσοστό περιχής μελέτης ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (σενάριο CSI 2)

Στο τρίτο σενάριο (CVI 3) όπου δεν λήφθηκε υπόψη η παράμετρος του ρυθμού αλλαγής της ακτής παρατηρείται από τον αντίστοιχο πίνακα αποτελεσμάτων (πίνακας ΠΓ3-Παράρτημα Γ) ότι οι τιμές του Δείκτη Ευπάθειας κυμαίνονται από 3,7 (ελάχιστη τιμή) μέχρι 28,69 (μέγιστη τιμή). Τα τμήματα της ακτής που παρουσιάζουν δείκτη πέραν της μέσης τιμής (17,51) ανέρχονται σε 116. Εξετάζοντας όλα τα τμήματα της ακτής σε σχέση με την κατηγορία του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (πίνακας 5.2) όπως αυτή καθορίστηκε στο συγκεκριμένο σενάριο φαίνεται ότι ένα ποσοστό της τάξης του 25% παρουσιάζει πολύ ψηλό δείκτη ευπάθειας ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για δείκτη υψηλής ευπάθειας ανέρχεται στο 27% (διάγραμμα 5.6).

**Πίνακας 5.2:** Τμήματα ακτής ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (CVI 3)

	Κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας				
	3.70<CSI-Index<8.70	8.70<CSI-Index<13.70	13.70<CSI-Index<18.70	18.70<CSI-Index<23.70	23.70<CSI-Index<28.70
Τμήματα ακτής	27	46	33	58	55

### Ποσοστό περιοχής μελέτης σε σχέση με την κατηγορία του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας - Σενάριο CSI 3



**Διάγραμμα 5.6:** Ποσοστό περιοχής μελέτης ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (σενάριο CSI 3)

Οι περιοχές με το πολύ ψηλό και ψηλό δείκτη καταλαμβάνουν την περιοχή μεταξύ των δύο χειμάρρων και επεκτείνονται και ανατολικότερα (Εικόνα ΠΓ3-Παράρτημα Γ)

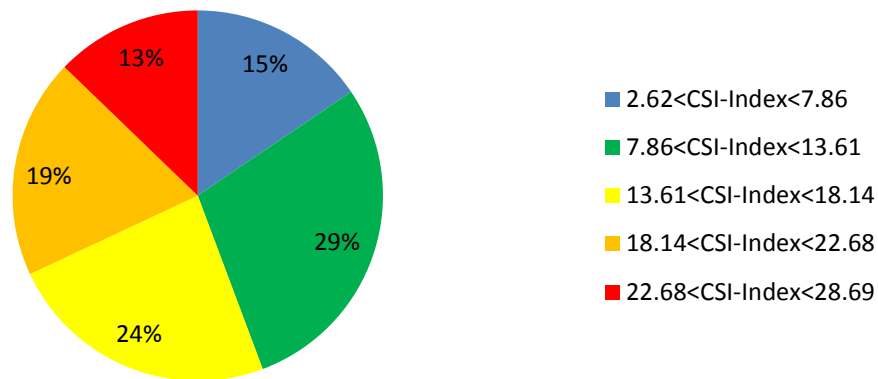
Για το τέταρτο σενάριο (CVI 4) τα αποτελέσματα υπολογισμού του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας παρουσιάζονται στο πίνακα ΠΓ4 του Παραρτήματος Γ. Στο συγκεκριμένο σενάριο (όπου δεν λήφθηκε υπόψη η παράμετρος έκθεση παραλίας) οι τιμές του Δείκτη Ευπάθειας κυμαίνονται από 2,62 (ελάχιστη τιμή) σε 28,69 (μέγιστη τιμή). Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας για το συγκεκριμένο σενάριο τα τμήματα της ακτής χωρίστηκαν στις αντίστοιχες κατηγορίες (πίνακας 5.3).

**Πίνακας 5.3:** Τμήματα ακτής ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (CSI 4)

	Κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας				
	2.62<CSI-Index<7.86	7.86<CSI-Index<13.61	13.61<CSI-Index<18.14	18.14<CSI-Index<22.68	22.68<CSI-Index<28.69
Τμήματα ακτής	34	63	52	42	28

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5.7 το 13% της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται με πολύ ψηλό δείκτη ευπάθειας, ενώ σε ποσοστό ακτής ίσο με 19% ο δείκτης είναι ψηλός (18,14<CSI-Index<22,68).

### Ποσοστό περιοχής μελέτης σε σχέση με την κατηγορία του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας - Σενάριο CSI 4



**Διάγραμμα 5.7:** Ποσοστό περιοχής μελέτης ανά κατηγορία Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας (σενάριο CSI 4)

Εξετάζοντας το Θεματικό χάρτη της περιοχής για το συγκεκριμένο σενάριο (Εικόνα ΠΓ4 -Παράρτημα Γ) οι περιοχές με πολύ ψηλό και ψηλό δείκτη παράκτιας ευπάθειας εντοπίζονται στην περιοχή δεξιά και αριστερά των εκβολών του χειμάρρου Μιρμήκορφου. Στο δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης όπου έχουν ληφθεί μέτρα προστασίας (παράλληλοι κυματοθραύστες και θωράκιση) καταγράφονται οι χαμηλότεροι δείκτες ευπάθειας (<7.86).

# Κεφάλαιο 6

## Συζήτηση-Συμπεράσματα-Εισηγήσεις

### 6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αρχικά μια συζήτηση των ευρημάτων της μεταπτυχιακής διπλωματικής, στη συνέχεια αναφέρονται οι περιορισμοί που υπήρχαν στην εφαρμογή της μεθοδολογίας (συμπεριλαμβανομένων προβλημάτων που εντοπίστηκαν και παραδοχών που εφαρμόστηκαν), ακολουθούν τα συμπεράσματα που προκύπτουν ή/και μπορεί να εξαχθούν από τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης διατριβής και τέλος το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με εισηγήσεις για τον τρόπο που τα αποτελέσματα της διατριβής μπορούν να εφαρμοστούν είτε για τον ίδιο σκοπό (υπολογισμό δείκτη παράκτιας ευπάθειας) σε ευρύτερη κλίμακα, είτε για άλλο σκοπό τόσο από τα αρμόδια κυβερνητικά τμήματα όσο και άλλους φορείς και οργανωμένα σύνολα.

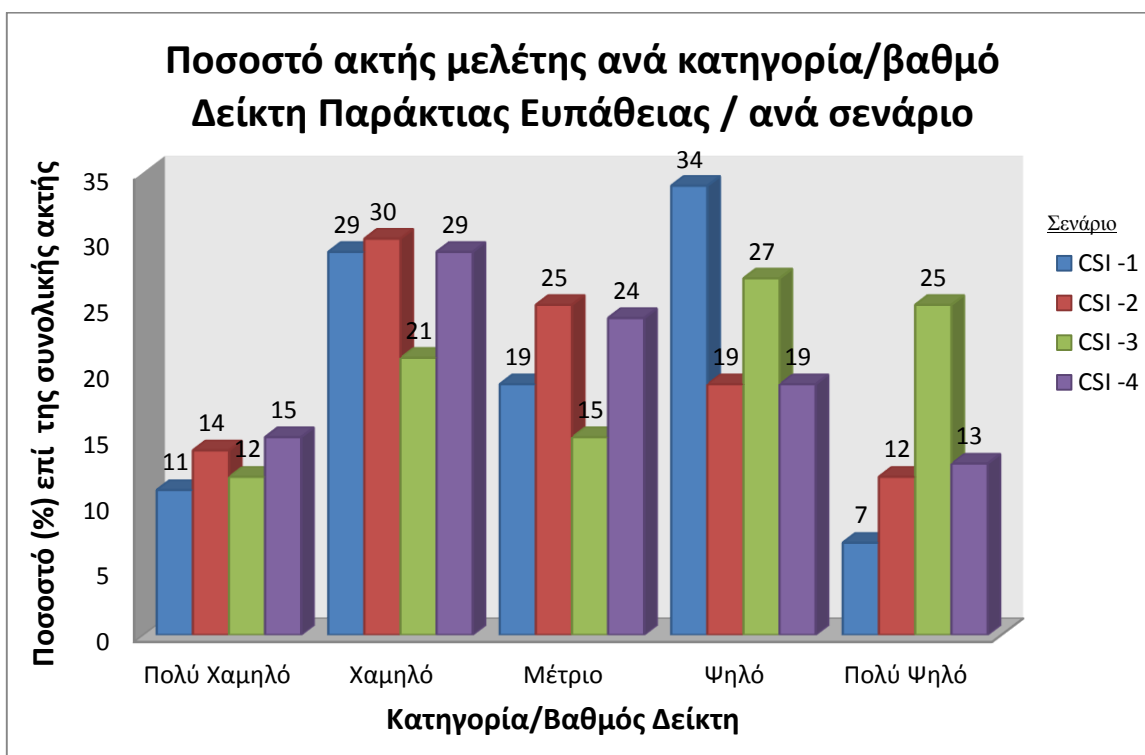
### 6.2 Συζήτηση Αποτελεσμάτων

Για μια νησιωτική χώρα και ειδικά για μια παραθαλάσσια περιοχή όπως αυτή της Πόλης Χρυσοχούς είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μπορούν έγκαιρα να εντοπίζονται τα τμήματα της ακτής τα οποία έχουν σημαντικές πιθανότητες να υποστούν αλλοίωση, διάβρωση ή/και καταστροφή από τις κλιματικές αλλαγές. Ένας από τους τρόπους που μπορεί να αποκτηθεί αυτή η πληροφόρηση είναι και με τη χρήση του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας. Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής έγινε προσπάθεια να υπολογιστεί ο Δείκτης Παράκτιας Ευπάθειας για ένα επιλεγμένο τμήμα της ευρύτερης παράκτιας περιοχής Πόλης Χρυσοχούς.

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του Δείκτη Ευπάθειας (Πίνακες ΠΓ1-ΠΓ4) καθώς και τους θεματικούς χάρτες ( Εικόνα ΠΓ1 –ΠΓ4) όπως παρουσιάζονται στο

Παράρτημα Γ επιβεβαιώνεται ότι η περιοχή Πόλης Χρυσοχούς παρουσιάζει μια σημαντική ευπάθεια σε σχέση με πιθανές επιπτώσεις από μια μελλοντική αλλαγή των κλιματικών συνθηκών. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από τα αποτελέσματα του υπολογισμού του ρυθμού αλλαγής της περιοχής μελέτης για την περίοδο 1997 -2014 όπου σε κάποια σημεία της ακτής καταγράφονται ρυθμοί διάβρωσης (υποχώρησης) της ακτής μέχρι και 1 μέτρο ανά έτος (πίνακες ΠΒ1 – ΠΒ22 του Παραρτήματος Β).

Εξετάζοντας συγκριτικά τα αποτελέσματα του Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας σε σχέση με την κατηγορία/βαθμό ευπάθειας όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 6.1 πιο κάτω, παρατηρείται ότι το ποσοστό των τμημάτων επί του συνολικού μήκους της περιοχής μελέτης που παρουσιάζει από ψηλό μέχρι και πολύ ψηλό βαθμό ευπάθειας είναι για το σενάριο CSI-1 της τάξης του 40%, για το σενάριο CSI-3 πέραν του 50% ενώ για τα σενάρια CSI-2 και CSI-4 γύρω στο 30% . Αν σε αυτά προστεθούν και οι περιοχές με το μέτριο βαθμό ευπάθειας τότε τα ποσοστά αυξάνονται πέραν του 50 % για όλες τις περιπτώσεις και πιο συγκεκριμένα για μεν το σενάριο CSI-1 ανέρχεται σε 60%, για το σενάριο CSI-3 το ποσοστό ξεπερνά το 67% ενώ για τα σενάρια CSI-2 και CSI-4 είναι ίσο με 56%.



**Διάγραμμα 6.1:** Ποσοστό ακτής ανά κατηγορία σύμφωνα με το δείκτη παράκτιας ευπάθειας για όλα τα σενάρια

Σε όλα τα σενάρια που έχουν εξεταστεί παρατηρείται ότι ακόμα και σε ορισμένα σημεία της ακτής όπου έχουν κατασκευαστεί έργα προστασίας ή/και υπάρχει φυσική προστασία (βράχοι, εξάρσεις κλπ) εξακολουθούν να είναι ευπαθής σε πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας αφού τα τμήματα αυτά καταγράφουν Δείκτη Ευπάθειας της τάξης των 2,5 – 5,0 (Πίνακες ΠΓ1-ΠΓ4 ανάλογα με το σενάριο) και καταλαμβάνουν ένα τμήμα της ακτής της τάξης των 9-17% (Διάγραμμα 6.1).

Από το θεματικό χάρτη που ετοιμάστηκε όπου γίνεται αντιπαράθεση των τμημάτων της ακτής με την αντίστοιχη κατηγοριοποίηση τους και για τα τέσσερα σενάρια που εξετάστηκαν (Εικόνα ΠΓ5 Παραρτήματος Γ) δίδεται η δυνατότητα να καθοριστεί το πιο ευπαθές τμήμα της ακτής (επιλέγοντας τα μέρη με δείκτη ευπάθειας από πολύ ψηλό μέχρι μέτριο). Συγκεκριμένα η περιοχή αυτή αρχίζει δυτικά του κατασκηνωτικού χώρου του Δήμου Πόλεως Χρυσοχούς και επεκτείνεται ανατολικά μέχρι και 800 μέτρα πριν το άκρο της περιοχής μελέτης (αποβάθρα περιοχής Λίμνης) (Εικόνα 6.1). Η περιοχή περικλείεται από τα διανύσματα 61-180 όπως αυτά έχουν οριστεί για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης (βλέπε κεφάλαιο 4.1) και έχει συνολικό μήκος 3 χιλιόμετρα περίπου.



Εικόνα 6.1: Τμήμα ακτής με τη μεγαλύτερη ευπάθεια

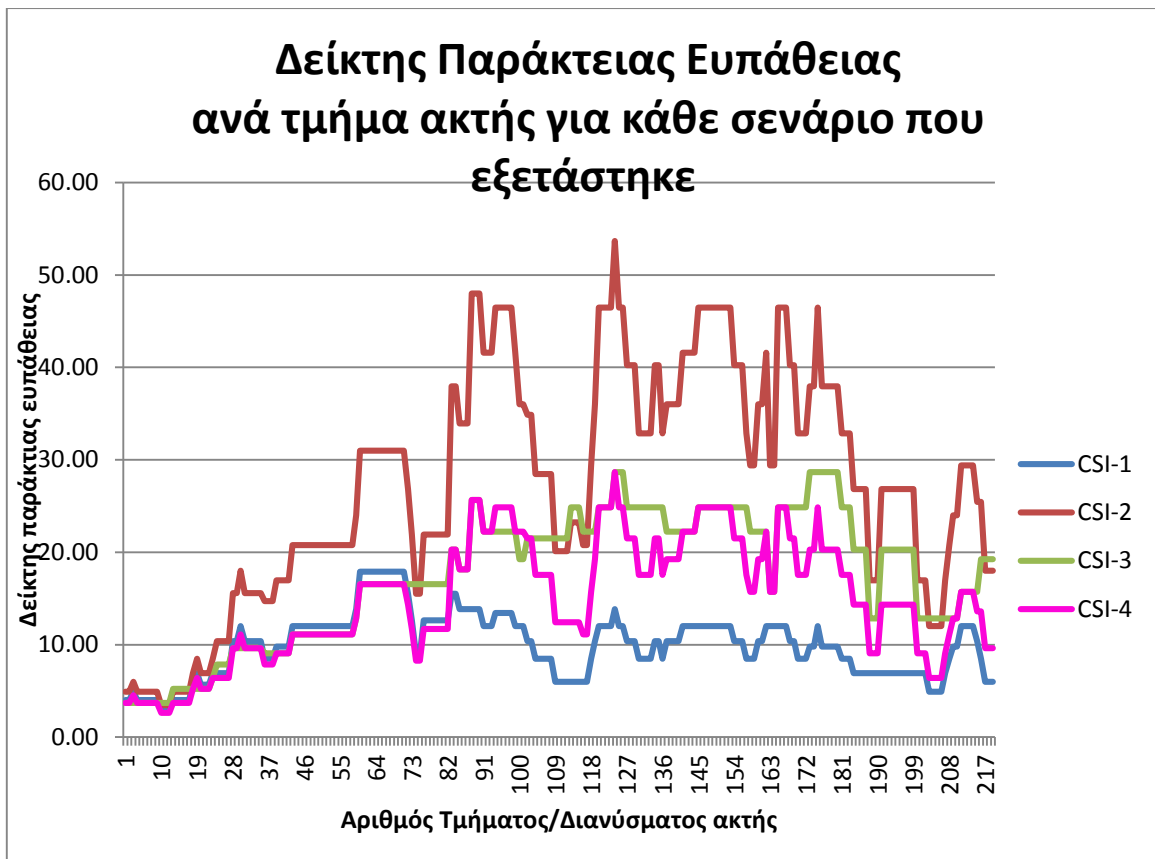
Λαμβάνοντας υπόψη ότι στο πιο πάνω τμήμα της ακτής εμπίπτουν οι εκβολές των δύο χειμάρρων της περιοχής (χειμάρροι Χρυσοχούς και Μιρμηκόφου) και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι σε αυτό το τμήμα καταγράφονται ψηλοί δείκτες παράκτιας ευπάθειας και ρυθμού διάβρωσης (βλέπε Εικόνα ΠΒ1 στο Παράρτημα Β) επιβεβαιώνεται το γεγονός ότι η κατασκευή των φραγμάτων στην περιοχή (ειδικά το φράγμα στην περιοχή Ευρέτου) και η στέρηση τροφοδοσίας της παραλίας με ιζήματα προκάλεσαν μέρος της υποχώρησης της ακτής καθιστώντας την πιο ευάλωτη/ευπαθή στις κλιματικές αλλαγές.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των υπολογισμών του Δείκτη Ευπάθειας (πίνακες ΠΓ1 - ΠΓ4) η διακύμανση της τιμής του Δείκτη διαφέρει για κάθε σενάριο. Η διαφορά στη διακύμανση των τιμών οφείλεται τόσο στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη (βλέπε κεφ. 4.11) όσο και στον αριθμό των παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη σε κάθε σενάριο. Έτσι παρατηρείται ότι οι χαμηλότερες τιμές καταγράφονται στο πρώτο σενάριο CSI-1 όπου χρησιμοποιήθηκαν 6 παράμετροι ενώ οι ψηλότερες στο δεύτερο σενάριο CSI-2 στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 8 παράμετροι.

Εξετάζοντας το διάγραμμα 6.2 (στο οποίο γίνεται αντιπαράθεση των τιμών του Δείκτη Ευπάθειας για κάθε διάνυσμα) για τα τέσσερα σενάρια που εξετάστηκαν είναι πιο ευδιάκριτη η αύξηση των τιμών των δεικτών ανάλογα με τον αριθμό παραμέτρων που χρησιμοποιούνται.

Επιπρόσθετα από το διάγραμμα 6.2 παρατηρείται ότι η διακύμανση της μεταβολής των τιμών του δείκτη είναι σχεδόν παρόμοια σε όλα τα σενάρια με μια όμως μετατόπιση προς τα άνω (αύξηση της τιμής του δείκτη) ανάλογα με την αύξηση του αριθμού παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη.

Στο ίδιο διάγραμμα 6.2 μπορεί να παρατηρηθεί και το γεγονός ότι ο Δείκτης Ευπάθειας επηρεάζεται τόσο από τον αριθμό των παραμέτρων που χρησιμοποιείται όσο και το ποιές παράμετροι λαμβάνονται υπόψη. Πιο συγκεκριμένα παρατηρείται ότι αν και τόσο στο σενάριο 3 (CSI-3) όσο και στο σενάριο 4 (CSI-4) χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος αριθμός παραμέτρων (7 παράμετροι) εντούτοις οι τιμές διαφέρουν αφού χρησιμοποιήθηκε διαφορετικός συνδυασμός παραμέτρων για κάθε περίπτωση (βλέπε κεφάλαιο 4.11).



**Διάγραμμα 6.2:** Δείκτης Ευπάθειας/τμήμα/σενάριο

Εξετάζοντας το θεματικό χάρτη στην εικόνα ΠΓ1 (Παράρτημα Γ) όπου γίνεται αντιπαράθεση της κατηγοριοποίησης των διανυσμάτων ως προς τις παραμέτρους που εξετάζονται και του δείκτη για το σενάριο CSI-1 φαίνεται ότι για την περιοχή μελέτης και τις υφιστάμενες συνθήκες που επικρατούν ο δείκτης ευπάθειας καθορίζεται κατά κύριο λόγο από την κλίση, τη γεωμορφολογία και το ρυθμό μεταβολής της ακτής. Η συνεισφορά των υπόλοιπων παραμέτρων (Διακύμανση παλίρροιας, Αλλαγή Στάθμης Θάλασσας και Ύψος Κύματος) είναι μικρή αφού στο υπό εξέταση τμήμα το μέγεθος επηρεασμού της κάθε μίας από αυτές ανά διάνυσμα είναι ομοιόμορφο ή σχεδόν ομοιόμορφο σε όλο το μήκος της ακτής.

Για το σενάριο 2 (CSI-2) ετοιμάστηκε ο αντίστοιχος θεματικός χάρτης (εικόνα ΠΓ2-Παράρτημα Γ) ο οποίος αν συγκριθεί με τον αντίστοιχο για το σενάριο 1 (εικόνα ΠΓ1) μπορεί να διαπιστωθεί ότι η προσθήκη δύο επιπρόσθετων παραμέτρων (Έργα Προστασίας και Έκθεση Παραλίας) αύξησε τις τιμές του Δείκτη Ευπάθειας. Πιο συγκεκριμένα από το διάγραμμα 6.2 φαίνεται ότι η αύξηση ποικίλει και κυμαίνεται περίπου από 10 μέχρι και 40 μονάδες. Συνδυάζοντας τις παρατηρήσεις από το διάγραμμα 6.2 και την εικόνα ΠΓ2 μπορεί να ειπωθεί ότι στο σενάριο 2 ο λόγος για τον οποίο στο

τμήμα της κοινοτικής πλαζ Πόλης Χρυσοχούς παρουσιάζεται η μικρότερη αύξηση του δείκτη σε σχέση με τις αντίστοιχες του σεναρίου 1, είναι το γεγονός ότι κάτω από την παράμετρο έργα προστασίας έχουν συμπεριληφθεί οι 10 νέοι υπό κατασκευή παράλληλοι κυματοθραύστες.

Εξετάζοντας το σενάριο 3 (CSI-3) επιβεβαιώνεται η διαπίστωση που παρατηρήθηκε και στο σενάριο 1 ότι σημαντική επίδραση στο δείκτη ευπάθειας διαδραματίζει ο ρυθμός μεταβολής της ακτής. Από το διάγραμμα 6.2 και συγκρίνοντας τα σενάρια 2 και 3 παρατηρείται ότι με την αφαίρεση της παραμέτρου του ρυθμού μεταβολής η μείωση στις τιμές του δείκτη είναι της τάξης των 5 με 25 μονάδων. Με βάση τις συγκεκριμένες παρατηρήσεις και σε συνδυασμό με τους ρυθμούς διάβρωσης που έχουν υπολογιστεί (Παράρτημα Β), την αντίστοιχη κατηγοριοποίηση των διανυσμάτων (Εικόνα 4.7) και του θεματικού χάρτη για το συγκεκριμένο σενάριο (Εικόνα ΠΓ3) μπορεί να λεχθεί ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός μεταβολής (διάβρωσης) της ακτής τόσο μεγαλύτερος είναι ο επηρεασμός της παραμέτρου στην τιμή του δείκτη.

Για το σενάριο 4 (CSI-4) χρησιμοποιήθηκαν όλες οι παράμετροι εκτός από αυτή της έκθεσης της παραλίας. Συγκρίνοντας τις τιμές του σεναρίου 2 (όπου λαμβάνονται υπόψη και οι 8 παράμετροι) και του σεναρίου 4, παρατηρείται ότι υπάρχει μια μείωση του δείκτη που κυμαίνεται από 10 μέχρι και 30 μονάδας. Η μείωση δείχνει και την επίδραση που έχει η έκθεση της παραλίας στην ευπάθεια της ακτής. Η πορεία διακύμανσης της μεταβολής της τιμής του δείκτη στο σενάριο 4 είναι παρόμοια με αυτή του σεναρίου 2. Ως εκ τούτου, μπορεί να λεχθεί ότι για την υπό μελέτη περιοχή η παράμετρος Έκθεση της Παραλίας δεν αλλάζει σε μεγάλο βαθμό την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της ακτής ως προς την ευπάθεια. Μια εξήγηση για αυτό το γεγονός είναι ότι στο τμήμα μελέτης υπάρχει μια σχεδόν ευθύγραμμη και κάπως ενιαία ακτή όπου είναι εκτεθειμένη σε παρόμοιους κυματισμούς (ή με ελάχιστες διαφορές) και άρα για όλο το μήκος της εμφανίζεται περίπου ένας ομοιόμορφος επηρεασμός. Με το συγκεκριμένο γεγονός επιβεβαιώνεται η διαπίστωση και άλλων μελετητών ότι η παράμετρος Έκθεση της Παραλίας έχει πιο σημαντική συνεισφορά στον υπολογισμό του δείκτη ευπάθειας όταν εξετάζονται ακτές με διαφορετικό προσανατολισμό ή/και στις περιπτώσεις που υπάρχουν φυσικοί κόλποι και ορμίσκοι.

## 6.3 Περιορισμοί της μελέτης

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή και την μεθοδολογία όπως αυτή έχει παρουσιαστεί και επεξηγηθεί στο Τέταρτο Κεφάλαιο χρησιμοποιήθηκαν κάποιες παραδοχές που πιθανό να εμπερικλείουν κάποιο σφάλμα ενώ στο τελικό αποτέλεσμα της μελέτης εισάγεται ένας αριθμό περιορισμών.

### 6.3.1. Πιθανά σφάλματα και τρόποι μείωσης επηρεασμού αποτελεσμάτων

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω ο υπολογισμός του δείκτη παράκτιας ευπάθειας έγινε με συγκεκριμένο αριθμό παραμέτρων ενώ για την κατηγοριοποίηση των τμημάτων της ακτής ανά παράμετρο χρησιμοποιήθηκαν κάποιες παραδοχές. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία και ο τύπος υπολογισμού του δείκτη που ακολουθήθηκαν πιθανό να περικλείουν κάποιους κινδύνους σφάλματος. Συνοπτικά οι κυριότεροι λόγοι πιθανού σφάλματός καταγράφονται πιο κάτω:

- Η κατηγοριοποίηση των παραμέτρων και ο αντίστοιχος βαθμός βαρύτητας μπορεί να λεχθεί ότι εμπεριέχει κάποια υποκειμενικότητα αφού βασίστηκε κατά κύριο λόγο στα δεδομένα της μελέτης καθώς και στην κρίση του μελετητή.
- Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε θεωρεί ότι κάθε παράμετρος έχει το ίδιο βαθμό συνεισφοράς στο δείκτη παράκτιας ευπάθειας.
- Η χρήση του συγκεκριμένου αριθμού παραμέτρων καθώς και οι ίδιοι οι παράμετροι. Η πιθανή μη ορθή επιλογή και χρήση παραμέτρων αλλά και ο πιθανός μειωμένος ή/και ο υπερβολικός αριθμός παραμέτρων μπορεί να προκαλέσουν κάποιο σφάλμα στον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας ευπάθειας.
- Η χρήση δεδομένων για συγκεκριμένη χρονική διάρκεια. Ειδικά για τον υπολογισμό του ρυθμού μεταβολής της ακτής η χρήση μεγαλύτερου αριθμού μετρήσεων για επιπρόσθετα έτη θα έδινε πληρέστερη εικόνα του ρυθμού και ταυτόχρονα θα παρείχε κάποια επιπρόσθετη πληροφόρηση ή ένδειξη η οποία θα βοηθούσε στην ερμηνεία των αιτιών της οποιασδήποτε αλλαγής της ακτής (είτε διάβρωσης είτε πρόσχωσης).

