



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Δ' Κατεύθυνση: Οργάνωση και
Διαχείριση Λιμένων
(Port Management)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ**

[ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ]



ΗΛΙΑΣ Κ. ΧΟΝΔΡΟΓΙΑΝΝΗΣ

Επιβλέπουσα:

Βασιλική Τσουκαλά, *Αναπληρώτρια Καθηγήτρια*

ΑΘΗΝΑ, 2019

Copyright © Ηλίας Κ. Χονδρογιάννης, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια του Ηλία Κ. Χονδρογιάννη. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Ilias K. Chondrogiannis, 2019

All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author. Approval of this MSc thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organization (L. 5343/1932, art. 202).

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την κατευθυντήριες οδηγίες και την επίβλεψη στην εκπόνηση της εργασίας αυτής κατ' αρχάς στην Δρ^α Βασιλική Τσουκαλά Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ, Διευθύντρια του Εργαστηρίου Λιμενικών Έργων.

Ευχαριστώ επίσης την εταιρεία ESRI USA αρχικά , και την Marathon Data Systems Greece εν συνεχεία, ειδικότερα τον κύριο Άδωνι Κοντό για την ευγενική χορηγία τους με όλα τα προγράμματα και την τεχνική υποστήριξή τους, καθώς και για την εκπαίδευση που μου παρείχαν σε όλες τις φάσεις των εργασιών μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, την Ανωτάτη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών και ειδικότερα το Εργαστήριο Λιμενικών Έργων, τον Διευθυντή του Τομέως Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος κ. Αναστάσιο Στάμου, τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος, και βέβαια την οργανωτική υποστήριξη που παρείχε η γραμματεύς κυρία Σοφία Ζγκαμπή.

Ακόμη είμαι ευτυχής που τρία μέλη της οικογενείας μου, με πιο πρόσφατο το γιό μου Κυριάκο, είμαστε απόφοιτοι του ΕΜΠ, και οι τρεις από την Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, και μαζί και τον άλλο μου γιό φοιτητή στην Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, με υποστήριξαν στην επιλογή μου.

Ηλίας Κ. Χονδρογιάννης

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή προβλέπεται ότι θα επηρεάσει ιδιαίτερα την παράκτια ζώνη, με βασικές επιπτώσεις να αποτελούν οι παράκτιες πλημμύρες, λόγω της αύξησης της μέσης στάθμης της θάλασσας, τα εντονότερα και συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα, η διάβρωση και η αστοχία παράκτιων τεχνικών έργων αλλά και φυσικών ακτογραμμών.

Ειδικά για την Ελλάδα, με μήκος ακτογραμμής περίπου 16.300km, η παράκτια ζώνη αποτελεί σημαντικότατο φυσικό πόρο, στον οποίο κατοικεί μεγάλο μέρος του πληθυσμού, αναπτύσσεται ο τουρισμός, υπάρχουν κατασκευασμένα έργα και δίκτυα υποδομής, αλλά και πολλοί οικότοποι.

Η πρόκληση που οφείλει να απαντήσει ο μηχανικός σε ό,τι αφορά τη διαχείριση και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, με δεδομένη μάλιστα, την έως τώρα έλλειψη και ανεπάρκεια νέων κανονισμών που συμπεριλαμβάνουν την κλιματική παράμετρο, είναι η ανάπτυξη νέων βελτιωμένων πρακτικών αλλά και ο προνοητικός σχεδιασμός βάσει των νέων εκτιμήσεων και κλιματολογικών δεδομένων.

Σε αυτή την πρόκληση κρίσιμη παράμετρο αποτελεί ο ποσοτικός προσδιορισμός των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, ώστε να είναι δυνατή η συγκεκριμένη και καλά ορισμένη μεθοδολογία αντιμετώπισης σε κάθε περίπτωση.

Για την περίπτωση της παράκτιας ζώνης και των συναφών εγκαταστάσεων, η ποσοτικοποίηση αυτή επιτυγχάνεται με την χρήση του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας Φυσικών Διεργασιών, στον υπολογισμό του οποίου λαμβάνονται υπόψη οι εξής Μεταβλητές: η γεωμορφολογία της ακτής, η παράκτια κλίση, οι ιστορικές μεταβολές της ακτογραμμής, η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και το μέσο εύρος της παλίρροιας.

Στην παρούσα διπλωματική αναπτύσσεται ολιστικά η μεθοδολογία υπολογισμού του ανωτέρου δείκτη ενώ περιγράφεται αναλυτικά το σύνολο του θεωρητικού υποβάθρου που απαιτείται τόσο σε ό,τι αφορά τα τεχνικά δεδομένα και στοιχεία όσο και σε ό,τι αφορά την κλιματική παράμετρο. Μέσω της χρήσης λογισμικού γεωγραφικών πληροφοριών εφαρμόζεται ολόκληρη η διαδικασία που περιγράφεται για την περιοχή μελέτης, την περιφέρεια Πελοποννήσου.

Τέλος, στα πλαίσια της αναγνώρισης της άμεσης συσχέτισης των φαινομένων που διερευνώνται με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής αναπτύσσεται θεωρητικώς και πρόσθετη μεθοδολογία υπολογισμού δεικτών τρωτότητας στην κλιματική αλλαγή οι οποίοι βασίζονται στα κοινωνικά, οικονομικά και τεχνικά δεδομένα και υποδομές. Συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη στοιχεία πληθυσμού, χρήσεων γης, ύπαρξης ή μη τεχνικών έργων και υποδομών και λοιπές ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Λέξεις Κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, παράκτια ζώνη, λογισμικό γεωγραφικών πληροφοριών

Abstract

Climate change is expected to affect the coastal zone significantly, with major impacts being coastal floods due to rising mean sea levels, frequent severe and more extreme weather events, erosion and failure of coastal structures as well as erosion of coasts themselves.

Especially for Greece, with a coastline of about 16,300km, the coastal zone is a very important natural resource, inhabited by a large part of the population along which tourism is developing, infrastructure projects and networks as well as many habitats exist.

The challenge to which the engineers must react, in respect to managing and dealing with the effects of climate change and taking into consideration the lack and inadequacy of new regulations including the climate parameter, is the development of new improved practices and proactive planning, based on new estimates and climatic data.

A critical parameter in this challenge is to quantify the impacts of climate change, so as to enable a specific and well-defined response methodology suitable for each case.

In the case of the coastal zone and associated installations, this quantification is achieved by using the Coastal Process Vulnerability Index of Physical Processes, which takes into account the following variables: coastal geomorphology, coastal slope, historical coastline changes, relative sea level change, mean significant wave height and mean tide range.

In the present thesis the methodology for calculating the upper index is presented in a holistic way, while the required theoretical background is described in detail, both in terms of technical data and climatic parameters. Through the use of geographic information software, the entire described procedure is applied for the study area, the region of Peloponnese.

Finally, in the context of recognizing the direct correlation between the phenomena investigated and the socio-economic characteristics of each region, an additional methodology for calculating climate change vulnerability indicators is developed, based on social, economic and technical data and infrastructures. More specifically factors as population, land use, existence or non-technical works and infrastructure and other anthropogenic activities are taken into account.

Key Words: Climate Change, coastal zone, Geographic information software

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	5
Πίνακας Περιεχομένων	9
ΕΙΚΟΝΕΣ	12
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	12
ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.....	12
ΣΧΗΜΑΤΑ.....	12
1 Εισαγωγή.....	13
1.1 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	13
1.2 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας	14
1.3 Δομή	14
2 Κλιματική Αλλαγή.....	16
2.1 Ορισμοί.....	16
2.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής.....	17
2.3 Μελλοντικές Εκτιμήσεις Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής.....	20
3 Παράκτια Ζώνη και Υποδομές.....	26
3.1 Ορισμοί.....	26
3.2 Αλληλεπίδραση Φυσικού Περιβάλλοντος και Παράκτιων Έργων.....	27
3.3 Σημασία Εξέλιξης Ακτογραμμών, Παράκτιας Ζώνης και συναφών Υποδομών	28
4 Κλιματική Αλλαγή και Παράκτια Ζώνη.....	31
4.1 Επιπτώσεις στο Θαλάσσιο Περιβάλλον	31
4.2 Επιπτώσεις στις Ακτογραμμές	31
4.3 Παράκτια Διάβρωση	32
4.4 Πλημμύρες	34

5	Εκτίμηση Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στην Ελληνική Παράκτια Ζώνη	36
5.1	Βασικοί Παράμετροι Εκτιμήσεων	36
5.2	Εκτιμήσεις μεταβολής κλίματος στον Ελλαδικό Χώρο και στις Ελληνικές Θάλασσες	37
5.3	Χαρακτηρισμός και Κατηγοριοποίηση Ακτών	43
5.4	Εκτιμήσεις Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στον Ελληνικό Παράκτιο Χώρο βάσει Ευρωπαϊκών και Ελληνικών Προγραμμάτων	44
6	Ποσοτικός Προσδιορισμός των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στην Παράκτια Ζώνη και Αντιμετώπιση	49
6.1	Δείκτης Τρωτότητας CVI	49
6.2	Αντιμετώπιση μέσω Βελτιώσεων των Υφιστάμενων Παράκτιων Υποδομών ...	52
7	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών: Το λογισμικό ArcGIS	53
8	Μελέτη Εφαρμογής: Παράκτια Ζώνη και Υποδομές Πελοποννήσου	58
8.1	Γεωγραφικός Προσδιορισμός	58
8.2	Εκτίμηση Κρίσιμων Φυσικών Παραμέτρων	59
8.2.1	Παράκτια Κλίση	60
8.2.2	Γεωμορφολογία Ακτών	60
8.2.3	Κυματικό Κλίμα	60
8.2.4	Μεταβολή της Μέσης Στάθμης Θάλασσας	61
8.2.5	Εξέλιξη Ακτογραμμών	62
8.2.6	Παλιρροιακό Εύρος	62
8.3	Εκτίμηση Ανθρωπογενών Παραμέτρων	62
8.3.1	Λιμενικές Εγκαταστάσεις και Υποδομές Παράκτιου Μετώπου	62
8.3.2	Έργα Ακτομηχανικής Προστασίας	63
8.3.3	Αναπλήρωση Ακτών	63
8.3.4	Καταγραφή Παράκτιων Τεχνικών Έργων Περιοχής Μελέτης	63

8.4	Εκτίμηση Κοινωνικοοικονομικών Παραμέτρων	69
8.4.1	Οι χρήσεις γης.....	70
8.4.2	Η πυκνότητα του πληθυσμού	70
8.4.3	Τα έργα υποδομών	70
8.4.4	Οι προστατευόμενες περιοχές.....	70
8.4.5	Η πολιτιστική κληρονομιά.....	70
9	Αποτελέσματα Ανάλυσης	72
10	Συμπεράσματα και Προτάσεις	74
	Βιβλιογραφία	75

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Παράκτιες ζώνες στην Ελλάδα (Πηγή: ΕΜΕΚΑ (2011)).....44

Εικόνα 2: Μέσο σημαντικό ύψος κυμάτος (Πηγή:Ατλαντας Ανέμου και Κυμάτων)..... 61

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Κλιματικά σενάρια(Πηγή: μελέτη διαΝΕΟσις 2017, από IPCC, 2001) 21

Πίνακας 2: Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα αστικά κέντρα(Πηγή: μελέτη διαΝΕΟσις, 2017) 24

Πίνακας 3: Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στα νησιά(Πηγή: διαΝΕΟσις, 2017)..... 25

Πίνακας 4: Οι μεγαλύτερες πλημμύρες παγκοσμίως το διάστημα 1990-2016 με βάση τις απώλειες σε ανθρώπινες ζωές (πηγή: www.emdat.be) 35

Πίνακας 5: Οι μεγαλύτερες πλημμύρες παγκοσμίως το διάστημα 1990-2016 με βάση τις συνολικές οικονομικές απώλειες (πηγή: www.emdat.be)..... 35

Πίνακας 6: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας (εξίσωση 1) με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με τους Pendleton et al. (2004)..... 50

Πίνακας 7: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας βάση ανθρώπινης επίδρασης με βάση τις 3 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με την Κερανίδου (2017). ... 51

Πίνακας 8: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας βάση κοινωνικοοικονομικής επίδρασης με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με την Κερανίδου Χ. (2017). 51

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

Γράφημα 1: Αποτελέσματα μοντέλου για την εξέλιξη της μέσης στάθμης θάλασσας, με διόρθωση για προσθήκη μάζας με σταθερό ρυθμό 2,5 mm/yr (Πηγή: Ερευνητικό Πρόγραμμα ΘΑΛΗΣ CCSEAWAVES)..... 41

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1: Μέση μεταβολή θερμοκρασίας(Πηγή: IPCC, 2013)..... 23

Σχήμα 2: Μέση Άνοδος Στάθμης Θάλασσας (Πηγή: IPCC, 2013) 23

1 Εισαγωγή

1.1 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Η αλλαγή της εκδηλώσεως των καιρικών φαινομένων στην σημερινή εποχή σε σχέση με παλαιότερες χρονολογικές περιόδους είναι δεδομένη, αποδεικνύεται δε, από την καταγραφή στοιχείων που έχει γίνει ευχερέστερη λόγω της αυξήσεως των δυνατοτήτων ταχύτητας για την καταγραφή και την επεξεργασία δεδομένων από τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές. Η ανάλυση των αιτιών για την αλλαγή αυτή είναι αντικείμενο πολλών ερευνών των Πανεπιστημιακών Φορέων, Κρατικών Οργανισμών, Ιδιωτικών εταιρειών των οποίων οι δραστηριότητες άπτονται των αλλαγών αυτών, Επιστημονικών Ομάδων, ακόμη και ανειδίκευτων ιδιωτών που χρησιμοποιούν απλώς τις παρατηρήσεις τους.

Η εμβάθυνση στην περιοχή αυτή δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσης εργασίας. Εδώ, η κλιματική αλλαγή αντιμετωπίζεται ως ένα διεπιστημονικό και πολύπλευρο ζήτημα διαχείρισης το οποίο απαιτεί ένα συγκεκριμένο επιχειρησιακό σχέδιο, ενώ γίνεται ιδιαίτερη εξειδίκευση στον τομέα της παράκτιας ζώνης, τομέα καθοριστικής σημασίας για την εθνική οικονομία της Ελλάδας.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Διεπιστημονικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ, ειδικότερα δε της Δ΄ Κατευθύνσεως Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων (Port Management).

Στα πλαίσια αυτής της κατεύθυνσης αντιμετωπίζεται η ποσοτικοποίηση του κινδύνου στην παράκτια ζώνη και τις λιμενικές εγκαταστάσεις η οποία αποτελεί την πρώτη βασική πρόκληση σε διαχειριστικό επίπεδο.

Συγκεκριμένα έγινε η προσπάθεια για την άντληση πληροφοριών από διάφορες υπηρεσίες που ενσωματώθηκαν στα γενικότερα δεδομένα, χρησιμοποιήθηκαν εξελιγμένα συστήματα συλλογής, ανάλυσης και επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων (arcGIS) και έγινε η αναλυτική καταγραφή μεγάλων αλλά και μικρότερων έργων και υποδομών στην ακτογραμμή της περιοχής μελέτης, της περιφέρειας Πελοποννήσου.

Εν συνεχεία αντιμετωπίζεται η ταξινόμηση της ακτογραμμής και των υποδομών βάσει Δεικτών Τρωτότητας. Συγκεκριμένα αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο του Δείκτη Φυσικής Τρωτότητας η οποία και εφαρμόζεται στην περιοχή μελέτης, την περιφέρεια Πελοποννήσου. Παράλληλα η συγκεκριμένη εργασία αναπτύσσει την έννοια και μεθοδολογία επιπλέον δεικτών που βασίζονται στις Ανθρωπογενείς και Φυσικές Δραστηριότητες που αναπτύσσονται στις επιμέρους υποπεριοχές. Έτσι, αναπτύσσεται ένα σύνολο περιβαλλοντικών, τεχνικοοικονομικών και φυσικών μεταβλητών και παραμέτρων, με στόχο την ιεράρχηση της τρωτότητας των παράκτιων ζωνών.

1.2 Αντικείμενο Διπλωματικής Εργασίας

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ήδη ορατές στο σύνολο της παγκόσμιας κοινότητας, με τον ακαδημαϊκό και επιστημονικό χώρο να αποδέχονται πλέον, στη μεγάλη πλειονότητα, την μεγάλη έκταση του προβλήματος και την κοινή γνώμη να εμφανίζεται όλο και περισσότερο ευαισθητοποιημένη.

Για τον λόγο αυτό κυβερνήσεις, επιστημονικοί φορείς και οργανισμοί ασχολούνται ενεργά με την θέσπιση πολιτικών μετριασμού της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος και μέτρων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Ειδικά για την Ελλάδα η αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής αποκτά ιδιαίτερη σημασία στις παράκτιες περιοχές, αφού διαθέτει 16.300 km ακτογραμμής, με έντονη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη. Από τεχνικής άποψης τα λιμενικά και τα παράκτια έργα είναι εκείνα που κατά κόρον θα επηρεαστούν και σε αυτά θα εστιαστεί και η παρούσα εργασία.

Ο τελικός στόχος είναι η σύνταξη ενός μητρώου - χάρτη για τις παράκτιες εγκαταστάσεις της περιοχής μελέτης στις οποίες θα έχει γίνει πλήρης εφαρμογή της κατάλληλης μεθοδολογίας κατάταξης βάσει τρωτότητας στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

1.3 Δομή

Στο **Κεφάλαιο 1** δίνεται ο σκοπός, το αντικείμενο και η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί στη συγκεκριμένη εργασία.

Στο **Κεφάλαιο 2** δίνεται το γενικότερο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής, οι ορισμοί και οι επιπτώσεις της, ενώ αναλύονται τόσο οι παρούσες συνθήκες όσο και οι επικρατέστερες μελλοντικές εκτιμήσεις.

Στο **Κεφάλαιο 3** δίνονται οι ορισμοί της παράκτιας ζώνης, αναλύεται η αλληλεπίδραση του φυσικού περιβάλλοντος και των παράκτιων υποδομών και τονίζεται η σημασία της γνώσης εξέλιξης των ακτογραμμών.

Στο **4^ο Κεφάλαιο** γίνεται εκτενέστερη ανάλυση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην παράκτια ζώνη και το θαλάσσιο περιβάλλον ενώ παρουσιάζονται τα φαινόμενα των πλημμυρών και της παράκτιας διάβρωσης.

Οι πληροφορίες των κεφαλαίων που προαναφέρθηκαν συσχετίζονται ώστε να παραχθούν οι κατάλληλες εκτιμήσεις και αναλύσεις των κλιματικών επιπτώσεων στην Ελληνική Ακτογραμμή, όπως αυτές παρουσιάζονται στο **Κεφάλαιο 5**. Εδώ αναφέρεται και η μεθοδολογία κατηγοριοποίησης των ακτογραμμών βάσει των φυσικών τους χαρακτηριστικών αλλά και της «απόκρισης» τους στις κλιματικές επιπτώσεις.

Στο **Κεφάλαιο 6** περιγράφεται η μεθοδολογία ποσοτικοποίησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις ακτογραμμές και τα παράκτια τεχνικά έργα μέσω του δείκτη τρωτότητας CVI ενώ αναλύονται και προτάσεις επίλυσης του προβλήματος μέσω βελτιώσεων των ήδη υφιστάμενων υποδομών.

Η παραπάνω μεθοδολογία εφαρμόζεται στην περίπτωση μελέτης, την Περιφέρεια Πελοποννήσου, στο **Κεφάλαιο 7**.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης και τα συμπεράσματα αναπτύσσονται στα **κεφάλαια 8 και 9** αντίστοιχα.

2 Κλιματική Αλλαγή

2.1 Ορισμοί

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται σε φυσικές διεργασίες, και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της ατμόσφαιρας. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) στην τελευταία της αναφορά (2014) κατέληξε ότι η κλιματική αλλαγή και η υπερθέρμανση του πλανήτη υφίστανται και ως κύριος παράγοντας πρόκλησής τους αναγνωρίζεται η ανθρώπινη δραστηριότητα. Δόθηκε μάλιστα και ο βασικός ορισμός του φαινομένου της Κλιματικής Αλλαγής ο οποίος διατυπώνεται ως εξής: «*Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε μια αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος που μπορεί να εντοπιστεί (π.χ . χρησιμοποιώντας στατιστικές δοκιμές) με μεταβολές στον μέσο όρο και / ή τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του και αυτό παραμένει για μια εκτεταμένη περίοδο , συνήθως δεκαετίες ή μακρύτερα . Αναφέρεται σε οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα με την πάροδο του χρόνου , είτε λόγω της φυσικής μεταβλητότητας είτε ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.*»

Ο ορισμός αυτός διαφοροποιείται ως προς αυτόν που δίνεται στη Σύμβαση - Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές (UNFCCC), όπου αναφέρεται πως «*Ως κλιματική αλλαγή θεωρείται η μεταβολή που επέρχεται στο κλίμα, άμεσα ή έμμεσα, λόγω ανθρωπογενών και μόνο δραστηριοτήτων, οι οποίες μεταβάλλουν τη σύσταση της ατμόσφαιρας της Γης. Οι δραστηριότητες αυτές λειτουργούν προσθετικά στις φυσικές κλιματικές μεταβολές, οι οποίες προσδιορίζονται ως «κλιματική μεταβλητότητα», που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους.*»

Ανεξάρτητα από τον ορισμό της κλιματικής αλλαγής, κοινή συνισταμένη όλων, αποτελεί, ότι το παγκόσμιο κλίμα, στις τελευταίες δεκαετίες, αλλάζει κυρίως εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής θεσπίζονται και ασκούνται πλέον ενεργά και εντατικότερα πολιτικές μετριασμού των επιπτώσεων και πολιτικές προσαρμογής. Ως μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ορίζουμε «*το σύνολο ενεργειών και δράσεων, ώστε να περιοριστούν οι αρνητικές επιπτώσεις, με μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ή με απορρόφηση και αποθήκευσή τους*» (IPCC, 2007b).

Κατά την συμφωνία της Κοπεγχάγης, ως μετριασμός ορίζεται «*ο περιορισμός της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας της γης στους 2°C*». Με τον όρο προσαρμογή εννοούμε «*τις ενέργειες και παρεμβάσεις στα φυσικά και ανθρωπογενή συστήματα, ως αντίδραση στις επερχόμενες ή πιθανά επερχόμενες επιπτώσεις λόγω μεταβολής του κλίματος*»(IPCC, 2007b).

Κατά την Εθνική Στρατηγική για την προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΥΠΕΝ, 2016, σσ.7), με τον όρο κλιματική προσαρμογή περιγράφονται «οι πολιτικές που αποσκοπούν στο μετριασμό των ζημιών από τις υπολειμματικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής».

Η προσαρμογή, εξαρτάται από την ικανότητα προσαρμογής του συστήματος, δηλαδή από τη δυνατότητά του να προσαρμοστεί και στοχεύει στην «ανακούφιση» του συστήματος από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής αλλά και στην αύξηση της ανθεκτικότητάς του σε αυτές.

2.2 Επιπτώσεις Κλιματικής Αλλαγής

Βασικό χαρακτηριστικό της αλλαγής που έχει επέλθει στη Γη, σε σχέση με τα κλιματικά δεδομένα είναι, ως γνωστόν, η υπερθέρμανση του πλανήτη. Η υπερθέρμανση επιφέρει περισσότερα ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ. πλημμύρες, ξηρασίες, βροχοπτώσεις, καύσωνες), τήξη παγετώνων, άνοδο της στάθμης της θάλασσας, πυρκαγιές, προβλήματα έλλειψης νερού, προβλήματα υγείας, επιδρά στην κατανομή και ασθένειες, στην πανίδα και χλωρίδα και προκαλεί μετακινήσεις πληθυσμών, μια ιδιόζουσα δηλαδή μορφή μετανάστευσης, στην οποία υποχρεούνται πληθυσμοί, προκειμένου να αποφευχθούν οι κίνδυνοι που προέρχονται από την κλιματική αλλαγή.

Ως τομείς, στους οποίους επιφέρει αλλαγές η κλιματική μεταβολή, ορίζονται οι εξής: υδατικά συστήματα, βιοποικιλότητα, παράκτιες περιοχές, αλιεία και υδατοκαλλιέργειες, γεωργία, δασικά οικοσυστήματα, ερημοποίηση, τουρισμός, δομημένο περιβάλλον, μεταφορές, υγεία και βιομηχανία.

Ιδιαίτερα επισημαίνεται, λόγω του άμεσου ενδιαφέροντος με το μελετώμενο θέμα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, ως αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας του παγκόσμιου κλίματος, η οποία ασκεί σημαντική επίδραση στις παράκτιες περιοχές, με αποτελέσματα άμεσα ορατά, όπως η διάβρωση και οι παράκτιες πλημμύρες.