- Η χρήση δεδομένων από διαφορετικές πηγές καθώς και η επεξεργασία αυτών ώστε να είναι δυνατή η συνένωση και χρήση τους στο ίδιο σύστημα αναφοράς. Επιπρόσθετα, η επιλογή χρήσης συγκεκριμένου συστήματος (ειδικά όταν θα πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ αριθμού συστημάτων) έναντι άλλων μπορεί να μειώσει την ακρίβεια.
- Το πιθανό λάθος του μελετητή κατά την συλλογή πρωτογενών δεδομένων από μετρήσεις πεδίου (όπως βυθομετρικές και χωρομετρικές εργασίες), καθώς και στον τρόπο επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων. Επίσης κάποιο σφάλμα μπορεί να εισαχθεί και στον τρόπο της χρήσης των δεδομένων όπως για παράδειγμα η λανθασμένη επιλογή κατάλληλης κλίμακας ή/και ψηφιακής ανάλυσης.
- Η πιθανή χρονική διαφορά στην περίοδο συλλογής των δεδομένων ανά έτος.
- Η μη ύπαρξη πρόσφατων και συνεχών μετρήσεων πεδίου για παραμέτρους όπως το ύψος κύματος, παλίρροιας και αλλαγής ύψους στάθμης της θάλασσας.
- Το πιθανό αθροιστικό σφάλμα που εμπεριέχεται στα δεδομένα που λήφθηκαν απευθείας από το σύστημα του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας και της κλίμακας και ακρίβειας που παρέχονται (τα δεδομένα που υπάρχουν δωρεάν στην ιστοσελίδα του Τμήματος πιθανό να περικλείουν ένα βαθμό λάθους).

Εξετάζοντας τους πιθανούς λόγους σφάλματος που καταγράφηκαν πιο πάνω αλλά και από την εμπειρία που αποκτήθηκε κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής, κατά την άποψη του μελετητή για τέτοιου είδους πολύπλοκες μελέτες, όπως αυτή του βαθμού ευπάθειας του παράκτιου περιβάλλοντος, χρειάζεται μεγάλη προσοχή στον τρόπο συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων. Για να μειωθεί η πιθανότητα συμπερίληψης σφαλμάτων στα δεδομένα εισαγωγής αλλά ταυτόχρονα και για να αυξηθεί περισσότερο η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του δείκτη μπορούν να εφαρμοστούν μια σειρά από μέτρα. Ο καθορισμός του είδους και του αριθμού λήψης μέτρων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους διαθέσιμους πόρους του κάθε οργανισμού/ υπηρεσίας αλλά και τον τελικό σκοπό της μελέτης. Συνοπτικά κάποια μέτρα που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν χωρίς ιδιαίτερο μεγάλο κόστος είναι:

- Χρησιμοποίηση νέων τεχνολογιών αποτύπωσης για αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων. Για το χερσαίο χώρο προτείνεται η χρήση μη επανδρωμένου ιπτάμενου οχήματος (drone) εφοδιασμένου με κατάλληλη ψηφιακή φωτογραφική μηχανή. Σημειώνεται ότι για την επεξεργασία των δεδομένων υπάρχουν στο διαδίκτυο ειδικές σελίδες όπου ο χρήστης μπορεί δωρεάν (για ένα καθορισμένο όγκο δεδομένων) ή με μικρό κόστος να ετοιμάσει χάρτες και ψηφιακά μοντέλα εδάφους (DEM) με μεγάλη ακρίβεια (PrecisionHawk, 2017). Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα της χρήσης μη επανδρωμένου ιπτάμενου οχήματος (drone) είναι ότι μαζί με τις μετρήσεις γίνεται ταυτόχρονα η φωτογραφική αποτύπωση της περιοχής.
- Καθορισμός συγκεκριμένων περιόδων και διάρκειας των βυθομετρικών και χερσαίων αποτυπώσεων με πιο λεπτομερές πρόγραμμα (όπου αυτό είναι εφικτό θα πρέπει να διεξάγονται οι ετήσιες μετρήσεις τις ίδιες μέρες και να ξεκινούν την ίδια χρονική στιγμή).
- Σε περίπτωση που θα ακολουθηθεί η μέθοδος παρακολούθησης της ακτής με τις κάθετες γραμμές (κεφ.4.2.2) θα πρέπει η αποτύπωση να επεκτείνεται πέραν την ακτογραμμής σε ικανοποιητικό μήκος ώστε να καλύπτει τα μεγαλύτερα βάθη σε ικανοποιητικό βαθμό (προτείνεται τουλάχιστο μέχρι το βάθος -10μέτρα από την ΜΣΘ) και στο χερσαίο τμήμα μέχρι το υφιστάμενο πρανές ώστε να δημιουργηθούν οι απαραίτητες διατομές. Με τη χρήση των συγκεκριμένων διατομών θα δίδεται επιπρόσθετα η δυνατότητα για:
  1. Υπολογισμό της κλίσης της παραλίας.
  2. Ποσοτική εκτίμηση (σε κυβικά μέτρα) της μετακίνησης ιζήματος από το χερσαίο χώρο προς το θαλάσσιο και αντίστροφα.
  3. Ποσοτική εκτίμηση (σε κυβικά μέτρα) της μετακίνησης του ιζήματος από ένα τμήμα της ακτής προς άλλο.
- Εγκατάσταση από το κράτος ικανοποιητικού αριθμού μόνιμων μετρητών κατά μήκος όλης της παράκτιας ζώνης για συλλογή στοιχείων που αφορούν τα κύματα, τα θαλάσσια ρεύματα, την παλίρροια και την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Λόγω της μόνιμης λειτουργίας των μετρητών, τα δεδομένα θα έχουν μια αξιόπιστη συνοχή και συνέχεια. Αν ειδικά αποφασιστεί ότι τα δεδομένα θα είναι στη διάθεση όλων των πολιτών αυτό θα συμβάλλει θετικά στην ανάπτυξη αρκετών εφαρμογών και χρήσεων (μελέτες, ναυσιπλοΐα, θαλάσσια έργα κλπ).

### 6.3.2 Περιορισμοί διατριβής

Οι πιο σημαντικοί περιορισμοί που προέκυψαν στα αποτελέσματα της διατριβής καταγράφονται συνοπτικά πιο κάτω:

- Η περιοχή μελέτης περιορίστηκε σε ένα τμήμα της ευρύτερης περιοχής του Κόλπου Χρυσοχούς και όχι για ολόκληρο τον Κόλπο αφού όπως επεξηγήθηκε δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα από τις αρμόδιες Αρχές/Υπηρεσίες/Τμήματα του Κράτους. Υπενθυμίζεται (βλέπε κεφάλαιο 4) ότι για την εξασφάλιση έστω και των περιορισμένων δεδομένων που παραχωρήθηκαν από κάποια τμήματα αυτό έγινε κατορθωτό κατόπιν σχετικής αίτησης και έγκρισης από τη Διεύθυνση των Τμημάτων. Η εξέταση ολόκληρου του Κόλπου Χρυσοχούς θα έδινε τη δυνατότητα για μια πληρέστερη κατανόηση της ευπάθειας της περιοχής.
- Λόγω της πολυπλοκότητας του παράκτιου συστήματος αλλά και των τοπικών συνθηκών και ιδιαιτεροτήτων που επικρατούν σε κάθε περιοχή μελέτης πέραν των έξι «τυπικών παραμέτρων» (βλέπε κεφ.4.1), ο μελετητής μπορεί να επιλέξει ένα επιπρόσθετο αριθμό παραμέτρων για τον υπολογισμό του δείκτη παράκτιας ευπάθειας. Στην προκειμένη περίπτωση δόθηκε η δυνατότητα χρησιμοποίησης μόνο οκτώ παραμέτρων κυρίως λόγω έλλειψης δεδομένων καθώς και χρονικών περιορισμών για ολοκλήρωση της διατριβής.
- Για σκοπούς υπολογισμού του δείκτη παράκτιας ευπάθειας εξετάστηκαν μόνο τέσσερα σενάρια (CSI-1, CS-2, CS-3 και CSI-4) κυρίως λόγω περιορισμού του διαθέσιμου χρόνου για την εκπόνηση της διατριβής. Η εξέταση περισσότερων σεναρίων έστω και με τον περιορισμένο αριθμό (οκτώ) παραμέτρων πιθανό να έδινε τη δυνατότητα για καλύτερη κατανόηση του βαθμού επίδρασης/ της βαρύτητας που έχει η κάθε παράμετρος στο δείκτη ευπάθειας για τις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες.
- Η διάθεση στοιχείων για την εξέλιξη της ακτογραμμής μόνο για τα έτη 1997-2014 περιόρισε τη δυνατότητα για πιο λεπτομερή αξιολόγηση/ κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με τη συγκεκριμένη παράμετρο.
- Για σκοπούς μελέτης ο υπολογισμός του δείκτη περιορίστηκε στη χρήση παραμέτρων που κατά κύριο λόγο αφορούν τις φυσικές διεργασίες πρόκλησης αλλαγών στην ακτή.

## 6.4 Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, όπως διατυπώθηκε στην ενότητα 4.0, ήταν η προσπάθεια δημιουργίας του δείκτη παράκτιας ευπάθειας σε σχέση με τη διάβρωση από την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας και η αξιοποίηση του ώστε να προσδιοριστεί το τμήμα της ακτής με την μεγαλύτερη ευπάθεια.

Παρά τους περιορισμούς, αλλά και τις δυσκολίες που παρουσιάστηκαν κατά την εκπόνηση της διατριβής κυρίως λόγω της μη εύκολης πρόσβασης και συλλογής των στοιχείων/ δεδομένων εξετάζοντας τα αποτελέσματα που πάρθηκαν όπως αυτά παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 και συζητήθηκαν στην ενότητα 6.2 μπορεί να ειπωθεί ότι, οι στόχοι της διατριβής έχουν επιτευχθεί.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της διατριβής προκύπτει ότι η περιοχή Πόλης Χρυσοχούς είναι μια από τις περιοχές της Κύπρου όπου καταγράφεται ένας μεγάλος ρυθμός διάβρωσης (μέχρι και 1 μέτρο υποχώρηση/έτος) καθώς επίσης και λόγω των τοπικών χαρακτηριστικών και των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν καθιστούν την περιοχή ευάλωτη σε επιδείνωση της διάβρωσης λόγω των προβλεπόμενων μελλοντικών κλιματολογικών αλλαγών και πιο ειδικά μιας πιθανής ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας.

Μέσω της συγκεκριμένης διατριβής επιβεβαιώθηκε η καταλληλότητα της εφαρμογής ενός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας για τις ακτές ενδιαφέροντος ο οποίος θα λειτουργεί ως ένα βοηθητικό εργαλείο για τις αρμόδιες Αρχές/Υπηρεσίες για σκοπούς παρακολούθησης και μιας πρώτης αξιολόγησης πιθανών κινδύνων.

Επιπρόσθετα, μέσα από την εργασία που εκτελέστηκε δόθηκε η ευκαιρία να δημιουργηθεί ο Δείκτης Παράκτιας Ευπάθειας για μια περιοχή της Κύπρου καθώς επίσης να γίνει μια πρώτη προσπάθεια κατηγοριοποίησης αριθμού παραμέτρων που επηρεάζουν το βαθμό ευπάθειας σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες της Κύπρου.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε ανάδειξε τη σημασία και τη συνεισφορά της κάθε παραμέτρου στην ευπάθεια της ακτής καθώς και την αλληλοεπίδραση τους. Ταυτόχρονα

όμως όλα τα πιο πάνω, ανέδειξαν και την πολυπλοκότητα του φαινομένου της διάβρωσης των ακτών.

Λόγω αυτής της πολυπλοκότητας, η χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ) QGIS και η χωρική ανάλυση που εφαρμόστηκε βοήθησε στην κατανόηση του προβλήματος. Η δυνατότητα που παρείχε το ΓΣΠ για τη διεξαγωγή χωρικής ανάλυσης μέσω της δημιουργίας, της σύνθεσης καθώς και της αντιπαραβολής των δεδομένων ανέδειξαν το ρόλο και τη χρησιμότητα που έχουν τα συγκεκριμένα συστήματα για την εξέταση θεμάτων και προβλημάτων διαχείρισης των παράκτιων περιοχών.

Τέλος από το γεγονός ότι μέσω της διαδικασίας υπολογισμού του Δείκτη Ευπάθειας αλλά και του ρυθμού αλλαγής της ακτής στην περιοχή των κυματοθραυστών ανατολικά του αλιευτικού καταφυγίου Λατσιού και στην περιοχή μεταξύ των χειμάρρων Χρυσόχους και Μιρμηκόφου επιβεβαιώνει το γεγονός ότι οι ανθρώπινες επεμβάσεις μπορεί να είναι η αιτία είτε βελτίωσης είτε πρόκλησης διάβρωσης.

## **6.5 Εισηγήσεις**

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα και την εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής και λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου της διάβρωσης των ακτών κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν κάποιες εισηγήσεις για την εφαρμογή των ευρημάτων στην πράξη καθώς και για την περαιτέρω εξέταση και έρευνα του συγκεκριμένου θέματος.

### **6.5.1 Εισηγήσεις για τρόπους εφαρμογής των αποτελεσμάτων**

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες ενότητες της διατριβής ο Δείκτης Παράκτιας Ευπάθειας θα βοηθήσει τις αρμόδιες Αρχές/ Υπηρεσίες στην πρώτη (κάπως πιο γενική) αξιολόγηση του βαθμού ευπάθειας των ακτών σε σχέση με την αλλαγή της στάθμης της θάλασσας.

Η ύπαρξη του Δείκτη Ευπάθειας για κάθε τμήμα της ακτής μπορεί να είναι μια χρήσιμη πληροφορία για τον κάθε μελετητή ή/και διαχειριστή της παράκτιας ζώνης ώστε να

προβεί στο σωστότερο σχεδιασμό ή/και χωροθέτηση των παράκτιων έργων. Για παράδειγμα θα μπορούσε ο παραλιακός πεζόδρομος στην Πόλη Χρυσοχούς (εικόνα 3.14) στα τμήματα με μεγαλύτερη ευπάθεια να είχε χωροθετηθεί σε μεγαλύτερη απόσταση από την ακτογραμμή στο χερσαίο χώρο ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη ασφάλεια των χρηστών και από την άλλη η ευστάθεια των κατασκευών.

Μέσω της χρήσης του Δείκτη Ευπάθειας αλλά και των άλλων παραμέτρων (ειδικά του ρυθμού μεταβολής της ακτής) μπορεί να γίνει μια αξιολόγηση της συμπεριφοράς των έργων προστασίας που υλοποιήθηκαν στα συγκεκριμένα τμήματα της ακτής και πιθανό ο ίδιος δείκτης να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο απόδοσης των έργων.

Το σύστημα που δημιουργήθηκε στο λογισμικό QGIS καθώς και τα διάφορα διανυσματικά και πλεγματικά αρχεία που ετοιμάστηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος πληροφοριών για την παράκτια ζώνη. Ειδικά για το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα είναι ένα βοηθητικό εργαλείο για την εξέταση τόσο της εξέλιξης/ συμπεριφοράς της ακτής αλλά επίσης για την εξέταση των αιτημάτων / προβλημάτων στην παράκτια ζώνη που καλείται να αντιμετωπίσει.

Μια άλλη χρήση της εφαρμογής θα μπορούσε να ήταν στην περίπτωση που το σύστημα αναπτυχθεί και συμπεριληφθούν επιπρόσθετες παράμετροι και πληροφορίες, ο διαχειριστής του συστήματος (π.χ. Τμήμα Δημοσίων Έργων) να παρέχει τις πληροφορίες (για τις οποίες φυσικά θα διασφάλιζε την εγκυρότητά τους) με βάση τις οποίες θα ενημέρωνε το κοινό για την υφιστάμενη κατάσταση της ακτής καθώς και τις μελλοντικές προβλέψεις. Το συγκεκριμένο μέτρο/εφαρμογή θα δίνει τη δυνατότητα να ευαισθητοποιηθεί το κοινό για περισσότερο σεβασμό στο περιβάλλον και την ενεργοποίηση του προς την κατεύθυνση των Αρχών για λήψη προληπτικών μέτρων.

Η λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος ειδικά αν αυτό υιοθετηθεί από το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα συμβάλει στην ανάπτυξη της συνεργασίας μεταξύ των Κυβερνητικών Τμημάτων και Υπηρεσιών καθώς και με τις Τοπικές Αρχές αφού:

- είναι απαραίτητη η ανταλλαγή δεδομένων/ πληροφοριών για τον υπολογισμό του Δείκτη Ευπάθειας αλλά και της αποτελεσματικότητας των αποφάσεων των Τμημάτων,

- εκτός από την πληροφόρηση για την ευπάθεια της ακτής θα μπορούν να ανακτούνται και δεδομένα όπως για παράδειγμα τα προγραμματιζόμενα θαλάσσια έργα προστασίας (από Τμήμα Δημοσίων Έργων) ή την κατασκευή παραλιακού πεζόδρομου (Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως) ή/και έργα ανάπλασης παράκτιων περιοχών (Δήμος ή Κοινότητα).

### 6.5.2 Εισηγήσεις για περαιτέρω ανάπτυξη και έρευνα

Θεωρώντας το σύστημα που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της διατριβής ως το πρώτο βήμα για ένα ολοκληρωμένο σύστημα πληροφοριών και λήψης αποφάσεων πιο κάτω καταγράφονται κάποιες εισηγήσεις για την περαιτέρω ανάπτυξη και έρευνα θέτοντας βραχυπρόθεσμους, μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους:

- Βραχυπρόθεσμοι στόχοι

Ως βραχυπρόθεσμοι στόχοι και κυρίως για το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα πρέπει να είναι:

1. Η αναθεώρηση του συστήματος συλλογής δεδομένων για τον υπολογισμό των παραμέτρων ρυθμού αλλαγής/διάβρωσης ακτής καθώς και της κλίσης της ακτής μέσω των μέτρων που προτάθηκαν στην ενότητα 6.3.1. για την μείωση τυχών σφαλμάτων στα δεδομένα. Σημαντική θεωρείται και η διεξαγωγή μετρήσεων πεδίου (π.χ. διακύμανση παλίρροιας, ύψος κύματος κλπ) για την επιβεβαίωση ή την διόρθωση κάποιων δεδομένων και παραδοχών που χρησιμοποιήθηκαν τόσο για την κατηγοριοποίηση όσο και τον υπολογισμό των δεικτών.
2. Συλλογή στοιχείων για περισσότερες παραμέτρους για την περιοχή μελέτης και ανάλυση περισσότερων σεναρίων για να είναι δυνατή η αξιολόγηση και ο εντοπισμός των παραμέτρων που θεωρούνται πιο σημαντικοί για τις τοπικές συνθήκες σε θέματα ευπάθειας.
3. Χρήση προγραμματισμού για τον αυτοματοποιημένο υπολογισμό του ρυθμού αλλαγής της ακτογραμμής από αριθμό ιστορικών δεδομένων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που υπάρχει η οικονομική δυνατότητα, το Τμήμα θα μπορεί να αγοράσει και να χρησιμοποιήσει άλλα λογισμικά Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών που υπάρχουν στην αγορά στα οποία υπάρχουν

ήδη ενσωματωμένα τέτοιου είδους προγράμματα (π.χ. ARCGIS μέσω του DSAS-Digital Shoreline Analysis System).

4. Χρήση προγραμματισμού ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες εργαλειοθήκες για την αυτοματοποιημένη εισαγωγή των παραμέτρων και του υπολογισμού των δεικτών.
5. Δημιουργία Δείκτη απόδοσης θαλάσσιων έργων / ανθρώπινων επεμβάσεων.

- Μεσοπρόθεσμοι στόχοι

Ως Μεσοπρόθεσμοι στόχοι για την ανάπτυξη του συστήματος και της επέκτασης της έρευνας μπορεί να είναι:

1. Συμπερίληψη επιπρόσθετων κοινωνικό – οικονομικών παραμέτρων για τον υπολογισμό του δείκτη τρωτότητας. Με τον τρόπο αυτό θα μπορεί να συνυπολογιστούν και οι κοινωνικο-οικονομικές συνέπειες από την πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.
2. Σταδιακή Επέκταση του συστήματος ώστε να καλύψει όλη την Παράκτια Ζώνη της Κύπρου.
3. Σύμφωνα με τα δεδομένα που θα συλλέγονται ή / θα δημιουργηθούν για όλες τις παράκτιες περιοχές της Κύπρου και έχοντας το εύρος των τιμών της κάθε παραμέτρου που συναντούμε στον Κυπριακό χώρο θα δώσει την δυνατότητα να δημιουργηθούν κοινές κλίμακες που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλες τις παράκτιες περιοχές
4. Υιοθετώντας την πιο πάνω ενιαία κατηγοριοποίηση για όλη την παράκτια ζώνη της Κύπρου, θα μπορούν να καθοριστούν οι κατηγορίες του Δείκτη Ευπάθειας ή/και Τρωτότητας οι οποίες θα ισχύουν σε όλο το παράκτιο μέτωπο της Κύπρου. Εφαρμόζοντας ένα παγκύπριο σύστημα κατηγοριοποίησης και δεικτών θα είναι και πιο εύκολη και εφικτή η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών τμημάτων ή/και περιοχών σε σχέση με την επικινδυνότητα και τρωτότητα της περιοχής σε περίπτωση ανόδου της στάθμης της θάλασσας.
5. Χρήση προγραμματισμού για κατάταξη όλων των παράκτιων περιοχών ανά τμήμα/ περιοχή/ επαρχία και παγκύπρια σύμφωνα με τη χρήση των Δεικτών Ευπάθειας ή /και Τρωτότητας όπως επίσης και με άλλους Δείκτες που θα έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ο ίδιος ο χρήστης. Η κατάταξη

των περιοχών θα βοηθήσει στον προγραμματισμό λήψης αποφάσεων για εφαρμογή ή όχι μέτρων προστασίας όπως επίσης και θα δώσει τη δυνατότητα της καλύτερης κατανομής των κυβερνητικών πόρων.

6. Δημιουργία πλατφόρμας συνεργασίας μεταξύ εμπλεκόμενων φορέων για την ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών.

- Μακροπρόθεσμοι στόχοι

Ως μακροπρόθεσμοι στόχοι για το Τμήμα Δημοσίων Έργων και το Κράτος θα πρέπει να είναι:

1. Χρήση εξοπλισμού μεγαλύτερης ακρίβειας (π.χ. Lidar) για τη συλλογή και επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων καθώς και για να είναι δυνατή η χρήση περισσότερων δεδομένων και πολύπλοκων ερωτημάτων σε λιγότερο χρόνο.
2. Δημιουργία θεματικών χαρτών με τις ζώνες ευπάθειας και τρωτότητας για όλη την Κύπρο.
3. Ετήσια ανάλυση δεδομένων (περιλαμβανομένης και της στατιστικής ανάλυσης) ώστε να δίδονται για κάθε παράμετρο ή συνδυασμού αυτών δεδομένα για σκοπούς έρευνας και ανάλυσης.
4. Ανάπτυξη ιστοσελίδας ανοικτής πρόσβασης στο κοινό ώστε να δίδεται η δυνατότητα δωρεάν πρόσβασης και απόκτησης των δεδομένων και της σχετικής πληροφόρησης.
5. Χρήση των πληροφοριών και θεματικών χαρτών που θα δημιουργηθούν για τις διάφορες παραμέτρους από άλλες ομάδες πληθυσμού για άλλους σκοπούς. Για παράδειγμα θα μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα αρχεία με τα κυματικά δεδομένα, της διακύμανσης της στάθμης της θάλασσας ή/και της παλίρροιας για να δίδονται πληροφορίες για τη διακίνηση των τουριστικών σκαφών εντός της υπό αναφορά περιοχής.

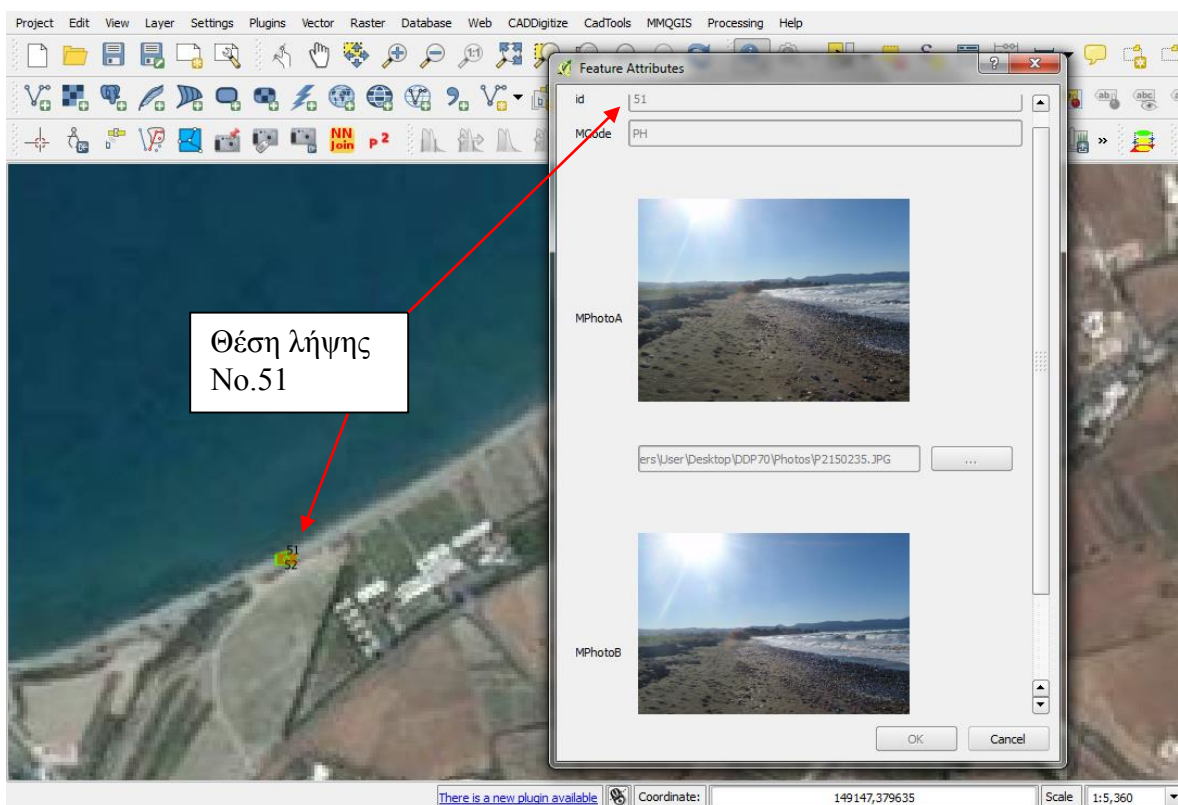
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι απαραίτητο στοιχείο για την υλοποίηση μιας τέτοιας προσπάθειας είναι η αφοσίωση της διεύθυνσης και των εμπλεκόμενων φορέων, λειτουργών/ατόμων στους καθορισμένους στόχους. Ο τρόπος και ο χρόνος που απαιτείται για την υλοποίηση της περαιτέρω ανάπτυξης του συστήματος και επέκτασης της έρευνας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους και το ανθρώπινο δυναμικό. Ως εκ τούτου, το κράτος θα πρέπει να παρέχει την απαραίτητη

στήριξη μέσω κρατικών κονδυλίων ή από Ευρωπαϊκά κονδύλια για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων τα οποία θα βοηθήσουν από τη μια τους πολίτες να κατανοήσουν τις περιβαλλοντικές και κοινωνικό – οικονομικές επιπτώσεις από μια πιθανή ανύψωση της στάθμης της θάλασσάς και από την άλλη το κράτος να εντοπίσει τις πιο ευάλωτες περιοχές και να προβεί στην καταλληλότερη κατανομή των διαθέσιμων πόρων για αντιμετώπιση του φαινομένου και των όποιων επιπτώσεων του.

# Παράρτημα Α

## Φωτογραφική Αποτύπωση

Στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής έγινε επιτόπια καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του εδάφους όπου και έγινε φωτογραφική αποτύπωση της ακτής (βλέπε ενότητα 3.9). Έχουν παρθεί φωτογραφίες από σημεία σχεδόν σε όλο το μήκος του κόλπου όπου ήταν εμφανή η αλλαγή στο παράκτιο μέτωπο (συνολικά περίπου 150 φωτογραφίες). Για τις προστατευόμενες περιοχές Ακάμα όπου δεν ήταν δυνατή η πρόσβαση πάρθηκαν δεδομένα από το διαδίκτυο (λήφθηκαν για 10 σημεία) (βλέπε διάγραμμα 3.11). Όλες οι φωτογραφίες ταξινομήθηκαν στο διανυσματικό αρχείο PolisPhotoPlan και στις ιδιότητες καταγράφεται η θέση της φωτογραφίας /φωτογραφιών καθώς και το όνομα του αρχείου (Εικόνα ΠΓ-1).



Εικόνα ΠΓ 1: Καταχώρηση πληροφοριών φωτογραφικής αποτύπωσης στο πρόγραμμα QGIS

Στην εικόνα ΠΓ 2 δίδονται τα στοιχεία των σημείων λήψης της φωτογραφικής αποτύπωσης για την περιοχή μελέτης καθώς επίσης και οι αντίστοιχες φωτογραφίες

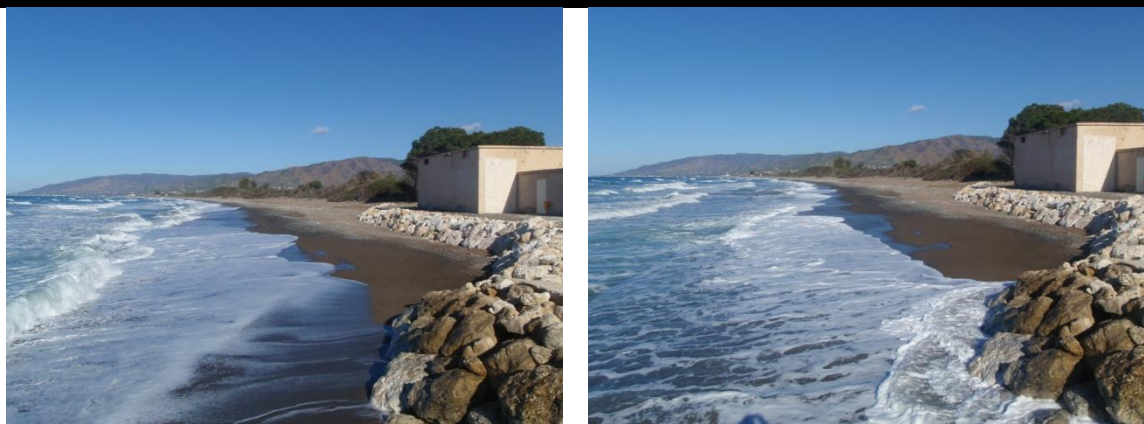


**Εικόνα ΠΓ2:** Θεματικός χάρτης με θέσεις λήψης φωτογραφιών για την περιοχή μελέτης (εικόνα υπόβαθρου από Google Earth).

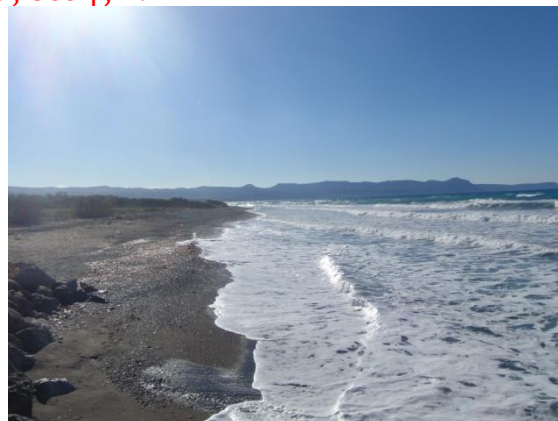
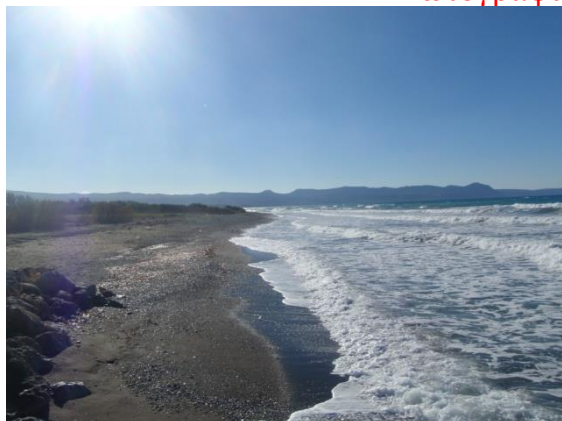
**Φωτογραφίες Θέσης 47**



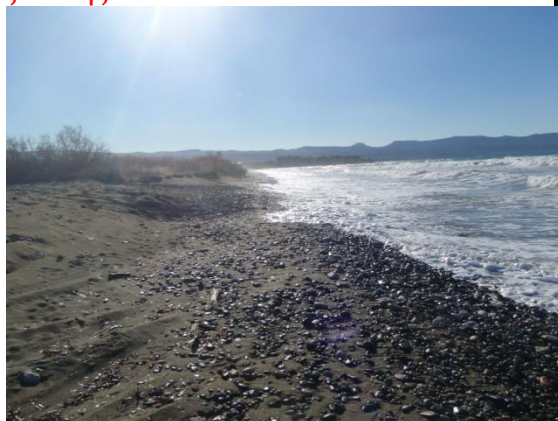
**Φωτογραφίες Θέσης 48**



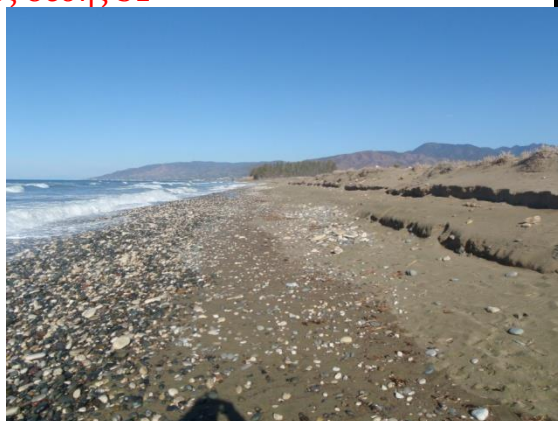
Φωτογραφίες Θέσης 49



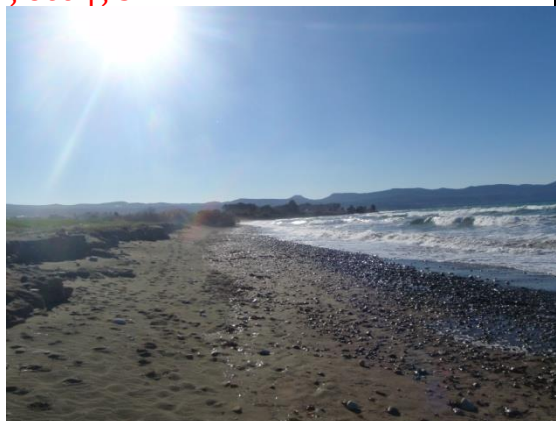
Φωτογραφίες Θέσης 50



Φωτογραφίες Θέσης 51



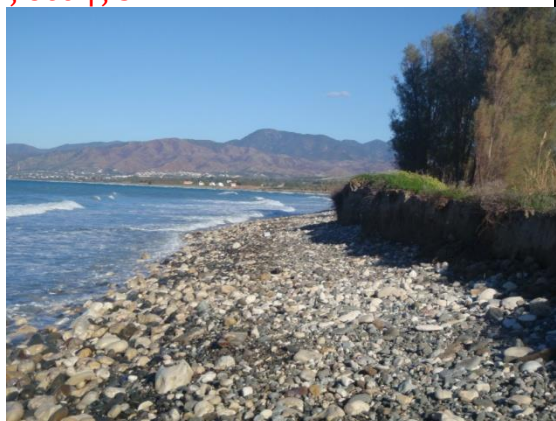
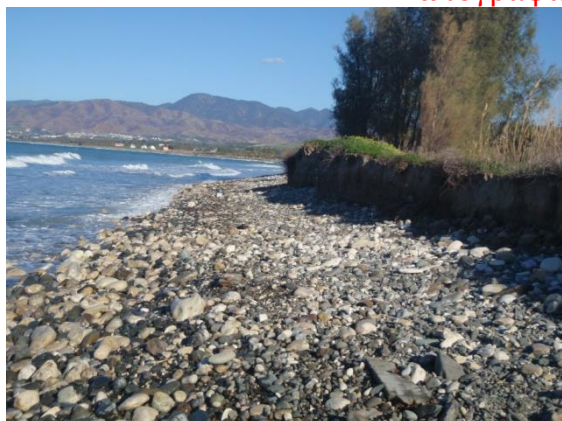
Φωτογραφίες Θέσης 52



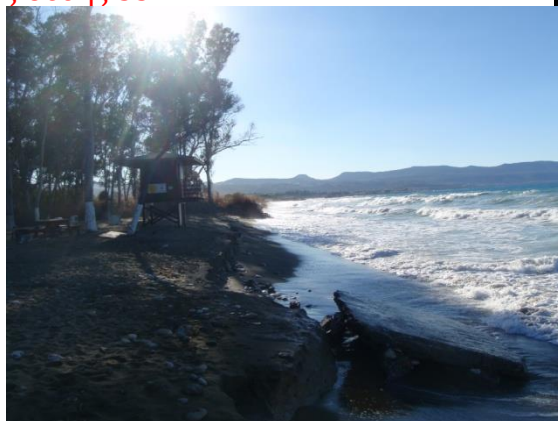
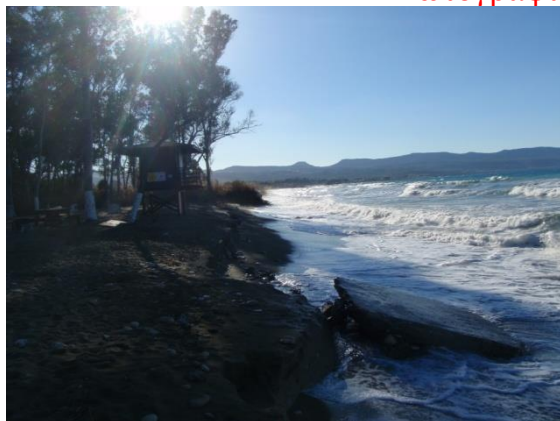
Φωτογραφίες Θέσης 53



Φωτογραφίες Θέσης 54



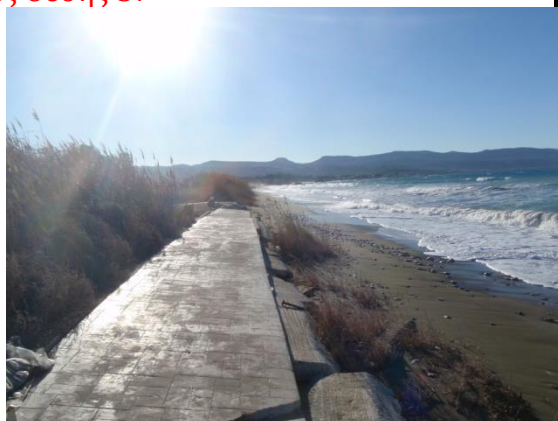
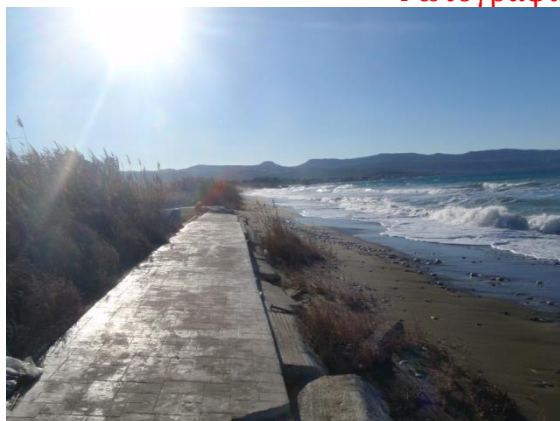
Φωτογραφίες Θέσης 55



Φωτογραφίες Θέσης 56



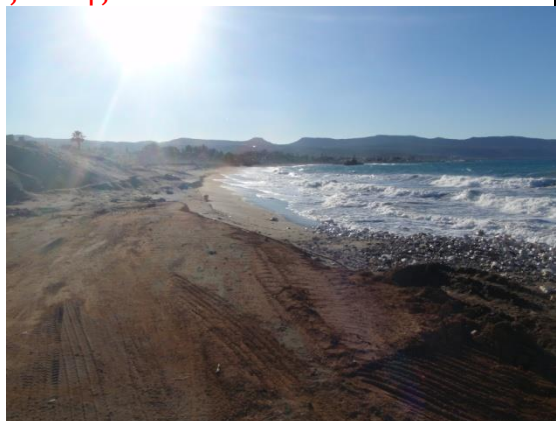
Φωτογραφίες Θέσης 57



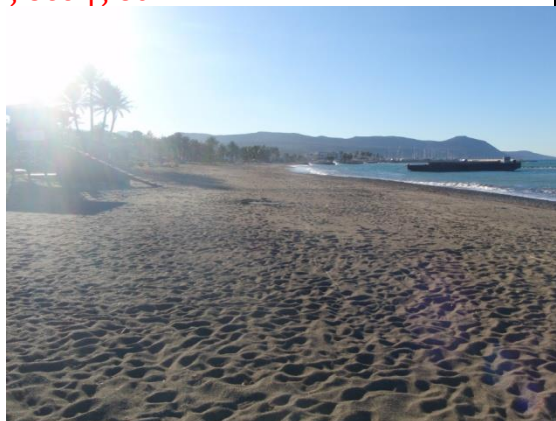
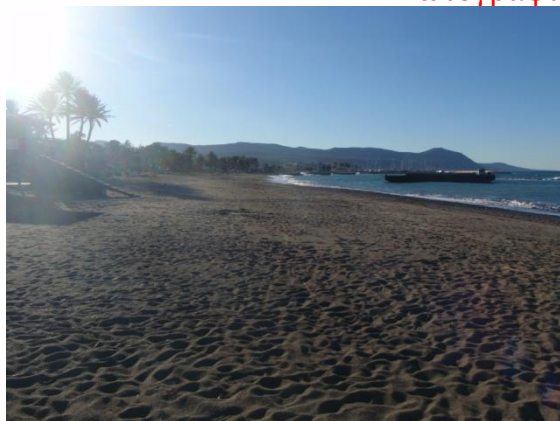
Φωτογραφίες Θέσης 58



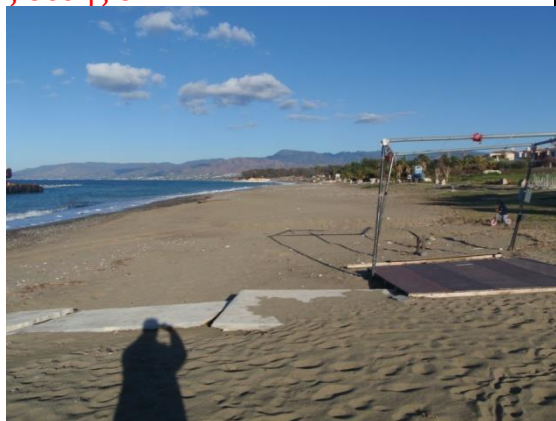
Φωτογραφίες Θέσης 59



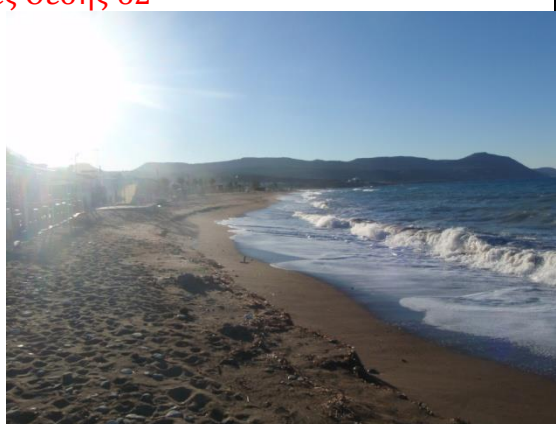
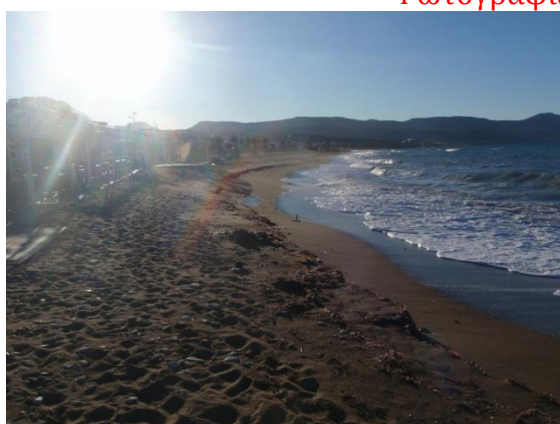
Φωτογραφίες Θέσης 60



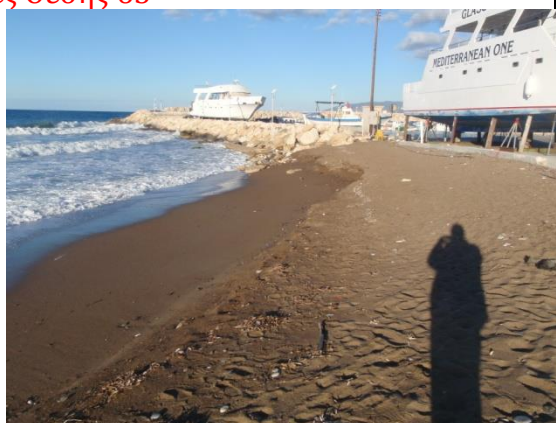
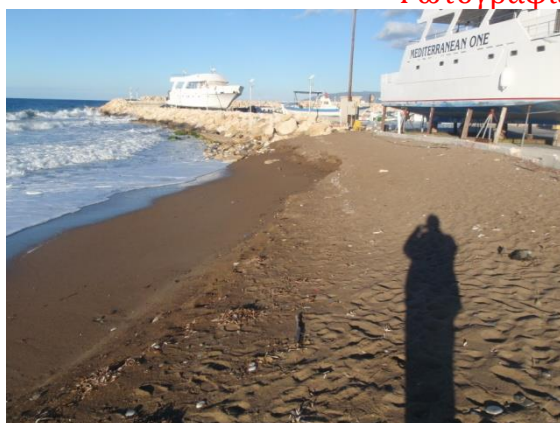
Φωτογραφίες Θέσης 61



Φωτογραφίες Θέσης 62



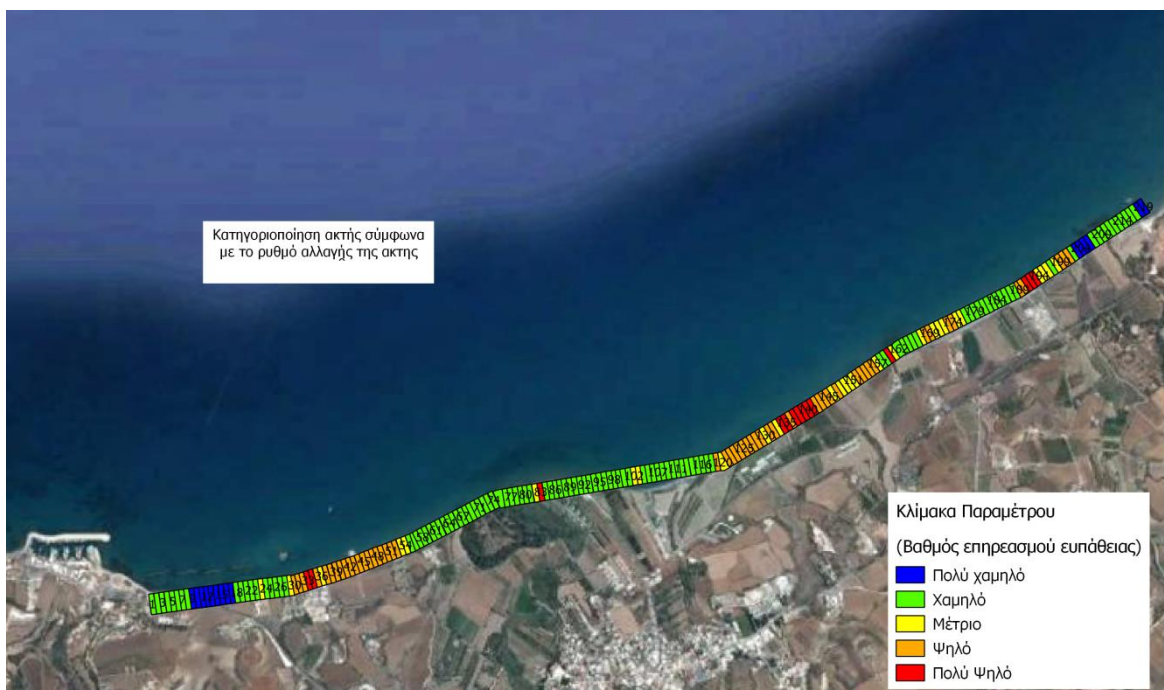
Φωτογραφίες Θέσης 63



# Παράρτημα Β

## Υπολογισμός ρυθμού διάβρωσης ακτής

Για κάθε κάθετη γραμμή (βλέπε κεφ.4.2.2) καταγράφηκε η απόσταση της ακτής ανά έτος από τον άξονα αναφοράς (πίνακες ΠΒ1-ΠΒ22) βάσει των οποίων υπολογίστηκε ο ρυθμός διάβρωση/πρόσχωσης ανά έτος (πίνακες ΠΒ23-ΠΒ40) Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ρυθμού αλλαγής έγινε κατηγοριοποίηση της ακτής σε σχέση με το βαθμό επηρεασμού της παραμέτρου στο δείκτη ευπάθειας (βλέπε κεφ.4.2.4) και ετοιμάστηκε ο θεματικός χάρτης (εικόνα ΠΒ1). Για να μην αυξηθεί ο όγκος των σελίδων της διπλωματικής αποφασίστηκε όπως παρουσιαστούν μόνο ενδεικτικοί πίνακες υπολογισμού του ρυθμού αλλαγής που αφορούν μερικά τμήμα της ακτής μελέτης. Ο αριθμός χιλιομέτρησης υποδηλώνει τη θέση της κάθετης γραμμής σε σχέση με τον άξονα αναφοράς που έχει καθοριστεί (Εικόνα 4.5)



**Εικόνα ΠΒ1:** Θεματικός χάρτης με την κατηγοριοποίηση της ακτής ως προς την παράμετρο ρυθμός μεταβολής της ακτής (πηγή εικόνας υποβάθρου Google earth)

**Πίνακας ΠΒ1:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα αναφοράς ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 775-1000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000
1997	-95.94	-90.08	-86.40	-83.57	-80.07	-74.98	-70.73	-65.41	-62.33	-57.32
1998	-95.84	-89.97	-86.30	-83.47	-79.97	-74.88	-70.63	-65.31	-62.23	-57.22
1999	-94.25	-89.13	-84.53	-81.96	-78.26	-72.82	-69.14	-63.80	-60.72	-55.22
2000	-93.46	-86.78	-84.34	-81.83	-78.05	-73.05	-68.92	-63.62	-60.26	-55.02
2001	-91.68	-85.87	-83.85	-81.63	-77.91	-73.41	-68.72	-63.65	-59.89	-54.74
2003	-92.59	-87.10	-83.50	-81.42	-77.55	-73.18	-68.37	-63.02	-59.03	-55.21
2004	-94.36	-87.99	-83.95	-81.20	-77.35	-73.61	-66.44	-61.76	-56.96	-56.19
2006	-96.05	-89.33	-84.65	-81.28	-77.21	-73.92	-65.62	-60.54	-55.82	-58.56
2008	-94.17	-87.88	-85.18	-82.30	-78.43	-73.93	-68.70	-62.54	-58.14	-54.15
2010	-91.13	-86.51	-84.82	-84.81	-77.78	-71.77	-68.59	-68.24	-67.18	-63.79
2011	-112.48	-91.26	-82.61	-84.11	-78.61	-72.70	-68.89	-66.70	-65.67	-63.04
2012	-93.28	-87.80	-85.44	-68.19	-67.25	-63.96	-58.26	-53.81	-52.77	-53.52
2014	-93.99	-88.90	-85.93	-85.01	-78.70	-73.52	-69.16	-68.51	-67.40	-64.02

**Πίνακας ΠΒ2:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα αναφοράς ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 1025-1250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	1025	1050	1075	1100	1125	1150	1175	1200	1225	1250
1997	-53.81	-51.64	-50.23	-48.93	-49.00	-50.05	-52.31	-54.69	-61.21	-62.40
1998	-53.71	-51.54	-50.13	-48.83	-48.90	-49.95	-52.21	-54.59	-61.11	-62.29
1999	-52.46	-50.40	-49.15	-47.90	-48.04	-48.69	-50.51	-52.51	-58.19	-58.55
2000	-52.06	-49.99	-48.21	-47.09	-47.42	-48.17	-49.81	-52.15	-56.18	-56.62
2001	-51.74	-49.15	-47.51	-46.71	-46.96	-47.96	-49.37	-51.78	-54.38	-54.58
2003	-52.51	-50.65	-48.46	-47.70	-48.47	-49.17	-50.57	-50.90	-51.96	-53.37
2004	-53.00	-51.26	-48.93	-48.77	-49.95	-50.17	-50.84	-50.65	-50.59	-51.14
2006	-53.51	-52.60	-50.85	-51.69	-53.04	-51.31	-50.92	-50.41	-49.36	-50.00
2008	-51.06	-48.72	-47.96	-47.47	-47.12	-46.80	-46.61	-47.10	-47.10	-47.13
2010	-58.31	-53.36	-52.41	-53.20	-53.71	-52.52	-50.31	-49.47	-51.98	-56.07
2011	-56.09	-51.65	-51.43	-53.40	-55.37	-56.03	-54.98	-53.45	-55.85	-60.12
2012	-55.83	-57.23	-55.45	-54.33	-56.39	-60.29	-62.36	-63.25	-55.87	-47.70
2014	-58.38	-53.93	-52.82	-53.68	-55.83	-57.42	-55.79	-54.67	-56.28	-60.57