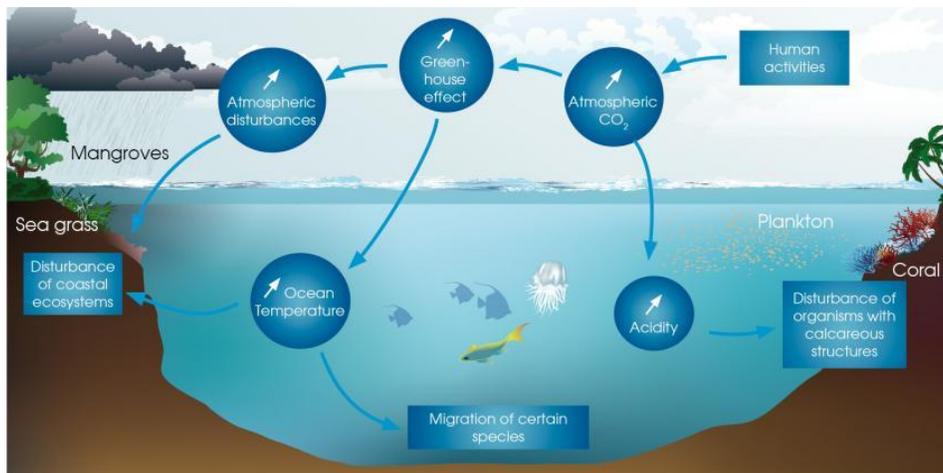
Σε σχέση με τις τρέχουσες επιπτώσεις, έχουν εξαχθεί συμπεράσματα, από πλήθος μελετών, Διεθνών Οργανισμών και επιστημόνων, οι οποίες καταλήγουν στις ίδιες διαπιστώσεις σε ποιοτικό επίπεδο, με μερικές διαφοροποιήσεις στην ποσοτική αποτίμηση, λόγω των πολλών αβεβαιοτήτων του θέματος. Ιδιαίτερα αναφέρονται:

1. Συμπεράσματα της 4ης έκθεσης αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Διάσκεψης για την Κλιματική Αλλαγή, της IPCC (2007):
 - Αύξηση της θερμοκρασίας της Γης τα τελευταία 100 χρόνια κατά 0,74°C.
 - Ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας τα τελευταία 50 χρόνια κατά 0,13°C δεκαετία, δηλαδή διπλάσιος αυτού των τελευταίων 100 χρόνων.

- Αύξηση της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας με ρυθμό 1,7-1,8mm/yr τον τελευταίο αιώνα, ενώ την τελευταία 10ετία κατά 3mm/yr, δηλαδή ρυθμός ανόδου διπλάσιος αυτού του τελευταίου αιώνα.
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας, λόγω της τήξης των πάγων της Αρκτικής και Γροιλανδίας κατά 0,14-0,28mm/yr, το διάστημα 1993-2003.
- Αύξηση συχνότητας και έντασης ακραίων καιρικών φαινομένων.



Εικόνα 1: Τήξη των Πάγων; Vavilof_ice_cap, <https://www.cam.ac.uk>



Εικόνα 2: Consequences of CO2 increase on the ecosystems © Elsa, <https://www.cmar.csiro.au>

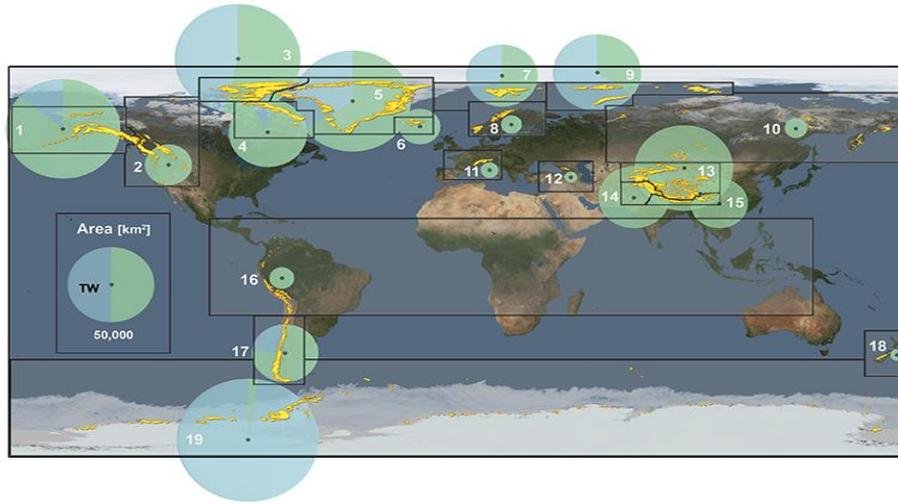
2. Συμπεράσματα της 5ης έκθεσης αξιολόγησης, της IPCC (2014):

- Αύξηση σε σχέση με την 4η έκθεση αξιολόγησης των αποδεικτικών στοιχείων για την ανθρώπινη επίδραση στην κλιματική αλλαγή. Θεωρείται

ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι οι υψηλότερες που έχουν παρατηρηθεί.

- Μείωση ποσοτήτων του χιονιού και του πάγου και αύξηση της στάθμης της θάλασσας.
 - Πολύ πιθανή μείωση του αριθμού των κρύων ημερών και νυχτών και αύξηση του αριθμού των ζεστών ημερών και νυχτών, σε παγκόσμιο επίπεδο.
 - Κάθε μία από τις τελευταίες τρεις δεκαετίες είναι θερμότερη από οποιαδήποτε προηγούμενη δεκαετία από το 1850. Η 30ετία 1983-2012 είναι η πιο θερμή περίοδος των τελευταίων 800 ετών στο Βόρειο ημισφαίριο και πιθανά των τελευταίων 1400 ετών (μεσαία εμπιστοσύνη).
 - Αύξηση συνολικής μέσης θερμοκρασίας κατά $0,85^{\circ}\text{C}$ από το 1880 έως το 2012, ενώ ο μέσος όρος της περιόδου 1850-1900 αυξήθηκε κατά $0,78^{\circ}\text{C}$, στην περίοδο 2003-2012.
 - Αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των ωκεανών και έως 75m υπεράνω αυτής, κατά $0,11^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία, την χρονική περίοδο 1971-2010.
 - Αύξηση της παγκόσμιας στάθμης της θάλασσας κατά 0,19m το διάστημα 1901- 2010. Ο ρυθμός αύξησης της στάθμης θάλασσας από τα μέσα του 19ου αι. είναι μεγαλύτερος από το μέσο ρυθμό τις προηγούμενες δύο χιλιετίες, ενώ από το 1993 έως το 2010 είναι 3,2 mm/year.
 - Πολλές από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα συνεχίζουν να υπάρχουν, ακόμα και εάν πάψουν να υπάρχουν οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
 - Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της 5ης Έκθεσης Αξιολόγησης είναι δυσμενέστερα των αντίστοιχων της 4ης, γεγονός που επιβάλλει εγρήγορση και άμεσες δράσεις.
3. Κατά την *Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας της Ελλάδας (ΕΜΕΚΑ, 2011)*, η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας, με βάση ενόργανες μετρήσεις, με παλιρροιογράφους και δορυφορική υψομετρία, παρουσιάζει άνοδο, από το τέλος του 19ου αιώνα και έως σήμερα, με ρυθμό 1,8mm/yr. Τα τελευταία 15 χρόνια, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, βάσει δορυφορικών μετρήσεων, παρουσιάζει ρυθμό 3mm/yr, παρουσιάζεται δηλαδή επιταχυνόμενος ρυθμός ανόδου, ενώ η εκτίμηση για την σημερινή μέση τιμή

ανόδου της μέσης παγκόσμιας στάθμης, δίνει 1- 2mm/yr, κατά ΕΜΕΚΑ (2011, όπ. αναφ. στο Bindoff et al., 2007).



Εικόνα 3: Αλλαγή στάθμης της θάλασσας, Παρατηρήσεις από το διάστημα, *Glaciers & Ice Caps Cardner et.at 2013.*
<http://www.antarcticglaciers.org/>

4. Ως προς τις φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην παράκτια ζώνη, που αποτελεί θέμα ενδιαφέροντός μας, από το πρόγραμμα EuroSION 2004, προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία, σε σχέση με την έκταση της παράκτιας διάβρωσης των ακτών της Ευρώπης:

- Συνολικό μήκος ακτογραμμής: 100.925 km
- Διαβρωμένη ακτογραμμή: 15.111 km
- Τεχνητά προστατευμένη ακτογραμμή το 2001 : 7546 km
- Διαβρωμένη ακτή παρά την προστασία το 2001: 2925 km
- Συνολική ακτογραμμή με επιπτώσεις παράκτιας διάβρωσης : 19.732 km. Προκύπτει δηλαδή ότι το 20% της ακτογραμμής έχει υποστεί έως το 2004 τις επιπτώσεις της διάβρωσης. Στο πρόγραμμα δίνονται και πλήθος άλλων χρήσιμων στοιχείων για τις ακτογραμμές της Ευρώπης.

2.3 Μελλοντικές Εκτιμήσεις Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής

Σύμφωνα με το «Θεματολογικό δελτίο για την Ευρωπαϊκή Ένωση-2018: κλιματική αλλαγή και περιβάλλον», εάν η θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί πάνω από 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή, τότε, με βάση επιστημονικά δεδομένα, θα μεγαλώσει ο κίνδυνος μη αναστρέψιμων και καταστροφικών αλλαγών.

Για το λόγο αυτό έχει οριστεί από την παγκόσμια κοινότητα, ως όριο αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη οι 2°C. Υπάρχει όμως ορατός ο κίνδυνος να ξεπεραστεί αυτό

το άνω όριο, σύμφωνα με ευρήματα της *Διακυβερνητικής Διάσκεψης για την Κλιματική Αλλαγή IPCC (2014)*.

Η πρόβλεψη των κλιματικών επιπτώσεων γίνεται με βάση κλιματικά σενάρια.

Ορίζουμε ως κλιματικό σενάριο τον υπολογισμό μελλοντικών κλιματικών αλλαγών, με τη χρήση κλιματικού μοντέλου, στο οποίο δίνουμε την μελλοντική ανάπτυξη των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, για κάθε χρονικό διάστημα.

Η *Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή*, σε ειδική αναφορά της (*SRES: Special Report on Emissions Scenarios*), διαμόρφωσε σενάρια, με βάση παραδοχές ως προς τη χρήση ενέργειας, την αύξηση του πληθυσμού, την οικονομική δραστηριότητα, όπως παρουσιάζονται συνοπτικά στο σχήμα 1, και με κοινή παραδοχή ότι η παγκόσμια κοινότητα δεν θα συμφωνήσει στη δραστηρική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.

Πίνακας 1: Κλιματικά σενάρια(Πηγή: μελέτη διαNEOσις 2017, από IPCC, 2001)

	Γρήγορη οικονομική ανάπτυξη έως το 2050 με παγκόσμια σύγκλιση και ταχεία ανάπτυξη αποδοτικών τεχνολογιών
A1	A1FI: Προτεραιότητα στη χρήση ορυκτών καυσίμων
	A1B: Ισορροπημένη χρήση όλων των μορφών ενέργειας
	A1T: Προτεραιότητα στη χρήση μη ορυκτών πηγών ενέργειας
A2	Σημαντικές παγκόσμιες αποκλίσεις στην οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη
B1	Παγκόσμια σύγκλιση με έμφαση στη φιλική προς το περιβάλλον ανάπτυξη
B2	Μικρότερη παγκόσμια σύγκλιση με φιλική όμως προς το περιβάλλον ανάπτυξη

Η IPCC στην *πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης (IPCC, 2014)* εισήγαγε τέσσερα νέα σενάρια εκπομπών, τα *Representative Concentration Pathways (RCPs)* και συγκεκριμένα τα *RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5*.

Τα σενάρια διαμορφώνονται με βάση υποθέσεις για την πορεία της οικονομίας, την χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, την αύξηση του πληθυσμού της γης κ.λ.π, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα διερεύνησης των μέτρων μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

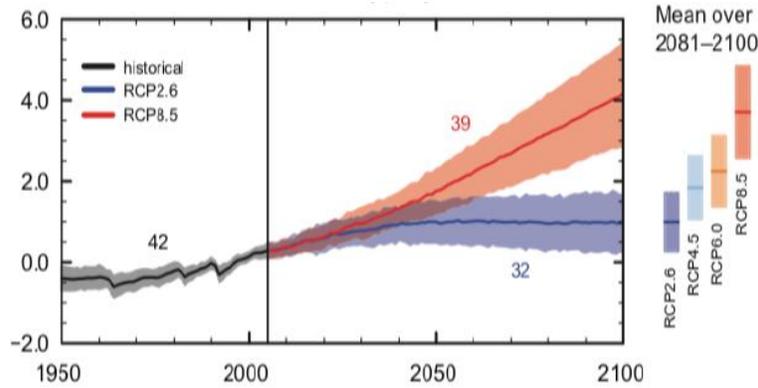
Σε γενικό επίπεδο, θα πρέπει να τονιστεί ότι η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας και παραγωγής, κυρίως δε:

- Τη φυτική και ζωική παραγωγή, εφόσον ευθέως εξαρτώνται από το κλίμα και τους υδάτινους πόρους

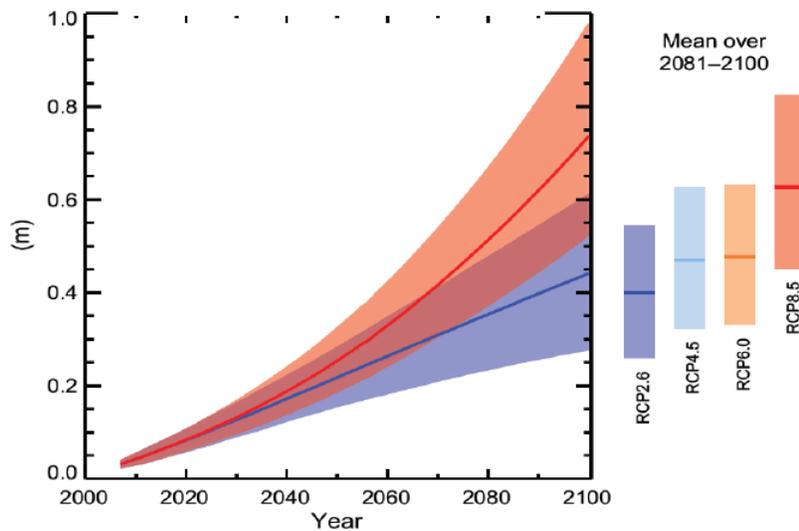
- Τη βιομηχανία
- Τον τουρισμό
- Τα έργα πολιτιστικής κληρονομιάς
- Την παραγωγή ενέργειας
- Τις υποδομές κτιρίων και δικτύων, που οφείλουν να αναβαθμιστούν ώστε να ανταποκρίνονται στα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής.
- Τα παράκτια (και μη) τεχνικά έργα
- Τα οικοσυστήματα
- Τα δάση, αφενός λόγω διαφοροποιήσεων στη χλωρίδα και πανίδα, αφετέρου λόγω αύξησης των κινδύνων από πυρκαγιές και ανέμους.
- Την αλιεία και υδατοκαλλιέργεια, αφού ο πληθυσμός ειδών ψαριών μετακινείται σε άλλες περιοχές και βάθη, λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών και ρευμάτων της θάλασσας.

Από τα συμπεράσματα της 5ης έκθεσης αξιολόγησης της IPCC (2014) προκύπτουν συνοπτικά, οι παρακάτω, με παγκόσμιο επίπεδο αναφοράς, εκτιμήσεις:

1. Το μελλοντικό κλίμα θα εξαρτηθεί από τις δεσμεύσεις που θα αναλάβει και θα τηρήσει η παγκόσμια κοινότητα , ως προς τις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
2. Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας για το διάστημα 2016-2035, σε σχέση με το διάστημα 1986-2005, δίνει και για τα τέσσερα σενάρια, τιμές μεταξύ 0,3 και 0,7°C. Η μέση μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας από το 2006 έως το 2100, καθώς και η μέση άνοδος της στάθμης της θάλασσας για το ίδιο διάστημα, σε σύγκριση με το διάστημα 1986-2005, με βάση μοντέλα προσομοίωσης, δίνονται στα παρακάτω σχήματα. Οι χρονοσειρές παρουσιάζονται για το σενάριο RCP8.5 με κόκκινο χρώμα και για το RCP2.6, με μπλε χρώμα.



Σχήμα 1: Μέση μεταβολή θερμοκρασίας (Πηγή: IPCC, 2013)



Σχήμα 2: Μέση Άνοδος Στάθμης Θάλασσας (Πηγή: IPCC, 2013)

3. Ο όγκος των παγετώνων (εξαιρούνται αυτοί της Ανταρκτικής και Γροιλανδίας) εκτιμάται ότι θα μειωθούν κατά 15% έως και 85%, ανάλογα με το σενάριο.
4. Η άνοδος της παγκόσμιας μέσης στάθμης θάλασσας θα συνεχιστεί τον 21ο αι. με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με το διάστημα 1971-2010. Για το 2081-2100, σε σχέση με το 1986-2005, η αύξηση, αναλόγως του σεναρίου, κυμαίνεται από 0,26 έως 0,55m.
5. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας δεν θα είναι ομοιόμορφη σε όλες τις περιοχές. Αναμένεται το 70% των ακτών της υδρογείου να εμφανίσει μεταβολή της στάθμης της θάλασσας κατά $\pm 20\%$ του παγκόσμιου μέσου όρου.

Περνώντας σε μικρότερη χωρική περιοχή, αυτήν της Μεσογείου, η *IPCC* εκτιμά για τις γενικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Μεσόγειο τα εξής:

1. Αλλαγές στα είδη της βλάστησης, εάν η αύξηση της θερμοκρασίας είναι πάνω από 2°C, με δεδομένο ότι τα οικοσυστήματα ανήκουν στην κατηγορία των περισσότερο επηρεαζόμενων από την κλιματική αλλαγή.
2. Μείωση των υδάτινων πόρων, επομένως οι ξηρές περιοχές θα υποφέρουν περισσότερο.
3. Μείωση της παραγωγικότητας των δασών και αύξηση των πυρκαγιών.
4. Αύξηση περίπου 20-34% των εβδομάδων υψηλής επικινδυνότητας σε πυρκαγιά.
5. Ευαισθησία των παράκτιων υγροτόπων στην κλιματική αλλαγή και στην μέσο και μακροπρόθεσμη αλλαγή της στάθμης της θάλασσας.

Ειδικά ως προς την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, η *IPCC* προβλέπει για τον 21ο αιώνα, σε σχέση με την Μεσογειακή λεκάνη, άνοδο της μέσης στάθμης, οφειλόμενη στην προσθήκη μάζας, από παγετωνική ισοστατική προσαρμογή, ηπειρωτικούς παγετώνες και παγετώνες της Γροιλανδίας και Ανταρκτικής, κατά 0,30m (ως μέγιστη τιμή), η οποία και θα πρέπει να προστεθεί στην πρόβλεψη του περιοχικού μοντέλου για την περιοχή. Να σημειωθεί ότι η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από παλαιότερες αντίστοιχες επιστημονικές προβλέψεις, που έδιναν τιμές από - 0,07 έως 0,18m.

Στην περιοχή της Μεσογείου αναφέρεται και η έκθεση της *Τράπεζας της Ελλάδας (ΕΜΕΚΑ, 2011)*, κατά την οποία τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών συγκλίνουν στις ίδιες εκτιμήσεις επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην Μεσόγειο, δηλαδή σε θερμότερο κλίμα, κύματα καύσωνα, λιγότερη βροχόπτωση, έντονα ακραία φαινόμενα. Ειδικά η Ανατολική Μεσόγειος θεωρείται από τις πιο ευάλωτες περιοχές στον ανθρωπογενή παράγοντα της κλιματικής αλλαγής.

Τέλος, σύμφωνα με την έκθεση του Περιβαλλοντικού Προγράμματος του ΟΗΕ, UNEP, η περιοχή της Μεσογείου κατατάσσεται στην 18η θέση ως προς την τρωτότητα, μεταξύ όλων των περιοχών της υδρογείου.

Με δεδομένο ότι το πάνω από 70% του πληθυσμού της Ευρώπης κατοικεί ήδη σε πόλεις και υπάρχει σαφής τάση αύξησης του ποσοστού αυτού, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να προσδιοριστούν οι πρωτογενείς και δευτερογενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις πόλεις. Ως αποτέλεσμα, η κλιματική αλλαγή τελικά λειτουργεί ως ένας πρόσθετος παράγοντας πίεσης στα ήδη υπάρχοντα προβλήματα των αστικών κέντρων.

Πίνακας 3: Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα αστικά κέντρα(Πηγή: μελέτη διαΝΕΟσις, 2017)

Κύριες επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής	Τρέχουσα Κατάσταση	Αναμενόμενες Μελλοντικές Επιπτώσεις
Άνοδος Θερμοκρασίας	Σημαντική άνοδος της θερμοκρασίας στην Ανατολική Μεσόγειο, ιδιαίτερα στο Αιγαίο και το Ανατολικό Ιόνιο	Με αναμενόμενη άνοδο της θερμοκρασίας κατά 2 °C παγκοσμίως, η αντίστοιχη άνοδος στη Μεσόγειο εκτιμάται μεταξύ 1°C-3 °C
Μεταβολή Ποσοστού Βροχοπτώσεων	Πτώση μέσου όρου βροχοπτώσεων	Σημαντική εκτιμώμενη μείωση των βροχοπτώσεων μεταξύ 14-22%.
Ακραίες Καιρικές Συνθήκες	Αύξηση των ακραίων υψηλών θερμοκρασιών κατά τη θερινή περίοδο	Αύξηση των περιόδων καύσωνα (άνω των 35 °C) σε ορισμένα νησιά κατά 10 ημέρες την περίοδο 2021-2050
Άνοδος Στάθμης της Θάλασσας	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας στη Μεσόγειο κατά 2,6χιλ. την περίοδο 1992-2008	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας μεταξύ 0,25-1μ. έως το 2100. Τα νησιά τα οποία εκτιμάται ότι θα επηρεαστούν περισσότερο είναι η Λήμνος, Σάμος, Ρόδος, Κρήτη και Κέρκυρα.

Πίνακας 4: Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στα νησιά(Πηγή: διαΝΕΟσις, 2017)

Τομείς	Άνοδος Θερμοκρασίας	Μεταβολή Ποσοστού Βροχοπτώσεων	Ακραίες Καιρικές Συνθήκες	Άνοδος Στάθμης της Θάλασσας
Υποδομές Ενέργειας	Επιπτώσεις στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας. Αυξημένη ζήτηση και κόστος για ψύξη.	Επιπτώσεις στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας και τις θαλάσσιες διαδρομές.	Επιπτώσεις στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας και τις θαλάσσιες διαδρομές. Ιδιαίτερα την επίγεια μεταφορά και διανομή ενέργειας.	Ανάγκη μετεγκατάστασης παράκτιων υποδομών.
Υποδομές Μεταφορών	Προσωρινή διακοπή λειτουργίας των υποδομών σε ημέρες καύσωνα. Υψηλότερο κόστος κατασκευής και συντήρησης.	Κίνδυνος καταστροφών σε μεταφορικές υποδομές από κατολισθήσεις και πλημμυρικά φαινόμενα.	Αυξημένος κίνδυνος για λιμενικές εγκαταστάσεις και θαλάσσιες μεταφορές.	Ανάγκη ανύψωσης ή και μετεγκατάστασης παράκτιων υποδομών (γέφυρες κ.λπ.) λόγω αυξημένης αστάθειας της επιφάνειας από ΑΣΘ.
Υποδομές Παροχής Νερού	Υψηλός κίνδυνος λειψυδρίας λόγω αυξημένης ζήτησης νερού κατά τις θερμές περιόδους.	Μείωση της παροχής πόσιμου ύδατος. Μείωση της υγρασίας του εδάφους, των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων. Μείωση της ικανότητας αναπλήρωσης υπόγειων υδάτων.	Μείωση της ικανότητας συλλογής των συστημάτων αποδέτευσης λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων, με κίνδυνο υπερχειλίσας και μόλυνσης του υδροφόρου ορίζοντα.	Μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα. Αυξημένη εξάτμιση και αλάτωση του υδροφόρου ορίζοντα από την ΑΣΘ.
Γεωργία	Αύξηση ασθενειών σε φυτά και ζώα και έξαρση παρασίτων.	Υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και χαμηλότερη απόδοση καλλιιεργειών. Διάβρωση του εδάφους και πιθανή καταστροφή καλλιιεργειών.	Καταστροφές σε καλλιιεργείες, κτηνοτροφία, καλλιιεργήσιμη γη και σχετικές υποδομές.	Απώλεια καλλιιεργήσιμης γης. Αλάτωση συστημάτων άρδευσης και γλυκού νερού.
Τουρισμός	Αλλαγή της εποχικότητας. Δυσφορία τουριστών σε υψηλές θερμοκρασίες και αλλαγή των προτιμήσεων τους σε ευνοϊκότερους προορισμούς. Αυξημένη ζήτηση και κόστος για ψύξη.	Έλλειψη νερού για τουριστική δραστηριότητα και αντιπαράθεση για τη χρήση διαθέσιμου ύδατος μεταξύ τουρισμού και άλλων παραγωγικών δραστηριοτήτων όπως η γεωργία.	Μείωση τουριστικών εισροών λόγω υψηλού κινδύνου ακραίων καιρικών φαινομένων. Κίνδυνος καταστροφών σε τουριστικές υποδομές.	Απώλεια περιοικών κολλύμβησης και παραλιών. Κίνδυνος καταστροφών τουριστικών υποδομών στον παράκτιο χώρο (ξενοδοχεία, μαρίνες, κλπ.)
Βιοποικιλότητα	Εισαγωγή και πολλαπλασιασμός ξενικών ειδών. Υποβάθμιση συνθηκών αναπαραγωγής των ειδών.	Αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιών και μείωση της βιοποικιλότητας λόγω παρατεταμένης ξηρασίας.	Διάβρωση εδάφους και απώλεια οικοτόπων.	Διάβρωση παραλιών και απώλεια παράκτιων οικοτόπων.