**Πίνακας ΠΒ3:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα αναφοράς ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 1275-1500

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	1275	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450	1475	1500
1997	-58.12	-55.46	-55.30	-59.07	-61.05	-62.80	-66.18	-70.96	-75.50	-77.50
1998	-58.01	-55.35	-55.20	-58.97	-60.95	-62.70	-66.08	-70.86	-75.40	-77.40
1999	-54.72	-52.15	-52.11	-55.83	-57.79	-59.54	-62.96	-67.79	-72.28	-75.35
2000	-53.80	-51.06	-50.94	-53.47	-57.50	-60.76	-63.83	-68.11	-71.77	-74.32
2001	-52.42	-50.70	-50.21	-52.56	-56.67	-60.58	-63.32	-67.67	-71.07	-73.53

2003	-52.52	-50.99	-50.73	-53.27	-57.22	-61.98	-64.75	-66.67	-71.76	-74.67
2004	-52.79	-51.36	-51.84	-54.83	-58.02	-62.48	-65.41	-67.76	-72.70	-75.80
2006	-53.42	-51.42	-53.14	-56.66	-59.14	-63.37	-66.92	-70.31	-73.57	-76.77
2008	-47.55	-47.69	-49.18	-51.31	-54.03	-57.47	-60.81	-63.92	-66.74	-72.36
2010	-57.77	-58.15	-53.54	-49.44	-48.16	-48.93	-51.97	-56.49	-61.86	-66.93
2011	-61.98	-62.37	-55.95	-50.29	-47.50	-46.42	-48.98	-52.94	-58.57	-64.56
2012	-46.38	-45.69	-46.88	-50.75	-56.72	-63.02	-65.67	-66.31	-66.17	-65.63
2014	-62.83	-62.91	-56.51	-50.71	-46.82	-45.75	-47.42	-50.87	-56.66	-62.85

**Πίνακας ΠΒ4:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 1525-1750

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	1525	1550	1575	1600	1625	1650	1675	1700	1725	1750
1997	-78.89	-74.61	-76.87	-77.01	-76.81	-77.67	-77.58	-78.05	-78.62	-79.46
1998	-78.79	-74.51	-76.76	-76.91	-76.71	-77.57	-77.48	-77.95	-78.52	-79.36
1999	-78.07	-73.28	-74.52	-75.60	-75.23	-76.22	-75.37	-75.69	-77.11	-79.46
2000	-76.69	-72.76	-73.94	-74.83	-74.41	-75.00	-74.54	-74.69	-75.64	-77.43
2001	-75.43	-72.21	-73.53	-73.60	-73.23	-74.15	-72.92	-73.35	-74.08	-75.03
2003	-76.70	-72.06	-72.60	-73.29	-73.25	-74.19	-72.88	-73.38	-74.00	-75.02
2004	-77.39	-71.57	-72.39	-73.50	-73.22	-74.19	-73.01	-73.38	-74.03	-75.04
2006	-77.79	-70.62	-72.39	-73.58	-73.25	-74.14	-72.93	-73.34	-74.07	-75.01
2008	-74.35	-73.27	-72.29	-71.36	-71.42	-71.80	-73.17	-74.14	-74.63	-75.19
2010	-69.47	-69.65	-69.33	-69.14	-68.95	-68.45	-68.93	-69.36	-69.97	-70.56
2011	-66.37	-66.78	-66.93	-66.49	-65.78	-65.76	-63.99	-66.24	-67.32	-68.22
2012	-64.09	-64.45	-62.95	-63.92	-65.03	-66.27	-67.99	-67.51	-66.85	-66.43
2014	-65.39	-65.72	-65.68	-65.30	-63.60	-64.06	-62.44	-63.22	-64.72	-65.75

**Πίνακας ΠΒ5:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 1775-2000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	1775	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000
1997	-80.30	-82.12	-82.90	-81.25	-80.51	-80.74	-80.41	-79.65	-79.12	-78.99
1998	-80.20	-82.01	-82.80	-81.15	-80.41	-80.64	-80.31	-79.55	-79.02	-78.89
1999	-80.30	-82.32	-81.58	-78.90	-78.34	-77.98	-78.19	-77.88	-77.55	-77.70
2000	-78.02	-81.72	-82.47	-77.54	-77.16	-76.73	-77.31	-77.25	-76.59	-76.56
2001	-75.99	-78.03	-77.82	-76.91	-76.06	-76.19	-76.53	-76.03	-75.76	-74.92
2003	-76.01	-78.02	-77.72	-76.89	-76.06	-76.22	-76.52	-76.06	-75.76	-74.92
2004	-76.01	-78.08	-77.88	-76.87	-76.10	-76.21	-76.52	-76.06	-75.75	-74.93
2006	-76.00	-78.01	-77.81	-76.90	-76.07	-76.20	-76.52	-76.07	-75.75	-74.92
2008	-75.76	-76.27	-75.99	-75.67	-75.63	-75.04	-74.06	-73.52	-73.04	-71.33
2010	-71.13	-71.70	-71.84	-71.10	-70.07	-69.87	-69.88	-69.40	-68.58	-67.89
2011	-69.15	-69.57	-69.00	-68.58	-68.22	-67.90	-67.77	-67.33	-66.71	-66.75
2012	-66.08	-65.93	-65.19	-65.25	-65.79	-65.49	-63.93	-64.28	-63.21	-62.60
2014	-67.86	-67.31	-66.61	-66.02	-65.87	-65.76	-64.82	-65.37	-65.55	-65.20

**Πίνακας ΠΒ6:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 2025-2250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	2025	2050	2075	2100	2125	2150	2175	2200	2225	2250
1997	-78.43	-77.64	-76.67	-75.67	-74.22	-74.15	-70.80	-67.68	-65.26	-63.61
1998	-78.33	-77.54	-76.57	-75.52	-74.12	-74.05	-70.70	-67.58	-65.16	-63.51
1999	-76.07	-75.25	-75.17	-74.30	-71.61	-72.85	-69.40	-65.89	-63.45	-62.33
2000	-75.33	-75.08	-74.42	-74.01	-71.45	-72.46	-69.16	-65.38	-63.27	-61.86
2001	-74.47	-74.08	-73.74	-73.11	-71.37	-72.26	-68.93	-64.98	-62.93	-61.32
2003	-74.40	-74.06	-73.74	-73.12	-71.50	-71.91	-68.94	-65.06	-62.92	-61.32
2004	-74.44	-74.07	-73.73	-73.14	-71.38	-71.77	-68.92	-65.03	-62.94	-61.32
2006	-74.47	-74.08	-73.73	-73.11	-71.36	-71.68	-68.92	-64.95	-62.94	-61.32
2008	-70.04	-68.76	-67.54	-66.93	-66.51	-66.16	-63.84	-60.74	-57.96	-55.15
2010	-67.50	-66.44	-65.59	-65.24	-64.75	-63.91	-61.31	-57.65	-54.19	-51.39
2011	-66.33	-65.47	-64.75	-63.52	-62.99	-62.82	-60.65	-58.38	-56.27	-54.17
2012	-61.09	-61.29	-60.36	-56.71	-56.09	-53.81	-50.17	-48.70	-45.63	-43.22
2014	-63.67	-63.20	-62.13	-62.35	-60.46	-61.15	-60.14	-56.71	-53.44	-51.44

**Πίνακας ΠΒ7:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 2275-2500

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	2275	2300	2325	2350	2375	2400	2425	2450	2475	2500
1997	-61.31	-59.70	-58.08	-57.29	-55.57	-53.51	-52.67	-52.31	-53.02	-54.02
1998	-61.21	-59.60	-57.98	-57.19	-55.47	-53.41	-52.57	-52.21	-52.92	-53.92
1999	-60.34	-58.06	-56.65	-56.29	-54.65	-52.74	-51.63	-50.67	-50.96	-51.13
2000	-60.12	-57.07	-56.04	-55.30	-54.20	-52.58	-51.20	-50.19	-49.72	-49.54
2001	-59.82	-56.98	-55.57	-54.22	-53.88	-52.20	-50.65	-49.47	-48.56	-48.02
2003	-59.78	-56.90	-55.55	-54.11	-53.74	-52.12	-50.34	-49.24	-48.64	-48.04
2004	-59.71	-58.01	-56.24	-54.47	-52.99	-51.91	-50.77	-49.63	-48.49	-47.45
2006	-59.81	-56.83	-55.55	-54.04	-52.80	-50.89	-49.53	-48.66	-47.91	-47.25
2008	-52.19	-49.30	-47.21	-45.77	-44.40	-42.46	-39.45	-37.35	-35.99	-35.24
2010	-49.34	-47.60	-45.28	-43.43	-42.12	-40.94	-40.17	-38.34	-37.06	-36.87
2011	-52.63	-50.09	-47.61	-45.21	-44.57	-44.27	-44.10	-43.74	-43.30	-42.46
2012	-39.77	-37.90	-35.41	-33.04	-31.23	-29.78	-28.71	-29.60	-34.14	-39.54
2014	-63.67	-63.20	-62.13	-62.35	-60.46	-61.15	-60.14	-56.71	-53.44	-51.44

**Πίνακας ΠΒ8:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 2525-2750

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	2525	2550	2575	2600	2625	2650	2675	2700	2725	2750
1997	-55.62	-57.52	-58.15	-56.59	-56.33	-72.26	-78.02	-83.78	-91.36	-95.24
1998	-55.52	-57.42	-58.05	-56.49	-56.23	-72.68	-77.92	-83.67	-91.25	-95.16
1999	-52.82	-54.68	-55.22	-53.35	-53.67	-68.63	-75.76	-82.31	-89.90	-93.85
2000	-49.10	-51.41	-52.28	-52.01	-53.73	-65.75	-73.32	-80.28	-87.42	-91.05
2001	-47.87	-48.25	-49.18	-50.84	-53.05	-63.94	-71.13	-77.37	-83.22	-88.33
2003	-47.44	-46.97	-47.43	-49.27	-51.06	-62.69	-70.22	-76.47	-82.22	-87.26

2004	-47.02	-46.63	-46.54	-48.40	-50.07	-60.03	-67.49	-74.57	-80.73	-85.83
2006	-46.68	-46.18	-45.73	-46.96	-48.94	-58.06	-65.98	-72.77	-79.31	-84.88
2008	-36.82	-38.56	-41.40	-44.61	-47.44	-54.32	-63.00	-69.30	-76.98	-81.96
2010	-36.73	-38.27	-40.88	-44.71	-49.14	-54.91	-63.88	-68.79	-76.83	-81.96
2011	-41.44	-36.33	-38.67	-44.60	-47.27	-55.67	-63.94	-69.28	-76.75	-81.52
2012	-44.08	-56.14	-63.77	-69.27	-76.55	-81.51	-84.57	-88.56	-92.84	-96.47
2014	-21.78	-22.28	-26.41	-33.20	-39.64	-57.46	-64.45	-69.10	-76.83	-81.59

**Πίνακας ΠΒ9:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 2775 -3000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	2775	2800	2825	2850	2875	2900	2925	2950	2975	3000
1997	-97.87	-101.98	-106.39	-109.66	-110.01	-111.78	-110.62	-105.11	-97.56	-94.46
1998	-97.77	-101.88	-106.29	-109.56	-109.91	-111.68	-110.52	-105.00	-97.46	-94.36
1999	-96.46	-100.56	-104.96	-108.25	-108.61	-110.38	-109.20	-103.68	-96.11	-93.06
2000	-94.38	-98.54	-102.25	-105.90	-107.24	-109.18	-107.82	-102.55	-94.60	-91.87
2001	-92.58	-96.72	-100.36	-102.99	-105.77	-107.90	-106.66	-101.13	-93.54	-90.52
2003	-91.88	-95.71	-98.91	-101.77	-102.15	-104.73	-104.58	-100.45	-93.26	-88.91
2004	-90.51	-94.10	-98.37	-100.71	-101.74	-103.66	-103.54	-99.88	-93.36	-87.63
2006	-89.54	-92.75	-97.49	-100.09	-102.11	-102.87	-102.35	-99.36	-92.98	-86.83
2008	-86.23	-90.60	-95.20	-97.72	-98.99	-99.49	-99.68	-97.23	-92.25	-85.28
2010	-85.68	-89.65	-94.24	-97.02	-97.74	-99.23	-98.90	-95.66	-89.77	-83.81
2011	-85.05	-88.90	-93.28	-96.67	-96.64	-98.80	-98.61	-94.74	-88.70	-82.91
2012	-96.46	-98.66	-98.27	-94.01	-87.61	-82.05	-77.18	-72.02	-67.86	-61.85
2014	-84.06	-87.96	-92.38	-96.28	-96.71	-98.75	-97.87	-93.02	-85.76	-81.14

**Πίνακας ΠΒ10:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 3025- 3250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	3025	3050	3075	3100	3125	3150	3175	3200	3225	3250
1997	-89.07	-83.84	-80.08	-73.19	-68.96	-65.84	-61.03	-52.78	-35.31	-18.44
1998	-88.97	-83.73	-79.98	-73.09	-68.86	-65.74	-60.93	-52.67	-35.18	-18.34
1999	-87.32	-82.33	-77.95	-71.75	-67.54	-64.43	-59.60	-51.29	-33.51	-16.94
2000	-86.88	-81.27	-76.98	-70.58	-66.12	-63.03	-57.98	-49.64	-32.23	-15.52
2001	-85.10	-79.86	-76.15	-69.20	-65.01	-61.92	-57.05	-48.66	-30.94	-14.35
2003	-83.88	-78.91	-74.07	-67.79	-64.08	-60.28	-55.64	-48.28	-30.68	-12.71
2004	-83.39	-77.63	-73.12	-67.10	-63.41	-59.82	-55.57	-47.46	-30.69	-12.85
2006	-82.57	-76.97	-72.32	-66.66	-62.62	-59.13	-54.81	-47.11	-30.85	-11.95
2008	-78.68	-73.58	-69.13	-64.56	-60.10	-56.08	-52.52	-45.84	-32.17	-10.74
2010	-77.80	-73.15	-67.98	-62.94	-58.66	-54.90	-50.80	-44.36	-28.93	-9.36
2011	-77.36	-72.55	-68.02	-62.63	-57.87	-54.33	-50.39	-43.58	-27.72	-8.99
2012	-57.15	-53.77	-49.51	-42.56	-26.70	-8.10	2.84	9.35	15.01	17.05
2014	-76.87	-71.71	-67.60	-61.14	-56.57	-53.23	-48.90	-41.32	-25.98	-7.62

**Πίνακας ΠΒ11:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 3275-3500

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	3275	3300	3325	3350	3375	3400	3425	3450	3475	3500
1997	-9.96	-4.25	0.00	0.00	-1.07	-2.66	-3.19	-5.11	-6.98	-9.86
1998	-9.86	-4.14	-0.38	0.30	-0.97	-2.56	-3.09	-5.01	-6.88	-9.76
1999	-8.52	-2.82	0.92	1.30	0.76	-0.68	-1.77	-3.70	-5.56	-8.18
2000	-6.92	-1.12	2.38	2.58	1.64	0.26	-1.09	-2.40	-4.16	-7.29
2001	-5.96	-0.28	3.41	4.04	2.73	1.15	0.64	-1.31	-3.18	-6.13
2003	-3.27	2.63	6.24	6.71	6.74	5.70	4.98	4.10	1.72	-1.55
2004	-0.29	6.80	11.27	14.77	15.78	16.19	15.51	12.18	10.80	5.59
2006	1.00	8.59	13.98	18.19	19.34	19.17	18.27	15.84	12.25	7.17
2008	4.42	12.00	19.16	23.05	23.15	24.51	25.06	23.11	19.10	12.84
2010	4.52	10.85	16.65	19.35	20.17	21.31	21.68	19.16	14.96	9.35
2011	3.37	10.27	15.95	17.86	19.26	20.40	18.10	15.24	11.69	7.30
2012	18.90	19.65	16.85	14.72	10.40	6.47	2.09	-3.23	-9.86	-16.07
2014	2.03	7.96	12.32	13.38	12.38	10.77	10.01	8.39	6.49	4.12

**Πίνακας ΠΒ12:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 3525-3750

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	3525	3550	3575	3600	3625	3650	3675	3700	3725	3750
1997	-14.79	-19.33	-24.72	-30.71	-37.33	-42.77	-49.56	-58.56	-65.95	-74.80
1998	-14.69	-19.23	-24.62	-30.60	-37.23	-42.67	-49.46	-58.46	-65.85	-75.04
1999	-13.24	-17.22	-22.85	-29.25	-35.89	-41.34	-48.10	-56.56	-63.16	-72.15
2000	-11.61	-16.56	-21.79	-28.40	-35.18	-40.47	-46.87	-55.47	-61.54	-71.37
2001	-11.08	-15.60	-21.02	-27.04	-33.63	-39.07	-45.92	-54.03	-60.30	-68.81
2003	-6.99	-12.42	-17.86	-24.11	-31.25	-38.90	-45.80	-52.29	-58.96	-67.81
2004	-1.52	-8.18	-14.84	-20.86	-27.07	-36.89	-43.35	-51.13	-58.71	-66.96
2006	0.26	-6.62	-13.62	-20.36	-26.28	-34.72	-40.78	-49.35	-57.25	-65.86
2008	5.24	-1.67	-9.04	-16.71	-21.27	-30.27	-37.95	-46.25	-55.72	-64.12
2010	2.09	-3.08	-9.96	-16.35	-21.91	-29.32	-36.68	-45.49	-54.12	-61.89
2011	1.69	-3.24	-9.47	-16.32	-22.41	-29.01	-35.99	-44.79	-52.52	-60.31
2012	-22.69	-28.79	-35.66	-44.32	-52.10	-59.92	-68.14	-66.48	-64.89	-63.47
2014	-0.68	-5.38	-10.52	-16.25	-23.13	-28.64	-35.08	-43.83	-51.63	-59.75

**Πίνακας ΠΒ13:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 3775 - 4000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	3775	3800	3825	3850	3875	3900	3925	3950	3975	4000
1997	-83.03	-81.73	-77.43	-75.32	-74.60	-75.02	-73.18	-71.97	-70.84	-71.32
1998	-82.90	-81.58	-77.42	-75.29	-74.57	-74.35	-72.62	-71.07	-70.01	-70.72
1999	-79.15	-77.14	-75.52	-73.92	-73.20	-73.61	-71.78	-70.57	-69.44	-69.92
2000	-78.14	-76.15	-74.25	-73.73	-73.32	-73.36	-72.81	-72.11	-70.91	-71.28
2001	-75.48	-73.35	-73.46	-73.55	-72.49	-72.90	-72.08	-71.23	-71.91	-71.60

2003	-76.66	-74.45	-73.49	-72.67	-72.27	-71.88	-71.27	-70.19	-69.87	-69.95
2004	-75.40	-73.30	-72.99	-71.48	-70.84	-69.89	-70.03	-69.19	-68.25	-68.12
2006	-73.25	-71.45	-70.37	-70.52	-69.41	-67.55	-67.22	-67.59	-67.31	-66.93
2008	-72.13	-70.23	-69.61	-68.95	-67.23	-65.57	-65.45	-65.51	-64.80	-64.25
2010	-70.59	-68.70	-67.44	-66.33	-63.81	-62.43	-62.20	-62.53	-61.57	-61.10
2011	-68.34	-66.62	-65.78	-64.77	-63.40	-62.42	-60.73	-59.92	-59.55	-59.14
2012	-62.00	-62.00	-60.12	-59.28	-58.31	-58.01	-58.02	-57.52	-57.78	-58.29
2014	-68.11	-66.46	-63.44	-61.34	-60.65	-61.03	-59.22	-58.00	-56.90	-57.38

**Πίνακας ΠΒ14:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 4025 - 4250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	4025	4050	4075	4100	4125	4150	4175	4200	4225	4250
1997	-70.88	-70.01	-71.55	-70.51	-69.83	-73.24	-73.63	-73.32	-74.77	-74.89
1998	-70.31	-69.28	-70.75	-69.86	-68.83	-72.61	-73.19	-72.75	-74.11	-74.21
1999	-69.43	-68.60	-70.15	-69.10	-68.41	-71.84	-72.23	-71.92	-73.37	-73.49
2000	-70.84	-70.50	-71.71	-70.47	-69.55	-71.87	-72.02	-72.06	-72.38	-72.59
2001	-71.48	-71.47	-72.37	-70.73	-70.49	-71.47	-71.82	-71.75	-71.54	-71.44
2003	-70.02	-69.97	-69.67	-69.37	-69.10	-69.45	-69.80	-69.78	-70.09	-70.80
2004	-67.59	-68.40	-67.33	-66.51	-67.99	-68.26	-68.79	-68.17	-68.78	-68.00
2006	-65.49	-65.78	-64.85	-65.22	-66.45	-66.30	-67.23	-66.49	-67.40	-66.40
2008	-63.90	-63.55	-62.85	-63.27	-64.38	-64.85	-65.02	-64.06	-64.70	-65.14
2010	-60.63	-59.86	-59.13	-59.66	-61.25	-62.52	-62.67	-62.05	-62.74	-63.21
2011	-58.78	-58.71	-58.67	-58.83	-58.92	-61.38	-61.01	-60.60	-61.81	-62.18
2012	-57.24	-60.47	-60.37	-60.03	-61.18	-61.92	-62.18	-62.89	-63.56	-63.84
2014	-56.85	-56.09	-57.64	-56.53	-55.97	-59.32	-59.69	-59.37	-60.85	-60.92

**Πίνακας ΠΒ15:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 4275 - 4500

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	4275	4300	4325	4350	4375	4400	4425	4450	4475	4500
1997	-76.01	-76.25	-76.78	-76.69	-76.63	-75.31	-74.32	-72.59	-71.16	-70.03
1998	-75.34	-75.53	-75.95	-75.90	-74.45	-73.52	-71.91	-70.18	-69.32	-66.63
1999	-74.61	-74.85	-75.38	-75.29	-75.23	-73.90	-72.92	-71.19	-69.64	-68.62
2000	-72.59	-72.85	-73.80	-74.03	-74.25	-73.25	-71.86	-70.70	-69.34	-67.71
2001	-71.75	-71.72	-71.82	-71.72	-71.84	-70.74	-70.08	-69.27	-67.03	-66.59
2003	-70.51	-69.67	-70.24	-70.85	-71.36	-69.86	-68.97	-68.52	-67.09	-65.47
2004	-69.43	-68.92	-69.53	-70.40	-70.38	-69.47	-67.76	-67.35	-66.11	-65.01
2006	-67.95	-68.18	-68.66	-68.81	-69.14	-68.25	-66.87	-65.47	-65.16	-64.38
2008	-65.17	-66.59	-67.22	-67.49	-67.65	-67.25	-65.90	-64.52	-64.14	-63.22
2010	-63.07	-64.32	-65.45	-64.89	-66.35	-65.22	-63.83	-62.69	-61.75	-60.52
2011	-62.79	-63.50	-64.42	-64.43	-65.36	-64.22	-62.93	-61.86	-60.85	-59.84
2012	-64.28	-63.00	-61.50	-60.51	-59.68	-58.45	-56.66	-54.19	-53.07	-50.73
2014	-62.07	-62.31	-62.83	-62.75	-62.67	-61.31	-60.37	-58.59	-55.68	-56.00

**Πίνακας ΠΒ16:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 4525 - 4750

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	4525	4550	4575	4600	4625	4650	4675	4700	4725	4750
1997	-67.49	-65.65	-64.68	-62.18	-59.92	-57.85	-56.77	-57.73	-58.62	-61.40
1998	-64.66	-63.83	-61.46	-59.35	-57.40	-56.05	-57.11	-57.68	-60.80	-61.04
1999	-66.09	-64.25	-63.28	-60.76	-58.52	-56.45	-55.37	-56.33	-57.21	-60.00
2000	-65.32	-63.14	-62.44	-60.05	-57.15	-55.47	-54.37	-55.32	-56.27	-58.95
2001	-64.09	-62.39	-61.35	-58.58	-56.66	-54.56	-53.62	-54.58	-55.68	-58.23
2003	-63.54	-61.36	-60.65	-58.32	-56.22	-54.54	-53.63	-54.32	-54.74	-56.79
2004	-62.82	-61.25	-60.13	-58.00	-55.52	-54.52	-53.63	-53.70	-53.77	-55.74
2006	-62.08	-60.90	-59.75	-57.37	-55.17	-54.46	-53.43	-53.13	-52.84	-53.65
2008	-61.82	-61.06	-59.84	-57.72	-55.56	-54.72	-53.49	-52.84	-52.47	-53.05
2010	-59.06	-56.51	-55.83	-53.67	-52.44	-51.38	-50.17	-50.81	-51.36	-52.04
2011	-58.45	-55.69	-54.35	-52.61	-51.19	-50.40	-49.02	-49.36	-50.02	-50.89
2012	-49.08	-46.69	-46.22	-46.70	-47.95	-49.25	-49.35	-49.87	-52.28	-57.46
2014	-53.48	-51.73	-50.71	-48.05	-46.00	-43.91	-42.90	-43.88	-44.89	-47.53

**Πίνακας ΠΒ17:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 4775 - 5000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	4775	4800	4825	4850	4875	4900	4925	4950	4975	5000
1997	-61.71	-61.82	-62.45	-65.20	-69.11	-65.83	-62.05	-60.82	-58.21	-55.57
1998	-61.11	-61.77	-64.56	-68.41	-65.15	-61.10	-60.13	-57.57	-54.85	-54.59
1999	-60.31	-60.42	-61.05	-63.78	-67.69	-64.42	-60.63	-59.41	-56.79	-54.17
2000	-59.67	-59.87	-60.56	-63.31	-66.27	-63.66	-60.32	-58.21	-55.58	-53.43
2001	-58.52	-58.62	-59.46	-61.95	-65.82	-62.13	-58.30	-57.18	-54.48	-52.09
2003	-57.26	-58.23	-58.91	-60.52	-63.18	-59.98	-57.00	-54.14	-52.16	-48.96
2004	-56.32	-57.01	-57.78	-60.97	-60.62	-57.00	-53.10	-50.24	-47.62	-45.47
2006	-54.29	-55.68	-57.06	-61.27	-58.87	-54.17	-48.85	-47.78	-45.28	-41.91
2008	-54.11	-55.19	-56.88	-62.72	-56.13	-51.74	-47.17	-44.74	-43.00	-39.83
2010	-52.06	-52.14	-53.84	-59.17	-56.76	-51.45	-47.33	-45.04	-43.61	-40.37
2011	-51.11	-51.44	-53.43	-58.00	-56.54	-51.72	-47.72	-45.50	-42.99	-40.49
2012	-56.62	-51.83	-48.03	-45.70	-43.17	-40.61	-39.09	-38.14	-37.96	-39.91
2014	-47.83	-47.94	-51.52	-56.05	-56.00	-51.99	-48.25	-46.94	-44.37	-41.63

**Πίνακας ΠΒ18:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 5025 - 5250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	5025	5050	5075	5100	5125	5150	5175	5200	5225	5250
1997	-55.39	-54.43	-52.12	-53.75	-54.38	-55.16	-55.49	-56.41	-57.96	-59.29
1998	-53.47	-51.40	-52.86	-53.57	-54.43	-54.46	-55.61	-57.13	-58.39	-60.11
1999	-53.99	-53.02	-50.72	-52.35	-52.98	-53.76	-54.08	-55.01	-56.55	-57.89
2000	-53.14	-51.93	-50.08	-51.56	-52.34	-52.35	-53.30	-54.17	-55.64	-56.98
2001	-51.86	-50.69	-48.59	-50.37	-50.87	-51.71	-52.10	-52.92	-54.64	-55.83
2003	-49.11	-47.77	-46.40	-48.57	-49.10	-48.95	-50.38	-51.49	-53.79	-55.05