3 Παράκτια Ζώνη και Υποδομές

3.1 Ορισμοί

Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει δώσει διάφορους ορισμούς στην προσπάθεια καθορισμού της παράκτιας ζώνης.

Η *Παγκόσμια Τράπεζα* ορίζει ότι η παράκτια ζώνη είναι η επιφάνεια επί της οποίας συναντιούνται και αλληλοεπιδρούν η γη με τη θάλασσα. Περιλαμβάνει όλα τα χερσαία αλλά και τα θαλάσσια παράκτια φυσικά συστήματα.

Τα όρια της παράκτιας ζώνης καθορίζονται τυχαία και διαφέρουν πολύ από κράτος σε κράτος. Πολλές φορές καθορίζονται από διοικητικά και πολιτικά κριτήρια. Σε πολλά ευρωπαϊκά προγράμματα, η παράκτια ζώνη ορίζεται σε απόσταση 50 km από την ακτογραμμή.

Κατά την απόφαση του *Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, σχετικά με την υπογραφή του *Πρωτοκόλλου για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση των Παράκτιων Ζωνών της Μεσογείου (4- 12-2008)*, που αποτελεί μέρος της σύμβασης της *Βαρκελώνης (16-2-1976, τροποποίηση 10- 6-1995)*, παράκτια ζώνη είναι «η γεωμορφολογική περιοχή εκατέρωθεν της ακτογραμμής στην οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ του θαλασσίου και χερσαίου τμήματος αποκτά τη μορφή πολύπλοκων συστημάτων οικολογικών στοιχείων και πόρων αποτελούμενων από βιοτικές και αβιοτικές συνιστώσες που συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν με τις ανθρώπινες κοινότητες και τις σχετικές κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες».

Στην *Ελληνική νομοθεσία*, ορισμό της παράκτιας ζώνης, αλλά και της κρίσιμης παράκτιας ζώνης, έχουμε στο ν.3937/2011 «διατήρηση βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις». Ο ορισμός έχει ως βάση αυτόν του παραπάνω Πρωτοκόλλου με τη συμπλήρωση ότι η παράκτια ζώνη είναι δυνατόν να περιλαμβάνει φυσικούς σχηματισμούς ή μικρά νησιά στο σύνολό τους.

Ως κρίσιμη παράκτια ζώνη ορίζεται το τμήμα της παράκτιας ζώνης στο οποίο συναντώνται σε άμεση μεταξύ τους σχέση και αλληλεπίδραση το θαλάσσιο και το χερσαίο τμήμα της. Περιλαμβάνονται ιδίως γεωμορφολογικοί σχηματισμοί, εκτάσεις που αποτελούνται από υλικά διάβρωσης των γειτονικών περιοχών ή τη μεταφορά του ανέμου και από χαρακτηριστική χλωρίδα ή διαβρώνονται με τέτοιο ρυθμό, ώστε να προκύπτει κίνδυνος για ανθρωπογενείς εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες.

Στην Υ.Α. 67659/12-12-2013, που αποτελεί τροποποίηση του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον τουρισμό και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού (24208/11-6-2009, ΦΕΚ

1138β), ο παράκτιος χώρος ορίζεται ως οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, Κρήτης και Εύβοιας που εμπίπτουν σε χερσαία ζώνη πλάτους 350m από την γραμμή αιγιαλού.

Ο παράκτιος χώρος αποτελεί έννοια πλατύτερη αυτής της παράκτιας ζώνης, την οποία και συμπεριλαμβάνει. Ιδιαίτερης σημασίας είναι η κρίσιμη ζώνη και η δυναμική. Σύμφωνα με το Σχέδιο για το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τον παράκτιο χώρο και τα νησιά και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων του, (2009), το οποίο όμως δεν νομοθετήθηκε ποτέ, ορίζονται οι έννοιες του παράκτιου χώρου, με θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα, ο οποίος διακρίνεται σε τρεις ζώνες, την κρίσιμη, την δυναμική και την υπόλοιπη παράκτια ζώνη, κάθε μία αποτελούμενη από θαλάσσιο και χερσαίο τμήμα.

Στο « Εθνικό Πρόγραμμα για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη Ελληνικών Ακτών και Νήσων», (ΥΠΕΧΩΔΕ 1997), η παράκτια ζώνη επεκτείνεται προς την πλευρά της θάλασσας από την ακτογραμμή και έως την ισοβαθή των 50m, με ελάχιστο πλάτος τα 200m, ενώ προς την πλευρά της στεριάς, το πλάτος προτείνεται βάσει των ορίων των ΟΤΑ και έως 5000m από την ακτογραμμή, εκτός ειδικών περιπτώσεων. Χρησιμοποιείται η διάκριση τριών ζωνών για το χερσαίο τμήμα, δηλαδή της κρίσιμης ζώνης, πλάτους τουλάχιστον 100m από την ακτογραμμή, της δυναμικής, ελάχιστου πλάτους 200m από την ακτογραμμή και της ζώνης επιρροής, ως το αποτέλεσμα αφαίρεσης των δύο προηγούμενων ζωνών από την παράκτια ζώνη.

Τέλος, κατά το ν. 2971/2001, η παραλία ορίζεται ως «η ζώνη ξηράς που προστίθεται στον αιγιαλό, καθορίζεται δε σε πλάτος μέχρι και πενήντα (50) μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού, προς εξυπηρέτηση της επικοινωνίας της ξηράς με την θάλασσα και αντίστροφα».

Σε κάθε περίπτωση ο ορισμός των εννοιών της παράκτιας ζώνης, της παραλίας και του αιγιαλού είναι διαφορετικός όταν η προσέγγιση είναι νομική/διοικητική, σε σχέση με τον ορισμό που δίνεται από τις διάφορες ειδικότητες επιστημόνων που ασχολούνται με το θέμα.

3.2 Αλληλεπίδραση Φυσικού Περιβάλλοντος και Παράκτιων Έργων

Ως παράκτια τεχνικά έργα θεωρούμε αυτά που κατασκευάζονται κοντά στην ακτή, με σκοπό την προστασία των ακτών από τη δράση των κυματισμών (έργα διευθέτησης και προστασίας ακτών) ή την στάθμευση και φορτοεκφόρτωση πλοίων με ασφάλεια (λιμενικά έργα).

Τα παράκτια τεχνικά έργα προστασίας ακτών διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τεχνικά έργα κάθετα στην ακτή και σε επαφή με αυτήν (βραχίονες), τεχνικά έργα παράλληλα στην ακτή και σε απόσταση από αυτήν (κυματοθραύστες) και παράλληλα έργα πάνω στην ακτή (έργα επένδυσης ακτών, παράκτιοι τοίχοι).

Η σχέση παράκτιου έργου και ακτής είναι σχέση αλληλεπίδρασης, αφού η μεν κατασκευή του έργου προκαλεί τροποποίηση της κατεύθυνσης και έντασης των κυματογενών ρευμάτων και άρα παρεμβάλλεται στις έως τότε διαδικασίες και ρυθμούς στερεομεταφοράς, ο δε παράκτιος χώρος με τη σειρά του, με προσχώσεις και διαβρώσεις, επηρεάζει άμεσα την λειτουργικότητα του έργου.

Συνήθεις περιπτώσεις αλληλεπίδρασης είναι αυτές των ακτών, με τα τεχνικά έργα των προβόλων, των κυματοθραυστών παράλληλα στην ακτή, των λιμενικών έργων και των παράκτιων τοίχων.

3.3 Σημασία Εξέλιξης Ακτογραμμών, Παράκτιας Ζώνης και συναφών Υποδομών

Σε παγκόσμιο επίπεδο οι ακτές και τα παράκτια συστήματα έχουν ιδιαίτερη σπουδαιότητα στον οικονομικό, κοινωνικό, περιβαλλοντικό τομέα.

Στο πεδίο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι παράκτιες περιοχές αποτελούν πόλο έλξης, αφού όλο και περισσότεροι άνθρωποι εποικούν τα παράλια της Υδρογείου.

Στις παράκτιες ζώνες αναπτύσσεται κατά πολύ μεγάλο ποσοστό ο τουρισμός, όπως και δραστηριότητες αναψυχής. Πολλές από τις μεγάλες πόλεις της Γης είναι κτισμένες παραθαλάσσια ή δίπλα σε Δέλτα ποταμών και λιμνοθάλασσες. Μέσω της παράκτιας ζώνης εξυπηρετούνται μετακινήσεις, τόσο ανθρώπων, όσο και αγαθών, αφού λιμάνια και λοιπά έργα είναι κατασκευασμένα σε αυτήν. Πλήθος δραστηριοτήτων, αλιεία, ιχθυοκαλλιέργειες, αλλά και γεωργία και βιομηχανικές δραστηριότητες ασκούνται στις παράκτιες περιοχές, ενώ υπάρχει μεγάλο ποσοστό υποδομών μεταφορών και επικοινωνιών.

Ως προς το φυσικό περιβάλλον, στις παράκτιες περιοχές υπάρχουν υδροβιότοποι, εκβολές ποταμών, παράκτια δάση, αμμόλοφοι κλπ., πολλές δηλαδή περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.

Το μοντέλο ανάπτυξης που ακολουθήθηκε, με την βιομηχανοποίηση, αστικοποίηση και οικονομική μεγέθυνση, επηρέασε και τις παράκτιες περιοχές. Η συγκέντρωση πληθυσμού, οικονομικών δραστηριοτήτων και πολλών και ποικίλων χρήσεων στις παράκτιες ζώνες, οδήγησε σε πίεση τους παράκτιους πόρους. Η συνήθως χωρίς προγραμματισμό αύξηση του πληθυσμού και των τουριστών, η οικιστική επέκταση χωρίς υποδομές, η απαίτηση αύξησης δραστηριοτήτων και υποδομών στον παράκτιο χώρο, προκειμένου να καλυφθούν οι διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες, δημιούργησαν συγκρούσεις στη διαχείριση των φυσικών πόρων και την κατανομή των χρήσεων γης. Σε πολλές περιπτώσεις προκλήθηκε ρύπανση, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα παρατηρούνται αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας, υπερεκμετάλλευση φυσικών πόρων, διοχέτευση λυμάτων στη θάλασσα. Προφανώς η

πίεση των παράκτιων περιοχών οξύνεται ακόμη περισσότερο από την κλιματική αλλαγή, λόγω των επιπτώσεων που αυτή επιφέρει (διάβρωση, απώλεια εδαφών κλπ.).

Υπολογίζεται ότι πάνω από ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι κατοικούν σε ζώνη έως 100 χιλιομέτρων από κάποια ακτή, από τους οποίους τα 800 εκατομμύρια ζουν σε υψόμετρο έως και δέκα μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας.

Σε επίπεδο *Ευρωπαϊκής Ένωσης* η ακτογραμμή έχει μήκος περίπου 100.000km, οι παράκτιες περιοχές καλύπτουν 2.000.000km², με πληθυσμό 70.000.000 κατοίκων το 2001, ενώ σε ζώνη 50km από τη θάλασσα ζει ο μισός πληθυσμός της Ε.Ε. και βρίσκεται το 50% των οικολογικά ευαίσθητων περιοχών.

Η συνολική αξία των περιουσιακών στοιχείων που βρίσκεται σε ζώνη 500m από την ακτογραμμή, υπολογίζεται για το 2010 σε 500-1000 δις ευρώ, βάσει στοιχείων του **EuroSION 2004**.

Η Ελλάδα έχει πολύ μεγάλο μήκος ακτογραμμών, περίπου 16300km, διαθέτοντας την 4^η μακρύτερη ακτογραμμή στην Ε.Ε., μετά την Φινλανδία, την Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, με μήκος το οποίο αντιστοιχεί στο 1/3 της περιφέρειας του πλανήτη.

Ειδικά για την Ελλάδα, η παράκτια ζώνη αποτελεί εξαιρετικής σπουδαιότητας φυσικό πόρο, συμπέρασμα το οποίο προκύπτει από τα αμέσως κατωτέρω αναφερόμενα στοιχεία: (*6th national communication to the UNFCCC, 2014*).

1. 33% του πληθυσμού κατοικεί σε παράκτιες περιοχές, απόσταση 1-2km από την ακτή και 85% σε περιοχές απόστασης έως 50km από την ακτή. Στην παράκτια ζώνη βρίσκονται επίσης κτισμένα τα μεγαλύτερα αστικά κέντρα (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο, Καβάλα, Βόλος).
2. 90% του τουρισμού και των δραστηριοτήτων αναψυχής, 80% των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, 35% της αγροτικής γης, η συνολική παραγωγή αλιείας, ο συνολικός στόλος στον τομέα αλιείας (20% του συνολικού στόλου των 25 χωρών της Ε.Ε.) και στον τομέα υδατοκαλλιέργειας (αποτελεί το 10% των 25 χωρών της Ε.Ε.), καθώς και η λειτουργία 20 λιμανιών, ασκούνται στην παράκτια ζώνη.
3. Ο παράκτιος τουρισμός συνεισφέρει 15-18% του ΑΕΠ.
4. Στην παράκτια ζώνη υπάρχουν οικότοποι στους οποίους βρίσκουμε πάνω από 6000 διαφορετικά είδη χλωρίδας, 670 είδη σπονδυλωτών και 436 είδη ορνιθοπανίδας. Πολλές περιοχές Natura 2000 βρίσκονται επίσης στην παράκτια ζώνη.
5. Αρχαιολογικοί χώροι, ιστορικά μνημεία και νεότεροι οικισμοί έχουν ανακαλυφθεί στην παράκτια ζώνη.

6. Στην εξεταζόμενη ζώνη έχουν κατασκευαστεί πολλές από τις υποδομές και τα δίκτυα μεταφορών.

Ειδική περίπτωση αποτελεί ο νησιωτικός χώρος, λόγω του μεγάλου πλήθους των νησιών, αλλά και της μεγάλης εκτιμώμενης τρωτότητας. Η ανάπτυξη των νησιών, συνυφασμένη με τη συγκέντρωση του πληθυσμού, των υποδομών και της οικονομικής δραστηριότητας στην παράκτια ζώνη τους, δημιουργεί ήδη ασφυκτικό περιβάλλον. Σε αυτό προστίθενται οι κίνδυνοι από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, από την άνοδο δηλ. της στάθμης θάλασσας και από την αύξηση ακραίων καιρικών φαινομένων, με σημαντικότερο κίνδυνο αυτό της απώλειας παράκτιας γης και υποχώρησης της ακτογραμμής.

4 Κλιματική Αλλαγή και Παράκτια Ζώνη

4.1 Επιπτώσεις στο Θαλάσσιο Περιβάλλον

Στοιχεία τα οποία λαμβάνονται υπόψη τόσο στο σχεδιασμό νέων έργων, όσο και στον επανασχεδιασμό και στην πιθανή αναβάθμιση υφιστάμενων παράκτιων έργων και τα οποία έχουν άμεση σχέση με την κλιματική αλλαγή είναι:

1. Η άνοδος της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (ΜΣΘ). Οι κλιματικές συνιστώσες του ρυθμού μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης είναι:
 - Τήξη πάγων Γροιλανδίας και Ανταρκτικής.
 - Τήξη πάγων ξηράς.
 - Θερμική διαστολή θαλάσσιου νερού.

Σύμφωνα με την IPCC, 2014 η συμβολή της συνιστώσας της θερμικής διαστολής τετραπλασιάζεται, ενώ διπλασιάζεται η συμμετοχή από την τήξη των πάγων, στοιχεία που αποδεικνύουν την μεγάλη επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Σύμφωνα με την ημιεμπειρική σχέση του Rahmstorf, 2007, μεταξύ της αύξησης της τιμής της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και της θαλάσσιας στάθμης, προκύπτει ότι για κάθε 1οC αντιστοιχεί άνοδος της θαλάσσιας στάθμης της τάξεως των 10–30cm.

Βεβαίως, η άνοδος της στάθμης, σε γενικό επίπεδο, εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως η τεκτονική ανύψωση στάθμης και η μεταβολή της στερεοπαροχής.

2. Η μετεωρολογική παλίρροια, δηλαδή η μεταβολή που προκαλείται στη Μέση Στάθμη Θάλασσας (ΜΣΘ) υπό την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης και των ανέμων.
3. Το σημαντικό ύψος κύματος HS, που αντιπροσωπεύει την μέση τιμή του ανωτέρου 33% των υψών κύματος, δηλ. απόστασης κοιλίας - κορυφής.

4.2 Επιπτώσεις στις Ακτογραμμές

Όπως αναφέρθηκε, οι παράκτιες περιοχές αποτελούν ένα σύνθετο και πολύπλοκο φυσικό σύστημα, το οποίο πιέζεται σε μεγάλο βαθμό από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και στο οποίο οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας θα είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Οι βασικές επιπτώσεις που επιφέρει η κλιματική αλλαγή στην παράκτια ζώνη είναι:

1. Οι παράκτιες πλημμύρες και καταιγίδες. Το *Working Group II, 2007 της IPCC* εκτιμά ότι πιθανά πάνω από 100 εκατομμύρια άνθρωποι θα αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις παράκτιας καταιγίδας ή πλημμύρας κάθε χρόνο από το 2080 και μετά.
2. Η οπισθοχώρηση ή η κατάδυση των ακτογραμμών. Το *WGII, (2007)* προβλέπει συνολική απώλεια των παράκτιων περιοχών κατά 33%, με μεγαλύτερες επιπτώσεις στις ακτές Αμερικής, Μεσογείου, στον Ατλαντικό και τον κόλπο του Μεξικού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει, παρά την αβεβαιότητα που ενέχει, ο νόμος του *Brunn*, σύμφωνα με τον οποίο, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά «χ» εκατοστά επιφέρει οπισθοχώρηση της ακτής κατά «χ» μέτρα.
3. Η συρρίκνωση παράκτιων υγροβιότοπων.
4. Η υφαλμύρωση παράκτιων υδροφορέων και η εισχώρηση θαλάσσιων υδάτων σε εκβολές ποταμών. Η αύξηση της αλατότητας που παρατηρείται στους υπόγειους υδροφορείς, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, επιφέρει αρνητικές συνέπειες, αφού καθιστά το νερό ακατάλληλο για χρήση στους τομείς ύδρευσης, άρδευσης και οικοδομικής βιομηχανίας.
5. Η παράκτια διάβρωση.
6. Τα πλημμυρικά φαινόμενα. Εκτιμάται ότι θα απειληθούν οι παράκτιοι οικισμοί, οι ιχθυοκαλλιέργειες και οι τουριστικές καθώς επίσης και οι λιμενικές υποδομές. Ιδιαίτερα αναφέρεται ο κίνδυνος επέκτασης μιας νέου τύπου μετανάστευσης, οφειλόμενης στην κλιματική αλλαγή.
7. Η αστοχία των τεχνικών παράκτιων έργων, αφού λόγω ανόδου της στάθμης θάλασσας και αύξησης ακραίων φαινομένων, δεν ικανοποιούνται βασικοί έλεγχοι του παράκτιου τεχνικού έργου, όπως:
 - Ευστάθειας των ογκόλιθων θωράκισης.
 - Υπερπήδησης των κυμάτων, με αύξηση του κινδύνου πλημμύρας/διάβρωσης.
 - Ευστάθειας ογκόλιθων του πόδα του κυματοθραύστη.

Ειδικά τα φαινόμενα της παράκτιας διάβρωσης και της παράκτιας πλημμύρας, ως ιδιαίτερης σπουδαιότητας, περιγράφονται αμέσως παρακάτω.

4.3 Παράκτια Διάβρωση

Η διάβρωση ορίζεται γενικά ως η φυσική κίνηση των ιζημάτων της ακτογραμμής μέσω κυμάτων και ρευμάτων και η υπεράκτια μεταφορά τους. Η διάβρωση των ακτών οφείλεται τόσο σε φυσικούς, όσο και σε ανθρωπογενείς παράγοντες.

Στους φυσικούς παράγοντες ανήκουν τα κύματα, ο άνεμος, οι παλίρροιες, τα ρεύματα κοντά στις ακτές, οι θύελλες, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι κατακόρυφες μετακινήσεις εδάφους (συμπύκνωση).

Στους ανθρωπογενείς παράγοντες ανήκουν τα άστοχα σκληρά μέτρα προστασίας των ακτών, τα εγγειοβελτιωτικά έργα σε παλιρροιακές λεκάνες και κόλπους, τα έργα διευθέτησης των ποταμών, δηλαδή παράγοντες που προκαλούν μείωση του όγκου ιζημάτων που θα κατέληγαν στην ακτή, καθώς επίσης και η οικιστική δόμηση, οι βυθοκορήσεις, οι ποτάμιες/παραλιακές αμμοληψίες, η εξόρυξη φυσικού αερίου, η υπεράντληση υπόγειων νερών, η ενέργεια των κυμάτων από μεγάλα ταχύπλοα. Ιδιαίτερα αναφέρεται η επίδραση της κατασκευής φραγμάτων ανάντη των ακτών που δεν επιτρέπει την απόθεση ποτάμιων ιζημάτων σε αυτές.

Τα φαινόμενα της διάβρωσης εμφανίζονται εντονότερα τα τελευταία χρόνια, λόγω της κλιματικής αλλαγής και της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως ήδη αναφέρθηκε.

Κυριότερες αιτίες διάβρωσης οφειλόμενες στην κλιματική αλλαγή είναι: η μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης και έντασης των ανέμων, η δράση κυματισμών μεγάλου ύψους, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, οι μεταβολές στην ένταση και συχνότητα των βροχοπτώσεων και βέβαια ο συνδυασμός των παραπάνω αιτιών.

Κίνδυνος διάβρωσης λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας εμφανίζεται μεγαλύτερος στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και ήπια κλίση εδαφών και στις δελταϊκές περιοχές. Τα αργιλικά μαλακά εδάφη παρουσιάζουν υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης, σε αντίθεση με τις βραχώδεις ακτές. Επιπλέον, διάβρωση μπορεί να προκύψει και από τον περιορισμό της ποσότητας των ιζημάτων προς τις ακτές, λόγω μείωσης των βροχοπτώσεων και επομένως της ροής και της μεταφοράς ιζημάτων από τους ποταμούς.

Οι επιπτώσεις της διάβρωσης αναφέρονται στα εξής θέματα:

1. Στην μείωση του πλάτους της παράκτιας ζώνης, με άμεσα κύρια αποτελέσματα την μείωση της δυνατότητας της παράκτιας ζώνης να παρέχει προστασία στην ενδοχώρα, άρα αύξηση του πλημμυρικού κινδύνου και μείωση της διατιθέμενης για τουριστική αξιοποίηση και σχετικές δραστηριότητες γης.
2. Στην υπονόμηση των παράκτιων έργων προστασίας
3. Στην μείωση της καλλιεργήσιμης γης, λόγω υφαλμύρωσης.
4. Στην μείωση των παραθαλάσσιων οικοσυστημάτων.
5. Στην απειλή υποδομών, κοινωφελών δικτύων και κτιρίων.

4.4 Πλημμύρες

Ο γενικός ορισμός του όρου πλημμύρα δίνεται στο άρθρο 2 της Ε.Ο. 2007/60/ΕΚ «Αξιολόγηση και Διαχείριση κινδύνων πλημμύρας» και έχει ως εξής: «πλημμύρα: η προσωρινή κάλυψη από νερό εδάφους το οποίο, υπό φυσιολογικές συνθήκες, δεν καλύπτεται από νερό. Αυτό περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους, εφήμερα ρεύματα της Μεσογείου και πλημμύρες από τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές, δύναται δε να εξαιρεί πλημμύρες από συστήματα αποχέτευσης». Κατ' αναλογία, η παράκτια πλημμύρα είναι η προσωρινή κάλυψη από νερό θαλάσσης ενός τμήματος γης, το οποίο υπό κανονικές συνθήκες δεν καλύπτεται από νερό.

Η Οδηγία ενσωματώθηκε στο Εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ Η.Π.31822/1542/Ε103 (ΦΕΚ Β 1108/21.07.2010) και την τροποποίηση αυτής ΚΥΑ 1777792/924/207 (ΦΕΚ2140 Β'), στην οποία δίνεται με ελαφρά διαφοροποίηση ο ορισμός της πλημμύρας ως η προσωρινή κατάκλιση του εδάφους από νερό το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες, δεν είναι καλυμμένο με νερό. Αυτή περιλαμβάνει πλημμύρες από ποτάμια, ορεινούς χειμάρρους και υδατορεύματα εφήμερης ροής, υπερχειλίσεις λιμνών και πλημμύρες από υπόγεια ύδατα και τη θάλασσα σε παράκτιες περιοχές. Ακόμη περιλαμβάνει πλημμύρες από καταστροφές μεγάλων υδραυλικών έργων, όπως θραύσεις αναχωμάτων και φραγμάτων.

Ιδιαίτερα σημαντικός για την διαχείριση του φαινομένου της πλημμύρας είναι ο καθορισμός του κινδύνου πλημμύρας που ορίζεται ταυτόσημα στην Ε.Ο. 2007/60/ΕΚ, αρθ.2 και στην παραπάνω ΚΥΑ, ως «ο συνδυασμός της πιθανότητας να λάβει χώρα πλημμύρα και των δυνητικών αρνητικών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες, που συνδέονται μ' αυτή την πλημμύρα».

Επιπρόσθετα στην ΚΥΑ ορίζεται και επιπλέον μέγεθος, η επικινδυνότητα πλημμύρας, ως η δυνατότητα εμφάνισης πλημμύρας σε συγκεκριμένο χώρο (ποσοτικοποιημένη μέσω του βάθους νερού, της ταχύτητας ροής ή άλλου χαρακτηριστικού υδρολογικού ή υδραυλικού μεγέθους) που αντιστοιχεί σε δεδομένη πιθανότητα υπέρβασης.

Παρότι οι παράκτιες πλημμύρες αποτελούν φυσικό γεγονός, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση τόσο στη συχνότητα των πλημμυρών, όσο και στην έντασή τους. Κύριο λόγο αποτελεί η κλιματική αλλαγή, με συνακόλουθα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την αύξηση των φαινομένων κυμάτων καταιγίδας και μετεωρολογικής παλίρροιας, αλλά και η ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως η κατασκευή έργων προστασίας ακτών και η εξόρυξη νερού στην παράκτια ζώνη.

Είναι φανερό ότι οι συνέπειες της πλημμύρας είναι ιδιαίτερα σημαντικές, αφού τίθενται σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές, υποδομές μεταφορών και δικτύων, εγκαταστάσεις άσκησης οικονομικών δραστηριοτήτων, ενώ επέρχονται αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα του τουρισμού και στο περιβάλλον.

Πίνακας 5: Οι μεγαλύτερες πλημμύρες παγκοσμίως το διάστημα 1990-2016 με βάση τις απώλειες σε ανθρώπινες ζωές (πηγή: www.emdat.be)

Ημερομηνία	Χώρα	Αριθμός θανάτων
15/12/1999	Βενεζουέλα	30.000
12/6/2013	Ινδία	6.054
1/7/1998	Κίνα	3.656
30/6/1996	Κίνα	2.775
23/5/2004	Αιτή	2.665
19/10/1997	Σομαλία	2.311
05/1994	Ινδία	2.001
28/7/2010	Πακιστάν	1.985
08/1998	Ινδία	1.811
1/6/1991	Κίνα	1.729

Πίνακας 6: Οι μεγαλύτερες πλημμύρες παγκοσμίως το διάστημα 1990-2016 με βάση τις συνολικές οικονομικές απώλειες (πηγή: www.emdat.be)

Ημερομηνία	Χώρα	Συνολική οικονομική ζημιά ('000 US\$)
5/8/2011	Βενεζουέλα	40.000.000
1/7/1998	Κίνα	30.000.000
29/5/2010	Κίνα	18.000.000
09/2014	Ινδία	16.000.000
1/8/1995	Νότια Κορέα	15.000.000
28/5/2013	Γερμανία	12.900.000
30/6/1996	Κίνα	12.600.000
24/6/1993	ΗΠΑ	12.000.000
11/8/2002	Γερμανία	11.600.000
9/6/2008	ΗΠΑ	10.000.000

5 Εκτίμηση Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στην Ελληνική Παράκτια Ζώνη

5.1 Βασικοί Παράμετροι Εκτιμήσεων

Βασικό στοιχείο με βάση το οποίο εκτιμούμε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες περιοχές, αποτελεί ο προσδιορισμός της μεταβλητότητας της ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας. Παράμετροι της μεταβλητότητας, οφειλόμενοι σε κλιματικές αλλαγές είναι:

- Η στερική επίδραση, δηλαδή η μεταβολή όγκου λόγω διαστολής ή συστολής, που οφείλεται στη μεταβολή θερμοκρασίας και αλατότητας.
- Η προσθήκη μάζας από βροχόπτωση, ποτάμιες εκροές κλπ.
- Η αφαίρεση μάζας, οφειλόμενη σε λόγους όπως εξάτμιση, δημιουργία φραγμάτων κλπ.
- Οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης, παράγοντας που όμως συμβάλλει σε μικρό ποσοστό.

Επιπλέον μεγέθη των οποίων εξετάζεται η μεταβολή λόγω της κλιματικής αλλαγής, λόγω σχετικότητας με την παρούσα εργασία, είναι οι ακραίες κατανομές των κυμάτων και της μετεωρολογικής παλίρροιας. Η ανάλυση και προσομοίωση των ακραίων τιμών των θαλάσσιων μεταβλητών αποτελεί ένα σύγχρονο πεδίο έρευνας.

Ιδιαίτερα τονίζεται, ότι οι μεταβολές των παραπάνω μεγεθών (άνοδος στάθμης θάλασσας, μετεωρολογική παλίρροια, ακραίο ύψος κύματος) δεν παρουσιάζουν ομοιόμορφη κατανομή σε παγκόσμιο επίπεδο. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντική η εκτίμηση των τοπικών διαφοροποιήσεων στις κλιματικές προβλέψεις ή η ύπαρξη κυματικών δεδομένων από αξιόπιστες πηγές, ώστε να αποτελέσουν στοιχεία χρήσιμα, είτε για την εκτίμηση φυσικών επιπτώσεων, είτε για τον σχεδιασμό νέων ή την αναβάθμιση υπαρχόντων παράκτιων έργων. Επιπρόσθετα, είναι δεδομένο, ότι ακόμα και στην περίπτωση που η παγκόσμια κοινότητα αποφασίσει και ακολουθήσει πολιτικές μετριασμού και με τον τρόπο αυτό σταθεροποιηθεί το παγκόσμιο κλίμα, θα εξακολουθούν να παραμένουν για αιώνες οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή, τόσο η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, όσο και τα συνακόλουθα της φαινόμενα παράκτιας διάβρωσης και θυελλογενών παλιρροιών.

Στη συνέχεια αναφέρονται οι μεταβολές κλιματικών παραμέτρων και οι προβλέψεις για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, κυματικές και φυσικές, όπως υπολογίστηκαν και διατυπώθηκαν από διάφορες πηγές, για τον Ελλαδικό χώρο.

5.2 Εκτιμήσεις μεταβολής κλίματος στον Ελλαδικό Χώρο και στις Ελληνικές Θάλασσες

Για τις μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων έχουν γίνει πολλές έρευνες και μελέτες, αφού είναι οι πρώτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που έγιναν άμεσα αντιληπτές στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Άνοδος της θερμοκρασίας, ακραία καιρικά φαινόμενα, μείωση βροχόπτωσης, είναι η πραγματικότητα που βίωσε η παγκόσμια κοινότητα. Η έρευνα αφορά τόσο τον προσδιορισμό των συν τελεσθεισών αλλαγών τα τελευταία χρόνια, όσο και την πρόβλεψη-εκτίμηση των μελλοντικών συνθηκών. Για τον ελλαδικό χώρο, μέσα από το πλήθος των ερευνητικών εργασιών, επιλέγεται να παρουσιαστούν στοιχεία από ολοκληρωμένες μελέτες για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη χώρα.

Από την μελέτη της *EMEKA (2011)* δίνονται καταρχήν στοιχεία που αφορούν την εξελισσόμενη κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα οποία:

1. Παρουσιάζεται τάση μείωσης των ετήσιων τιμών της βροχής στον 20ο αι. σε ποσοστό 20% για την Δυτική Ελλάδα και 10% για την Ανατολική Ελλάδα.
2. Ο δείκτης καύσωνα αυξήθηκε σε όλη τη χώρα το διάστημα 1958-2000, ενώ μείωση παρατηρείται στην συχνότητα των ψυχρών νυκτών του καλοκαιριού και του χειμώνα.
3. Για την Αθήνα, η περίοδος 2001-2010 είναι η θερμότερη δεκαετία που καταγράφηκε ποτέ από το Εθνικό Αστεροσκοπείο, σε σχέση με τις ετήσιες μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασίες και ταυτόχρονα παρουσιάζεται αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Η μελέτη χρησιμοποιεί τα σενάρια εκπομπών A2, A1B, B2 και B1 και η σύγκριση γίνεται σε σχέση με το διάστημα 1961-1990.

Μελετήθηκαν η μέση θερμοκρασία αέρα, η βροχόπτωση, η σχετική υγρασία, το κλάσμα νεφελοκάλυψης, η ταχύτητα ανέμου στα 10m από την επιφάνεια και η εισερχόμενη ολική μικρού μήκους ακτινοβολία στην επιφάνεια.

Η μέση θερμοκρασία, για το σενάριο A2, εκτιμάται ότι θα είναι στη δεκαετία 2091-2100 υψηλότερη κατά 3,9°C το χειμώνα και την άνοιξη, κατά 5,4°C το καλοκαίρι, κατά 4,7°C το φθινόπωρο και κατά 4,5°C το σύνολο του έτους. Για την περίπτωση του ηπιότερου σεναρίου A1B, εκτιμάται μέση ετήσια θερμοκρασία υψηλότερη κατά 1,5°C για το διάστημα 2021- 2050, ενώ για την δεκαετία 2091-2100, η εκτίμηση δίνει μέση θερμοκρασία υψηλότερη της περιόδου αναφοράς κατά 3,2°C το χειμώνα, κατά 4,2°C το καλοκαίρι και κατά 3,5°C για την άνοιξη, το φθινόπωρο και το σύνολο του έτους. Για το B2 σενάριο προβλέπεται άνοδος της μέσης θερμοκρασίας στο τέλος του 21ου αιώνα κατά 1,3°C χαμηλότερη αυτής του σεναρίου A2. Για το B1 σενάριο, η μέση θερμοκρασία για τον ελλαδικό χώρο στη δεκαετία 2091-2100 εκτιμάται υψηλότερη από την αντίστοιχη

της περιόδου αναφοράς, κατά 2°C το χειμώνα, 2,2°C την άνοιξη, 3°C το καλοκαίρι και 2,4°C το φθινόπωρο και το σύνολο του έτους. Επομένως σε κάθε σενάριο παρατηρείται ανοδική τάση της θερμοκρασίας στη διάρκεια του 21ου αιώνα.

Σε σχέση με τη βροχόπτωση υπολογίζεται μείωση του ύψους του νετού που κατακρημνίζεται κατά τη διάρκεια του έτους, στο διάστημα 2071-2100, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς, κατά 17% συνολικά για το σενάριο A2, κατά 19% στο σενάριο A1B, ενώ για το σενάριο B2 η μείωση θα είναι μικρότερη, περίπου 5%.

Η σχετική υγρασία, ως μέση ετήσια τιμή, θα παρουσιάσει μείωση για κάθε εξεταζόμενο σενάριο, με μεγαλύτερη μείωση αυτήν για το σενάριο A2 (4,5% για την περίοδο 2091-2100, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς), ενώ για το σενάριο B2 το ποσοστό είναι 1%. Η ελάττωση της σχετικής υγρασίας εκτιμάται εντονότερη στα ηπειρωτικά, κυρίως το καλοκαίρι, ενώ παραμένει αμετάβλητη στη νησιωτική χώρα.

Ομοίως ως άνω υπολογίζονται και οι μεταβολές νεφοκάλυψης, εκτιμάται δηλαδή μείωση μεταξύ 8% για το σενάριο B2 και 16% για το σενάριο A2. Αντίθετα αναμένεται μικρή αύξηση στην εισερχόμενη ακτινοβολία μικρού μήκους που φτάνει στην επιφάνεια. Τέλος ως προς την ταχύτητα ανέμου δεν αναμένεται γενικά μεταβολή στη μέση ετήσια τιμή, παρά μόνο προς το τέλος του αιώνα σε συγκεκριμένες περιοχές, σε εποχική και ετήσια βάση.

Η μελέτη των σεναρίων, σχετικά με τον αριθμό ημερών στα ηπειρωτικά, για τις οποίες προβλέπεται θερμοκρασία άνω των 35°C, για το διάστημα 2071-2100, έδειξε αριθμό κατά 35- 40 μεγαλύτερο από τον παρόντα, το οποίο εκτιμάται και για το ενδιάμεσο σενάριο A1B ενώ ο αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία άνω των 20°C αυξάνεται κατά 50 ημέρες. Ταυτόχρονα μειώνεται σε μεγάλο βαθμό, ο αριθμός ημερών με νυκτερινό παγετό, κύρια στη Β. Ελλάδα, όπου η μείωση αναμένεται έως και κατά 40 ημέρες.

Η μελέτη περιλαμβάνει, πέραν των ανωτέρω, πλήθος δεικτών και μάλιστα ξεχωριστά για κάθε μία από τις 13 κλιματικές περιοχές, στις οποίες χωρίστηκε η Ελλάδα, όπως διάρκεια ξηρής περιόδου, αριθμός παγετών, βλαστητική περίοδος, ανάγκες για ισχυρή ψύξη, για ισχυρή θέρμανση, ακραίος κίνδυνος πυρκαγιάς, έντονη δυσφορία (οι δείκτες εκφράζονται σε ημέρες). Τονίζεται ότι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι πιθανό να είναι μεγαλύτερες λόγω των μεταβολών στη συχνότητα και ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων και όχι λόγω της μακροχρόνιας αλλαγής στο μέσο κλίμα. Οι κυριότερες εκτιμήσεις ως προς τα ακραία φαινόμενα είναι:

- Πιο συχνοί και με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση καύσωνες
- Αύξηση καλοκαιρινής ξηρασίας και επιμήκυνση των περιόδων ξηρασίας.

- 3. Πιο συχνές υψηλής έντασης βροχοπτώσεις, επομένως συχνότερες πλημμύρες αστικών περιοχών.

Είναι προφανές ότι οι αλλαγές των κλιματικών παραμέτρων έχουν επιπτώσεις σε πολλούς τομείς, οι οποίοι και εξετάζονται αναλυτικά και πολύπλευρα στην έκθεση της ΤτΕ (ΕΜΕΚΑ, 2011), μεταξύ των οποίων και οι επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης θάλασσας.

Η μελέτη της ΕΜΕΚΑ (2011) αποτελεί βάση και για την Εθνική Στρατηγική για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΕΣΠΚΑ, 2016), η οποία αποδέχεται τα στοιχεία της, τα οποία και παραθέτει σε παράρτημα, καταλήγοντας στις εξής εκτιμήσεις για τα μελλοντικά κλιματικά μεγέθη :

1. Αύξηση μέσης θερμοκρασίας έως και 4οC για το διάστημα 2091-2100, σε σχέση με το διάστημα αναφοράς 1961-1990
2. Εκτιμώμενη άνοδος της θερμοκρασίας μεγαλύτερη για το καλοκαίρι και το φθινόπωρο και μικρότερη για την άνοιξη και το χειμώνα.
3. Εκτιμώμενη άνοδος θερμοκρασίας μεγαλύτερη στις ηπειρωτικές σε σχέση με τις νησιωτικές περιοχές.

Σύμφωνα με βασικά σημεία της μελέτης : οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανάπτυξη, του Οργανισμού Έρευνας και Ανάλυσης διαΝΕΟσις (2017), οι προβλέψεις για τον Ελλαδικό χώρο είναι οι εξής:

1. Αύξηση της θερμοκρασίας, που για το διάστημα 2046-2065 θα είναι 2,5οC πάνω από το διάστημα αναφοράς 1961-1990.
2. Μείωση κατά μέσο όρο της βροχόπτωσης σε ποσοστό 12% για το διάστημα 2046- 2065, σε σχέση με το 1961-1990, με μεγαλύτερη τη μείωση στις νοτιότερες περιοχές και φυσικά το καλοκαίρι (ποσοστό 30%) σε σχέση με το χειμώνα (ποσοστό 10%).
3. Αύξηση του ελλείμματος της υγρασίας (διαφορά βροχόπτωσης-εξάτμισης σε mm) , με αποτέλεσμα την σταδιακή μετάβαση σε ξηρότερα εδάφη.
4. Αύξηση των θερμών ημερών και του αριθμού συνεχόμενων ξηρών ημερών.

Ειδικά για τις αστικές περιοχές οι εκτιμήσεις έχουν ως εξής:

1. Αύξηση της θερμοκρασίας των αστικών κέντρων, σε σχέση με το διάστημα 1961-1990, κατά 1°C το διάστημα 2015-2045 και κατά 2,5°C το διάστημα 2046-2065.

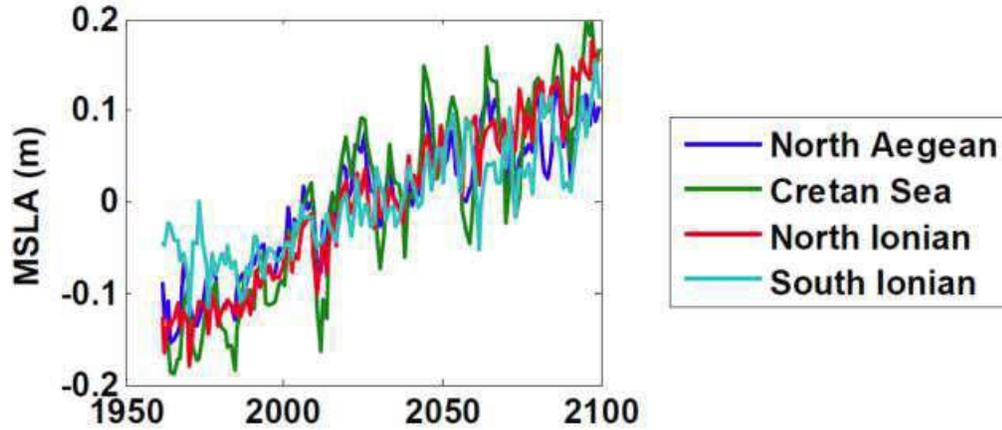
2. Αύξηση των βαθμομερών ψύξης, κατά τις οποίες η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη συγκεκριμένου ορίου και μείωση των βαθμομερών θέρμανσης, με μεγαλύτερη μείωση στη Θεσσαλονίκη, επομένως αύξηση των θερμών ημερών.
3. Μείωση του ύψους βροχής το διάστημα 2015-2045.

Στην μελέτη εξετάζονται οι πόλεις Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Βόλος και Ηράκλειο, ως προς τις αλλαγές σε κλιματικές παραμέτρους, μεταξύ της περιόδου αναφοράς 1961- 1990 και της μελλοντικής περιόδου 2046-2065.

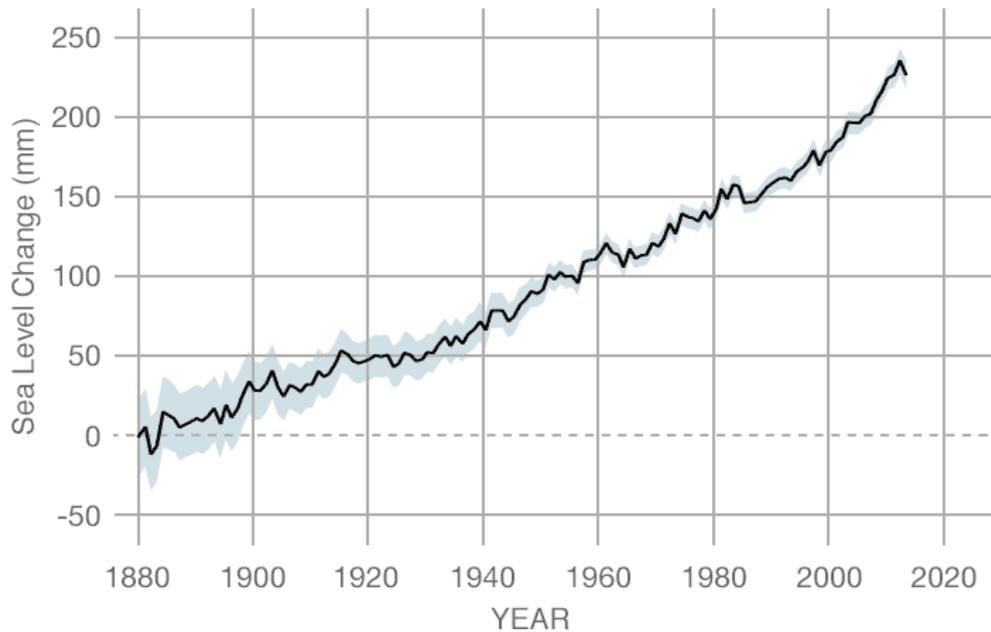
Το μεγαλύτερης κλίμακας ολοκληρωμένο πρόγραμμα που προβαίνει σε εκτιμήσεις της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής στα ατμοσφαιρικά χαρακτηριστικά και στην στάθμη και κυματικό κλίμα των ελληνικών θαλασσών, είναι το πρόγραμμα *ΘΑΛΗΣ CCSEAWAVS*. Εξετάζεται επίσης η τρωτότητα συγκεκριμένων παράκτιων περιοχών σε διάβρωση και πλημμύρα και αντιμετωπίζονται θέματα σχεδιασμού παράκτιων και λιμενικών έργων. Το πρόγραμμα και τα αποτελέσματά του είναι ιδιαίτερα σημαντικά, αφού είναι πλέον δεδομένο επιστημονικά ότι, επειδή η μεταβολή της μέσης στάθμης θάλασσας δεν κατανέμεται ομοιόμορφα στις θάλασσες της υφελίου, οι προβλέψεις θα πρέπει να προσαρμόζονται στην κάθε φορά μελετώμενη περιοχή, στην περίπτωση μας στην κλίμακα των ελληνικών θαλασσών, για τις οποίες ελάχιστες μόνο μελέτες έχουν υπάρξει με παρόμοιο αντικείμενο.

Η εκτίμηση γίνεται με βάση το σενάριο A1B, έχοντας ως περίοδο αναφοράς την 50ετία 1951-2000 και ως μελλοντικές περιόδους, την 50ετία 2001-2050 (1η περίοδος) και την 50ετία 2051-2100 (2η περίοδος). Ο θαλάσσιος χώρος υποδιαιρείται σε τέσσερις περιοχές και συγκεκριμένα του Βορείου Αιγαίου, του Βορείου Ιονίου, του Νοτίου Ιονίου και του Κρητικού πελάγους. Εν συντομία τα βασικά από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, με βάση τα Παραδοτέα του έργου, είναι:

1. Άνεμος: εκτίμηση αύξησης έως 10% της ταχύτητας ανέμου στην περιοχή του Αιγαίου τους μήνες Απρίλιο και Ιούλιο τη δεύτερη μελλοντική περίοδο.
2. Εκτίμηση μεταβολής μέσης στάθμης θάλασσας: εκτιμάται ως το άθροισμα της στερεικής επίδρασης, της δυναμικής τοπογραφίας και του αναστροφικού βαρομέτρου (με δεδομένα της προβλεπόμενης μεταβολής της πίεσης). Με πολύ μικρή τη συμμετοχή της ατμοσφαιρικής πίεσης, η μεταβολή των δύο άλλων παραμέτρων, δείχνει πτωτική τάση της μέσης στάθμης θάλασσας μεταξύ 0-10cm. Θεωρώντας ότι σε μακροπρόθεσμη πρόβλεψη, είναι πιθανό να αποτελεί σημαντικό παράγοντα η μεταβολή της μάζας, προστέθηκε στην πρόβλεψη σταθερή τάση 2,5mm/yr, οπότε ως τελικό αποτέλεσμα, προκύπτει πρόβλεψη ανόδου της στάθμης στα τέλη του 21ου αιώνα που φτάνει τα 20cm.