2004	-44.15	-44.49	-44.44	-46.61	-46.84	-47.50	-47.66	-49.21	-51.18	-52.63
2006	-39.72	-39.32	-40.47	-42.36	-44.63	-46.49	-46.45	-47.42	-49.27	-50.03
2008	-38.31	-37.72	-38.22	-40.19	-42.96	-44.95	-45.35	-46.12	-47.71	-49.65
2010	-38.14	-37.31	-38.20	-39.76	-41.46	-43.43	-44.46	-44.80	-45.49	-46.84
2011	-38.64	-37.72	-38.13	-39.77	-41.10	-42.71	-43.43	-44.29	-44.93	-46.12
2012	-40.78	-42.23	-42.66	-43.61	-44.40	-45.54	-47.59	-49.67	-53.12	-55.49
2014	-41.48	-40.61	-38.23	-39.77	-40.45	-41.21	-41.51	-42.47	-43.96	-45.35

**Πίνακας ΠΒ19:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 5275 - 5500

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	5275	5300	5325	5350	5375	5400	5425	5450	5475	5500
1997	-60.88	-63.44	-66.34	-68.84	-71.63	-73.89	-76.15	-77.43	-78.57	-79.96
1998	-62.75	-65.45	-68.10	-70.67	-73.18	-75.68	-76.59	-77.70	-78.80	-79.90
1999	-59.48	-62.04	-64.94	-67.43	-69.66	-72.45	-74.97	-75.80	-77.16	-78.55
2000	-58.55	-60.93	-64.14	-66.51	-69.06	-71.44	-73.41	-74.56	-76.11	-77.84
2001	-57.35	-60.04	-62.99	-65.56	-68.29	-70.55	-72.67	-73.99	-75.16	-77.25
2003	-56.29	-59.33	-61.77	-64.35	-67.49	-69.06	-71.32	-73.05	-74.49	-76.41
2004	-53.88	-57.34	-60.18	-61.92	-63.84	-66.58	-69.87	-71.53	-73.76	-75.51
2006	-51.79	-55.19	-57.76	-59.35	-60.49	-63.76	-68.45	-70.53	-72.30	-74.64
2008	-51.39	-54.84	-57.22	-58.72	-60.03	-62.73	-67.08	-69.24	-71.42	-74.13
2010	-48.71	-51.42	-54.63	-56.76	-58.78	-61.13	-65.07	-68.21	-71.03	-74.08
2011	-47.90	-50.40	-53.58	-55.95	-58.47	-60.72	-63.96	-67.77	-71.40	-74.61
2012	-57.98	-60.60	-62.90	-67.67	-71.33	-74.70	-76.47	-77.65	-78.63	-78.98
2014	-46.97	-49.47	-52.35	-54.82	-57.63	-59.89	-62.15	-67.47	-70.98	-74.85

**Πίνακας ΠΒ20:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 5525 - 5750

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	5525	5550	5575	5600	5625	5650	5675	5700	5725	5750
1997	-81.23	-82.31	-83.13	-83.00	-83.18	-83.11	-83.76	-84.59	-85.14	-88.55
1998	-81.14	-82.30	-82.38	-82.43	-82.48	-83.04	-84.06	-84.74	-87.97	-86.97
1999	-79.82	-80.91	-81.87	-81.81	-82.16	-82.12	-82.79	-83.63	-84.09	-87.62
2000	-79.74	-80.64	-81.49	-81.35	-81.61	-81.77	-82.47	-83.01	-83.58	-87.20
2001	-79.30	-80.32	-80.84	-80.87	-81.05	-80.96	-81.56	-82.43	-82.96	-86.48
2003	-78.54	-79.61	-80.27	-80.69	-80.78	-80.54	-80.70	-81.24	-82.13	-85.67
2004	-77.49	-78.46	-79.06	-79.59	-79.37	-79.77	-79.82	-79.87	-81.08	-82.89
2006	-76.69	-78.09	-78.76	-79.32	-79.26	-78.96	-79.40	-78.31	-79.38	-80.04
2008	-75.76	-77.21	-78.33	-79.18	-79.57	-79.19	-78.71	-78.84	-78.54	-79.13
2010	-76.12	-77.23	-78.43	-79.18	-79.38	-78.78	-78.85	-79.10	-78.90	-80.02
2011	-76.40	-77.36	-78.53	-79.00	-79.32	-79.60	-79.97	-80.33	-80.76	-81.15
2012	-79.12	-79.29	-79.74	-80.33	-80.81	-81.97	-82.18	-82.49	-82.97	-82.96
2014	-76.52	-77.65	-78.74	-78.81	-78.99	-78.91	-79.54	-80.39	-80.93	-84.39

**Πίνακας ΠΒ21:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 5775 - 6000

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	5775	5800	5825	5850	5875	5900	5925	5950	5975	6000
1997	-87.69	-87.50	-87.54	-87.70	-86.40	-85.97	-87.78	-92.86	-101.00	-111.17
1998	-86.82	-87.03	-87.11	-85.41	-85.39	-87.22	-92.20	-100.10	-110.41	-116.52
1999	-86.49	-86.45	-86.50	-86.76	-85.28	-84.99	-86.74	-91.50	-99.42	-109.71
2000	-86.07	-85.84	-85.84	-86.31	-84.72	-84.46	-86.05	-90.89	-98.50	-108.99
2001	-85.53	-85.38	-85.40	-85.62	-84.33	-83.82	-85.51	-90.35	-98.07	-108.40
2003	-83.81	-84.32	-84.41	-84.35	-84.08	-83.57	-85.37	-89.67	-97.71	-108.58
2004	-82.54	-82.03	-82.82	-83.23	-84.07	-83.21	-85.28	-89.38	-97.29	-108.47
2006	-79.89	-80.22	-80.90	-81.74	-84.02	-82.96	-85.22	-89.44	-97.10	-108.47
2008	-79.92	-80.40	-80.91	-81.58	-84.91	-85.85	-87.26	-89.63	-98.35	-109.83
2010	-80.86	-81.14	-81.44	-81.94	-83.17	-83.76	-85.45	-89.05	-97.71	-108.59
2011	-81.73	-82.26	-82.80	-82.75	-83.14	-83.52	-84.28	-88.45	-97.28	-107.87
2012	-82.85	-82.38	-83.89	-88.45	-96.90	-107.37	-112.92	-112.80	-105.06	-96.97
2014	-83.49	-83.32	-83.36	-83.54	-82.24	-81.77	-83.53	-88.44	-96.52	-106.74

**Πίνακας ΠΒ22:** Απόσταση ακτογραμμής από άξονα ανά έτος για χιλιομετρικές θέσεις 6000 - 6250

Έτος	Χιλιομετρική θέση στον Άξονα αναφοράς									
	6025	6050	6075	6100	6125	6150	6175	6200	6225	6250
1997	-117.09	-117.26	-111.21	-103.69	-98.36	-92.86	-85.09	-79.16	-73.63	-67.34
1998	-116.69	-110.73	-103.09	-97.83	-92.51	-84.70	-78.73	-73.72	-67.78	-54.96
1999	-116.04	-116.23	-110.20	-102.69	-97.40	-92.06	-84.27	-78.24	-73.95	-68.27
2000	-115.34	-116.02	-109.87	-102.17	-96.88	-91.58	-83.71	-77.77	-74.29	-69.32
2001	-114.65	-115.41	-109.34	-101.80	-96.36	-91.00	-83.19	-77.30	-74.35	-69.62
2003	-114.24	-113.93	-106.63	-99.35	-93.79	-89.69	-81.70	-73.77	-68.25	-65.12
2004	-113.40	-112.46	-102.94	-96.58	-91.99	-86.62	-78.73	-70.54	-65.31	-61.52
2006	-112.78	-111.66	-100.69	-95.48	-90.44	-84.72	-75.73	-67.72	-62.95	-58.78
2008	-112.27	-110.62	-100.44	-93.85	-89.21	-83.40	-74.90	-66.71	-61.46	-58.15
2010	-112.52	-111.74	-102.42	-94.61	-89.14	-83.92	-75.95	-68.94	-63.11	-59.77
2011	-113.01	-112.76	-103.90	-96.00	-90.81	-84.61	-78.32	-70.06	-65.43	-62.37
2012	-91.85	-86.71	-78.16	-71.68	-67.22	-62.93	-63.79	-71.68	-67.22	-62.93
2014	-112.77	-113.21	-107.23	-99.68	-94.25	-88.88	-81.07	-75.09	-72.26	-67.50

**Πίνακας ΠΒ23:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 800

Έτος	Χιλιομετρική θέση 800	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-90.08				
1998	-89.97	1	-0.10	-0.10	
1999	-89.13	1	-0.84	-0.84	
2000	-86.78	1	-2.35	-2.35	
2001	-85.87	1	-0.91	-0.91	-0.13
2003	-87.10	2	1.24	0.62	
2004	-87.99	1	0.88	0.88	
2006	-89.33	2	1.35	0.67	
2008	-87.88	2	-1.45	-0.73	
2010	-86.51	2	-1.37	-0.68	
2011	-91.26	1	4.75	4.75	
2012	-87.80	1	-3.46	-3.46	
2014	-88.90	2	1.10	0.55	

**Πίνακας ΠΒ24:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 825

Έτος	Χιλιομετρική θέση 825	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-86.40				
1998	-86.30	1	-0.10	-0.10	
1999	-84.53	1	-1.77	-1.77	
2000	-84.34	1	-0.19	-0.19	
2001	-83.85	1	-0.48	-0.48	-0.08
2003	-83.50	2	-0.35	-0.18	
2004	-83.95	1	0.45	0.45	
2006	-84.65	2	0.70	0.35	
2008	-85.18	2	0.54	0.27	
2010	-84.82	2	-0.36	-0.18	
2011	-82.61	1	-2.21	-2.21	
2012	-85.44	1	2.83	2.83	
2014	-85.93	2	0.49	0.25	

**Πίνακας ΠΒ25:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 1650

Έτος	Χιλιομετρική θέση 1650	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-77.67				
1998	-77.57	1	-0.10	-0.10	
1999	-76.22	1	-1.35	-1.35	
2000	-75.00	1	-1.22	-1.22	
2001	-74.15	1	-0.85	-0.85	-0.80
2003	-74.19	2	0.04	0.02	
2004	-74.19	1	0.00	0.00	
2006	-74.14	2	-0.05	-0.03	
2008	-71.80	2	-2.34	-1.17	
2010	-68.45	2	-3.35	-1.68	
2011	-65.76	1	-2.69	-2.69	
2012	-66.27	1	0.51	0.51	
2014	-64.06	2	-2.21	-1.10	

**Πίνακας ΠΒ26:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 1825

Έτος	Χιλιομετρική θέση 1825	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-77.67				
1998	-77.57	1	-0.10	-0.10	
1999	-76.22	1	-1.35	-1.35	
2000	-75.00	1	-1.22	-1.22	
2001	-74.15	1	-0.85	-0.85	-0.80
2003	-74.19	2	0.04	0.02	
2004	-74.19	1	0.00	0.00	
2006	-74.14	2	-0.05	-0.03	
2008	-71.80	2	-2.34	-1.17	
2010	-68.45	2	-3.35	-1.68	
2011	-65.76	1	-2.69	-2.69	
2012	-66.27	1	0.51	0.51	
2014	-64.06	2	-2.21	-1.10	

**Πίνακας ΠΒ27:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 2375

Έτος	Χιλιομετρική θέση 2375	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-55.57				
1998	-55.47	1	-0.10	-0.10	
1999	-54.65	1	-0.81	-0.81	
2000	-54.20	1	-0.46	-0.46	
2001	-53.88	1	-0.32	-0.32	-1.32
2003	-53.74	2	-0.14	-0.07	
2004	-52.99	1	-0.75	-0.75	
2006	-52.80	2	-0.19	-0.10	
2008	-44.40	2	-8.39	-4.20	
2010	-42.12	2	-2.28	-1.14	
2011	-44.57	1	2.45	2.45	
2012	-31.23	1	-13.34	-13.34	
2014	-37.24	2	6.01	3.00	

**Πίνακας ΠΒ28:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 2800

Έτος	Χιλιομετρική θέση 2800	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-101.98				
1998	-101.88	1	-0.10	-0.10	
1999	-100.56	1	-1.32	-1.32	
2000	-98.54	1	-2.01	-2.01	
2001	-96.72	1	-1.83	-1.83	-0.50
2003	-95.71	2	-1.00	-0.50	
2004	-94.10	1	-1.62	-1.62	
2006	-92.75	2	-1.35	-0.68	
2008	-90.60	2	-2.15	-1.08	
2010	-89.65	2	-0.95	-0.48	
2011	-88.90	1	-0.75	-0.75	
2012	-98.66	1	9.76	9.76	
2014	-87.96	2	-10.70	-5.35	

**Πίνακας ΠΒ29:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 3400

Έτος	Χιλιομετρική θέση 3400	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-2.66				
1998	-2.56	1	-0.10	-0.10	
1999	-0.68	1	-1.88	-1.88	
2000	0.26	1	-0.94	-0.94	
2001	1.15	1	-0.89	-0.89	-0.54
2003	5.70	2	-4.55	-2.27	
2004	16.19	1	-10.49	-10.49	
2006	19.17	2	-2.98	-1.49	
2008	24.51	2	-5.34	-2.67	
2010	21.31	2	3.20	1.60	
2011	20.40	1	0.91	0.91	
2012	6.47	1	13.93	13.93	
2014	10.77	2	-4.30	-2.15	

**Πίνακας ΠΒ30:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 3900

Έτος	Χιλιομετρική θέση 3900	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-2.66				
1998	-2.56	1	-0.10	-0.10	
1999	-0.68	1	-1.88	-1.88	
2000	0.26	1	-0.94	-0.94	
2001	1.15	1	-0.89	-0.89	-0.54
2003	5.70	2	-4.55	-2.27	
2004	16.19	1	-10.49	-10.49	
2006	19.17	2	-2.98	-1.49	
2008	24.51	2	-5.34	-2.67	
2010	21.31	2	3.20	1.60	
2011	20.40	1	0.91	0.91	
2012	6.47	1	13.93	13.93	
2014	10.77	2	-4.30	-2.15	

**Πίνακας ΠΒ31:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 4175

Έτος	Χιλιομετρική θέση 4175	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-73.63				
1998	-73.19	1	-0.45	-0.45	
1999	-72.23	1	-0.95	-0.95	
2000	-72.02	1	-0.22	-0.22	
2001	-71.82	1	-0.19	-0.19	-0.72
2003	-69.80	2	-2.02	-1.01	
2004	-68.79	1	-1.01	-1.01	
2006	-67.23	2	-1.56	-0.78	
2008	-65.02	2	-2.21	-1.10	
2010	-62.67	2	-2.35	-1.18	
2011	-61.01	1	-1.66	-1.66	
2012	-62.18	1	1.17	1.17	
2014	-59.69	2	-2.49	-1.25	

**Πίνακας ΠΒ32:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 4850

Έτος	Χιλιομετρική θέση 4850	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-65.20				
1998	-68.41	1	3.21	3.21	
1999	-63.78	1	-4.62	-4.62	
2000	-63.31	1	-0.47	-0.47	
2001	-61.95	1	-1.36	-1.36	-1.06
2003	-60.52	2	-1.43	-0.71	
2004	-60.97	1	0.45	0.45	
2006	-61.27	2	0.30	0.15	
2008	-62.72	2	1.45	0.73	
2010	-59.17	2	-3.55	-1.77	
2011	-58.00	1	-1.18	-1.18	
2012	-45.70	1	-12.30	-12.30	
2014	-56.05	2	10.36	5.18	

**Πίνακας ΠΒ33:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 5625

Έτος	Χιλιομετρική θέση 5625	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-83.18				
1998	-82.48	1	-0.70	-0.70	
1999	-82.16	1	-0.32	-0.32	
2000	-81.61	1	-0.55	-0.55	
2001	-81.05	1	-0.56	-0.56	-0.26
2003	-80.78	2	-0.27	-0.13	
2004	-79.37	1	-1.40	-1.40	
2006	-79.26	2	-0.12	-0.06	
2008	-79.57	2	0.31	0.16	
2010	-79.38	2	-0.19	-0.09	
2011	-79.32	1	-0.06	-0.06	
2012	-80.81	1	1.49	1.49	
2014	-78.99	2	-1.82	-0.91	

**Πίνακας ΠΒ34:** Υπολογισμός ρυθμού αλλαγής ακτής για τη χιλιομετρική θέση 6000

Έτος	Χιλιομετρική θέση 6000	DT (year)	D (m)	P.M.EPR (m/yr)	Ρυθμός Μεταβολής (m/year)
1997	-111.17				
1998	-116.52	1	5.35	5.35	
1999	-109.71	1	-6.82	-6.82	
2000	-108.99	1	-0.71	-0.71	
2001	-108.40	1	-0.59	-0.59	-0.79
2003	-108.58	2	0.18	0.09	
2004	-108.47	1	-0.11	-0.11	
2006	-108.47	2	0.00	0.00	
2008	-109.83	2	1.36	0.68	
2010	-108.59	2	-1.24	-0.62	
2011	-107.87	1	-0.72	-0.72	
2012	-96.97	1	-10.90	-10.90	
2014	-106.74	2	9.78	4.89	

# Παράρτημα Γ

## Υπολογισμός Δείκτη

### Παράκτιας Ευπάθειας

#### ΠΓ.1. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με τις «τυπικές παραμέτρους» - Σενάριο CSI-1

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε

$$\text{CSI-Index} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \epsilon \cdot \zeta}{6}}$$

Πίνακας ΠΓ1: Υπολογισμός CSI-Index (Σενάριο 1)

Σενάριο με τις «τυπικές παραμέτρους» (CSI 1)							
SecNo	CSI-Wave	CSI-Tide	CSI-SLR	CSI-klisi	CSIGeology	CSI-Eros	CSI-Index
1	4	2	2	1	3	2	4.00
2	4	2	2	1	3	2	4.00
3	4	2	2	1	3	3	4.90
4	4	2	2	1	3	2	4.00
5	4	2	2	1	3	2	4.00
6	4	2	2	1	3	2	4.00
7	4	2	2	1	3	2	4.00
8	4	2	2	1	3	2	4.00
9	4	2	2	1	3	2	4.00
10	4	2	2	1	3	1	2.83
11	4	2	2	1	3	1	2.83
12	4	2	2	1	3	1	2.83
13	4	2	2	2	3	1	4.00
14	4	2	2	2	3	1	4.00
15	4	2	2	2	3	1	4.00
16	4	2	2	2	3	1	4.00
17	4	2	2	2	3	1	4.00
18	4	2	2	2	3	2	5.66
19	4	2	2	2	3	3	6.93
20	4	2	2	2	3	2	5.66
21	4	2	2	2	3	2	5.66
22	4	2	2	2	3	2	5.66

23	4	2	3	2	3	2	6.93
24	4	2	3	2	3	2	6.93
25	4	2	3	2	3	2	6.93
26	4	2	3	2	3	2	6.93
27	4	2	3	2	3	2	6.93
28	4	2	3	3	3	3	10.39
29	4	2	3	3	3	3	10.39
30	4	2	3	3	3	4	12.00
31	4	2	3	3	3	3	10.39
32	4	2	3	3	3	3	10.39
33	4	2	3	3	3	3	10.39
34	4	2	3	3	3	3	10.39
35	4	2	3	3	3	3	10.39
36	4	2	3	2	3	3	8.49
37	4	2	3	2	3	3	8.49
38	4	2	3	2	3	3	8.49
39	4	2	3	2	3	4	9.80
40	4	2	3	2	3	4	9.80
41	4	2	3	2	3	4	9.80
42	4	2	3	2	3	4	9.80
43	4	2	3	3	3	4	12.00
44	4	2	3	3	3	4	12.00
45	4	2	3	3	3	4	12.00
46	4	2	3	3	3	4	12.00
47	4	2	3	3	3	4	12.00
48	4	2	3	3	3	4	12.00
49	4	2	3	3	3	4	12.00
50	4	2	3	3	3	4	12.00
51	4	2	3	3	3	4	12.00
52	4	2	3	3	3	4	12.00
53	4	2	3	3	3	4	12.00
54	4	2	3	3	3	4	12.00
55	4	2	3	3	3	4	12.00
56	4	2	3	3	3	4	12.00
57	4	2	3	3	3	4	12.00
58	4	2	3	3	3	4	12.00
59	4	2	3	4	3	4	13.86
60	4	2	3	4	5	4	17.89
61	4	2	3	4	5	4	17.89
62	4	2	3	4	5	4	17.89
63	4	2	3	4	5	4	17.89
64	4	2	3	4	5	4	17.89
65	4	2	3	4	5	4	17.89
66	4	2	3	4	5	4	17.89
67	4	2	3	4	5	4	17.89
68	4	2	3	4	5	4	17.89

69	4	2	3	4	5	4	17.89
70	4	2	3	4	5	4	17.89
71	4	2	3	4	5	4	17.89
72	4	2	3	4	5	3	15.49
73	4	2	3	4	5	2	12.65
74	4	2	3	4	5	1	8.94
75	4	2	3	4	5	1	8.94
76	4	2	3	4	5	2	12.65
77	4	2	3	4	5	2	12.65
78	4	2	3	4	5	2	12.65
79	4	2	3	4	5	2	12.65
80	4	2	3	4	5	2	12.65
81	4	2	3	4	5	2	12.65
82	4	2	3	4	5	2	12.65
83	4	2	3	3	5	4	15.49
84	4	2	3	3	5	4	15.49
85	4	2	3	3	4	4	13.86
86	4	2	3	3	4	4	13.86
87	4	2	3	3	4	4	13.86
88	4	2	3	3	4	4	13.86
89	4	2	3	3	4	4	13.86
90	4	2	3	3	4	4	13.86
91	3	2	3	3	4	4	12.00
92	3	2	3	3	4	4	12.00
93	3	2	3	3	4	4	12.00
94	3	2	3	3	4	5	13.42
95	3	2	3	3	4	5	13.42
96	3	2	3	3	4	5	13.42
97	3	2	3	3	4	5	13.42
98	3	2	3	3	4	5	13.42
99	3	2	3	3	4	4	12.00
100	3	2	3	3	4	4	12.00
101	3	2	3	3	4	4	12.00
102	3	2	3	3	4	3	10.39
103	3	2	3	3	4	3	10.39
104	3	2	3	3	4	2	8.49
105	3	2	3	3	4	2	8.49
106	3	2	3	3	4	2	8.49
107	3	2	3	3	4	2	8.49
108	3	2	3	3	4	2	8.49
109	3	2	3	3	4	1	6.00
110	3	2	3	3	4	1	6.00
111	3	2	3	3	4	1	6.00
112	3	2	3	3	4	1	6.00
113	3	2	3	3	4	1	6.00
114	3	2	3	3	4	1	6.00

115	3	2	3	3	4	1	6.00
116	3	2	3	3	4	1	6.00
117	3	2	3	3	4	1	6.00
118	3	2	3	3	4	2	8.49
119	3	2	3	3	4	3	10.39
120	3	2	3	3	4	4	12.00
121	3	2	3	3	4	4	12.00
122	3	2	3	3	4	4	12.00
123	3	2	3	3	4	4	12.00
124	3	2	3	4	4	4	13.86
125	3	2	3	4	4	3	12.00
126	3	2	3	4	4	3	12.00
127	3	2	3	3	4	3	10.39
128	3	2	3	3	4	3	10.39
129	3	2	3	3	4	3	10.39
130	3	2	3	3	4	2	8.49
131	3	2	3	3	4	2	8.49
132	3	2	3	3	4	2	8.49
133	3	2	3	3	4	2	8.49
134	3	2	3	3	4	3	10.39
135	3	2	3	3	4	3	10.39
136	3	2	3	3	4	2	8.49
137	3	2	3	3	4	3	10.39
138	3	2	3	3	4	3	10.39
139	3	2	3	3	4	3	10.39
140	3	2	3	3	4	3	10.39
141	3	2	3	3	4	4	12.00
142	3	2	3	3	4	4	12.00
143	3	2	3	3	4	4	12.00
144	3	2	3	3	4	4	12.00
145	3	2	3	3	4	4	12.00
146	3	2	3	3	4	4	12.00
147	3	2	3	3	4	4	12.00
148	3	2	3	3	4	4	12.00
149	3	2	3	3	4	4	12.00
150	3	2	3	3	4	4	12.00
151	3	2	3	3	4	4	12.00
152	3	2	3	3	4	4	12.00
153	3	2	3	3	4	4	12.00
154	3	2	3	3	4	3	10.39
155	3	2	3	3	4	3	10.39
156	3	2	3	3	4	3	10.39
157	3	2	3	3	4	2	8.49
158	3	2	3	3	4	2	8.49
159	3	2	3	3	4	2	8.49
160	3	2	3	3	4	3	10.39

161	3	2	3	3	4	3	10.39
162	3	2	3	3	4	4	12.00
163	3	2	3	3	4	4	12.00
164	3	2	3	3	4	4	12.00
165	3	2	3	3	4	4	12.00
166	3	2	3	3	4	4	12.00
167	3	2	3	3	4	4	12.00
168	3	2	3	3	4	3	10.39
169	3	2	3	3	4	3	10.39
170	3	2	3	3	4	2	8.49
171	3	2	3	3	4	2	8.49
172	3	2	3	3	4	2	8.49
173	3	2	3	4	4	2	9.80
174	3	2	3	4	4	2	9.80
175	3	2	3	4	4	3	12.00
176	3	2	3	4	4	2	9.80
177	3	2	3	4	4	2	9.80
178	3	2	3	4	4	2	9.80
179	3	2	3	4	4	2	9.80
180	3	2	3	4	4	2	9.80
181	3	2	3	3	4	2	8.49
182	3	2	3	3	4	2	8.49
183	3	2	3	3	4	2	8.49
184	3	2	3	2	4	2	6.93
185	3	2	3	2	4	2	6.93
186	3	2	3	2	4	2	6.93
187	3	2	3	2	4	2	6.93
188	3	2	3	2	4	2	6.93
189	3	2	3	2	4	2	6.93
190	3	2	3	2	4	2	6.93
191	3	2	3	2	4	2	6.93
192	3	2	3	2	4	2	6.93
193	3	2	3	2	4	2	6.93
194	3	2	3	2	4	2	6.93
195	3	2	3	2	4	2	6.93
196	3	2	3	2	4	2	6.93
197	3	2	3	2	4	2	6.93
198	3	2	3	2	4	2	6.93
199	3	2	3	2	4	2	6.93
200	3	2	3	2	4	2	6.93
201	3	2	3	2	4	2	6.93
202	3	2	3	2	4	2	6.93
203	3	2	3	2	4	1	4.90
204	3	2	3	2	4	1	4.90
205	3	2	3	2	4	1	4.90
206	3	2	3	2	4	1	4.90

207	3	2	3	2	4	2	6.93
208	3	2	3	2	4	3	8.49
209	3	2	3	2	4	4	9.80
210	3	2	3	2	4	4	9.80
211	3	2	3	3	4	4	12.00
212	3	2	3	3	4	4	12.00
213	3	2	3	3	4	4	12.00
214	3	2	3	3	4	4	12.00
215	3	2	3	3	4	3	10.39
216	3	2	3	3	4	2	8.49
217	3	2	3	3	4	1	6.00
218	3	2	3	3	4	1	6.00
219	3	2	3	3	4	1	6.00

## ΠΓ.2. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους - Σενάριο CVI-2

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε

$$CSI-Index = \sqrt{\frac{\alpha*\beta*\gamma*\delta*\epsilon*\zeta*\eta*\theta}{8}}$$