Γράφημα 1: Αποτελέσματα μοντέλου για την εξέλιξη της μέσης στάθμης θάλασσας, με διόρθωση για προσθήκη μάζας με σταθερό ρυθμό 2,5 mm/yr (Πηγή: Ερευνητικό Πρόγραμμα ΘΑΛΗΣ CCSEAWAVES)



Γράφημα 2: Εξέλιξη Στάθμης θάλασσας, <https://climate.nasa.gov>

3. Για την εκτίμηση των ακραίων τιμών ύψους κύματος και μετεωρολογικής παλίρροιας, με συνεκτίμηση της κλιματικής αλλαγής, έχουμε το Παραδοτέο Π3.2, όπου αντιμετωπίζονται οκτώ περιοχές: Θρακικό Πέλαγος, παράκτιες περιοχές Κατερίνης, Πάργας, Κατακόλου, Χανίων, Λέσβου, Ηρακλείου και Κέρκυρας, για τις οποίες δίνονται συγκεκριμένα αποτελέσματα, τα βασικά σημεία των οποίων είναι: Σημαντικό ύψος κύματος Hs: στο μεγαλύτερο τμήμα των περιοχών του Β. Αιγαίου, οι ακραίες τιμές του Hs, είναι μεγαλύτερες, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 2001- 2050, ενώ για το

διάστημα 2051-2100 παρατηρείται σχετική σταθεροποίηση ή μείωση των ακραίων τιμών, σε σχέση με το μεσοπρόθεσμο μελλοντικό κλίμα. Στο Ν. Αιγαίο, εκτιμάται σταδιακή αύξηση των ακραίων τιμών στις τρεις εξεταζόμενες περιόδους. Τέλος, στο Ιόνιο πέλαγος, εκτιμώνται σε γενικό επίπεδο, σημαντικά μεγαλύτερες των σημερινών ακραίες τιμές του Hs το 2001-2050 και μείωσή τους, ως προς το μεσοπρόθεσμο διάστημα, για το διάστημα 2051-2100, λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις ως προς τις σχετικές μεταβολές που εμφανίζονται στο σημαντικό ύψος κύματος με το χρόνο, στις διάφορες θέσεις που εξετάστηκαν. Αναλυτικά αποτελέσματα δίνονται στο Παραδοτέο 3.2.

4. Εκτίμηση μεταβολών μετεωρολογικής παλίρροιας: στην πλειοψηφία των θέσεων που μελετήθηκαν, παρατηρείται ότι οι ακραίες τιμές της μετεωρολογικής παλίρροιας εμφανίζουν αύξηση για το μεσοπρόθεσμο μελλοντικό κλίμα 2001-2050, σε σχέση με το παρόν κλίμα. Για το διάστημα 2051-2100, η εκτίμηση είναι ότι θα υπάρξει μείωση των ακραίων τιμών μετεωρολογικής παλίρροιας, συγκρινόμενων με αυτές του διαστήματος 2001-2050. Γενικά διαπιστώνεται τάση μείωσης των μετεωρολογικών παλιρροιών, με ενίσχυση της έντασης των ακραίων φαινομένων.

Στην έκθεση EuroSION 2004 δίνονται στοιχεία και χάρτες που αφορούν την παράκτια διάβρωση σε επίπεδο Ευρώπης. Από τον χάρτη που παρουσιάζει την έκθεση στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, επικεντρώνοντας στην περιοχή της Ελλάδας προκύπτει ότι η Ελλάδα δεν θα παρουσιάσει μεγάλη άνοδο της στάθμης θάλασσας.

Η μελέτη της Τράπεζας της Ελλάδος (EMEKA, 2011) υιοθετεί το εύρος ανόδου στάθμης θάλασσας έως το 2099, όπως αναφέρεται στην τέταρτη έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Διάσκευσης για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2007), κατά την οποία, ανάλογα με τα σενάρια εκπομπών (SRES) των αερίων του θερμοκηπίου, η άνοδος κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 0,59m. Πιο δυσμενείς εκτιμήσεις ειδικών επιστημόνων προβλέπουν έως και 2m ανόδου της στάθμης θάλασσας. Τονίζεται επίσης ότι η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας και η επικινδυνότητα που προκύπτει, πλην των παραμέτρων που οφείλονται σε κλιματικές μεταβολές, οφείλεται επίσης στον τεκτονισμό της περιοχής, στην μεταβολή των στερεοπαροχών και στην παράκτια μορφολογία και κλίση.

Σύμφωνα με Τα βασικά σημεία της μελέτης : οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στην Ανάπτυξη, του Οργανισμού Έρευνας και Ανάλυσης διαNEOσις (2017), οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής προβλέπονται πιο ήπιες για την Ελλάδα σε σχέση με άλλες περιοχές της Ευρώπης, ενώ υπολογίζεται ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν θα ξεπεράσει το έτος 2080, τα 0,50m, με

μεγαλύτερη αύξηση στο Κεντρικό και Νότιο Αιγαίο και τις παράκτιες περιοχές νότια της Πελοποννήσου και μικρότερη στην περιοχή του Βορείου.

Από διάφορες βάσεις δεδομένων μας δίνονται στοιχεία απαραίτητα, για την διαμόρφωση γενικής εικόνας της περιοχής, για την δημιουργία μοντέλων και για χρήση στην αξιολόγηση τρωτότητας και εκτίμηση πλημμυρικών φαινομένων (βάση δεδομένων του CORINE-2001, μετρήσεις του συστήματος POSEIDON του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών, για το κυματικό καθεστώς, μετρήσεις από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού για την αστρονομική παλίρροια κλπ).

5.3 Χαρακτηρισμός και Κατηγοριοποίηση Ακτών

Στην έκθεση EuroSION 2004 και επιλέγοντας την περιοχή του χάρτη που αφορά την Ελλάδα έχουμε, από τον σχετικό πίνακα απογραφής των παράκτιων τύπων, τα παρακάτω δεδομένα, ως προς τον χαρακτηρισμό των ακτών της Ελλάδας:

- ❖ 13780 συνολικό μήκος ακτογραμμής σε km
- ❖ 39% της συνολικής ακτογραμμής είναι σκληρός βράχος
- ❖ 11% ακτή με μαλακό πέτρωμα
- ❖ 47% παραλίες και 4% τεχνητή ακτή

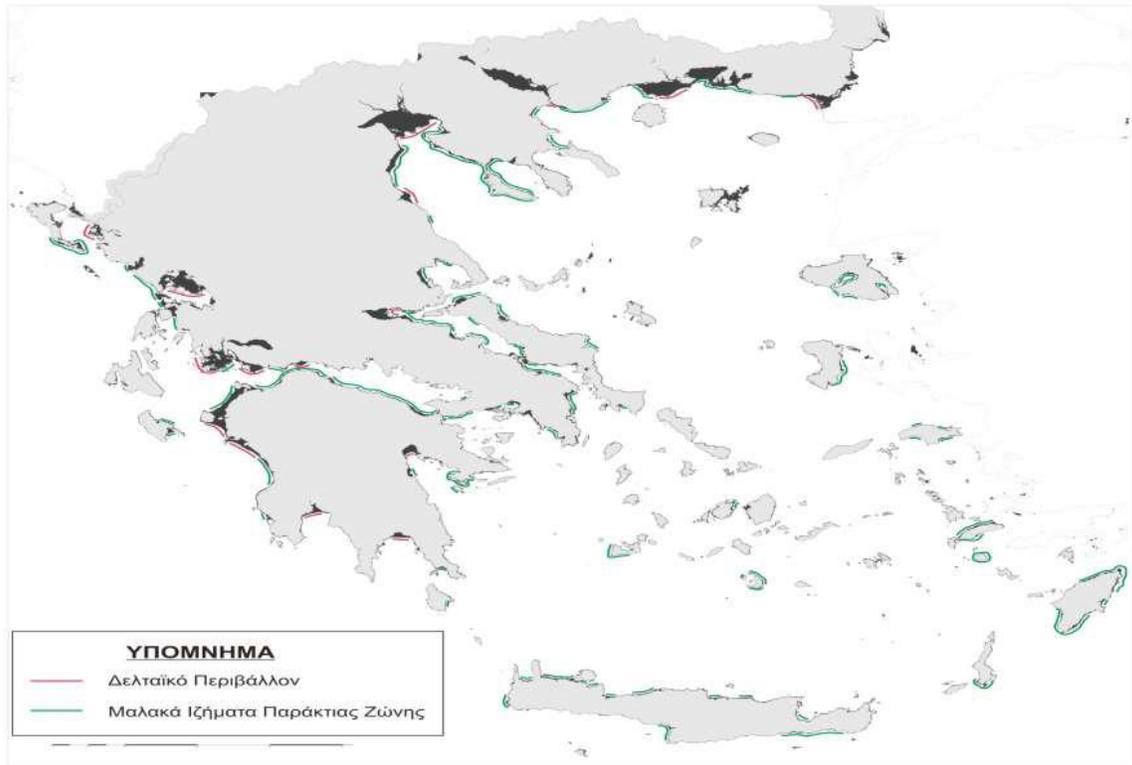
Κατηγοριοποίηση των παράκτιων περιοχών σε τρεις ζώνες, δίνεται από την Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής της Τράπεζας Ελλάδας (2011), συνοδευόμενη από τον αντίστοιχο χάρτη. Οι ζώνες έχουν ως εξής:

1. Δελταϊκές ζώνες, που αφορούν χαλαρά μη συνεκτικά ιζήματα, με μικρό απόλυτο υψόμετρο και μεγάλη τρωτότητα στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας.
2. Ζώνες Νεογενών και τεταρτογενών μαλακών ιζημάτων, που αναφέρονται σε περιοχές μικρού υψομέτρου, με μέτριες αναμενόμενες επιπτώσεις και μέτρια τρωτότητα.
3. Βραχώδεις ζώνες, με πετρώματα χαμηλής τρωτότητας στη διάβρωση και κατάκλυση

Τέλος, το ΕΣΠΚΑ (2016) αποδεχόμενο την γεωμορφολογική ταξινόμηση του EuroSION, κατατάσσει τις ακτές στους εξής βασικούς τύπους με τα αντίστοιχα ποσοστά:

1. Δελταϊκές ακτές, με ποσοστό 6%
2. Ακτές μαλακών ιζημάτων Νεογενούς και Τεταρτογενούς, με ποσοστό 36%

3. Βραχώδεις ακτές και/ή κρημνοί από σκληρό υλικό, με ποσοστό 44%
4. Κρημνοί από κροκαλοπαγή και /ή μαλακούς βραχώδεις σχηματισμούς, με ποσοστό 14%



Εικόνα 4: Παράκτιες ζώνες στην Ελλάδα (Πηγή: ΕΜΕΚΑ (2011))

5.4 Εκτιμήσεις Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής στον Ελληνικό Παράκτιο Χώρο βάσει Ευρωπαϊκών και Ελληνικών Προγραμμάτων

Η Ελλάδα είναι μια ευάλωτη χώρα σε σχέση με την διάβρωση και τα πλημμυρικά φαινόμενα των παράκτιων περιοχών της, γεγονός που κυρίως οφείλεται στην παράκτια γεωμορφολογία, στις παράκτιες κλίσεις, το μέσο ύψος κύματος, την σχετική άνοδο της στάθμης της θάλασσας κλπ. Η κλιματική αλλαγή εκτιμάται ότι θα αυξήσει το ήδη υπάρχον πρόβλημα.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, κατά το πρόγραμμα EuroSION 2004, όπου δίνεται η έκταση της παράκτιας διάβρωσης ανά χώρα, παρουσιάζονται τα παρακάτω δεδομένα σχετικά με την Ελλάδα:

- ❖ Συνολικά μήκος ακτογραμμής: 13780 σε km
- ❖ Διαβρωμένη ακτογραμμή: 3945 σε km
- ❖ Τεχνητά προστατευμένη ακτογραμμή το 2001 : 579 σε km
- ❖ Διαβρωμένη ακτή παρά την προστασία το 2001:156 σε km
- ❖ Συνολική ακτογραμμή υπό την επήρεια παράκτιας διάβρωσης: 4368 σε km

Σε ευρωπαϊκό επίσης επίπεδο, το έργο ESPON CLIMATE 2013 «Για την κλιματική αλλαγή και τις εδαφικές επιπτώσεις στις περιφέρειες και τις τοπικές οικονομίες στην Ευρώπη», μας παρέχει εκτιμήσεις για την τρωτότητα των περιοχών, συγκρίνοντας την περίοδο αναφοράς 1961-1990 με το μελλοντικό διάστημα 2071-2100, για το σενάριο A1B. Επικεντρώνοντας τους χάρτες στην Ελλάδα, διαπιστώνουμε ότι μεγάλες αρνητικές επιπτώσεις παρουσιάζει η Κεντρική Μακεδονία, πλην των νομών Θεσσαλονίκης και Πιερίας που εμφανίζουν μικρές αρνητικές επιπτώσεις, και η Δυτική Πελοπόννησος, ενώ μέτριες αρνητικές επιπτώσεις εκτιμώνται στη Θράκη, Θεσσαλία, Αττική και Ρόδο. Στην περίπτωση που εκτιμάται η συνολική επίπτωση της κλιματικής αλλαγής, χρησιμοποιώντας τους δείκτες φυσικής, κοινωνικής, οικονομικής, περιβαλλοντικής και πολιτιστικής ευαισθησίας, τότε προκύπτουν αρνητικά αποτελέσματα για τις περισσότερες Περιφέρειες, με τους νομούς Θεσσαλονίκης και Κιλκίς από την Κεντρική Μακεδονία, τον νομό Ηλείας από την Δυτική Πελοπόννησο και την Αττική να βρίσκονται στις δυσμενέστερες θέσεις, αμέσως μετά τη Θράκη, Θεσσαλία, Νότια Πελοπόννησο, τα νησιά του Β. Αιγαίου και τη Ρόδο.

Το πρόγραμμα Theseus /καινοτόμες τεχνολογίες για ασφαλέστερες ευρωπαϊκές ακτές σε μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στο πλαίσιο εκτίμησης του παράκτιου κινδύνου και των πολιτικών μετριασμού τους. Συμμετείχαν 31 Ινστιτούτα, μεταξύ των οποίων το ΑΠΘ και το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Κύριο στόχο του προγράμματος αποτελεί η ολοκληρωμένη μεθοδολογία σχεδιασμού στρατηγικών διαχείρισης της παράκτιας διάβρωσης και πλημμύρας, εκτιμώντας τεχνικές, κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους, καθώς επίσης η εκτίμηση και οι στρατηγικές ανταπόκρισης στον κίνδυνο. Ως περιοχές μελέτης επιλέγονται οκτώ περιοχές, κυρίως εκβολές ποταμών, δέλτα και υγράτοποι, για τις οποίες προτείνονται τεχνολογίες παράκτιας προστασίας. Παρότι το πρόγραμμα δεν περιλαμβάνει περιοχή μελέτης του ελληνικού χώρου, κρίνεται σημαντικό, αφού το αντικείμενο που προσεγγίζεται αφορά κάθε περίπτωση, επομένως και κάθε ελληνική ακτή και παράκτιο έργο.

Από την έκθεση της Τράπεζας της Ελλάδας, που παρουσιάζει τα πορίσματα της Επιτροπής Μελέτης Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής (2011) και από το τεύχος «Μεταβολές της στάθμης της θάλασσας και επιπτώσεις στις ακτές», μας δίνονται πλήθος

πληροφοριών σχετικά με τις ακτογραμμές της Ελλάδας, την τρωτότητά τους και την επικινδυνότητα σε κατάκλυση. Η ΕΜΕΚΑ αποτελεί μια πρώτη ολοκληρωμένη μελέτη αυτού του περιεχομένου, η οποία αποτελεί ταυτόχρονα τη βάση αναφοράς τόσο για επόμενες μελέτες-έρευνες, όσο και για την άσκηση πολιτικής. Συγκεκριμένα σημεία τα οποία αφορούν θέματα ενδιαφέροντος της παρούσας, αναφέρονται παρακάτω:

Σημαντικά στοιχεία, σχετικά με τα θέματα του παρόντος Κεφαλαίου αντλούνται και από ερευνητικά προγράμματα, χρηματοδοτούμενα εν μέρει ή όλω από πηγές της Ε.Ε., στα οποία συμμετέχουν κυρίως εκπαιδευτικά Ιδρύματα, αλλά και φορείς της Αυτοδιοίκησης. Ενδεικτικά προγράμματα αναφέρονται στη συνέχεια.

Το πρόγραμμα ERABEACH συγχρηματοδοτήθηκε από τον ΕΟΧ (2009-2014) κατά 85% και από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων κατά το λοιπό 15%. Αφορά την εκτίμηση του κινδύνου διάβρωσης των παραλιών έξι νησιών του Αιγαίου πελάγους και συγκεκριμένα των: Λέσβος, Χίος, Θήρα, Κάλυμνος, Χάλκη και Αγαθονήσι, λόγω της προβλεπόμενης μέσης αύξησης της στάθμης της θάλασσας (μακροχρόνια) και των μεταβολών στο μέγεθος/ συχνότητα των ακραίων επιπέδων θάλασσας (ESL-βραχυχρόνια άνοδος, λόγω συνδυασμένης επίδρασης μετεωρολογικών παλιρροιών και κυματικής ανύψωσης). Η εκτίμηση έγινε υπό διαφορετικά σενάρια αύξησης της στάθμης της θάλασσας, ενώ στη συνέχεια έγιναν μελέτες σε επιλεγμένες παραλίες των νησιών και σχεδιάστηκαν τεχνικές μέθοδοι, αποτελεσματικές ως προς την αντιμετώπιση της διάβρωσης, αλλά και οικονομικά αποδοτικές, σε σχέση με το σενάριο της «μη δράσης».

Από την έρευνα προκύπτει ότι:

1. Το 63% των παραλιών έχουν μέγιστο πλάτος 20m και 68% έχουν άμμο ή χαλίκι.
2. Το 89% των παραλιών του Αιγαίου είναι πιθανό να διαβρωθούν με αύξηση της στάθμης της θάλασσας κατά 0,5m, ενώ στην περίπτωση που η αύξηση είναι 0,82m, είναι πιθανό να πλημμυρίσουν το 77% των παραλιών.
3. Για άνοδο της ΜΣΘ κατά 0,50m, ποσοστό μεταξύ 4-64% των παραλιών θα οπισθοχωρήσουν περισσότερο από το μέγιστο «ξηρό» πλάτος και 18-94% θα κατακλυστούν, ενώ για την περίπτωση ανόδου κατά 1,1m τα ποσοστά είναι αντίστοιχα 36-94% και 59-98%.
4. Για το 2050, με μέση αύξηση της στάθμης θάλασσας στα 0,15m και ESL 0,40m, τουλάχιστον το 20% των νησιωτικών παραλιών θα υποστούν προσωρινή διάβρωση στο μισό του μέγιστου πλάτους τους.
5. Για το 2100, με μέση αύξηση στάθμης θάλασσας στα 0,50m και ESL 0,60m, το 36% όλων των παραλιών θα είναι πλήρως διαβρωμένο.

Στο ερευνητικό έργο THALES-ISLA έργο (2012-2015), μεταξύ των άλλων, γίνεται εκτίμηση της υποχώρησης της παραλίας σε διάφορα σενάρια αύξησης της στάθμης της θάλασσας, αλλά και εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων της διάβρωσης ακτών λόγω των καταιγίδων και της αύξησης της στάθμης θάλασσας και πρόταση μέτρων προστασίας ακτών. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι:

1. Περίπου 20% όλων των παραλιών θα κατακλυστούν στο 50% του πλάτους του μέγιστου πλάτους τους στην περίπτωση κυματικής καταιγίδας 0,60m.
2. Περίπου 90% των παραλιών θα υποχωρήσουν περισσότερο από το 50% του μέγιστου πλάτους τους και 68% θα χαθούν οριστικά, για την περίπτωση ανόδου κατά 1m της στάθμης θάλασσας.

Το σύστημα πρόγνωσης waveforus αποτελεί πιλοτικό σύστημα για την ανάπτυξη και αναμετάδοση ημερησίων προγνώσεων κυματισμών και θαλάσσιας κυκλοφορίας στο Θερμαϊκό κόλπο για δημόσια χρήση και έκτακτες συνθήκες. Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από τη δράση ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011, στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007-2011. Σκοπός του προγράμματος είναι η ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης θαλασσίων παραμέτρων στην περιοχή του Θερμαϊκού (πρόγνωση κύματος, θαλάσσιας κυκλοφορίας και παλίρροιών καταιγίδας). Στην κατεύθυνση αυτή το σύστημα περιλαμβάνει τέσσερα μαθηματικά μοντέλα, μετεωρολογικό, μετεωρολογικής παλίρροιας, κυματικό και κυκλοφορίας και εφαρμόζεται σε τρία πεδία, δηλαδή την Μεσόγειο, το Αιγαίο και το Θερμαϊκό κόλπο. Τα αποτελέσματα δημοσιοποιούνται μέσω διαδικτύου και διαδικτυακών εφαρμογών ΓΠΣ και μεταξύ άλλων είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την διαχείριση της παράκτιας ζώνης. Στην ιστοσελίδα <http://wave4us.web.auth.gr>, παρέχεται η πρόγνωση για τη Μέση Στάθμη Θάλασσας, το σημαντικό ύψος κύματος, τη θερμοκρασία, την αλατότητα και τα θαλάσσια ρεύματα, για το Θερμαϊκό κόλπο και ταυτόχρονα δίνονται προγνώσεις μετεωρολογικής παλίρροιας για το πεδίο της Μεσογείου, προγνώσεις μετεωρολογικής παλίρροιας και προγνώσεις κύματος για το πεδίο του Β. Αιγαίου και προγνώσεις καιρού.

Το έργο «Συνέργεια για την αειφόρο ανάπτυξη και ασφαλή χρήση των ελληνικών τουριστικών παράλιων – BEACHTOUR (κωδικός 11ΣΥΝ_8_1466) υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007- 2013, με φορείς υλοποίησης Εκπαιδευτικά Ιδρύματα. Μεταξύ των δράσεων περιλαμβάνονται η περιβαλλοντική βάση δεδομένων παραλιών, πειράματα σε πιλοτικές παραλίες, ανάπτυξη συστήματος οπτικής παρακολούθησης παραλιών, όργανα καταγραφής περιβαλλοντικών συνθηκών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων, εκτίμηση τρωτότητας παραλιών, ανάπτυξη βέλτιστων πρακτικών στον τομέα περιβαλλοντικής διαχείρισης και προσαρμογής, ολοκλήρωση συστήματος παρακολούθησης παραλίας κλπ.

Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η δημιουργία βάσης γεωγραφικών πληροφοριών, αποτελώντας το πρώτο Παραλιολόγιο στην Ελλάδα. Στόχος είναι η συλλογή και ψηφιοποίηση των πληροφοριών σε ένα σύστημα και η οπτικοποίηση των δεδομένων. Τα δεδομένα που εισάγονται είναι γενικά και στη συνέχεια εισάγονται Περιβαλλοντικά, Ανθρώπινης παρέμβασης και Οικιστικού - Τουριστικού περιεχομένου.

Περιοχές μελέτης είναι ο κόλπος Γέρακα στην Ζάκυνθο και η Παραλία Κατερίνης, για τις οποίες έγιναν εργασίες πεδίου, όπως εγκατάσταση μετεωρολογικού σταθμού και καμερών παρακολούθησης, τοπογραφική αποτύπωση των παραλιών, βυθομετρική αποτύπωση του πυθμένα, μετρήσεις ύψους κύματος κλπ. Με βάση το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα, εκπονήθηκαν εργασίες για συνέδρια και επιστημονικά περιοδικά, με αναφορά στον Ελληνικό παράκτιο χώρο.