Πίνακας ΠΓ2: Υπολογισμός CSI-Index (Σενάριο 2)

Σενάριο με όλες τις παραμέτρους- (CSI-2)									
SecNo	CSI-Wave	CSI-Tide	CSI-SLR	CSI-klisi	CSI-Geology	CSI-Expos	CSI-Eros	CSIErga	CSI-Index
1	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
2	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
3	4	2	2	1	3	2	3	1	6.00
4	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
5	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
6	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
7	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
8	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
9	4	2	2	1	3	2	2	1	4.90
10	4	2	2	1	3	2	1	1	3.46
11	4	2	2	1	3	2	1	1	3.46
12	4	2	2	1	3	2	1	1	3.46
13	4	2	2	2	3	2	1	1	4.90
14	4	2	2	2	3	2	1	1	4.90
15	4	2	2	2	3	2	1	1	4.90
16	4	2	2	2	3	2	1	1	4.90
17	4	2	2	2	3	2	1	1	4.90
18	4	2	2	2	3	2	2	1	6.93

19	4	2	2	2	3	2	3	1	8.49
20	4	2	2	2	3	2	2	1	6.93
21	4	2	2	2	3	2	2	1	6.93
22	4	2	2	2	3	2	2	1	6.93
23	4	2	3	2	3	2	2	1	8.49
24	4	2	3	2	3	3	2	1	10.39
25	4	2	3	2	3	3	2	1	10.39
26	4	2	3	2	3	3	2	1	10.39
27	4	2	3	2	3	3	2	1	10.39
28	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
29	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
30	4	2	3	3	3	3	4	1	18.00
31	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
32	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
33	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
34	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
35	4	2	3	3	3	3	3	1	15.59
36	4	2	3	2	3	4	3	1	14.70
37	4	2	3	2	3	4	3	1	14.70
38	4	2	3	2	3	4	3	1	14.70
39	4	2	3	2	3	4	4	1	16.97
40	4	2	3	2	3	4	4	1	16.97
41	4	2	3	2	3	4	4	1	16.97
42	4	2	3	2	3	4	4	1	16.97
43	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
44	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
45	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
46	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
47	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
48	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
49	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
50	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
51	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
52	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
53	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
54	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
55	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
56	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
57	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
58	4	2	3	3	3	4	4	1	20.78
59	4	2	3	4	3	4	4	1	24.00
60	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
61	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
62	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
63	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
64	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98

65	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
66	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
67	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
68	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
69	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
70	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
71	4	2	3	4	5	4	4	1	30.98
72	4	2	3	4	5	4	3	1	26.83
73	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
74	4	2	3	4	5	4	1	1	15.49
75	4	2	3	4	5	4	1	1	15.49
76	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
77	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
78	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
79	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
80	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
81	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
82	4	2	3	4	5	4	2	1	21.91
83	4	2	3	3	5	4	4	2	37.95
84	4	2	3	3	5	4	4	2	37.95
85	4	2	3	3	4	4	4	2	33.94
86	4	2	3	3	4	4	4	2	33.94
87	4	2	3	3	4	4	4	2	33.94
88	4	2	3	3	4	4	4	4	48.00
89	4	2	3	3	4	4	4	4	48.00
90	4	2	3	3	4	4	4	4	48.00
91	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
92	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
93	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
94	3	2	3	3	4	4	5	4	46.48
95	3	2	3	3	4	4	5	4	46.48
96	3	2	3	3	4	4	5	4	46.48
97	3	2	3	3	4	4	5	4	46.48
98	3	2	3	3	4	4	5	4	46.48
99	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
100	3	2	3	3	4	3	4	4	36.00
101	3	2	3	3	4	3	4	4	36.00
102	3	2	3	3	4	3	3	5	34.86
103	3	2	3	3	4	3	3	5	34.86
104	3	2	3	3	4	3	2	5	28.46
105	3	2	3	3	4	3	2	5	28.46
106	3	2	3	3	4	3	2	5	28.46
107	3	2	3	3	4	3	2	5	28.46
108	3	2	3	3	4	3	2	5	28.46
109	3	2	3	3	4	3	1	5	20.12
110	3	2	3	3	4	3	1	5	20.12

111	3	2	3	3	4	3	1	5	20.12
112	3	2	3	3	4	3	1	5	20.12
113	3	2	3	3	4	4	1	5	23.24
114	3	2	3	3	4	4	1	5	23.24
115	3	2	3	3	4	4	1	5	23.24
116	3	2	3	3	4	4	1	4	20.78
117	3	2	3	3	4	4	1	4	20.78
118	3	2	3	3	4	4	2	4	29.39
119	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
120	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
121	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
122	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
123	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
124	3	2	3	4	4	4	4	5	53.67
125	3	2	3	4	4	4	3	5	46.48
126	3	2	3	4	4	4	3	5	46.48
127	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
128	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
129	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
130	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
131	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
132	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
133	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
134	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
135	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
136	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
137	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
138	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
139	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
140	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
141	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
142	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
143	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
144	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
145	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
146	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
147	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
148	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
149	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
150	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
151	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
152	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
153	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
154	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
155	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
156	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25

157	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
158	3	2	3	3	4	4	2	4	29.39
159	3	2	3	3	4	4	2	4	29.39
160	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
161	3	2	3	3	4	4	3	4	36.00
162	3	2	3	3	4	4	4	4	41.57
163	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
164	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
165	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
166	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
167	3	2	3	3	4	4	4	5	46.48
168	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
169	3	2	3	3	4	4	3	5	40.25
170	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
171	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
172	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
173	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
174	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
175	3	2	3	4	4	4	3	5	46.48
176	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
177	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
178	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
179	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
180	3	2	3	4	4	4	2	5	37.95
181	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
182	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
183	3	2	3	3	4	4	2	5	32.86
184	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
185	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
186	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
187	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
188	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
189	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
190	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
191	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
192	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
193	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
194	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
195	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
196	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
197	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
198	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
199	3	2	3	2	4	4	2	5	26.83
200	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
201	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
202	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97

203	3	2	3	2	4	4	1	2	12.00
204	3	2	3	2	4	4	1	2	12.00
205	3	2	3	2	4	4	1	2	12.00
206	3	2	3	2	4	4	1	2	12.00
207	3	2	3	2	4	4	2	2	16.97
208	3	2	3	2	4	4	3	2	20.78
209	3	2	3	2	4	4	4	2	24.00
210	3	2	3	2	4	4	4	2	24.00
211	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
212	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
213	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
214	3	2	3	3	4	4	4	2	29.39
215	3	2	3	3	4	4	3	2	25.46
216	3	2	3	3	4	4	2	3	25.46
217	3	2	3	3	4	4	1	3	18.00
218	3	2	3	3	4	4	1	3	18.00
219	3	2	3	3	4	4	1	3	18.00

### ΠΓ.3. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού αλλαγής της ακτής- Σενάριο CSI-3

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με

$$CSI-Index = \sqrt{\frac{\alpha*\beta*\gamma*\delta*\epsilon*\eta*\theta}{7}}$$

Πίνακας ΠΓ3: Υπολογισμός CSI-Index (Σενάριο 3)

Σενάριο με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού αλλαγής της ακτής- (CSI-3)								
SecNo	CSI-Wave (α)	CSI-Tide (β)	CSI-SLR (γ)	CSI-klisi (δ)	CSI - Geology (ε)	CSI-Expos (η)	CSIErga (θ)	CSI-Index
1	4	2	2	1	3	2	1	3.70
2	4	2	2	1	3	2	1	3.70
3	4	2	2	1	3	2	1	3.70
4	4	2	2	1	3	2	1	3.70
5	4	2	2	1	3	2	1	3.70
6	4	2	2	1	3	2	1	3.70
7	4	2	2	1	3	2	1	3.70
8	4	2	2	1	3	2	1	3.70
9	4	2	2	1	3	2	1	3.70
10	4	2	2	1	3	2	1	3.70
11	4	2	2	1	3	2	1	3.70

12	4	2	2	1	3	2	1	3.70
13	4	2	2	2	3	2	1	5.24
14	4	2	2	2	3	2	1	5.24
15	4	2	2	2	3	2	1	5.24
16	4	2	2	2	3	2	1	5.24
17	4	2	2	2	3	2	1	5.24
18	4	2	2	2	3	2	1	5.24
19	4	2	2	2	3	2	1	5.24
20	4	2	2	2	3	2	1	5.24
21	4	2	2	2	3	2	1	5.24
22	4	2	2	2	3	2	1	5.24
23	4	2	3	2	3	2	1	6.41
24	4	2	3	2	3	3	1	7.86
25	4	2	3	2	3	3	1	7.86
26	4	2	3	2	3	3	1	7.86
27	4	2	3	2	3	3	1	7.86
28	4	2	3	3	3	3	1	9.62
29	4	2	3	3	3	3	1	9.62
30	4	2	3	3	3	3	1	9.62
31	4	2	3	3	3	3	1	9.62
32	4	2	3	3	3	3	1	9.62
33	4	2	3	3	3	3	1	9.62
34	4	2	3	3	3	3	1	9.62
35	4	2	3	3	3	3	1	9.62
36	4	2	3	2	3	4	1	9.07
37	4	2	3	2	3	4	1	9.07
38	4	2	3	2	3	4	1	9.07
39	4	2	3	2	3	4	1	9.07
40	4	2	3	2	3	4	1	9.07
41	4	2	3	2	3	4	1	9.07
42	4	2	3	2	3	4	1	9.07
43	4	2	3	3	3	4	1	11.11
44	4	2	3	3	3	4	1	11.11
45	4	2	3	3	3	4	1	11.11
46	4	2	3	3	3	4	1	11.11
47	4	2	3	3	3	4	1	11.11
48	4	2	3	3	3	4	1	11.11
49	4	2	3	3	3	4	1	11.11
50	4	2	3	3	3	4	1	11.11
51	4	2	3	3	3	4	1	11.11
52	4	2	3	3	3	4	1	11.11
53	4	2	3	3	3	4	1	11.11
54	4	2	3	3	3	4	1	11.11
55	4	2	3	3	3	4	1	11.11
56	4	2	3	3	3	4	1	11.11
57	4	2	3	3	3	4	1	11.11

58	4	2	3	3	3	4	1	11.11
59	4	2	3	4	3	4	1	12.83
60	4	2	3	4	5	4	1	16.56
61	4	2	3	4	5	4	1	16.56
62	4	2	3	4	5	4	1	16.56
63	4	2	3	4	5	4	1	16.56
64	4	2	3	4	5	4	1	16.56
65	4	2	3	4	5	4	1	16.56
66	4	2	3	4	5	4	1	16.56
67	4	2	3	4	5	4	1	16.56
68	4	2	3	4	5	4	1	16.56
69	4	2	3	4	5	4	1	16.56
70	4	2	3	4	5	4	1	16.56
71	4	2	3	4	5	4	1	16.56
72	4	2	3	4	5	4	1	16.56
73	4	2	3	4	5	4	1	16.56
74	4	2	3	4	5	4	1	16.56
75	4	2	3	4	5	4	1	16.56
76	4	2	3	4	5	4	1	16.56
77	4	2	3	4	5	4	1	16.56
78	4	2	3	4	5	4	1	16.56
79	4	2	3	4	5	4	1	16.56
80	4	2	3	4	5	4	1	16.56
81	4	2	3	4	5	4	1	16.56
82	4	2	3	4	5	4	1	16.56
83	4	2	3	3	5	4	2	20.28
84	4	2	3	3	5	4	2	20.28
85	4	2	3	3	4	4	2	18.14
86	4	2	3	3	4	4	2	18.14
87	4	2	3	3	4	4	2	18.14
88	4	2	3	3	4	4	4	25.66
89	4	2	3	3	4	4	4	25.66
90	4	2	3	3	4	4	4	25.66
91	3	2	3	3	4	4	4	22.22
92	3	2	3	3	4	4	4	22.22
93	3	2	3	3	4	4	4	22.22
94	3	2	3	3	4	4	4	22.22
95	3	2	3	3	4	4	4	22.22
96	3	2	3	3	4	4	4	22.22
97	3	2	3	3	4	4	4	22.22
98	3	2	3	3	4	4	4	22.22
99	3	2	3	3	4	4	4	22.22
100	3	2	3	3	4	3	4	19.24
101	3	2	3	3	4	3	4	19.24
102	3	2	3	3	4	3	5	21.51
103	3	2	3	3	4	3	5	21.51

104	3	2	3	3	4	3	5	21.51
105	3	2	3	3	4	3	5	21.51
106	3	2	3	3	4	3	5	21.51
107	3	2	3	3	4	3	5	21.51
108	3	2	3	3	4	3	5	21.51
109	3	2	3	3	4	3	5	21.51
110	3	2	3	3	4	3	5	21.51
111	3	2	3	3	4	3	5	21.51
112	3	2	3	3	4	3	5	21.51
113	3	2	3	3	4	4	5	24.84
114	3	2	3	3	4	4	5	24.84
115	3	2	3	3	4	4	5	24.84
116	3	2	3	3	4	4	4	22.22
117	3	2	3	3	4	4	4	22.22
118	3	2	3	3	4	4	4	22.22
119	3	2	3	3	4	4	4	22.22
120	3	2	3	3	4	4	5	24.84
121	3	2	3	3	4	4	5	24.84
122	3	2	3	3	4	4	5	24.84
123	3	2	3	3	4	4	5	24.84
124	3	2	3	4	4	4	5	28.69
125	3	2	3	4	4	4	5	28.69
126	3	2	3	4	4	4	5	28.69
127	3	2	3	3	4	4	5	24.84
128	3	2	3	3	4	4	5	24.84
129	3	2	3	3	4	4	5	24.84
130	3	2	3	3	4	4	5	24.84
131	3	2	3	3	4	4	5	24.84
132	3	2	3	3	4	4	5	24.84
133	3	2	3	3	4	4	5	24.84
134	3	2	3	3	4	4	5	24.84
135	3	2	3	3	4	4	5	24.84
136	3	2	3	3	4	4	5	24.84
137	3	2	3	3	4	4	4	22.22
138	3	2	3	3	4	4	4	22.22
139	3	2	3	3	4	4	4	22.22
140	3	2	3	3	4	4	4	22.22
141	3	2	3	3	4	4	4	22.22
142	3	2	3	3	4	4	4	22.22
143	3	2	3	3	4	4	4	22.22
144	3	2	3	3	4	4	4	22.22
145	3	2	3	3	4	4	5	24.84
146	3	2	3	3	4	4	5	24.84
147	3	2	3	3	4	4	5	24.84
148	3	2	3	3	4	4	5	24.84
149	3	2	3	3	4	4	5	24.84

150	3	2	3	3	4	4	5	24.84
151	3	2	3	3	4	4	5	24.84
152	3	2	3	3	4	4	5	24.84
153	3	2	3	3	4	4	5	24.84
154	3	2	3	3	4	4	5	24.84
155	3	2	3	3	4	4	5	24.84
156	3	2	3	3	4	4	5	24.84
157	3	2	3	3	4	4	5	24.84
158	3	2	3	3	4	4	4	22.22
159	3	2	3	3	4	4	4	22.22
160	3	2	3	3	4	4	4	22.22
161	3	2	3	3	4	4	4	22.22
162	3	2	3	3	4	4	4	22.22
163	3	2	3	3	4	4	2	15.71
164	3	2	3	3	4	4	2	15.71
165	3	2	3	3	4	4	5	24.84
166	3	2	3	3	4	4	5	24.84
167	3	2	3	3	4	4	5	24.84
168	3	2	3	3	4	4	5	24.84
169	3	2	3	3	4	4	5	24.84
170	3	2	3	3	4	4	5	24.84
171	3	2	3	3	4	4	5	24.84
172	3	2	3	3	4	4	5	24.84
173	3	2	3	4	4	4	5	28.69
174	3	2	3	4	4	4	5	28.69
175	3	2	3	4	4	4	5	28.69
176	3	2	3	4	4	4	5	28.69
177	3	2	3	4	4	4	5	28.69
178	3	2	3	4	4	4	5	28.69
179	3	2	3	4	4	4	5	28.69
180	3	2	3	4	4	4	5	28.69
181	3	2	3	3	4	4	5	24.84
182	3	2	3	3	4	4	5	24.84
183	3	2	3	3	4	4	5	24.84
184	3	2	3	2	4	4	5	20.28
185	3	2	3	2	4	4	5	20.28
186	3	2	3	2	4	4	5	20.28
187	3	2	3	2	4	4	5	20.28
188	3	2	3	2	4	4	2	12.83
189	3	2	3	2	4	4	2	12.83
190	3	2	3	2	4	4	2	12.83
191	3	2	3	2	4	4	5	20.28
192	3	2	3	2	4	4	5	20.28
193	3	2	3	2	4	4	5	20.28
194	3	2	3	2	4	4	5	20.28
195	3	2	3	2	4	4	5	20.28

196	3	2	3	2	4	4	5	20.28
197	3	2	3	2	4	4	5	20.28
198	3	2	3	2	4	4	5	20.28
199	3	2	3	2	4	4	5	20.28
200	3	2	3	2	4	4	2	12.83
201	3	2	3	2	4	4	2	12.83
202	3	2	3	2	4	4	2	12.83
203	3	2	3	2	4	4	2	12.83
204	3	2	3	2	4	4	2	12.83
205	3	2	3	2	4	4	2	12.83
206	3	2	3	2	4	4	2	12.83
207	3	2	3	2	4	4	2	12.83
208	3	2	3	2	4	4	2	12.83
209	3	2	3	2	4	4	2	12.83
210	3	2	3	2	4	4	2	12.83
211	3	2	3	3	4	4	2	15.71
212	3	2	3	3	4	4	2	15.71
213	3	2	3	3	4	4	2	15.71
214	3	2	3	3	4	4	2	15.71
215	3	2	3	3	4	4	2	15.71
216	3	2	3	3	4	4	3	19.24
217	3	2	3	3	4	4	3	19.24
218	3	2	3	3	4	4	3	19.24
219	3	2	3	3	4	4	3	19.24

#### ΠΓ.4. Υπολογισμός Δείκτη Παράκτιας Ευπάθειας με όλες τις παραμέτρους εκτός του ρυθμού αλλαγής της ακτής- Σενάριο CSI-4

Ο Δείκτης παράκτιας ευπάθειας (CSI-Index) υπολογίστηκε με

$$CSI-Index = \sqrt{\frac{\alpha*\beta*\gamma*\delta*\epsilon*\zeta*\eta}{7}}$$

Πίνακας ΠΓ4: Υπολογισμός CSI-Index (Σενάριο 4)

Σενάριο με όλες τις παραμέτρους εκτός της έκθεσης παραλίας - (CSI-4)								
SecNo	CSI-Wave (α)	CSI-Tide (β)	CSI-SLR (γ)	CSI-klisi (δ)	CSI - Geology (ε)	CSI-Eros (ζ)	CSIErga (η)	CSI-Index
1	4	2	2	1	3	2	1	3.70
2	4	2	2	1	3	2	1	3.70
3	4	2	2	1	3	3	1	4.54
4	4	2	2	1	3	2	1	3.70

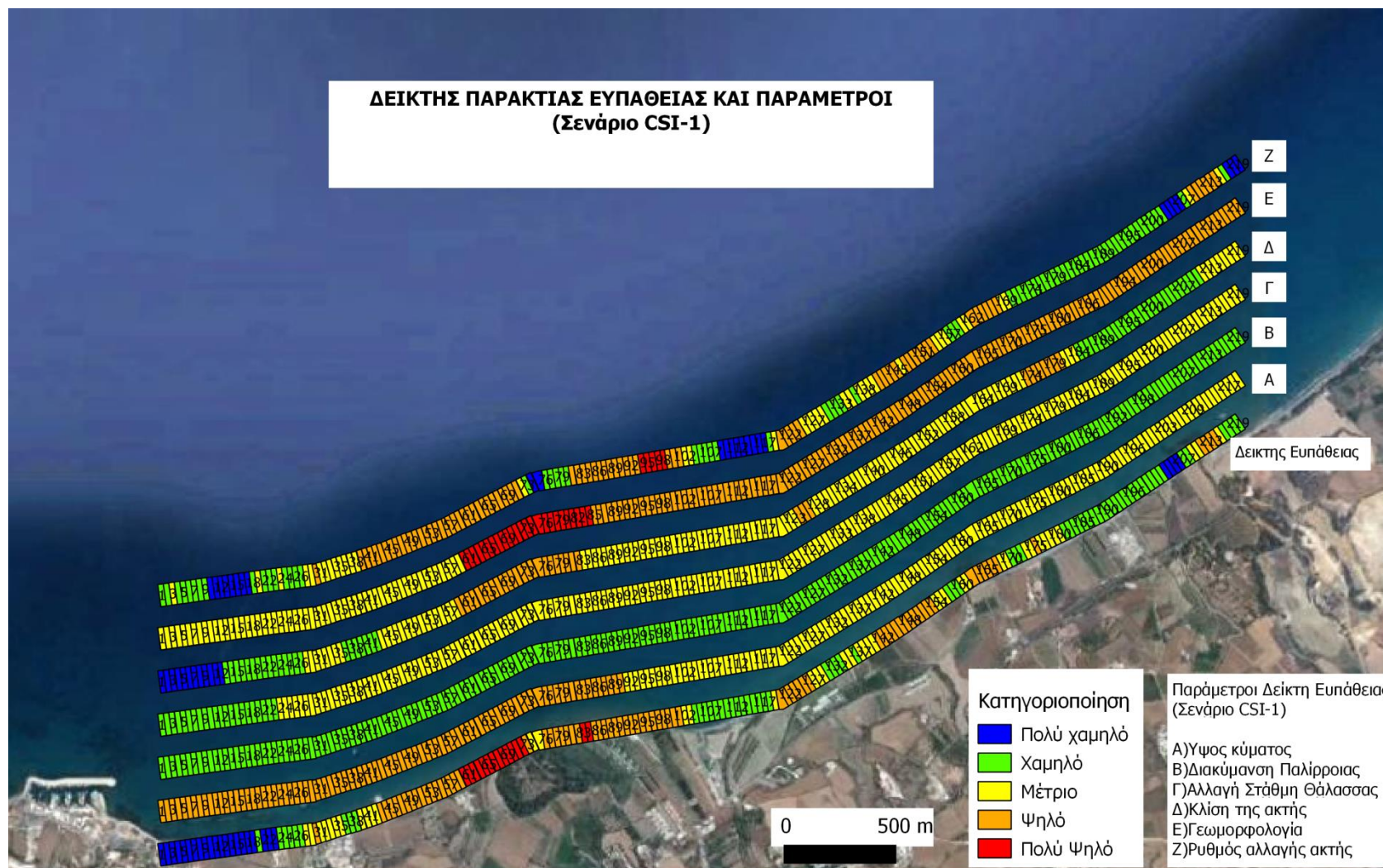
5	4	2	2	1	3	2	1	3.70
6	4	2	2	1	3	2	1	3.70
7	4	2	2	1	3	2	1	3.70
8	4	2	2	1	3	2	1	3.70
9	4	2	2	1	3	2	1	3.70
10	4	2	2	1	3	1	1	2.62
11	4	2	2	1	3	1	1	2.62
12	4	2	2	1	3	1	1	2.62
13	4	2	2	2	3	1	1	3.70
14	4	2	2	2	3	1	1	3.70
15	4	2	2	2	3	1	1	3.70
16	4	2	2	2	3	1	1	3.70
17	4	2	2	2	3	1	1	3.70
18	4	2	2	2	3	2	1	5.24
19	4	2	2	2	3	3	1	6.41
20	4	2	2	2	3	2	1	5.24
21	4	2	2	2	3	2	1	5.24
22	4	2	2	2	3	2	1	5.24
23	4	2	3	2	3	2	1	6.41
24	4	2	3	2	3	2	1	6.41
25	4	2	3	2	3	2	1	6.41
26	4	2	3	2	3	2	1	6.41
27	4	2	3	2	3	2	1	6.41
28	4	2	3	3	3	3	1	9.62
29	4	2	3	3	3	3	1	9.62
30	4	2	3	3	3	4	1	11.11
31	4	2	3	3	3	3	1	9.62
32	4	2	3	3	3	3	1	9.62
33	4	2	3	3	3	3	1	9.62
34	4	2	3	3	3	3	1	9.62
35	4	2	3	3	3	3	1	9.62
36	4	2	3	2	3	3	1	7.86
37	4	2	3	2	3	3	1	7.86
38	4	2	3	2	3	3	1	7.86
39	4	2	3	2	3	4	1	9.07
40	4	2	3	2	3	4	1	9.07
41	4	2	3	2	3	4	1	9.07
42	4	2	3	2	3	4	1	9.07
43	4	2	3	3	3	4	1	11.11
44	4	2	3	3	3	4	1	11.11
45	4	2	3	3	3	4	1	11.11
46	4	2	3	3	3	4	1	11.11
47	4	2	3	3	3	4	1	11.11
48	4	2	3	3	3	4	1	11.11
49	4	2	3	3	3	4	1	11.11
50	4	2	3	3	3	4	1	11.11

51	4	2	3	3	3	4	1	11.11
52	4	2	3	3	3	4	1	11.11
53	4	2	3	3	3	4	1	11.11
54	4	2	3	3	3	4	1	11.11
55	4	2	3	3	3	4	1	11.11
56	4	2	3	3	3	4	1	11.11
57	4	2	3	3	3	4	1	11.11
58	4	2	3	3	3	4	1	11.11
59	4	2	3	4	3	4	1	12.83
60	4	2	3	4	5	4	1	16.56
61	4	2	3	4	5	4	1	16.56
62	4	2	3	4	5	4	1	16.56
63	4	2	3	4	5	4	1	16.56
64	4	2	3	4	5	4	1	16.56
65	4	2	3	4	5	4	1	16.56
66	4	2	3	4	5	4	1	16.56
67	4	2	3	4	5	4	1	16.56
68	4	2	3	4	5	4	1	16.56
69	4	2	3	4	5	4	1	16.56
70	4	2	3	4	5	4	1	16.56
71	4	2	3	4	5	4	1	16.56
72	4	2	3	4	5	3	1	14.34
73	4	2	3	4	5	2	1	11.71
74	4	2	3	4	5	1	1	8.28
75	4	2	3	4	5	1	1	8.28
76	4	2	3	4	5	2	1	11.71
77	4	2	3	4	5	2	1	11.71
78	4	2	3	4	5	2	1	11.71
79	4	2	3	4	5	2	1	11.71
80	4	2	3	4	5	2	1	11.71
81	4	2	3	4	5	2	1	11.71
82	4	2	3	4	5	2	1	11.71
83	4	2	3	3	5	4	2	20.28
84	4	2	3	3	5	4	2	20.28
85	4	2	3	3	4	4	2	18.14
86	4	2	3	3	4	4	2	18.14
87	4	2	3	3	4	4	2	18.14
88	4	2	3	3	4	4	4	25.66
89	4	2	3	3	4	4	4	25.66
90	4	2	3	3	4	4	4	25.66
91	3	2	3	3	4	4	4	22.22
92	3	2	3	3	4	4	4	22.22
93	3	2	3	3	4	4	4	22.22
94	3	2	3	3	4	5	4	24.84
95	3	2	3	3	4	5	4	24.84
96	3	2	3	3	4	5	4	24.84

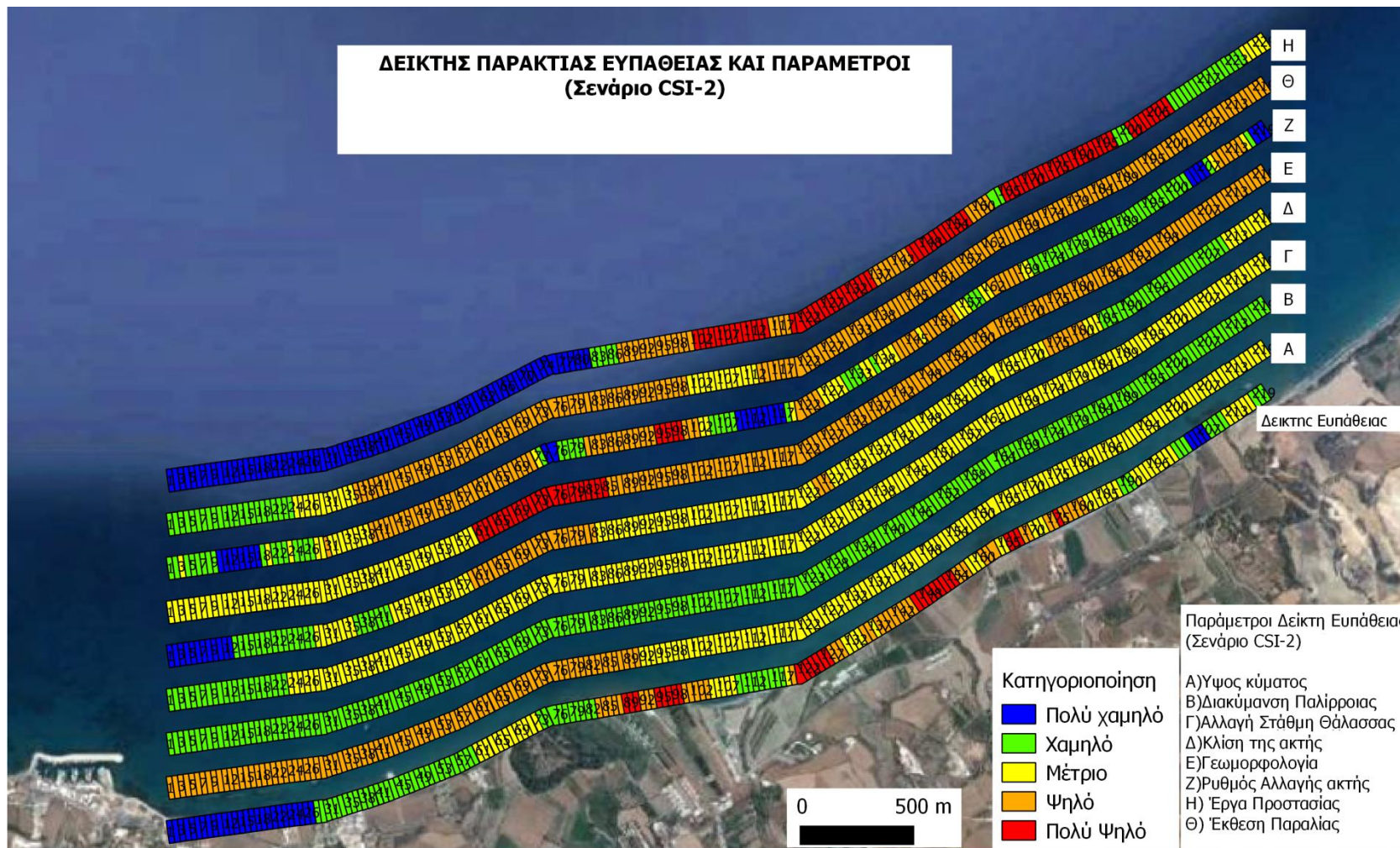
97	3	2	3	3	4	5	4	24.84
98	3	2	3	3	4	5	4	24.84
99	3	2	3	3	4	4	4	22.22
100	3	2	3	3	4	4	4	22.22
101	3	2	3	3	4	4	4	22.22
102	3	2	3	3	4	3	5	21.51
103	3	2	3	3	4	3	5	21.51
104	3	2	3	3	4	2	5	17.57
105	3	2	3	3	4	2	5	17.57
106	3	2	3	3	4	2	5	17.57
107	3	2	3	3	4	2	5	17.57
108	3	2	3	3	4	2	5	17.57
109	3	2	3	3	4	1	5	12.42
110	3	2	3	3	4	1	5	12.42
111	3	2	3	3	4	1	5	12.42
112	3	2	3	3	4	1	5	12.42
113	3	2	3	3	4	1	5	12.42
114	3	2	3	3	4	1	5	12.42
115	3	2	3	3	4	1	5	12.42
116	3	2	3	3	4	1	4	11.11
117	3	2	3	3	4	1	4	11.11
118	3	2	3	3	4	2	4	15.71
119	3	2	3	3	4	3	4	19.24
120	3	2	3	3	4	4	5	24.84
121	3	2	3	3	4	4	5	24.84
122	3	2	3	3	4	4	5	24.84
123	3	2	3	3	4	4	5	24.84
124	3	2	3	4	4	4	5	28.69
125	3	2	3	4	4	3	5	24.84
126	3	2	3	4	4	3	5	24.84
127	3	2	3	3	4	3	5	21.51
128	3	2	3	3	4	3	5	21.51
129	3	2	3	3	4	3	5	21.51
130	3	2	3	3	4	2	5	17.57
131	3	2	3	3	4	2	5	17.57
132	3	2	3	3	4	2	5	17.57
133	3	2	3	3	4	2	5	17.57
134	3	2	3	3	4	3	5	21.51
135	3	2	3	3	4	3	5	21.51
136	3	2	3	3	4	2	5	17.57
137	3	2	3	3	4	3	4	19.24
138	3	2	3	3	4	3	4	19.24
139	3	2	3	3	4	3	4	19.24
140	3	2	3	3	4	3	4	19.24
141	3	2	3	3	4	4	4	22.22
142	3	2	3	3	4	4	4	22.22

143	3	2	3	3	4	4	4	22.22
144	3	2	3	3	4	4	4	22.22
145	3	2	3	3	4	4	5	24.84
146	3	2	3	3	4	4	5	24.84
147	3	2	3	3	4	4	5	24.84
148	3	2	3	3	4	4	5	24.84
149	3	2	3	3	4	4	5	24.84
150	3	2	3	3	4	4	5	24.84
151	3	2	3	3	4	4	5	24.84
152	3	2	3	3	4	4	5	24.84
153	3	2	3	3	4	4	5	24.84
154	3	2	3	3	4	3	5	21.51
155	3	2	3	3	4	3	5	21.51
156	3	2	3	3	4	3	5	21.51
157	3	2	3	3	4	2	5	17.57
158	3	2	3	3	4	2	4	15.71
159	3	2	3	3	4	2	4	15.71
160	3	2	3	3	4	3	4	19.24
161	3	2	3	3	4	3	4	19.24
162	3	2	3	3	4	4	4	22.22
163	3	2	3	3	4	4	2	15.71
164	3	2	3	3	4	4	2	15.71
165	3	2	3	3	4	4	5	24.84
166	3	2	3	3	4	4	5	24.84
167	3	2	3	3	4	4	5	24.84
168	3	2	3	3	4	3	5	21.51
169	3	2	3	3	4	3	5	21.51
170	3	2	3	3	4	2	5	17.57
171	3	2	3	3	4	2	5	17.57
172	3	2	3	3	4	2	5	17.57
173	3	2	3	4	4	2	5	20.28
174	3	2	3	4	4	2	5	20.28
175	3	2	3	4	4	3	5	24.84
176	3	2	3	4	4	2	5	20.28
177	3	2	3	4	4	2	5	20.28
178	3	2	3	4	4	2	5	20.28
179	3	2	3	4	4	2	5	20.28
180	3	2	3	4	4	2	5	20.28
181	3	2	3	3	4	2	5	17.57
182	3	2	3	3	4	2	5	17.57
183	3	2	3	3	4	2	5	17.57
184	3	2	3	2	4	2	5	14.34
185	3	2	3	2	4	2	5	14.34
186	3	2	3	2	4	2	5	14.34
187	3	2	3	2	4	2	5	14.34
188	3	2	3	2	4	2	2	9.07

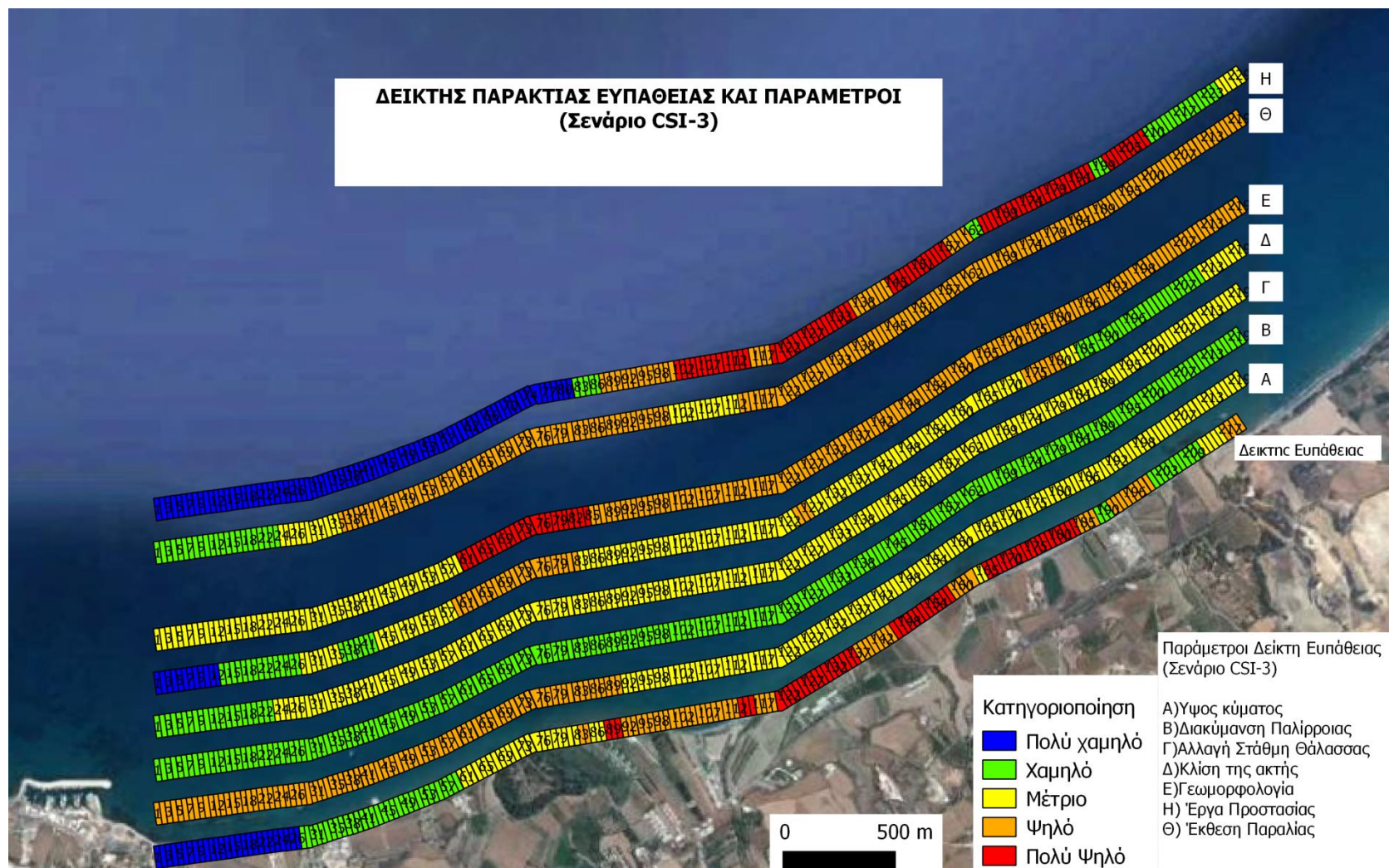
189	3	2	3	2	4	2	2	9.07
190	3	2	3	2	4	2	2	9.07
191	3	2	3	2	4	2	5	14.34
192	3	2	3	2	4	2	5	14.34
193	3	2	3	2	4	2	5	14.34
194	3	2	3	2	4	2	5	14.34
195	3	2	3	2	4	2	5	14.34
196	3	2	3	2	4	2	5	14.34
197	3	2	3	2	4	2	5	14.34
198	3	2	3	2	4	2	5	14.34
199	3	2	3	2	4	2	5	14.34
200	3	2	3	2	4	2	2	9.07
201	3	2	3	2	4	2	2	9.07
202	3	2	3	2	4	2	2	9.07
203	3	2	3	2	4	1	2	6.41
204	3	2	3	2	4	1	2	6.41
205	3	2	3	2	4	1	2	6.41
206	3	2	3	2	4	1	2	6.41
207	3	2	3	2	4	2	2	9.07
208	3	2	3	2	4	3	2	11.11
209	3	2	3	2	4	4	2	12.83
210	3	2	3	2	4	4	2	12.83
211	3	2	3	3	4	4	2	15.71
212	3	2	3	3	4	4	2	15.71
213	3	2	3	3	4	4	2	15.71
214	3	2	3	3	4	4	2	15.71
215	3	2	3	3	4	3	2	13.61
216	3	2	3	3	4	2	3	13.61
217	3	2	3	3	4	1	3	9.62
218	3	2	3	3	4	1	3	9.62
219	3	2	3	3	4	1	3	9.62



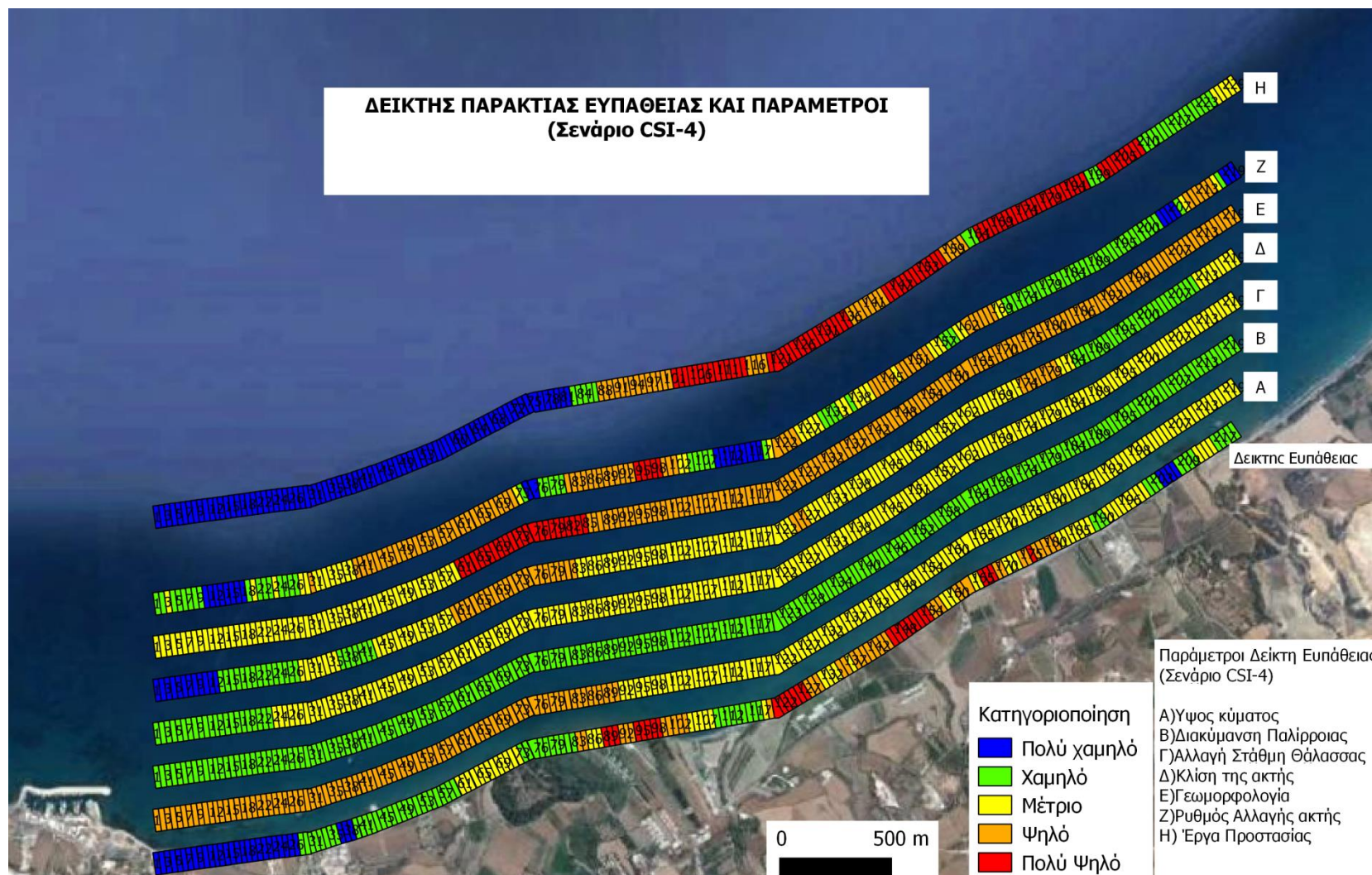
**Εικόνα ΠΓ1:** Θεματικός Χάρτης δείκτη παράκτιας ευπάθειας και παραμέτρων ανα τμήμα ακτής για το σενάριο 1 (CSI -1)



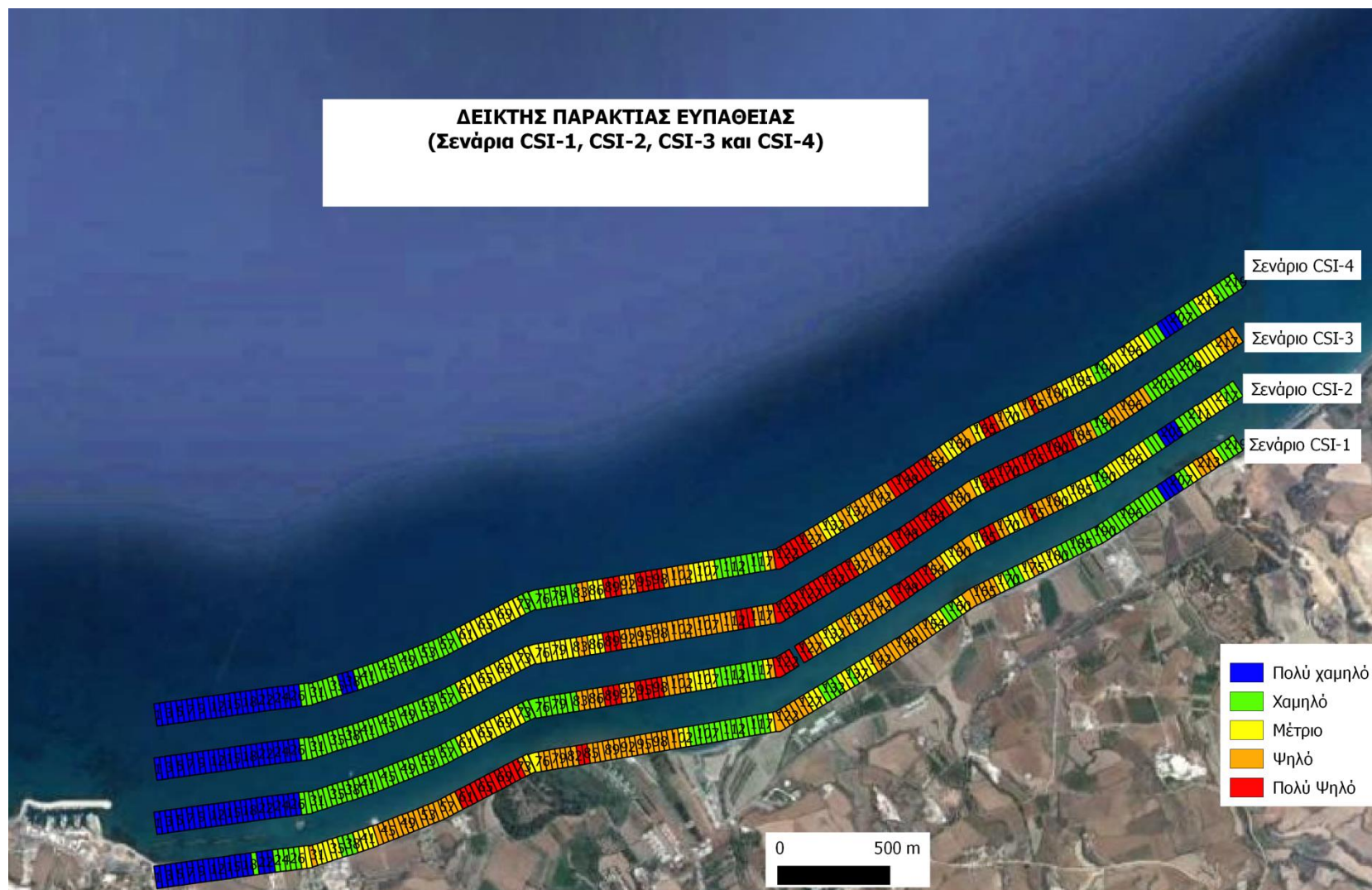
**Εικόνα ΠΓ2:** Θεματικός χάρτης δείκτη παράκτιας ευπάθειας και παραμέτρων ανα τμήμα ακτής για το σενάριο 2 (CSI -2)



**Εικόνα ΠΓ3:** Θεματικός χάρτης δείκτη παράκτιας ευπάθειας και παραμέτρων ανά τμήμα ακτής για το σενάριο 3 (CSI -3)



**Εικόνα ΠΓ4:** Θεματικός χάρτης δείκτη παράκτιας ευπάθειας και παραμέτρων ανά τμήμα ακτής για το σενάριο 4 (CSI -4)



**Εικόνα ΠΓ5:** Θεματικός χάρτης δείκτη παράκτιας ευπάθειας ανά τμήμα ακτής για όλα τα σενάρια (CSI-1 - CSI4)

# Παράρτημα Δ

## Αρχεία QGIS

Όνομα Vector/raster	Περιγραφή	Directory
Polis1963	Ακτογραμμή 1963 (TKX, 2017a)	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/polis63.shx
Polis1993	Ακτογραμμή 1993 (TKX, 2017a)	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/polis93.shx
Polis2008	Ακτογραμμή 2008 (TKX, 2012)	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/polis63.shx
Erosion63-93	Καθορισμός περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1963-1993	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion63-93small.shp
Erosion63-93Area	Κατηγοριοποίηση περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1963-1993	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion63-93small.shp
Erosion93-08	Καθορισμός περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1993-2008	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion93-08A1.shp
Erosion93-08Area	Κατηγοριοποίηση περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1993-2008	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion93-08A1.shp
Erosion63-08	Καθορισμός περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1963-2008	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion63-08A.shp
Erosion63-08Area	Κατηγοριοποίηση περιοχών Διάβρωσης/ πρόσχωσης για τα έτη 1963-2008	DDP70/aktiLSD/Erosion-qgis/Erosion63-08A.shp
Dams	Φράγματα περιοχής	DDP70/Ydatiko/Fragma123.shp
WaterSystem	Υδρολογικό Σύστημα	DDP70/Ydatiko/WaterSystem.shp
ExistRevetment	Υφιστάμενη Θωράκιση	DDP70\Paraktia erga\ExistRevetment.shx

ExistBW	Υφιστάμενοι Κυματοθραύστες	DDP70\Paraktia erga\ExistBW.shx
ProposedBW	Προτεινόμενοι κυματοθραύστες	DDP70\Paraktia erga\ProposedBW.shx
Arxaiotites	Περιοχές Αρχαιολογικής Σημασίας	DDP70/Arxaia/Arxaiotites.shp
1997MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 1997 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/1997.dxf
1998MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 1998 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/1998.dxf
1999MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 1999 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/1999.dxf
2000MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2000(ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2000.dxf
2001MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2001 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2001.dxf
2003MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2003 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2003.dxf
2004MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2004 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2004.dxf
2006MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2006 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2006.dxf
2008MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2008 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2008.dxf
2009MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2009 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2009.dxf
2010MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης	DDP70/EstimateErosionRate/2010.dxf

	για το έτος 2010 (ΚΘΕ, 2017)	
2011MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2011(ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2011.dxf
2012MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2012 (ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2012.dxf
2014MSL-pwd	Ακτογραμμή περιοχή μελέτης για το έτος 2014(ΚΘΕ, 2017)	DDP70/EstimateErosionRate/2014.dxf
GeologicalAkamas-Poli	Γεωλογικός χάρτης περιοχής Ακάμα-Πόλης	DDP70\Geology\GeologicalMap2.tif
GeologicalPolis-Pafos	Γεωλογικός χάρτης περιοχής Πόλης-Πάφου	DDP70\Geology\TroodosFormationLapierr e1975_50k small_modified.tif
GeologyPolisChrysocho us	Διανυσματικό αρχείο γεωλογίας Κόλπου Χρυσοχούς	DDP70\Geology\Geology.shp
GeologyStudy1_200m	Διανυσματικό αρχείο γεωλογίας Κόλπου Χρυσοχούς για τα πρώτα 200μέτρα	DDP70\Geology\OneGeologyDraftSept2016 _200m.shp
GeologyStudy2_200m	Διανυσματικό αρχείο γεωλογίας Κόλπου Χρυσοχούς για τα πρώτα 200μέτρα	DDP70\Geology\PolisKathikasGeology31k_ 200m.shp
MorfologiPoints	Μορφολογική περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης	DDP70/Morfologia/MorfologiPoints.shp
Dem-Cyprus	DEM- Κύπρο	DDP70\CountourLines\dem_cy\dem_utm.tif
GontourGeneral	Ισουψείς περιοχής ευρύτερης περιοχής Χρυσοχούς	DDP70/CountourLines/GontourGeneral.shp
StasisAnaforas	Μόνιμες Στάσεις αναφοράς ΚΘΕ	DDP70/Stasis%20Anaforas/StasisAnaforass .csv?type=csv&xField=X&yField=Y&spatialIn dex=no&subsetIndex=no&watchFile=no
RefAxis	Άξονας Αναφοράς μετρήσεων αλλαγής ακτής	DDP70/EstimateErosionRate/RefAxis.dxf

RefLines	Κάθετες γραμμές μετρήσεων αλλαγής ακτής	DDP70/EstimateErosionRate/RefLines.dxf
Sections	Περιοχή μελέτης- τμήματα/διανύσματα	DDP70/EstimateErosionRate/Section.shp
perioxiA	Υψομετρικά σημεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του DEM περιοχής μελέτης	DDP70\Klisi\perioxiA.shp
PerioxiA-R	Πλεγματοεικό αρχείο υψομέτρων περιοχής – DEM περιοχής	DDP70/Klisi/perioxiA.asc
PerioxiA-C	Ισοψείς περιοχής ενδιαφέροντος από DEM	DDP70\Klisi\perioxiA-contour\contour.shp
SlopeperioxiA	Κλίσεις παραλίας	DDP70/Klisi/slopeperioxiA.tif
Posidonia	Υφιστάμενα Λιβάδια ποσειδωνείας	DDP70/Natura 2000/ΛιβάδιαΠοσειδωνίας.shp
SandAreas	Αμμώδης περιοχές	DDP70/Bythos/SandAreas.shp
Rock Areas	Βραχώδης περιοχές	DDP70/Bythos/RockAreas.shp
Rocks	Θέσεις βραχώδων εξάρσεων	DDP70/Morfologia/Βράχοι.shp
CYadministrative	Διοικητικά όρια Κύπρου	DDP70/Dioikhtika oria/CYadministrative.shp
PoliAdmin	Διοικητικά όρια Πόλης Χρυσοχούς	DDP70\Dioikhtika oria\PoliAdmin.shp
Chrysochous_Isobaths	Ισοβαθείς περιοχής Χρυσοχούς	DDP70/Bythos/Chrysochous_Isobaths_LTM.shp
IsoYpsisAll	Ισοψείς περιοχής Χρυσοχούς	DDP70/CountourLines/IsoYpsisAll.shp
isobathisPerMeletis	Ισοβαθείς περιοχής Μελέτης	DDP70/Bythos/isobathisPerMeletis.shp
Waves330	Κυματικά δεδομένα	DDP70/Wave/newWave330-2.shp
CSI-Geologia	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: γεωλογία	DDP70/CVI/CSI-Geologia.shp
CSI-Klisi	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: κλίση	DDP70/CVI/CSI-Klisi.shp