6 Ποσοτικός Προσδιορισμός των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής στην Παράκτια Ζώνη και Αντιμετώπιση

6.1 Δείκτης Τρωτότητας CVI

Η δυνατότητα ποσοτικού προσδιορισμού των επιπτώσεων της ανόδου της στάθμης της θάλασσας στην παράκτια ζώνη, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής και η αντίστοιχη κατάταξη των διαφόρων περιοχών της εξεταζόμενης ακτογραμμής, αποτελεί ζήτημα ιδιαίτερα σημαντικό για όσους έχουν την υποχρέωση διοίκησης και άσκησης πολιτικής στη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Κι αυτό, γιατί η ποσοτικοποίηση των κινδύνων είναι απαραίτητη στη διαδικασία της αξιολόγησης και του προγραμματισμού διαχείρισης της παράκτιας ζώνης. Με τον τρόπο αυτό δίνεται προτεραιότητα στις περιοχές εκείνες, οι οποίες εμφανίζεται ότι θα πληγούν περισσότερο και στις οποίες οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα έχουν το μεγαλύτερο κόστος. Το μέγεθος με βάση το οποίο γίνεται η ταξινόμηση των ακτών είναι η τρωτότητα.

Ως τρωτότητα (*vulnerability*), σύμφωνα με την IPCC (2007), ορίζεται «ο βαθμός κατά τον οποίον η κλιματική αλλαγή μπορεί να καταστρέψει ή να βλάψει ένα σύστημα και ο οποίος δεν εξαρτάται μόνο από την ευαισθησία του συστήματος, αλλά και από την ικανότητα του να προσαρμόζεται στις νέες κλιματικές συνθήκες». Η Τράπεζα της Ελλάδας, με την μελέτη της ΕΜΕΚΑ (2011), ορίζει την τρωτότητα ως τον «βαθμό ευαισθησίας και αδυναμίας ενός συστήματος να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένης της μεταβλητότητας και των ακραίων συνθηκών». Η τρωτότητα καθορίζεται από τρεις συνιστώσες, δηλαδή την έκθεση, την ευαισθησία και την προσαρμοστική ικανότητα. Η έκθεση αφορά την φύση, την έκταση και τον βαθμό που ένα σύστημα υποβάλλεται σε κλιματικές διακυμάνσεις. Η ευαισθησία μας δείχνει την πιθανότητα επίδρασης της κλιματικής αλλαγής (άνοδος στάθμης θάλασσας, ακραία φαινόμενα) στο παράκτιο σύστημα. Τέλος, η προσαρμοστική ικανότητα δηλώνει την ταχύτητα επιστροφής του παράκτιου συστήματος στην αρχική του κατάσταση, για αυτό και αποτελεί καθοριστική συνιστώσα.

Χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι υπολογισμού της παράκτιας τρωτότητας, βασιζόμενες σε δείκτες, σε συστήματα λήψης αποφάσεων με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ή σε υπολογιστικά μοντέλα. Τελευταία, χρησιμοποιούνται μέθοδοι με συνδυασμό δεικτών παράκτιας τρωτότητας και ΓΣΠ. Οι δείκτες προκύπτουν από μαθηματικές σχέσεις που λαμβάνουν υπόψη τους σχετικές μεταβλητές και παραμέτρους, ποσοτικοποιώντας με τον τρόπο αυτό την τρωτότητα.

Ευρέως χρησιμοποιούμενος είναι ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας (CVI). Η μέθοδος δίνει ένα μέτρο φυσικής τρωτότητας των ακτών, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και ταυτόχρονα αποτελεί μια σχετικά αντικειμενική διαδικασία για την αξιολόγηση της παράκτιας ζώνης και τον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της

διαχείρισής της. Για τον υπολογισμό του Δείκτη λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι: η γεωμορφολογία της ακτής, η παράκτια κλίση, οι ιστορικές μεταβολές της ακτογραμμής, η σχετική μεταβολή της στάθμης της θάλασσας, το μέσο σημαντικό ύψος κύματος και το μέσο εύρος της παλίρροιας. Ο CVI υπολογίζεται με τη χρήση των τιμών των παραπάνω μεταβλητών και βάσει ποικίλων τύπων που δίνονται από την βιβλιογραφία, όπως ο γεωμετρικός μέσος, ο μέσος όρος του αθροίσματος των τετραγώνων κλπ., με συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο τον τύπο της τετραγωνικής ρίζας του γεωμετρικού μέσου, οπότε

$$CVI(1) = \sqrt{\frac{a*b*c*d*e*f}{6}} \quad (1)$$

όπου a,b,c,d,e,f οι τιμές των μεταβλητών. Οι μεταβλητές κατατάσσονται σε κλίμακα 1-5, με τον αριθμό 5 να δηλώνει τη μεγαλύτερη ευπάθεια και ταξινομούνται σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των Pendleton et al. (2004) και κατά Αλεξανδράκης κα. (2009).

Πίνακας 7: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας (εξίσωση 1) με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με τους Pendleton et al. (2004)

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)
Μορφολογία	Βραχώδεις ακτές, υψηλοί γκρεμοί	Μέσου ύψους κρημνοί	Χαμηλοί αλλουβιακές πεδιάδες	κρημνοί, Ακτές με λιμνοθάλασσες	κροκάλες, Νησιωτικά φράγματα, δέλτα, αμμώδεις ακτές
Μεταβολή ακτογραμμής (m/a)	>2,0	1,0-2,0	-1,0- 1,0	-2,0 - -1,0	<-2,0
Παράκτια κλίση (%)	>1,20	1,20-0,90	0,90-0,60	0,60-0,30	<0,30
Μεταβολή θαλάσσιας στάθμης (mm/a)	<1,8	1,8-2,5	2,5-3,0	3,0-3,4	>3,4
Υψος κύματος (m)	<0,55	0,55-0,85	0,85- 1,05	1,05-1,25	>1,25
Εύρος παλίρροιας (m)	>6,0	4,0-6,0	2,0-4,0	1,0-2,0	<1,0

Κατά την ίδια πηγή, οι τιμές των μεταβλητών ορίζονται και εκτιμώνται με βάση υπάρχουσα συνδυαζόμενη πληροφορία και συγκεκριμένα:

1. Η μορφολογική ταξινόμηση και η μεταβολή ακτογραμμής: από το πρόγραμμα EuroSION (2001)
2. Η εκτίμηση παράκτιας κλίσης: από τη βάση δεδομένων του CORINE-2018
3. Η μεταβολή θαλάσσιας στάθμης: από δημοσιευμένες μελέτες για την περιοχή Αιγαίου

4. Το κυματικό καθεστώς: από μετρήσεις του συστήματος POSEIDON του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών
5. Η αστρονομική παλίρροια: από μετρήσεις από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού (ΥΥΠΝ, 2005)

Κατά την Κεσανίδου (2017) ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας υπολογίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του γεωμετρικού μέσου όρου τριών επί μέρους δεικτών, ως εξής:

- ❖ CVI1: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας βάσει φυσικών παραμέτρων, εκτιμώμενος από τον τύπο 1.
- ❖ CVI2: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας βάσει ανθρωπογενών παραμέτρων, εκτιμώμενος από τη σχέση:

$$CVI(2) = \sqrt{\frac{a*b*c}{3}} \quad (2)$$

όπου a: ύπαρξη τεχνικών έργων μετώπου ακτής, b: ύπαρξη έργων προστασίας ακτής, c: ανεφοδιασμός της ακτής με άμμο.

Πίνακας 8: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας βάση ανθρώπινης επίδρασης με βάση τις 3 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με την Κεσανίδου (2017).

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)
Τεχνικά Έργα Μετώπου Ακτής	Κάλυψη > 75%	Κάλυψη 75%	50%-Κάλυψη 20%-50%	Κάλυψη <20%	Απουσία
Εργα Προστασίας Ακτής	Κάλυψη > 75%	Κάλυψη 75%	50%-Κάλυψη 20%-50%	Κάλυψη <20%	Απουσία
Ανεφοδιασμός Ακτής	Ετήσια	Ανά 3 χρόνια	Ανά 5 χρόνια	Ανά 10 χρόνια	Απουσία
CVI(2)	< 0.57	0.57- 1.63	1,63-3	3-4.6	>4.6

- ❖ CVI3: Δείκτης παράκτιας τρωτότητας βάσει κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων, εκτιμώμενος από τη σχέση

$$CVI(3) = \sqrt{\frac{a*b*c}{3}} \quad (3)$$

όπου a: πυκνότητα του πληθυσμού, b: χρήσεις γης, c: υπάρχουσες υποδομές, d: προστατευόμενες περιοχές, e: πολιτιστική κληρονομιά.

Πίνακας 9: Ταξινόμηση των μεταβλητών του δείκτη τρωτότητας βάση κοινωνικοοικονομικής επίδρασης με βάση τις 5 κατηγορίες τρωτότητας σύμφωνα με την Κεσανίδου Χ. (2017).

Μεταβλητές	Πολύ χαμηλή (1)	Χαμηλή (2)	Μέση (3)	Υψηλή (4)	Πολύ υψηλή (5)
Πυκνότητα Πληθυσμού	Ακατοίκητη Περιοχή	Χωριό	Κωμόπολη	ΜεσαίουΜεγέθους Πόλη	Μεγάλη Πόλη
Μεταβολή ακτογραμμής (m/a)	Έλη,Βάλτοι	Χορτολιβαδικές Εκτάσεις	Δάσος,Αμμώδεις Ακτές	Καλλιέργειες	Βιομηχανία,Οικισμοί
Υποδομές	Απουσία	-	-	-	Παρουσία
Προστατευόμενες Περιοχές	Απουσία	-	-	-	Παρουσία
Πολιτιστική Κληρονομιά	Απουσία	-	-	-	Παρουσία
CVI(3)	> 0.45	0.4 5- 3	3 - 7	7 - 14	< 14

Επομένως, ο Δείκτης Παράκτιας Τρωτότητας είναι:

$$CVI_{total} = \sqrt{\frac{CVI(1)*CVI(2)*CVI(3)}{3}} \quad (4)$$

6.2 Αντιμετώπιση μέσω Βελτιώσεων των Υφιστάμενων Παράκτιων Υποδομών

Οι πλέον συνήθως απαντώμενες παράκτιες κατασκευές στον Ελληνικό χώρο, για τις οποίες και παρουσιάζεται ενδιαφέρον για την ανταπόκρισή τους στις παρούσες και μελλοντικές συνθήκες, λόγω κλιματικής αλλαγής, είναι οι κυματοθραύστες και τα λιμάνια, που κατά κύριο λόγο διαμορφώνονται με κυματοθραύστες και μώλους και κατασκευάζονται από λιθορριπή με ογκόλιθους θωράκισης. Οι λύσεις αναβάθμισης αντιμετωπίζουν τα φαινόμενα κυματικής υπερπήδησης ή, για την περίπτωση βυθισμένων κυματοθραυστών, την επιτρεπόμενη κυματική διάδοση.

Για την περίπτωση κυματοθραύστη από λιθορριπή εμφανίζονται δύο συνήθως περιπτώσεις. Κατά την 1η περίπτωση δεν υπάρχουν περιορισμοί για την αύξηση της στέψης του κυματοθραύστη, οπότε η αναβάθμιση μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη επιπλέον στρώσης ογκόλιθων θωράκισης και αύξηση της στέψης. Στην 2η περίπτωση, δεν επιτρέπεται αύξηση της στέψης του κυματοθραύστη και η αναβάθμιση επιτυγχάνεται με:

- Προσθήκη στρώσης ογκόλιθων θωράκισης, χωρίς ή με αλλαγή της κλίσης θωράκισης.
- Διαμόρφωση ανάντη αναβαθμού
- Κατασκευή ανάντη ύφαλου κυματοθραύστη.

Στην περίπτωση ύφαλων κυματοθραυστών η αναβάθμιση επιτυγχάνεται με:

- Προσθήκη στρώσης ογκόλιθων θωράκισης και μείωση του βυθίσματος.
- Προσθήκη στρώσης ογκόλιθων θωράκισης και αύξηση του πλάτους του κυματοθραύστη.

Η εκτίμηση κόστους των έργων αναβάθμισης υφιστάμενης κατασκευής έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε παγκόσμιο επίπεδο και έχουν προκύψει βασικά συμπεράσματα. Ενδεικτικά αναφέρεται η εργασία Burcharth et al. (2014) , σύμφωνα με την οποία:

- Για την περίπτωση που η ακτή παρουσιάζει μικρή κλίση της τάξης του 1%, τότε ως οικονομικότερη λύση είναι η προσθήκη επιπλέον στρώσης ογκόλιθων θωράκισης ανάντη.
- Εφόσον λόγω διάβρωσης η ακτή παρουσιάζεται απότομη και έχει μεγάλη κλίση, τότε θα πρέπει να δημιουργηθεί αναβαθμός. Το κόστος αναβάθμισης στην περίπτωση απότομης κλίσης είναι μεγαλύτερο, επειδή στην περίπτωση αυτή, εμφανίζεται μεγαλύτερο ύψος κυμάτων.
- Δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά κόστους για την περίπτωση που ο κυματοθραύστης έχει έξαλο ή βυθισμένο πόδα.
- Κρίνονται ως δαπανηρές λύσεις η αύξηση του ύψους στέψης με πρόσθετη στρώση θωράκισης ή η κατασκευή νέου κυματοθραύστη μπροστά από το ελεγχόμενο παράκτιο έργο.

7 Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών: Το λογισμικό ArcGIS ARCGIS

Το ArcGIS είναι ένα από τα πολλά πακέτα λογισμικού που λειτουργούν με χάρτες και γεωγραφικές πληροφορίες. Χρησιμοποιείται για τα εξής:

- Δημιουργία και χρήση χαρτών
- Σύνταξη γεωγραφικών δεδομένων
- Ανάλυση χαρτογραφημένων πληροφοριών
- Κοινή χρήση και ανακάλυψη γεωγραφικών πληροφοριών
- Χρήση χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών σε μια σειρά εφαρμογών
- Διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών σε βάση δεδομένων

Το σύστημα παρέχει μια υποδομή για τη δημιουργία χαρτών και γεωγραφικών πληροφοριών διατίθεται σε έναν οργανισμό, σε μια κοινότητα και ανοιχτά στον Ιστό. (ArcGIS. 10 Κέντρο Πόρων).

ArcGIS Desktop

Το ArcGIS Desktop είναι το πρωτογενές προϊόν που χρησιμοποιείται από τους επαγγελματίες του GIS για την κατάρτιση, χρήση, και τη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών. Περιλαμβάνει ολοκληρωμένο επαγγελματικό GIS και εφαρμογές που υποστηρίζουν μια σειρά εργασιών GIS, όπως χαρτογράφηση, σύνταξη δεδομένων, ανάλυση, διαχείριση γεωγραφικών δεδομένων και γεωγραφική ανταλλαγή πληροφοριών. (ArcGis 10 Κέντρο Πόρων)

Το ArcGIS Desktop περιλαμβάνει μια σειρά εφαρμογών όπως ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene, ArcToolbox και ModelBuilder. Χρησιμοποιώντας αυτές τις εφαρμογές και τις διεπαφές, μπορείτε να εκτελέσετε οποιεσδήποτε εργασίες GIS από απλά σε προηγμένα συστήματα.

Στο ArcGIS Desktop, αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν και να εργαστούν με έναν αριθμό από διαφορετικούς τύπους γεωγραφικών πληροφοριών. Για παράδειγμα, δημιουργείτε και συνεργάζεστε να χαρτογραφήσετε έγγραφα στην εφαρμογή ArcMap, έγγραφα του cloud στο ArcGlobe, εφαρμογών και μοντέλων γεωφωτοεπεξεργασίας στην εφαρμογή ModelBuilder.

Με περισσότερες λεπτομέρειες:

Η εφαρμογή ArcCatalog παρέχει ένα παράθυρο καταλόγου που χρησιμοποιείται για την οργάνωση και διαχείριση διαφόρων τύπων γεωγραφικών πληροφοριών για το ArcGIS Desktop. Τα είδη των πληροφοριών που μπορούν να οργανωθούν και να διαχειριστούν στο ArcCatalog περιλαμβάνουν:

- Γεωγραφικές βάσεις δεδομένων
- Αρχεία Raster
- Χαρτικά έγγραφα, έγγραφα σφαιρών, έγγραφα σκηνης 3D και αρχεία στρώσεων
- Εργαλειοθήκες Geoprocessing, μοντέλα και δέσμες ενεργειών Python
- Υπηρεσίες GIS που δημοσιεύονται με χρήση του ArcGIS Server
- Μεταδεδομένα με βάση τα πρότυπα για αυτά τα στοιχεία πληροφοριών GIS.

Το ArcCatalog οργανώνει αυτά τα περιεχόμενα σε μια πλατφόρμα με την οποία μπορείτε να εργαστείτε. Οργανώστε τα σύνολα δεδομένων GIS και τα αρχεία ArcGIS, αναζητήστε και βρείτε πληροφορίες, και αντικείμενα με την δυνατότητα να τα διαχειριστείτε. (ArcGis 10 Κέντρο Πόρων).

Το ArcCatalog χρησιμοποιείται για :

- να Οργανώσει τα περιεχόμενα του GIS
- Διαχείριση σχημάτων γεωγραφικών δεδομένων
- Αναζήτηση και προσθήκη περιεχομένου σε εφαρμογές ArcGIS
- να Εγγραφή του περιεχομένου μας, στην Διαχείριση διακομιστών GIS
- Διαχείριση μεταδεδομένων βασισμένων σε πρότυπα ArcMap, ArcGlobe και ArcScene περιλαμβάνουν ένα παράθυρο Catalog, το οποίο είναι παρόμοιο με το ArcCatalog και χρησιμοποιείται για την οργάνωση και διαχείριση διαφόρων τύπων γεωγραφικών δεδομένων με τις πληροφορίες ως λογικές συλλογές -για παράδειγμα, τα δεδομένα, τους χάρτες και τα αποτελέσματα του τρέχοντος έργου GIS με τα οποία συνεργάζεστε στο ArcGIS.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι για να συνεργαστεί με ένα φάκελο πρέπει να είναι αυτός ο φάκελος που συνδέονται με το ArcCatalog, και στη συνέχεια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όλες τις δυνατότητες του ArcCatalog σαν περιγραφή ή προεπισκόπηση του πίνακα δεδομένων ενός στρώματος, για την διαχείριση αρχείων (αντιγραφή, διαγραφή,μετονομασία) και άλλες λειτουργίες .

ArcMap

Το ArcMap είναι η κεντρική εφαρμογή που χρησιμοποιείται στο ArcGIS. Το ArcMap είναι το σημείο όπου βρίσκονται τα σύνολα δεδομένων GIS, αλλά εμφανίζονται και διερευνώνται για την περιοχή του interest, όπου εκδηλώνετε τα σύμβολα, και όπου δημιουργούνται διατάξεις χαρτών για εκτύπωση ή δημοσίευση.

Το ArcMap είναι επίσης η εφαρμογή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και την επεξεργασία δεδομένων. (ArcGis 10 Κέντρο Πόρων).

Το ArcMap αντιπροσωπεύει τις γεωγραφικές πληροφορίες ως μια συλλογή από στρώματα και άλλα στοιχεία σε χάρτη. Τα κοινά στοιχεία χάρτη περιλαμβάνουν το πλαίσιο δεδομένων που περιέχει ο χάρτης, στρώματα σε ένα δεδομένο βαθμό συν μια κλίμακα μπάρα, βόρεια βέλος, τίτλο, περιγραφικό κείμενο, ένα σύμβολο γνωστού τύπου και ούτω καθεξής.

12.7. ArcToolbox

Το ArcToolbox είναι μια απλή εφαρμογή που περιέχει πολλά εργαλεία GIS που χρησιμοποιούνται για την γεωπροετοιμασία. Στο παρελθόν υπήρξε μια εξωτερική εφαρμογή, αλλά στις τελευταίες εκδόσεις είναι ενσωματωμένο στο ArcMap. Τα εργαλεία οργανώνονται λογικά σε θέματα με βάση την λειτουργικότητα και είναι διαθέσιμα για χρήση χωρίς καμία προσαρμογή. Αυτές οι πράξεις μπορούν να επιτύχουν εξαιρετικά αποτελέσματα.

Σε οποιαδήποτε εφαρμογή του ArcGIS Desktop, το παράθυρο ArcToolbox ενεργοποιείται με την Εμφάνιση / Απόκρυψη του κουμπιού παραθύρου ArcToolbox που βρίσκεται στην κανονική γραμμή εργαλείων (Εικ. 5) ή από τον πίνακα οργάνων επιλέγοντας Geoprocessing> ArcToolbox.

Τα περιεχόμενα του παραθύρου ArcToolbox μπορούν να προσαρμοστούν.

Να γίνει Προσθήκη και Κατάργηση. Το σύστημα και οι προσαρμοσμένες εργαλειοθήκες είναι πολύ χρήσιμες για να βελτιώσετε την αποτελεσματικότητα της εργασίας σας, εμφανίζοντας μόνο τα εργαλεία που χρειάζεστε. Τα περιεχόμενα του παραθύρου ArcToolbox αποθηκεύονται με ένα έγγραφο χάρτη. Τα εργαλεία περιήγησης και ανοίγματος εκτελούνται με τον ίδιο τρόπο όπως περιήγηση και άνοιγμα αρχείων στο ArcCatalog. Οι εργαλειοθήκες μπορούν να επεκταθούν για να αποκαλύψουν περισσότερα toolst, και στη συνέχεια κάντε διπλό κλικ στο εργαλείο ανοίγει το παράθυρο διαλόγου. Τα εργαλεία μπορούν να μετακινηθούν από το παράθυρο ArcToolbox στο παράθυρο ModelBuilder ή Python. (ArcGis 10 Resource ModelBuilder. Το ModelBuilder είναι μια εφαρμογή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία, την επεξεργασία και τη διαχείριση μοντέλων. Τα μοντέλα είναι ροές εργασίας που συνδιάζουν ακολουθίες

εργαλείων γεωπροεπεξεργασίας, τροφοδοτώντας την έξοδο ενός εργαλείου σε άλλο εργαλείο ως είσοδο. Το ModelBuilder μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως οπτικό μέσο με γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία ροών εργασιών.

Ενώ το ModelBuilder είναι πολύ χρήσιμο για την κατασκευή και εκτέλεση απλών ροών εργασίας,

παρέχει επίσης προηγμένες μεθόδους για την επέκταση της λειτουργικότητας του ArcGIS επιτρέποντας την δημιουργία και διανομή μοντέλων ως εργαλείων (ArcGIS 10 Resource Center). Συνοψίζοντας:

- Το ModelBuilder είναι μια εύχρηστη εφαρμογή για δημιουργία και λειτουργία ροές εργασίας που περιέχουν μια σειρά εργαλείων.
- Προσαρμοσμένα εργαλεία μπορούν να δημιουργηθούν με το ModelBuilder, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε Python scripting και άλλα μοντέλα.
- Το ModelBuilder, μαζί με το scripting, είναι ένας τρόπος για να ενσωματώσετε το ArcGIS με άλλους τύπους εφαρμογών.

Το Ψηφιακό Σύστημα Ανάλυσης Shoreline (DSAS) είναι ένα ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό εφαρμογή που λειτουργεί στο Ερευνητικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Συστημάτων (ESRI) Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ArcGIS). Το DSAS υπολογίζει την ταχύτητα αλλαγής .Με στατιστικές για μια χρονοσειρά δεδομένων φορέων ακτογραμμής (Thieler et al., 2009). Έκδοση 4.3. Κυκλοφόρησε τον Απρίλιο του 2012 και είναι συμβατή μόνο με το ArcGIS v.10. Υποστηρίζεται σε λειτουργικά συστήματα των Windows XP, Vista και Windows 7.

Το σύστημα ψηφιακής ανάλυσης Shoreline (DSAS) έκδοση 4.3 είναι μια επέκταση λογισμικού στο ESRI ArcGIS v.10 που επιτρέπει σε ένα χρήστη να υπολογίζει τα στατιστικά στοιχεία της μεταβολής της ακτογραμμής της ακτογραμμής από πολλές ιστορικές θέσεις ακτογραμμής. Μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή απλών κουμπιών και τα μενού καθοδηγεί τον χρήστη μέσω των κύριων βημάτων της ανάλυσης αλλαγής ακτογραμμής.

Τα στοιχεία της επέκτασης και του οδηγού χρήσης περιλαμβάνουν:

Το DSAS που υπολογίζει τους ρυθμούς αλλαγής της ακτογραμμής με τέσσερις διαφορετικές μεθόδους:

- Ποσοστό τελικού σημείου
- Απλή γραμμική παλινδρόμηση

- Σταθμισμένη γραμμική παλινδρόμηση
- Μικρότερη διάμεσος των τετραγώνων.

Προσδιορίζεται επίσης το τυπικό σφάλμα, ο συντελεστής συσχέτισης και το διάστημα εμπιστοσύνης για τις απλές και σταθμισμένες μεθόδους γραμμικής παλινδρόμησης. Τα αποτελέσματα όλων των ποσοστών και οι υπολογισμοί εξάγονται σε έναν πίνακα που μπορεί να συνδεθεί με το αρχείο transect από ένα κοινό χαρακτηριστικό πεδίο. Το πρότυπο DSAS έχει ως στόχο να διευκολύνει τη διαδικασία υπολογισμού της αλλαγής της ακτογραμμής het

Η ανωτέρω εφαρμογή ανήκει στα πακέτα που χρησιμοποιούν πλατφόρμες με χάρτες και γεωγραφικές πληροφορίες.