CSI-Erga	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: κλίση	DDP70/CVI/CSI-Erga.shp
CSI-ErosEra	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: ρυθμός αλλαγής ακτής	DDP70/CVI/CSI-ErosEra.shp
CSI-Tide	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: παλίρροια	DDP70/CVI/CSI-Tide.shp
CSI-SLR	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: ανύψωση στάθμης θάλασσας	DDP70/CVI/CSI-SLR.shp
CSI-Wave	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: κυματισμός	DDP70/CVI/CSI-Wave.shp
CSI-Exposure	Κατηγοριοποίηση περιοχής μελέτης με την παράμετρο: έκθεση παραλίας	DDP70/CVI/CSI-Exposure.shp
CSI-1	Δείκτης παράκτιας ευπάθειας – σενάριο 1	DDP70/CVI/CSI-1.shp
CSI-2	Δείκτης παράκτιας ευπάθειας – σενάριο 2	DDP70/CVI/CSI-2.shp
CSI-3	Δείκτης παράκτιας ευπάθειας – σενάριο 3	DDP70/CVI/CSI-3.shp
CSI-4	Δείκτης παράκτιας ευπάθειας – σενάριο 4	DDP70/CVI/CSI-4.shp
Photos	Θέσεις λήψης φωτογραφιών περιοχής	DDP70/Photos/Photos.shp
MorfologiPoints	Μορφολογία περιοχής	DDP70/Morfologia/MorfologiPoints.shp
CSI-Wave-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: κυματισμός για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-Wave-copy.shp
CSI-Tide-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης	DDP70/CVI/CSI-Tide-copy.shp

	με την παράμετρο: παλίρροια για θεματικό χάρτη	
CSI-SLR-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: ανύψωση στάθμης θάλασσας για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-SLR-copy.shp
CSI-Klisi-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: κλίση για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-Klisi-copy.shp
CSI-Geologia-Copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: γεωλογία για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-Geologia-Copy.shp
CSI-Exposure-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: έκθεση ακτής για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-Exposure-copy.shp
CSI-Erga-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: έργα για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-Erga-copy.shp
CSI-Eros-copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης με την παράμετρο: ρυθμός αλλαγής για θεματικό χάρτη	DDP70/CVI/CSI-ErosP-copy.shp
PhotoCVI_modified	Φωτογραφία περιοχής μελέτης από Google Earth	DDP70/CVI/PhotoCVI_modified.tif
CSI-1copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης δείκτη για σενάριο 1	DDP70/CVI/CSI-1.shp
CSI-2copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης δείκτη για σενάριο 2	DDP70/CVI/CSI-2.shp
CSI-3copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης δείκτη για σενάριο 3	DDP70/CVI/CSI-3.shp

CSI-4copy	Αντίγραφο Κατηγοριοποίησης δείκτη για σενάριο 4	DDP70/CVI/CSI-4.shp
IsoVathis	Ισοβαθής (πλεγματικό αρχείο)	DDP70/Bythos/IsoVathis.asc
Protected areas	Προστατευόμενες περιοχές	DDP70\Natura 2000\sxedio 4_modified.tif

# Βιβλιογραφία

- Abuodha, P. A. & Woodroffe, C. D., 2010. Assessing vulnerability to sea-level rise using a coastal sensitivity index: a case study from southeast Australia. *Journal Coast Conservation*, 14(1), pp. 189-205.
- AuditOffice, 2014. *Coastal Management Report Summary - Performance Audits*, Nicosia: Republic of Cyprus Audit Office.
- Bartlett, D. J., 2000. Working on the Frontiers of Science: Applying GIS to Coastal Zone. In: D. J. Wright & D. J. Bartlett, eds. *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. London: Taylor & Francis, pp. 12-24.
- Bintliff, J., 2010. Time, process and catastrophism in the study of Mediterranean alluvial history: A review. *World Archaeology*, 33(3), pp. 417-435.
- Boak, E. H. & Turner, I. L., 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4), pp. 688-703.
- Boruff, B. J., Emrich, C. & Cutter, S. L., 2005. Erosion Hazard Vulnerability of US Coastal Counties. *Journal of Coastal Research*, 21(5), pp. 932-942.
- Byrnes, M. R., McBride, R. A. & Hiland, M. W., 1991. *Accuracy Standards and Development of a National Shoreline Change Data Base*. Seattle, Washington, American Society of Civil Engineers, pp. 1043-1053.
- Carver, S. J., 1991. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), pp. 321-339.
- Chen, S.-s. et al., 2005. Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China. *Ocean & Coastal Management*, 48(1), pp. 65-83.

Cipriani, L. E., 2013. The Ligurian webcam network and database for coastal management. In: C. Luigi, A. Boggiano & R. Furno, eds. *Coastal Erosion management*. Florence: Nuova Grafica Fiorentina, pp. 79-94.

Collet, I. & Engelbert, A., 2011. *Coastal regions: people living along the coastline, integration of NUTS 2010 and latest population grid*, Brussels: EUROSTAT.

Commission, E., 2004. *EuroSION Living with Coastal Erosion in Europe- Sediment and Space for Sustainability*, Luxembourg: European Commission.

Commission, E., 2016. *Coastal Zone Policy*. [Online]  
Available at: <http://ec.europa.eu/environment/iczm/situation.htm>  
[Accessed 8 January 2017].

Committee, i. t. f. o. B. a. L. D. f. t. A. o. t. C. o. E., 1999. *European Code of Conduct for Coastal Zones*, Geneva: Secretariat General Direction of Environment and Local Authorities.

Committee, o. C. E. Z. m., Water, S. a. T. B., Marine, B. & National, R. C., 1990. *Managing Coastal Erosion*. Washington DC: National Academy Press.

Cyprus, R. o., 1964. *Νομος περι Προστασίας της Παραλίας (Τροποποίηση)*. Nicosia: Republic of Cyprus.

De Kok, J.-L., Engelen, G., White, R. & Wind, H. G., 2001. Modeling Land-Use Change in a Decision-Support System for Coastal-Zone Management. *Environmental Modeling & Assessment*, 6(2), pp. 123-132.

Defra, 2006. *Shorline management plan guidance Volume 2: Procedures*, London: Department for Environment, Food and Rural Affairs.

Di Paola, G. et al., 2011. Estimating Coastal Vulnerability in a Meso-Tidal Beach by Means of Quantitative and Semi-Quantitative Methodologies. *Journal of Coastal Research*, Issue 61, pp. 303-308.

- Diez, P. G., Perillo, G. M. E. & Piccolo, M. C., 2007. Vulnerability to Sea-Level Rise on the Coast of the Buenos Aires Province. *Journal of Coastal Research*, 23(1), pp. 119-126.
- Douglas, B. C. & Crowell, M., 2000. Long-Term Shoreline Position Prediction and Error Propagation. *Journal of Coastal Research*, 16(1), pp. 145-152.
- Doukakis, E., 2005. Coastal Vulnerability and Risk parameters. *European Water*, 11(12), pp. 3-7.
- Eastman, J. R., 1999. Multi-criteria evaluation and GIS. *Geographical Information systems*, Volume 1, pp. 493-502.
- EEA, 2013. *EEA coastline for analysis*, Denmark: European Environmental Agency.
- EEA, 2016. *Global and European sea level*, Copenhagen: EEA.
- Eliot, I. & Clarke, D., 1989. Temporal and Spatial Bias in the Estimation of Shoreline rate-of-change Statistics from beach Survey Information. *Coastal Management*, Volume 17, pp. 129-156.
- EUROPA, 2009. Protocol on Integrated Coastal Zone in the Mediterranean. *Official Journal L 034*, pp. 19-28.
- Falvey, D. A., 1974. The Development of Continental Margins in Plate Tectonic Theory. *The APEA Journal*, Volume 14, pp. 95-106.
- Feenstra, J. F., Burton, I., Smith, J. B. & Tol, R. S., 1998. *Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies*. Feenstra, Jan F; Burton, Ian; Smith, Joel B.; Tol, Richard S.J.; ed. Amsterdam: United Nations Environment Programme.
- Fenster, M. S., Dolan, R. & Elder, J. F., 1993. A New Method for Predicting Shoreline Positions from Historical Data. *Journal of Coastal Research*, 9(1), pp. 147-171.

Flax, L. K., Jackson, R. W. & Stein, D. N., 2002. Community Vulnerability Assessment Tool Methodology. *Natural Hazards Review*, 3(4), pp. 163-176.

Galgano, F. A. & Douglas, B. C., 2000. Shoreline Position Prediction: Methods and Errors. *Environmental Geosciences*, Volume 7, pp. 23-31.

Gens, R., 2010. Remote sensing of coastlines: detection, extraction and monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, 31(7), pp. 1819-1836.

Genz, S. A. et al., 2007. The Predictive Accuracy of Shoreline Change Rate Methods and Alongshore Beach Variation. *Journal of Coastal Research*, 23(1), pp. 87-105.

Geological, D. S., 2005. *Geology of Cyprus - Introduction*. [Online]  
Available at:  
[http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlIntroduction\\_en/dmlIntroduction\\_en?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlIntroduction_en/dmlIntroduction_en?OpenDocument)  
[Accessed 22 January 2017].

Geological, S. D., 1992. *Geological Map of the Akamas -Poli Area, Sheet 8 III,IV , Scale 1:25000*. Cyprus: Geological Survey Department.

Gianakopoulos, C. et al., 2013. Impacts on Climate Change Over the Eastern Mediterranean and Middle East Region using the Hadley Center PRECIS RCM. In: C. Helmis & P. Nastos, eds. *Advantages in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*. Athens: Springer Atmospheric Physics, pp. 457-463.

Gorman, L., Morang, A. & Larson, R., 1998. Monitoring the coastal environment, Part IV: Mapping, shoreline changes, and bathymetric analysis. *Journal of Coastal Research*, 14(1), pp. 61-92.

Gornitz, M. V., Daniels, R. C., White, T. W. & Birdwell, R. K., 1994. The development of a coastal risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the U.S. southeast. *Journal of Coastal Research*, Issue Special Issue 12, p. 327-338.

Gornitz, V., 1991. Global coastal hazards from future sea level rise. *Global and Planetary Change Section*, Volume 89, pp. 379-398.

Goubanova, K. & Li, L., 2007. Extremes in temperature and prediction around the Mediterranean basin in an ensemble of future climate scenario simulations. *Global and Planetary Change*, Volume 57, pp. 27-42.

Hadjikyriakou, G., 2002. The Forest Fire Situation in Cyprus. *International Forest Fire News (ECE/FAO)*, Volume 23, pp. 71-76.

Harrison, P. A. et al., 2013. Combining qualitative and quantitative understanding for exploring cross-sectoral climate change impacts, adaptation and vulnerability in Europe. *Reg Environ Change*, 13(1), pp. 761-780.

Hinkel, J. & Klein, R. J., 2009. Integrating knowledge to assess coastal vulnerability to sea-level rise. *Global Environmental Change*, 19(1), p. 384-395.

Holman, I. P., Rounsevell, M. D. A., Berry, P. M. & Nicholls, R. J., 2009. Development and application of participatory integrated assessment software to support local/regional impact and adaptation assessment. *Climatic Change*, 90(1), pp. 1-4.

Inman, D. L. & Jeckins, S. A., 1984. *The Nile Littoral cell and man's impact on the coastal zone of Southeastern Mediterranean*. Huston, ASCE.

IPCC, 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, New York: Cambridge University Press.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, New York: Cambridge University Press.

IPCC, 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

Jiang, H. & Eastman, R. J., 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 14(2), pp. 173-184.

KAYAN, I., 1998. Late Holocene sea-level changes on the western Anatolian coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 68(2-4), pp. 205-218.

Kostopoulou, E. et al., 2013. Assessment of Climate Change Extremes over the Eastern Mediterranean and Middle East Region Using the Hadley Center PRECIS Regional Climate Model. In: C. Helmis & P. Nastos, eds. *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*. Athens: Springer Atmospheric Sciences, pp. 547-554.

Kostopoulou, E. & Jones, P., 2005. Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorology and Atmospheric Physics*, Volume 89, pp. 69-85.

Krivtsov, V., 2004. Investigations of indirect relationships in ecology and environmental sciences: A review and the implications for comparative theoretical ecosystem analysis. *Ecological Modelling*, 174(1), pp. 37-54.

Kumar, T. S. et al., 2010. Coastal vulnerability assessment for Orissa state, east coast of India. *Journal of Coastal Research*, Issue 26, pp. 523-534.

Larson, M. et al., 2003. Analysis and Modeling of Field Data on Coastal Morphological Evolution over Yearly and Decadal Time Scales. Part 1: Background and Linear Techniques. *Journal of Coastal Research*, 19(4), pp. 760-775.

Leliedeld, J. et al., 2012. Climate Change and impacts in Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climate Change*, 114(3), pp. 667-687.

Lionello, P., Cogo, S., Galati, M. & Sanna, A., 2008. The Mediterranean surface wave climate inferred from future scenarios simulations. *Global and Planetary Change*, Volume 63, pp. 152-162.

Loizidou, X., 2000. *Coastline Management and Erosion Control in Cyprus. Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea Level Rise (ASLR)*. Hamburg, Germany, s.n.

Loizidou, X. & Dekker, J., 1994. *Nearshore Wave Climate Analysis*, Nicosia: Public Works Department.

Lupino, P. et al., 2008. *Monitoring systems for beach erosion assessment*, Lazio: BEACMED-e.

Li, R., Liu, J.-K. & Felus, Y., 2001. Spatial Modeling and Analysis for Shoreline Change Detection and Coastal Erosion Monitoring. *Marine Geodesy*, 24(1), pp. 1-12.

Malczewski, J., 2005. GIS-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview. *Progress in Planning*, 62(1), pp. 3-65.

Meteorological, S., 1995. *Mean Annual Wind Speeds (m/s)-10m*. Nicosia: Meteorological Service.

Mokrech, M. et al., 2011. The Tyndall coastal simulator. *Journal of Coastal Conservation*, 15(3), pp. 325-335.

Moore, L. J., 2000. Shoreline Mapping Techniques. *Journal of Coastal Research*, 16(1), pp. 111-124.

Moore, L. J., Ruggiero, P. & List, J., 2006. Comparing mean high water and high water line shorelines—Should proxy-datum offsets be incorporated into shoreline change analysis?. *Coastal Research*, 22(4), pp. 894-905.

Mujabar, S. P. & Chandrasekar, N., 2011. Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS. *Natural Hazards*, Volume 69, pp. 1295-1314.

Muthusankar, G. et al., 2017. Coastal erosion vs man-made protective structures: evaluating a two-decade history from southeastern India. *Natural Hazards*, 85(1), pp. 637-647.

Nageswara Rao, K. et al., 2008. Sea-level rise and coastal vulnerability: an assessment of Andhra Pradesh coast India through remote sensing and GIS. *Journal Coast Conservation*, 12(1), pp. 195-207.

NOAA, 2016. *NOAA Shoreline*. [Online]  
Available at: <https://shoreline.noaa.gov/intro/index.html>  
[Accessed 30 January 2017].

Ozhan, E., 2002. *Coastal Erosion Management in the Mediterranean: An overview*, Split: Priority Action Programme Regional Activity Center.

Özyurt, G. & Ergin, A., 2010. Improving Coastal Vulnerability Assessments to Sea-Level Rise: A New Indicator-Based Methodology for Decision Makers. *Journal of Coastal Research*, 26(2), p. 265 – 273.

Pan, P. S., 2005. Monitoring coastal environments using remote sensing and GIS. In: D. Bartlett & J. Smith, eds. *GIS for Coastal Management*. New York: CRC Press, pp. 62-75.

Pendleton, E. A., Thieler, R. E. & Williams, J. S., 2005. *Coastal Vulnerability Assessment of Golden Gate National Recreation Area to Sea-Level Rise*, Virginia: United States Geological Survey.

Pendleton, E., Thieler, E., Williams, S. & Beavers, R., 2004. *Coastal vulnerability assessment of Padre Island National Seashore (PAIS) to sea-level rise*. USGS report No 2004-1090. [Online]  
Available at: <http://pubs.usgs.gov/of/2004/1090/>  
[Accessed 28 January 2017].

Pohekar, S. D. & Ramachandran, M., 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8(4), pp. 365-381.

Prasetya, G., 2007. *Protection from Coastal Erosion*. khao Lak, Thailand, FAO.

PrecisionHawk, 2017. *Professional Drone Based Mapping And Analytics*. [Online] Available at: <http://www.precisionhawk.com/precisionmapper> [Accessed 1 May 2017].

Revel, D. L., Komar, P. D. & Sallenger, A. H., 2002. An application of Lidar to analyses of El Niño erosion in the Netarts littoral cell. *Journal of Coastal Research*, 18(4), pp. 792-801.

Rodríguez, I., Montoya, I., Sánchez, M. J. & Carreño, F., 2009. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology*, 107(1), pp. 100-105.

Roebeling, P. C., Costa, L., Filho, M. L. & Tekken, V., 2013. Ecosystem service value losses from coastal erosion in Europe: historical trends and future projections. *Journal of Coastal Conservation*, 17(3), pp. 389-395.

Ruggiero, P., Kaminsky, G. M., Gelfenbaum, G. & Voigt, B., 2005. Seasonal to Interannual Morphodynamics along a High-Energy Dissipative Littoral Cell. *Coastal research*, 21(3), p. 553-578.

Sanchez, E. et al., 2004. Future climate extreme events in Mediterranean simulated by a regional climate model: a first approach. *Global and Planetary Change - Science Direct*, 44(1-4), pp. 163-180.

Satty, T. L., 2004. A scaling Method for priorities in Hierarchical Structures. *Progress in Planning*, 62(1), pp. 3-65.

Schirmer, M. et al., 2003. *KRIM: Climate change risk construct and coastal defence*. s.l., DEKLM German Climate Research Programme.

Service, S., 2010. *Tourism Statistics 2010*, Nicosia: Republic of Cyprus.

Sharples, C., 2006. *Indicative Mapping of Tasmanian Coastal Vulnerability to Climate Change and Sea-Level Rise: Explanatory Report*, Tasmania: Consultant Report to: Department of Primary Industries & Water State of Tasmania.

Shaw, J. et al., 1998. Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise. *Geological Survey of Canada*, Volume Bulletin 505, pp. 1-79.

Shoshany, M. & Degani, A., 1992. Shoreline Detection by Digital Image Processing of Aerial Photography. *Journal of Coastal Research*, 8(1), pp. 29-34.

Smith, S. E. & Kader, A. A., 1988. Coastal Erosion Along the Egyptian Delta. *Journal of Coastal Research*, 4(2), pp. 245-255.

Society, N. G., 2011. *Coast Encyclopedic Entry*. [Online]  
Available at: <http://nationalgeographic.org/encyclopedia/coast/>  
[Accessed 7 January 2017].

Stephenson, W., 2013. Coastal Erosion. In: P. T. Bobrowsky, ed. *Earth and Environmental Science*. Netherlands: Springer, pp. 94-97.

Sterr, H., Klein, R. J. & Reese, S., 2000. *Climate Change and Coastal Zones: An Overview of the State-of-the-Art on Regional and Local Vulnerability Assessment*. [Online]  
Available at:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/8474/f147b98345e19a1627ec0d944fa045f35194.pdf>  
[Accessed 26 March 2017].

Stiros, S., 2001. The AD 365 Crete earthquake and possible seismic clustering during the fourth to sixth centuries AD in the Eastern Mediterranean: a review of historical and archaeological data. *Journal of Structural Geology*, Issue 23, pp. 545-562.

Stockdon, H. F., Holman, R. A., Howd, P. A. & Sallenger, A. H., 2006. Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal Engineering*, 53(7), pp. 573-588.

Stockdon, H. F. & Wang, Y., 2002. Estimation of Shoreline position and change using airborne topographic Lidar data. *Journal of Coastal Research*, 18(2), pp. 502-513.

Sutherland, J., 2007. *Inventory of coastal monitoring methods and overview of predictive models for coastal evolution- Technical Report D1 CONSCIENCE*, Wallingford: HW Wallingford.

Sutherland, J., 2010a. *Coastal Sediment Management Tools- Technical Report D14- CONSCIENCE*, Wallingford: HR Wallingford.

Sutherland, J., 2010b. *Guidelines on Beach Monitoring for Coastal Erosion - Technical Report D15 CONSCIENCE*, Wallingford: HR Wallingford.

Thieler, R. E. & Hammer-Klose, S. E., 1999. *National assessment of coastal vulnerability to sea level rise: Preliminary results for the U.S. Atlantic Coast*, Woods Hole, Massachusetts.: United States Geological Survey (USGS).

Thieler, R. E., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L. & Ergul, A., 2009. *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change- Open-File Report*, Reston: U.S. Geological Survey.

Torresan, S. et al., 2010. *Risks assessment and decision support tools for the integrated evaluation of climate change impacts on coastal zones*. Ottawa, International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environmental Sake, Fifth Biennial Meeting.

Tsimplis, M., Marcos, M. & Somot, S., 2008. 21st Century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from regional model. *Global and Planetary Change*, Volume 63, pp. 105-111.

Tsimplis, M. N., Marta, M. & Samuel, S., 2008. 21st century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from a regional model. *Global and Planetary Change*, 62(2), pp. 105-111.

Tsintides, T., Hadjikyriakou, G. & Christodoulou, C., 2002. *Trees and shrubs in Cyprus*, Cyprus: Foundation Anastasios G Leventis - Cyprus Forest Association.

USArmy, C. o. E., 1984. *Shore Protection Manual Volume I*. Washington DC: Department of Army.

USArmy, C. o. E., 2002. *EM\_1110-2-1100\_ Part1 Coastal Engineering Manual*. Washington DC: USACE publications.

USGS, 2017. *National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast*. [Online]  
Available at: <https://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-593/pages/risk.html>  
[Accessed 17 March 2017].

Vafeidis, A. T., Nicholls, R. J., McFadden, L. & Klein, R. J., 2008. A new global coastal database for impact and vulnerability analysis to sea-level rise. *Journal of Coastal Research*, 24(4), pp. 917-924.

van Buuren, J., Engelen, G. & van de Ven, K., 2002. *The DSS WadBOS and EU policies implementation*. s.l., Littoral 2002: 6th International Symposium Proceedings: a multi-disciplinary Symposium on Coastal Zone Research, Management and Planning, Porto, 22-26 September 2002: volume 2. pp. 533-540.

Warrick, R. A., 2009. *Using SimCLIM for modelling the impacts of climate extremes in a changing climate: a preliminary case study of household water harvesting in Southeast Queensland*. s.l., 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia 13–17, July 2009..

Yilmaz, N., Balas, L. & Inan, A., 2015. Coastal Erosion Problem, Modelling and Protection. *Ocean Science Journal*, 50(3), pp. 589-601.

Yin, J., Yin, Z., Wang, J. & Xu, S., 2012. National assessment of coastal vulnerability to sea-level rise for the Chinese coast. *Journal of Coastal Conservation*, 16(1), pp. 123-133.

Zanuttigh, B. et al., 2014. THESEUS decision support system for coastal risk management. *Coastal Engineering*, 87(1), pp. 218-239.

Γεωλογική, Ε., 2017. *Διανυσματικά στοιχεία γεωλογίας για την παράκτια περιοχή Κόλου Χρυσοχούς*, Λευκωσία: Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης.

ΕΜΠ, 2000. *Προκαταρκτική Μελέτη (εσωτερική έκθεση)*, Λευκωσία: Τμήμα Δημοσίων Έργων.

ΕΜΠ, Ε. Μ. Π., 2001. *Ακτομηχανική Μελέτη -Φάση II Ανάλυση συστήματος (εσωτερική έκθεση)*, Λευκωσία: Τμήμα Δημοσίων Έργων.

ΚΘΕ, 2017. *Δεδομένα Ακτογραμμών*. [Sound Recording] (Κλάδος Θαλάσσιων Έργων, Τμήμα Δημοσίων Έργων).

Πολεοδομία, κ. Ο., 2017. *Δήλωση Πολιτικής*. [Online]

Available at:

[http://www.moi.gov.cy/moi/tph/tph.nsf/All/06786B317939B34FC22579D1002AE167/\\$file/XOROTAKSIKES\\_PERIOXES\\_PAFOY.pdf](http://www.moi.gov.cy/moi/tph/tph.nsf/All/06786B317939B34FC22579D1002AE167/$file/XOROTAKSIKES_PERIOXES_PAFOY.pdf)

[Accessed 20 Ιανουαριος 2017].

Πολεοδομίας, κ. Ο., 1996. *Ενιαίο Κείμενο Δήλωση Πολιτικής 1996-2016*, Λευκωσία: Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως.

Στατιστική, Υ., 2012. *B1 Πληθυσμός που καταγράφηκε κατά επαρχία Αστική/Αγροτική περιοχή και Φύλλο 2011*. Λευκωσία: Στατιστική Υπηρεσία.

Στατιστική, Υ., 2013. *Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός, Άνεργοι και Εργαζόμενοι κατά οικονομική δραστηριότητα και τόπο διαμονής Επαρχία και Δήμο/Κοινότητα 2011*.

Λευκωσία: Στατιστική Υπηρεσία.

ΤΑΥ, 2017. *Φράγματα*. [Online]

Available at:

[http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/dams\\_gr/dams\\_gr?OpenDocument](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/dams_gr/dams_gr?OpenDocument)  
[Accessed 30 January 2017].

ΤΔΕ, 2017b. *Κυματικά δεδομένα απο το λογισμικό MIKE για την περιοχή Πόλης Χρυσοχούς*, Λευκωσία: Τμήμα Δημοσίων Έργων.

ΤΔΕ, 2017α. *Κατασκευαστικά σχέδια έργων προστασίας στον Κόλπο Πόλης Χρυσοχούς*, Λευκωσία: Τμήμα Δημοσίων Έργων.

ΤΚΧ, 2012. *Μεταβολή των ακτών της Κύπρου από το 1993 ως το 2008*, Λευκωσία: Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας.

ΤΚΧ, 2017a. *Διαθεση Γεωγραφικών/Ψηφιακών δεδομένων*. [Online]  
Available at: <http://eservices.dls.moi.gov.cy/#/customer/application/new/9>  
[Accessed 15 January 2017].

ΤΚΧ, 2017b. *Ισουψείς καμπύλες για τμήμα της παράκτιας περιοχής Κόλου Χρυσοχούς*.  
[Sound Recording] (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας).

ΤΚΧ, 2017c. *Ισοβαθείς καμπύλες τμήματος του θαλάσσιου χώρου Κόλου Χρυσοχούς*.  
[Sound Recording] (Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας).

ΤΚΧ, 2017d. *Σύστημα Αδριάνης*. [Online]  
Available at: <http://eservices.dls.moi.gov.cy>  
[Accessed 15 Φεβρουάριος 2017].