- Δημιουργήθηκε ένας χάρτης υποβάθρου και άλλοι χάρτες που θα χρησιμοποιηθούν με βάση αυτόν.
- Μεταφέρθηκαν συμβατά γεωγραφικά δεδομένα
- Αναλύθηκαν οι πληροφορίες που αντλούνται από τους χάρτες
- Οργανώθηκαν οι γεωγραφικές πληροφορίες σε βάσεις δεδομένων.

Τα εργαλεία πλατφόρμας έχουν χορηγηθεί ευγενώς από την εταιρεία Marathon & Esri και είναι τα κάτωθι :

ArcDesktop, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene & ArcGISPro

8 Μελέτη Εφαρμογής: Παράκτια Ζώνη και Υποδομές Πελοποννήσου

8.1 Γεωγραφικός Προσδιορισμός

Η Πελοπόννησος βρίσκεται στο νότιο τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας και έχει συνολική έκταση 21.550 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Συνδέεται με την Στερεά Ελλάδα μέσω μιας στενής λωρίδας γης, τον Ισθμό της Κορίνθου και την γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου. Βρέχεται ανατολικά από το Αιγαίο Πέλαγος, δυτικά από το Ιόνιο Πέλαγος, βόρεια από τον Κορινθιακό Κόλπο και τον Πατραϊκό και νότια από την Μεσόγειο. Οι κυριότεροι κόλποι της Πελοποννήσου είναι ο Αργολικός, ο Λακωνικός, ο Μεσσηνιακός, ο Κυπαρισσιακός,

ο Κορινθιακός και μικρότερης έκτασης ο Πατραϊκός και ο Κόλπος της Γαστούνης. Τα νησιά που ανήκουν στο διαμέρισμα της Πελοποννήσου είναι: Πρώτη, Σφακτηρία, Σαπιέντζα, Αγία Μαριανή, Σχίζα και Βενετικό που βρίσκονται μεταξύ των ακρωτηρίων Μάραθο και Ακρίτα. Στο Λακωνικό Κόλπο υπάρχει η Ελαφώνησος. Ακόμη στον Αργολικό κόλπο υπάρχουν τα νησιά Ρόμβη, Ψηλή και Πλατειά. Άλλα πλησιέστερα νησιά είναι: τα Κύθηρα, το μεγαλύτερο σ' έκταση και τα Αντικύθηρα, στα νοτιοανατολικά, οι Στροφάδες, στην παραλία των Φιλιατρών, και τα νησιά του Αργοσαρωνικού: Σπέτσες, Ύδρα, Πόρος Αίγινα και η χερσόνησος Μέθανα.

Η Πελοπόννησος διαιρείται διοικητικά σε επτά νομούς και 26 δήμους:

- Κορινθίας (Δ. Κορινθίων, Δ. Σικωνίων, Δ. Ξυλοκάστρου – Ευρωστίνης, Δ. Βέλου – Βόχας, Δ. Λουτρακίου - Αγίων Θεοδώρων, Δ. Νεμέας)
- Αργολίδας (Δ. Ναυπλιέων, Δ. Ερμιονίδας, Δ. Επιδαύρου, Δ. Άργους – Μυκηνών)
- Αρκαδίας (Δ. Τρίπολης, Δ. Νότιας Κυνουρίας, Δ. Γορτυνίας, Δ. Μεγαλόπολης, Δ. Βόρειας Κυνουρίας)
- Μεσσηνίας (Δ. Καλαμάτας, Δ. Μεσσήνης, Δ. Πύλου – Νέστορος, Δ. Τριφυλίας, Δ. Οιχαλίας, Δ. Δυτικής Μάνης)
- Λακωνίας (Δ. Σπάρτης, Δ. Ανατολικής Μάνης, Δ. Ευρώτα, Δ. Μονεμβασιάς, Δ. Ελαφονήσου)

8.2 Εκτίμηση Κρίσιμων Φυσικών Παραμέτρων

Η εκτίμηση των παραμέτρων για τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας περιλαμβάνει, γραφικές εκτιμήσεις, αποτίμηση δεδομένων χαρτών και εκτενή υπολογισμό κρίσιμων μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα οι παράμετροι οι οποίες υπολογίσθηκαν είναι οι εξής:

1. Η παράκτια κλίση
2. Η γεωμορφολογία της ακτής
3. Το κυματικό κλίμα
4. Η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας
5. Η εξέλιξη των ακτογραμμών
6. Το παλιρροιακό εύρος

8.2.1 Παράκτια Κλίση

Η παράκτια κλίση αποτελεί τον κύριο δείκτης του κινδύνου πλημμυρών, ενώ οι άλλες μεταβλητές σχετίζονται με τον κίνδυνο διαβρωσιμότητας. Ο προσδιορισμός της παράκτιας κλίσης προσδιορίζει τη σχετική ευπάθεια στις πλημμύρες και την πιθανή ταχύτητα υποχώρησης της ακτογραμμής. Μικρών κλίσεων παράκτιες περιοχές θα πρέπει να υποχωρήσουν ταχύτερα από ό,τι περιοχές πιο απότομων κλίσεων. Για την εκτίμηση της παράκτιας κλίσης στις αξιοποιήθηκαν τα γεωμορφολογικά δεδομένα, όπως η απόσταση μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς των 5m, της βάσης δεδομένων του CORINE-2018.

8.2.2 Γεωμορφολογία Ακτών

Η γεωμορφολογία της ακτής ως μία μη αριθμητική μεταβλητή εκφράζει τη σχετική απόκριση των διαφόρων τύπων των παράκτιων γεωμορφών στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Κατατάσσεται ποιοτικά σύμφωνα με τη σχετική αντίσταση των παράκτιων γεωμορφών και των βράχων στη θαλάσσια διάβρωση

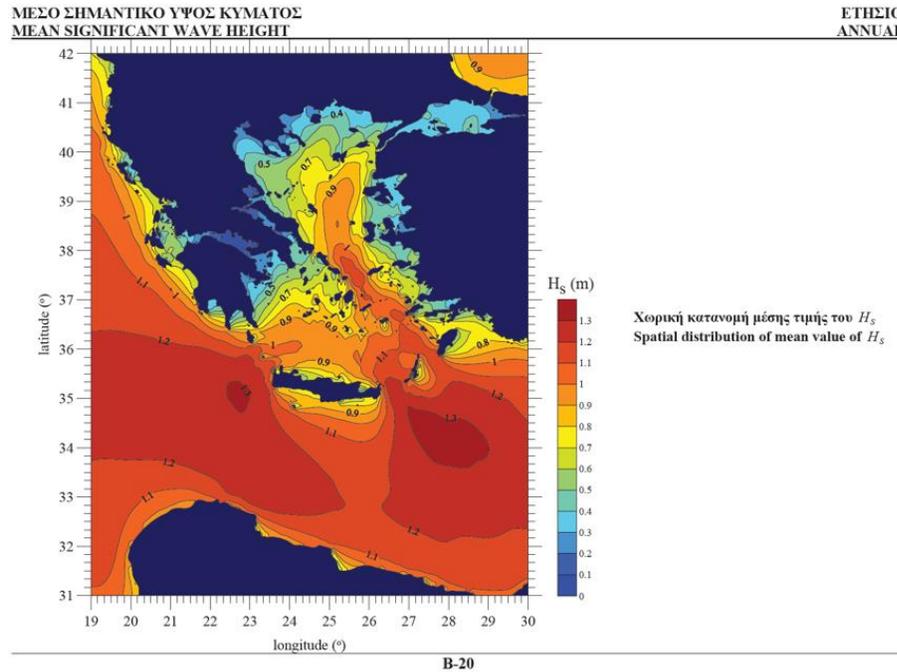
Η μορφολογική ταξινόμηση στηρίζεται στην κατηγοριοποίηση του προγράμματος EUROSION (2001), σύμφωνα με την οποία έχουν αναγνωριστεί τέσσερις βασικοί τύποι ακτών:

- (α) βραχώδεις ακτές και/ή κρημνοί από σκληρό υλικό,
- (β) κρημνοί από κροκαλοπαγή και/ή μαλακούς βραχώδεις σχηματισμούς που συχνά εμπεριέχουν και μικρές (<200m), παραλίες κλειστής κυκλοφορίας (rocket beaches),
- (γ) παραλίες ζώνες είτε μικρού μήκους (200-1000m) που διαχωρίζονται από βραχώδη ακρωτήρια είτε εκτεταμένες παραλίες (>1km) ποικίλης κοκκομετρικής σύστασης και ακτογραμμές παράκτιων σχηματισμών θαλάσσιας απόθεσης (π.χ. barriers, spits) συμπεριλαμβανομένων και των τεχνητά εμπλουτισμένων παραλιών και
- (δ) δελταϊκές παραλίες.(συνήθως αργιλικής σύστασης).

8.2.3 Κυματικό Κλίμα

Το κυματικό καθεστώς ανοιχτής θαλάσσης προκύπτει από τις μετρήσεις του συστήματος POSEIDON του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών και έχει εξαχθεί από τον Άτλαντα Ανέμου και Κύματος (Σουκισιάν κ.ά., 2007). Το μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος είναι 0,4m για τη Θράκη και την Ανατολική Μακεδονία, 0,5m για την Κεντρική Μακεδονία, 0,6m για τη Θεσσαλία και 0,9m για τα νησιά του Β. Αιγαίου. Στην περίπτωση της ακτογραμμής των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων, το μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος είναι μεγαλύτερο από 0,9-1,1m και γίνονται μικρότερα δυτικά (0,5m), κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αττικής και της Πελοποννήσου. Τέλος, το μέσο ετήσιο σημαντικό ύψος κύματος για τη Βόρεια ακτογραμμή της Κρήτης είναι

0,6m στο κεντρικό τμήμα της και γίνεται 0,8m κατά μήκος του ανατολικού και του δυτικού τμήματός της.



Εικόνα 5: Μέσο σημαντικό ύψος κυμάτων (Πηγή: Ατλαντας Ανέμων και Κυμάτων)

8.2.4 Μεταβολή της Μέσης Στάθμης Θάλασσας

Η σχετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης βασίζεται σε τέσσερις δημοσιευμένες ευστατικές καμπύλες για την περιοχή του Αιγαίου από τους Vouvalidis et al. (2005), Kambouroglou et al. (1988), Lambeck (1996), Van Andel (1990). Οι καμπύλες αυτές, οι οποίες βρίσκονται σε συμφωνία μεταξύ τους για τα τελευταία 2000 χρόνια, υποδεικνύουν ένα σταθερό ρυθμό ανύψωσης της τάξης περίπου του 1mm/a. Πιο πρόσφατες μελέτες με δεδομένα στάθμης από όλη τη Μεσόγειο, δίνει σχετική άνοδο της στάθμης >2mm/a (Tsimplis & Spenser, 1997; Tsimplis, 2005). Τέλος, η εκτίμηση της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης για τα επόμενα 100 χρόνια (IPCC report, 2007) είναι ακόμη μεγαλύτερη των 3mm/a. Στους υπολογισμούς του δείκτη ως ρυθμός σχετικής μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης υιοθετήθηκε ρυθμός ευστατικής ανύψωσης <1,8mm/a που εμπίπτει στην κατηγορία 1 (πολύ χαμηλός) του Πίνακα 1. Για τις περιοχές με έντονη τεκτονική ανύψωση (π.χ. Δ. Κρήτη, Νησιά Ν.Α. Αιγαίου) η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι μικρότερη και ως εκ τούτου κατατάσσονται στις περιοχές με χαμηλότερη τιμή τρωτότητας.

8.2.5 Εξέλιξη Ακτογραμμών

Οι κυματισμοί που προσπίπτουν εγκάρσια στην ακτή κατά τη διάρκεια ενός κυματικού επεισοδίου, μετακινούν τα ιζήματα και προκαλούν μορφολογικές μεταβολές του εγκάρσιου προφίλ. Οι μεταβολές αυτές τείνουν να διαμορφώσουν ένα συγκεκριμένο προφίλ ισορροπίας. Τα χαρακτηριστικά του προφίλ αυτού εξαρτώνται από την κοκκομετρία του ιζήματος του πυθμένα και τα χαρακτηριστικά των κυματισμών (ύψος και περίοδος) και σε γενικές γραμμές είναι τα ακόλουθα: (α) τείνουν να διαμορφωθούν καμπύλες με τα κοίλα προς τα πάνω, (β) οι κλίσεις είναι ήπιες όσο πιο λεπτόκοκκο είναι ίζημα, (γ) οι κλίσεις τείνουν να είναι πιο επίπεδες για μεγάλου ύψους κυματισμούς.

Η σταθερότητα της θέσης της ακτογραμμής (προέλαση ή οπισθοχώρηση) των παράκτιων περιοχών με ύψος μικρότερο από 5m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, έχει εκτιμηθεί με βάση τα στοιχεία του EUROSION (2001).

8.2.6 Παλίρροιακό Εύρος

Η αστρονομική παλίρροια των ελληνικών υδάτων είναι γενικά χαμηλότερη από 10cm (Tsimplis, 1994). Ωστόσο, η συνολική διακύμανση της στάθμης ξεπερνά τα 0,5m εξαιτίας των μετεωρολογικών συνθηκών (διαφορές στη βαρομετρική πίεση, τον άνεμο και τη δράση των κυμάτων). Με βάση μετρήσεις της μέσης διακύμανσης της στάθμης (άθροισμα μετεωρολογικής και αστρονομικής παλίρροιας) από την Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού (ΥΥΠΝ, 2005), προκύπτει ότι η σχετική διακύμανση της στάθμης της θάλασσας: (α) για τη Βόρεια ακτή του Αιγαίου ποικίλει από 0,7 m στο ανατολικό τμήμα (Θράκη) ως 0,9m στο δυτικό τμήμα (Θερμαϊκός Κόλπος), (β) στις ακτογραμμές των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων και στις ανατολικές ακτές της Αττικής και της Πελοποννήσου είναι της τάξης των 0,5-0,6 m και (γ) στο νότιο Αιγαίο (Βόρεια ακτογραμμή της Κρήτης) έχει μεταβολές <0,5m.

8.3 Εκτίμηση Ανθρωπογενών Παραμέτρων

Η εκτίμηση των παραμέτρων για τον υπολογισμό του Δείκτη Παράκτιας Τρωτότητας περιλαμβάνει και τον συνυπολογισμό των παραγόντων ανθρώπινης επίδρασης στην παράκτια ζώνη, με στόχο την εκτίμηση του 2^{ου} δείκτη όπως αυτός έχει αναλυθεί.

1. Τα τεχνικά έργα μετώπου ακτής
2. Τα έργα προστασίας ακτής
3. Ο ανεφοδιασμός της ακτής

8.3.1 Λιμενικές Εγκαταστάσεις και Υποδομές Παράκτιου Μετώπου

Με τον όρο παράκτια τεχνικά έργα γενικότερα αναφερόμαστε στα τεχνικά έργα τα οποία κατασκευάζονται κατά μήκος των ακτών και ως αποστολή έχουν τόσο την ασφαλή στάθμευση και φορτοεκφόρτωση πλοίων (λιμενικά έργα) όσο και την αντιδιαβρωτική

προστασία των ακτών (έργα διευθετήσεως και προστασίας ακτών). Το σύνολο των παράκτιων έργων χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες, τα εγκάρσια και τα παράλληλα έργα. Εγκάρσια έργα είναι οι βραχίονες, οι μόλοι, οι γέφυρες και οι υποβρύχιοι αγωγοί, ενώ παράλληλα έργα είναι οι κυματοθραύστες και οι τοίχοι (κρηπιδότοιχοι και τοίχοι προστασίας ακτών).

8.3.2 Έργα Ακτομηχανικής Προστασίας

Τα έργα προστασίας των ακτών όπως ήδη έχει αναφερθεί έχουν ως σκοπό την αντιδιαβρωτική προστασία των ακτών (έργα διευθετήσεως και προστασίας ακτών). Τέτοιες κατασκευές μπορεί να είναι βραχίονες, μόλοι, κυματοθραύστες και τοίχοι προστασίας ακτών.

8.3.3 Αναπλήρωση Ακτών

Η τεχνητή ανάπλαση της ακτής (beach nourishment) είναι η πλέον διαδεδομένη ήπια μέθοδος προστασίας ακτών από διάβρωση. Στη μέθοδο αυτή τροφοδοτείται η ακτή με άμμο που λαμβάνεται από άλλες ακτές όπου υπάρχει περίσσεια υλικού αλλά και από τα ανοιχτά (CUR, 1987, Dean, 2003). Το υλικό τοποθετείται έτσι ώστε να επεκτείνεται η ακτή προς τη θάλασσα. Το ύψος που γίνεται η εναπόθεση του υλικού είναι της τάξης των 2-3 m πάνω από τη Μ.Σ.Θ. Μετά την εναπόθεση της άμμου οι κυματισμοί θα διαμορφώσουν μια νέα κατάσταση 'ισορροπίας'. Τα παράκτια κυματογενή ρεύματα θα οδηγήσουν σε πλευρικές απώλειες ενώ οι κυματισμοί που προσπίπτουν κάθετα θα διαμορφώσουν το προφίλ ισορροπίας. Ανάλογα με τη χαρακτηριστική διάμετρο των κόκκων, που μπορεί να είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από αυτή των κόκκων της υφιστάμενης ακτής, θα διαμορφωθούν ανάλογα προφίλ. Τα προφίλ αυτά θα έχουν πιο ήπια, ίση ή μεγαλύτερη κλίση από την υφιστάμενη αντίστοιχα, με αποτέλεσμα τη διατήρηση του πλάτους της νέας παραλίας που διαμορφώθηκε, ή την μερική ή και ολική απώλειά της.

Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης μας λοιπόν παρατηρείται πλήρης απουσία εφαρμογής της μεθόδου του τεχνητού ανεφοδιασμού της ακτής και όλες οι υπό μελέτη ακτές χαρακτηρίζονται ως πολύ υψηλής τρωτότητας.

8.3.4 Καταγραφή Παράκτιων Τεχνικών Έργων Περιοχής Μελέτης

Τα καταγεγραμμένα μικρά και μεγάλα Λιμενικά και παράκτια έργα επί των ακτών είναι 138.

1. Εμπορικός Λιμένας Κορίνθου
2. Αλιευτικό Καταφύγιο Κορίνθου

3. Αλιευτικό Καταφύγιο κάτω Άσσου
4. Εμπορικός Λιμένας Βραχατίου
5. Αλιευτικό Καταφύγιο Κιάτου
6. Εμπορικός Λιμένας Κιάτου
7. Μαρίνα Σκαφών Ξυλοκάστρου
8. Αλιευτικό Καταφύγιο Μάυρων Λιθαριών
9. Αλιευτικό Καταφύγιο Κρυονερίου
10. Αλιευτικό καταφύγιο Διακοπτού
11. Αλιευτικός Τουριστικός Λιμένας Αιγίου Α' (Ανατολικός)
12. Εμπορικός – Επιβατικός Λιμένας Αιγίου
13. Αλιευτικός Τουριστικός Λιμένας Αιγίου Β' (Δυτικός)
14. Ενδιάμεσα του -11 και -12- Κρηπιδωμένη ακτή , Βραχίονας.
15. Τουριστικός –Αλιευτικός Λιμένας Κυπαρισσίας
16. Αλιευτικό Καταφύγιο Αγρίλου.
17. Αλιευτικό Καταφύγιο Αγίας Κυριακής
18. Αλιευτικό Καταφύγιο Μαραθόπολης.
19. Εμπορικός- Τουριστικός Λιμένας Πύλου
20. Μαρίνα Σκαφών Πύλου.
21. Αλιευτικό Καταφύγιο Μεθώνης
22. Αλιευτικό καταφύγιο Κορώνης
23. Αλιευτικό Καταφύγιο Φοινικούντας
24. Αλιευτικό Καταφύγιο Πεταλιδίου
25. Αλιευτικό Καταφύγιο Κιτριών
26. Αλιευτικό καταφύγιο Καρδαμύλης
27. Αλιευτικό Καταφύγιο Στούπας

28. Αλιευτικό Καταφύγιο Αγίου Νικολάου
29. Αλιευτικό Καταφύγιο Καραβοστασίου
30. Αλιευτικό Καταφύγιο Γερολιμένα
31. Αλιευτικό καταφύγιο Πόρτο Κάγιο.
32. Αλιευτικό Καταφύγιο Κοκκάλας
33. Αλιευτικό καταφύγιο Κότρωνα
34. Αλιευτικό καταφύγιο Σκουταρίου
35. Εμπορικός-Επιβατικός-Τουριστικός Λιμένας Γυθείου.
36. Αλιευτικό καταφύγιο Αη Γιαννάκη
37. Αλιευτικό Καταφύγιο Κοκκινιάς
38. Αλιευτικό Καταφύγιο Γλυκόβρυσης
39. Αλιευτικό Καταφύγιο Ελαίας
40. Αλιευτικό Καταφύγιο Πλύτρας
41. Αλιευτικό Καταφύγιο Αρχαγγέλου
42. Αλιευτικό Καταφύγιο Μαραθιά
43. Επιβατικός-Εμπορικός Λιμένας Πούντας
44. Επιβατικός Εμπορικός Λιμένας Ελαφονήσου
45. Αλιευτικό Καταφύγιο Ελαφονήσου
46. Αλιευτικό Καταφύγιο Αυλοσπήλου
47. Επιβατικός – Εμπορικός Λιμένας Νεαπόλεως
48. Επιβατικός - Εμπορικός Λιμένας Παλαιοκάστρου
49. Αλιευτικό καταφύγιο Προφήτη Ηλία
50. Αλιευτικό Καταφύγιο Βελανιδιών.
51. Αλιευτικό Καταφύγιο Μονεμβασιάς
52. Μαρίνα Σκαφών Μονεμβασιάς.

53. Μικτός Λιμένας Μονεμβασιάς.
54. Αλιευτικό καταφύγιο Γέρακα.
55. Αλιευτικό Καταφύγιο Κυπαρισσίου.
56. Αλιευτικό Καταφύγιο Φωκιανού.
57. Αλιευτικό Καταφύγιο Πουλήθρων
58. Τουριστικός Λιμένας Λεωνιδίου.
59. Αλιευτικό Καταφύγιο Σαμπατικής
60. Αλιευτικό Καταφύγιο Τυρού.
61. Αλιευτικό Καταφύγιο Αγίου Ανδρέα.
62. Αλιευτικό Καταφύγιο Παράλιου.
63. Αλιευτικό Καταφύγιο Ξηροπήγαδου.
64. Αλιευτικό καταφύγιο Κιβερίου.
65. Αλιευτικό Καταφύγιο Μύλων.
66. Αλιευτικό καταφύγιο Νέας Κίου.
67. Εμπορικός Τουριστικός Λιμένας Ναυπλίου.
68. Αλιευτικό Καταφύγιο Τολού.
69. Αλιευτικό καταφύγιο Βιβαρίου –Δρεπάνου.
70. Αλιευτικό Καταφύγιο Ιρίων.
71. Εμπορικός-Αλιευτικός Λιμένας Κοιλιάδας
72. Τουριστικός- Αλιευτικός Λιμένας Πόρτο Χελίου.
73. Αλιευτικό καταφύγιο Κόστα
74. Τουριστικός – Αλιευτικός Λιμένας Μανδρακίου Ερμιόνης
75. Επιβατικός Προβλήτας Γαλατάς
76. Προβλήτας Πόρου.
77. Μικρός Μώλος Πόρου

78. Μικρή εξέδρα (πιθανώς Πλωτή)
79. Μικρός κυματοθραύστης
80. Προβλήτας Μεθάνων.
81. Εμπορικός –Τουριστικός Λιμένας Παλαιάς Επιδαύρου
82. Αλιευτικό Καταφύγιο Κόρφου
83. Εμπορικός Λιμένας Μουρίκης Α.Ε.
84. Εμπορικός Λιμένας Μύλοι Σόγιας Α.Ε.
85. Αριστοναυτών
86. 11 πρόβολοι
87. 5 πρόβολοι με φυσικούς ογκολίθους
88. 43 πρόβολοι με φυσικούς ογκολίθους
89. Μικρό καταφύγιο Σκαφών
90. Μικρός Προβλήτας Α΄
91. Φυσικό καταφύγιο
92. Μικρός Προβλήτας Β΄
93. Μικρός προβλήτας Γ΄
94. Μικρός προβλήτας Δ΄
95. Κρητιδωμένη ακτή
96. Μικρός πρόβολος
97. Μικρός πρόβολος Β΄
98. Κρητιδωμένη ακτή
99. Μικρός Προβλήτας Γ΄
100. Κατασκευή (για διερεύνηση επιτόπου)
101. Προβλήτας 30 χ 10
102. Τεχνικά στοιχεία εντός της θαλάσσης (για διερεύνηση)

103. Ομάδα τριών μικρών προβόλων
104. Εμπορικός Λιμένας ΤΙΤΑΝ
105. Αλιευτικό καταφύγιο Αραχωβίτικων
106. Τεχνικές διαμορφώσεις στην ακτή
107. Ομάδα 10 μικρών και μεγάλων διαμορφώσεων στην ακτή
108. Κρηπιδωμένη ακτή και πρόβολος
109. Τεχνικό εντός της θαλάσσης
110. Εμπορικός Λιμένας Ακταίου
111. 6 Πρόβολοι Αγαμέμνονος.
112. Εμπορικός Λιμένας ΑΓΕΤ
113. Επιβατικός Λιμένας Ρίου
114. Τουριστικός Λιμένας Πατρών
115. Εμπορικός- Επιβατικός Λιμένας Πατρών
116. Αλιευτικό Καταφύγιο Τσουκαλαϊϊκών Αχαΐας
117. Αλιευτικό Καταφύγιο Αλυκών
118. Έργα Μεταξύ Τσουκαλαϊϊκών και Αλυκών
119. Πιθανώς πλωτός προβλήτας
120. Μικρός Πρόβολος
121. Πρόβολος από φυσικούς ογκολίθους
122. Εκβολή ποταμού
123. Τεχνητή διαμόρφωση αμμώδης -1-
124. Τεχνητή διαμόρφωση αμμώδης -2-
125. Τρεις αποκομμένοι κυματοθραύστες
126. Βαθμιδωτή διαμόρφωση
127. Εκβολή ποταμού (καλογριά)

3. Τα έργα υποδομών
4. Οι προστατευόμενες περιοχές
5. Η πολιτιστική κληρονομιά

8.4.1 Οι χρήσεις γης

Σύμφωνα με τα Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης των Περιφερειών της Ελλάδας η Παράκτια Ζώνη περιλαμβάνει τις εξής χρήσεις γης: Γεωργικές, κτηνοτροφικές και βιομηχανικές εκτάσεις, μονάδες μεταποίησης προϊόντων, αστικές περιοχές με οικισμούς μόνιμης και β' κατοικίας, αρχαιολογικούς χώρους, ιστορικούς τόπους και μνημεία, φυσικά τοπία, οικοσυστήματα οικολογικής σημασίας όπως υγροβιότοπους, λίμνες και λιμνοθάλασσες, δέλτα ποταμών.

8.4.2 Η πυκνότητα του πληθυσμού

Ο πληθυσμός μπορεί να θεωρηθεί ως μια "οικονομική" μεταβλητή, καθώς είναι γεγονός ότι μια περιοχή με μεγαλύτερο πληθυσμό έχει αυξημένη οικονομική αξία. Οι άνθρωποι σε πυκνοκατοικημένες περιοχές τείνουν να προστατεύσουν τις ιδιοκτησίες τους από τη διάβρωση, ασκώντας πίεση για κατασκευή έργων ενώ, παράλληλα, απαιτούν αποζημιώσεις σε περιπτώσεις ζημιάς ή καταστροφής των ιδιοκτησιών τους. Αντίθετα, σε περιοχές μη πυκνοκατοικημένες, η πίεση για την προστασία του περιβάλλοντος δεν είναι τόσο σημαντική. Ωστόσο, η πυκνότητα του πληθυσμού αποτελεί και άμεση παράμετρο που προκαλεί διάβρωση, αφού μεγάλος αριθμός ανθρώπων στις παράκτιες περιοχές μπορεί να προκαλέσει επιζήμιες επιπτώσεις στην περιοχή.

8.4.3 Τα έργα υποδομών

Ως εθνικό δίκτυο υποδομών της χώρας εννοείται το σύνολο των αυτοκινητόδρομων, των εθνικών οδών και των επαρχιακών οδών. Καταλαμβάνουν προκαθορισμένο χώρο και συνεπώς, τα κόστη προστασίας, αντικατάστασης και μεταφοράς είναι απλό να εκτιμηθούν.

8.4.4 Οι προστατευόμενες περιοχές

Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

8.4.5 Η πολιτιστική κληρονομιά

Τα αρχαιολογικά και ιστορικά μνημεία είναι σημαντικά τόσο από κοινωνική και πολιτιστική άποψη όσο και από οικονομική. Ο όρος Πολιτιστική Κληρονομιά περιλαμβάνει τον απτό πολιτισμό (όπως κτίρια, μνημεία, τοπία, βιβλία, έργα τέχνης και

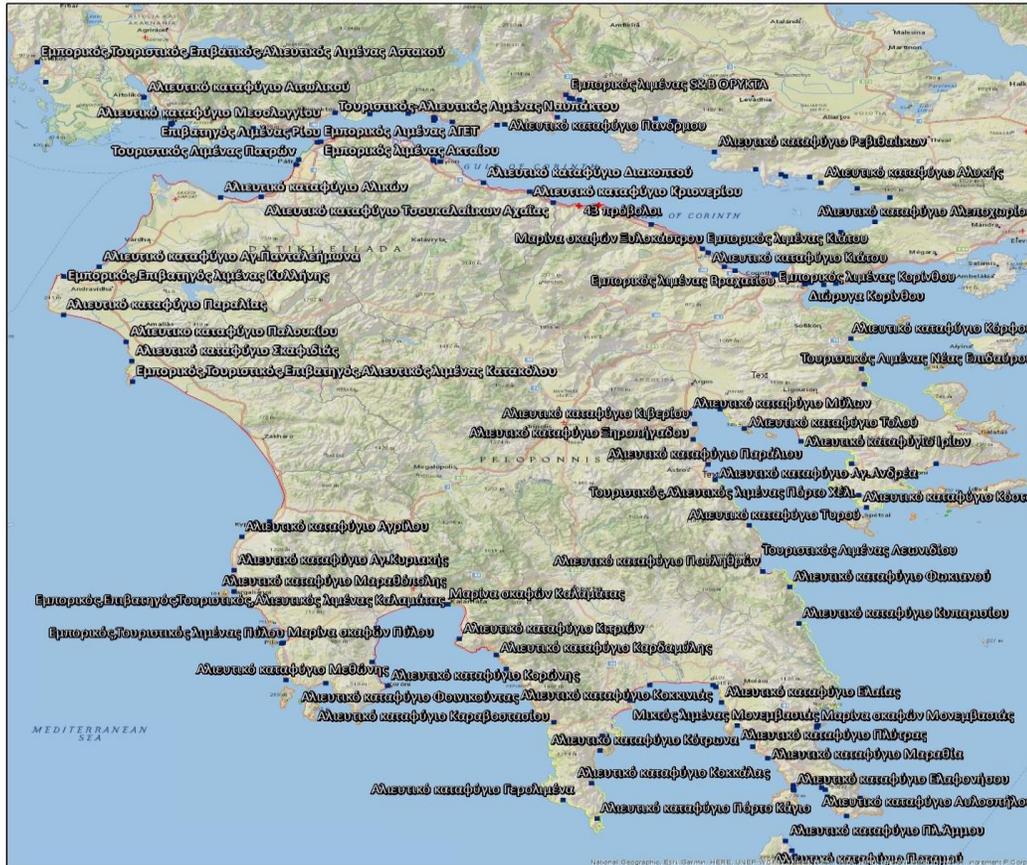
τεκμήρια), τον άυλο πολιτισμό (όπως τη λαογραφία, τις παραδόσεις, τη γλώσσα και τη γνώση) και τη «φυσική» κληρονομιά, που περιλαμβάνει σημαντικά πολιτιστικά τοπία και βιοποικιλότητα.

9 Αποτελέσματα Ανάλυσης

Στην παρούσα εργασία έως τώρα έχει δοθεί το θεωρητικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη του δείκτη παράκτιας τρωτότητας, τόσο βάσει φυσικών χαρακτηριστικών όσο και βάσει υποδομών και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών.

Σε επίπεδο ανάλυσης, μέσω του λογισμικού ArcGis, υπολογίζεται αναλυτικά ο δείκτης φυσικής τρωτότητας. Ο συγκεντρωτικός χάρτης για την περιφέρεια Πελοποννήσου φαίνεται παρακάτω.

Δείκτης Τρωτότητας Λιμενικών Εγκαταστάσεων Πελοποννήσου, Δείκτης CVI βάσει φυσικών παραμέτρων



**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΕΥΠΑΘΕΙΑΣ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ
ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ
Σ.Γ.Π.**

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ
 - ΧΑΜΗΛΗ
 - ΜΕΤΡΙΑ
 - ΥΨΗΛΗ
 - ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ

Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

10 Συμπεράσματα και Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα του υπολογισμού του Δείκτη Τρωτότητας στην Περιφέρεια Πελοποννήσου παρατηρείται σημαντικότερη διάβρωση στους νομούς της Ηλείας, Κορινθίας και Αχαΐας.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας στην ακτογραμμή της Περιφέρειας Πελοποννήσου δίνει τη δυνατότητα κατάταξης της ακτογραμμής, επιτρέποντας:

1. Την λήψη των απαιτούμενων μέτρων για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες υποδομές
2. Την ιεράρχηση των απαιτούμενων αυτών παρεμβάσεων

Περαιτέρω μελέτη θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ώστε να προκύψει συνολικός δείκτης τρωτότητας μέσω αναλυτικού υπολογισμού των επιμέρους δεικτών CVI2 και CVI3 ώστε να έχουμε πιο αναλυτικά αποτελέσματα πέραν της ποιοτικής διερεύνησης.

Τέλος μια εμπειριστατωμένη επί τω πεδίο έρευνα θα ήταν απαραίτητη για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων και παρατηρήσεων.

Βιβλιογραφία

Αλεξανδράκης, Γ. (2011). Υπολογισμός του δείκτη τρωτότητας των παραλιακών ζωνών της Ελλάδος με βάση ωκεανογραφικά και γεωλογικά στοιχεία (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Αλεξανδράκης, Γ., Καρδισά Α., Πούλος Σ., Γκιώνης Γ., Καμπάνης Ν. (2009). Εκτίμηση της τρωτότητας των ακτών του Αιγαίου στην αύξηση της θαλάσσιας στάθμης. 9ο Πανελλήνιο

Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας 2009. Πρακτικά, Τόμος Ι (σσ.327-332).

Γαλιατσάτου, Π., Πρίνος, Π. (2014). Παραδοτέο 3.2 -Τεχνική έκθεση: “Εκτίμηση Ακραίων Τιμών

Ύψους Κύματος και Μετεωρολογικής Παλίρροιας με Συνεκτίμηση της Κλιματικής Αλλαγής.

Ερευνητικό Πρόγραμμα ΘΑΛΗΣ CCSEAWAVS.

Δαρείου, Ε. (2011). Κλιματικές αλλαγές και παράκτια έργα. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, Απογραφή Πληθυσμού- Κτιρίων 2011. Διαθέσιμη ιστοσελίδα: <http://www.statistics.gr/> (25.2.2018).

Ελληνική Στατιστική Αρχή, Απόφαση Αριθμ. ΓΠ-191/ 18 Μαρτίου 2014. Τροποποίηση της Απόφασης με αριθμό 11247/28.12.2012 (ΦΕΚ 3465/Β'/28.12.2012) και θέμα: Αποτελέσματα της Απογραφής Πληθυσμού-Κατοικιών 2011 που αφορούν στο Μόνιμο Πληθυσμό της Χώρας.

ΦΕΚ 698Β'/ 20 Μαρτίου 2014

Κεσανίδου, Χ. Μελέτη της Επίδρασης της Κλιματικής Αλλαγής στην Αποτελεσματικότητα των Έργων Προστασίας Ακτών. Περίπτωση Ύφαλων κυματοθραυστών της Παραλίας Κατερίνης.

Κόφτης, Θ. (2014). Παραδοτέο 5.1 -Τεχνική έκθεση: Εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις παράκτιες κατασκευές. Ερευνητικό Πρόγραμμα ΘΑΛΗΣ CCSEAWAVS.

Νασοπούλου Ι., Πούλος Σ., Καρύμπαλης Ε. και Γάκη-Παπαναστασίου Κ. (2012). Μελέτη της τρωτότητας των βόρειων ακτών (Αντίρριο-Ερατεινή) του δυτικού Κορινθιακού Κόλπου ως προς την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. 10ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας και Αλιείας. 7-11 Μαΐου 2012, Αθήνα.

Κορομηλάς Αριστόδημος (2019). Πρόταση δείκτη τρωτότητας φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων για τη διαχείριση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις λιμενικές εγκαταστάσεις με αξιοποίηση ΓΠΣ

Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού (ΥΥΠΝ). 2005. Στοιχεία παλίρροιας Ελληνικών Λιμένων. Αθήνα.

Alexandrakis, G., Petrakis, S., Ghionis, G., Kampanis, N. and Poulos, S.E. (2014). Natural and human induced indicators in coastal vulnerability and risk assessment. 10th International

A. Koromilas et al. DMPCO (2019), Development of a combined physical and anthropogenic activities vulnerability index for coastal infrastructures: a GIS – based approach for Central Greece

C. Makropoulos, V. Tsoukala, K. Belibassakis, A. Lykou, M. Chondros, P. Gourgoula, D. Nikolopoulos. Framework supporting stakeholders' involvement: The case of Rethymno, Crete. IAHR 36th World Congress

Congress of the Hellenic Geographical Society. Thessaloniki 22-24 October 2014 (644-655). available at:<http://geolib.geo.auth.gr/index.php/pgc/article/view/10466>.

European Environment Agency. (2017). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. doi:10.2800/534806

EUROSION, (2001), “Coastal erosion – Evaluation of the need for action” Directorate General Environment, European Commission [research program for the erosion in Europe]

IPCC, 2000: Special Report on Emission Scenarios – Summary for Policy Makers., Special report of the WGIII of the IPCC, May 2000, available at: www.ipcc/pub/SPM_SRES.pdf

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

IPCC, Climate Change 2007: Synthesis Report, IPCC, Geneva, Switzerland, 2007
Kapsimalis, V. , Karageorgis, A.P. , Poulos, S. (2002). Determination of long-term morphological changes in a human affected coastal system using G.I.S., inner Thermaikos gulf, Greece. 6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, Θεσσαλονίκη 3-6 Οκτωβρίου 2002 (Τόμος I, σσ.115-121). Θεσσαλονίκη: Α.Π.Θ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ArcGIS

ΑΝΑΓΛΥΦΟ ΕΔΑΦΟΥΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
Δείκτης Τρωτότητας Παράκτιων Υποδομών
για την Διαχείριση των Επιπτώσεων
της Κλιματικής Αλλαγής

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Value



High : 2446

Low : -24

Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

ΙΣΟΥΨΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
Δείκτης Τρωπότητας Παράκτιων Υποδομών
για την Διαχείριση των Επιπτώσεων
της Κλιματικής Αλλαγής

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

peloponnese_20m_contours_srtm_41_05

Value



High : 2446

Low : -24

Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

ΙΣΟΥΨΕΙΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ (ZOOM IN)



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
Δείκτης Τρωτότητας Παράκτιων Υποδομών
για την Διαχείριση των Επιπτώσεων
της Κλιματικής Αλλαγής

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

peloponnese_20m_contours_srtm_41_05

Value



High : 2446

Low : -24

Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

ΟΡΙΟ ΙΣΟΥΨΟΥΣ 5 ΜΕΤΡΩΝ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
Δείκτης Τρωτότητας Παράκτιων Υποδομών
για την Διαχείριση των Επιπτώσεων
της Κλιματικής Αλλαγής

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική

ΥΠΟΜΝΗΜΑ



under 5 meters



over 5 meters

Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

Πίνακας 10: Attribute table (κωδικοποιημένα δεδομένα από EUROSION)

CEMOV1	CEMOV2	CEEVV1	CEEVV2	CEGOV2	CEDWV1	CEDWV2	CEDAV2	CEDC	COVERED
X	X	2	2	B32	N	N	2	1	Y
E	E	2	2	A46	N	N	2	1	Y
A	A	1	4	A43	N	N	2	2	Y
A	A	1	4	A43	N	N	2	2	Y
B	B	1	4	A43	N	N	2	2	Y
B	B	1	4	A46	N	N	2	2	Y
A	A	2	4	A43	N	N	2	2	Y
E	J	2	0	B32	N	N	2	2	Y
E	E	2	4	A43	N	N	2	2	Y
E	J	2	0	A43	N	N	2	2	Y
B	B	1	4	A43	N	N	2	2	Y
B	B	1	4	A43	N	N	2	2	Y
X	X	50	4	B20	N	N	2	2	Y
E	E	2	2	B20	N	N	2	1	Y
E	E	2	2	B32	N	N	2	1	Y
E	E	2	4	B32	N	N	2	2	Y
E	E	2	6	B20	N	N	2	2	Y
A	A	2	2	A43	N	N	2	1	Y
A	A	2	2	A32	N	N	1	1	Y
D	D	2	2	B20	N	N	2	1	Y
J	J	0	0	B32	N	N	2	1	Y
J	J	0	0	B32	N	N	2	1	Y
D	D	50	2	B32	N	N	2	2	Y
D	J	50	0	B32	N	N	2	2	Y
D	D	50	2	B32	N	N	2	2	Y
B	B	1	2	A46	N	N	2	2	Y
E	E	2	6	A43	N	N	2	2	Y
Z	J	2	0	A43	N	N	2	2	Y
Z	Z	2	2	A43	N	N	2	1	Y
Z	J	2	0	B32	N	N	2	2	Y
A	A	1	4	A43	N	N	2	2	Y
A	J	1	0	A43	N	N	2	2	Y
A	A	2	2	A43	N	N	2	1	Y
A	A	1	4	A43	N	N	2	2	Y
B	B	2	4	B32	Y	Y	2	2	Y
B	J	1	0	A43	N	N	2	2	Y
A	A	2	2	A43	N	N	2	1	Y
D	D	51	4	B32	N	N	2	2	Y
D	D	51	4	B32	N	N	2	2	Y
B	J	51	0	B32	N	N	2	2	Y
E	E	2	2	B32	N	N	2	1	Y
E	E	2	2	B20	N	N	2	1	Y
A	A	1	2	A40	N	N	2	2	Y
X	X	2	2	A46	N	N	2	1	Y
D	D	4	2	A46	N	N	2	2	Y
X	X	2	4	B32	N	N	2	2	Y
A	A	2	4	A43	N	N	2	2	Y
X	X	2	4	A43	N	N	2	2	Y
B	B	1	2	A46	N	N	2	2	Y
B	B	1	2	B32	Y	Y	2	2	Y
∨	∨	∞	∞	B32	∨	∨	∞	∞	∨

Πίνακας 11: Επεξήγηση Κωδικού “CEMO”

CEMO	CEMODSEN
A	Rocks and/or cliffs made of hard rocks (little subject to erosion)
B	Conglomerates and/or cliffs made of material subject to erosion: presence of rock waste and sediments (sand pebbles on the strand)
C	Small beaches separated by rocky capes
D	Developed beaches (length of the beach > 1 km) with strands made of coarse sediments: gravels or pebbles
E	Developed beaches with sandy strands: fine to coarse sand
F	Coastlines made of soft non-cohesive sediments
G	Strands made of muddy sediments: "waddens" and intertidal marshes with "slikkes and schorres"
H	Estuary
J	Harbour areas
K	Artificial beaches
L	Coastal embankments for construction purposes (e.g. by emplacement of rocks earth etc.)
M	Polders (reclaimed coastal areas)
N	Very narrow and vegetated strands (pond or lake shore type)
P	Soft strands with rocky "platforms" (rocky flat) on intertidal strands
R	Soft strands with "beach rock" on intertidal strands
S	Soft strands made of mine-waste sediments
X	Soft strands of heterogeneous category grain size
Y	Artificial shoreline or shoreline with longitudinal protection works (dikes) without aerated strands
Z	Soft strands of unknown category grain size

Πίνακας 12: Επεξήγηση Κωδικού "CEGO"

cego	cegods
D00	Out of nomenclature
C00	No information
B37	Man made ground
B35	Moraines and glacial or periglacial deposits
B34	Loess and silts
B33	Peat bog
B32	Fluvial (sand and gravel)
B31	Eolian sands and dunes
B30	Continental deposits
B36	Non cohesive undifferentiated sediments
B20	Lacustrine deposits
B21	Undifferentiated recent lacustrine deposits
B11	Undifferentiated recent marine deposits
B10	Marine deposits
B00	Non cohesive formations
B46	"Flysh" and interbedded series
B45	Evaporities
B44	Chalk
B43	Limestone
B42	Marl and consolidated clay
A41	Sandstone
A40	Sedimentary rocks
A34	Quartzite
A33	Marble
A32	Schist
A31	Gneiss
A30	Metamorphic rocks
A23	Volcano-sedimentary formations
A22	Ashes and stone fragments
A21	Lava (Basalts, etc.)
A20	Volcanic rocks
A13	Granitic rocks
A12	Intermediate rocks (diorite, gabbro-diorite, etc.)
A11	Ultramafite and mafic rocks
A10	Plutonic rock
A00	Substratum

Πίνακας 13: Επεξήγηση κωδικού "CETRDS"

CETRDS	CETR
STABLE (2 3)	1
EROSION PROBABLE (4)	2
EROSION CONFIRMED (50 51)	3
AGGRADATION PROBABLE (6)	4
AGGRADATION CONFIRMED (70 71)	5

Πίνακας 14: Επεξήγηση κωδικού "CEEV"

ceev	ceevds
0	Out of nomenclature
1	No information on evolution
2	Stable: Evolution almost not perceptible at human scale
3	Generally stable: small "occasional" variations around a stable position; evolutionary trend is uncertain
4	Erosion probable but not documented
6	Aggradation probable but not documented
50	Erosion confirmed, localised on parts of the segment
51	Erosion confirmed, generalised to almost the whole segment
70	Aggradation confirmed, localised on parts of the segment
71	Aggradation confirmed, generalised to almost the whole segment

Πίνακας 15: Επεξήγηση κωδικού "CEMS"

CEMS	CEMSDS
1	ROCKY COAST
2	BEACHES
3	MUDDY COAST
4	NARROW VEGETATED BEACHES
5	FICTITIOUS COAST

Πίνακας 16: Attribute Table (Υπολογισμός παράκτιας κλίσης και βαθμολογία κριτηρίων για υπολογισμό CVII)

EROSION	SLOPE	Hs	RSL	TIDE	LIMENES	AKT	ANEF	PLITHISMOS	NETWORK	NATURA	CULTURE	NEAR FID	NEAR DIST	slope100	CVII
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	34,73921	14,392958	1,779513
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,825742
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	24,693602	20,24816	1,779513
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	13,308523	37,56991	1,825742
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	25,78789	19,388945	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	21,556244	23,195135	1,870829
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	16,012122	31,226342	1,732051
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	32,284343	15,487383	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	41,79656	11,962707	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	140,638703	3,555209	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	21,704284	23,036926	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	310,598904	1,609793	1,870829
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	11,564688	43,235061	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	15,260406	32,764528	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,779513
0	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	11,49601	43,49335	1,47196
0	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	16,161178	30,938339	1,47196
5	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10,105467	49,47817	1,870829
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	24,005886	20,828225	1,914854
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	23,65324	21,138753	1,914854
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	183	43,935708	11,380265	1,870829
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,779513
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	16,079012	31,096438	1,779513
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	15,738039	31,770159	1,779513
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
0	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	31,568264	15,838692	1,527525
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	1	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
0	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	31,269562	15,989991	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	32,342309	15,459626	1,914854
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	41,621385	12,013055	1,914854
5	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	38,490143	12,990339	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	47,849666	10,449394	1,870829
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	173,487872	2,882046	1,870829
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,632993
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
4	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,825742
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
3	5	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	25,543428	19,574507	1,683251
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
3	4	1	2	5	0	5	0	0	0	0	0	281	10	50	1,732051
3	4	1	2	5	0	1	0	0	0	0	0	247	10	50	1,732051
3	5	1	2	5	0	1	0	0	0	0	0	281	42,009384	11,002103	1,779513

ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
Οργάνωση και Διαχείριση Λιμένων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
Δείκτης Τρωτότητας Παράκτιων Υποδομών
για την Διαχείριση των Επιπτώσεων
της Κλιματικής Αλλαγής

Επιμέλεια: Χονδρογιάννης Ηλίας
Επιβλέπουσα: Τσουκαλά Βασιλική



Coordinate System: GCS ETRS 1989
Datum: ETRS 1989
Units: Degree

