



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΖΩΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ
ΤΗΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**

Εφαρμογή σε δύο ακτές της Λέσβου

Τσομπανέλλης Π. Θεμιστοκλής

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

**«ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»**

**Επιβλέποντες: Καθηγητής Κ. Μέμος
Καθηγήτρια Δ. Διακουλάκη**



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΖΩΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ
ΤΗΝ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**

Εφαρμογή σε δύο ακτές της Λέσβου

Τσομπανέλλης Π. Θεμιστοκλής

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

**«ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»**

**Επιβλέποντες: Καθηγητής Κ. Μέμος
Καθηγήτρια Δ. Διακουλάκη**

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΖΩΝΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

Εφαρμογή σε δύο ακτές της Λέσβου

Λέξεις-κλειδιά : παράκτια ζώνη, παράκτια πλημμύρα, εκτίμηση επικινδυνότητας, ταξινόμηση, Σκάλα Ερεσού, βόρεια Μυτιλήνη

CLASSIFICATION OF COASTAL ZONES BASED ON FLOOD

RISK

Application in two coasts of Lesvos island

Keywords : coastal zone, coastal flooding, risk assessment, classification, Skala Eresou, north region of Mitilene

Το περιεχόμενο της ανά χείρας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τελειώνοντας αυτή την εργασία, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν, άμεσα και έμμεσα και πρώτα απ' όλα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Μέμο (Καθηγητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.) για την υπόδειξη του συγκεκριμένου θέματος, για τις ιδέες που μου έδωσε, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και για το άριστο κλίμα συνεργασίας που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης του θέματος.

Επίσης, πρέπει να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κ. Δανάη Διακουλάκη (Καθηγήτρια του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.) για τη πολύτιμη βοήθειά της πάνω στη κατάστρωση της «κορμοστασιάς» αυτής της εργασίας και για τις χρήσιμες συμβουλές της στην Πολυ-Κριτηριακή Ανάλυση, ένα χρήσιμο εργαλείο στη λήψη αποφάσεων και στην ταξινόμηση που μέχρι προσφάτως πολύ λίγα γνώριζα.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, την Ελένη και τους φίλους μου που μπορεί να με βοήθησαν έμμεσα για την εκπόνηση αυτής της εργασίας, όμως η ψυχολογική υποστήριξη από τους ανθρώπους που σε νοιάζονται είναι ο μισός δρόμος για τη νίκη και την επίτευξη των στόχων. Είναι σημαντική η υπομονή που έδειξαν σε αυτή τη «περίεργη» πλευρά του εαυτού μου.

Τσομπανέλλης Θεμιστοκλής

Αθήνα, Φεβρουάριος 2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευρετήριο Πινάκων.....	11
Ευρετήριο Εικόνων.....	13
Περίληψη.....	17
Extended Abstract.....	18
Αντικείμενο, Σκοπός, Διάρθρωση της Εργασίας.....	25
Κεφάλαιο 1^ο	
Οι Παράκτιες Πλημμύρες και ο Άνθρωπος.....	27
1.1 Εισαγωγή – Γενικά.....	28
1.2 Αιτίες παράκτιας πλημμύρας.....	30
1.3 Μέτρα προστασίας έναντι παράκτιας πλημμύρας.....	34
1.4 Προσαρμογή στη πλημμύρα.....	38
1.5 Επιπτώσεις της πλημμύρας.....	39
1.6 Μελλοντική έρευνα.....	40

Κεφάλαιο 2^ο

Εκτίμηση Επικινδυνότητας για Παράκτιες Πλημμύρες.....	43
2.1 Εισαγωγή στην εκτίμηση επικινδυνότητας.....	44
2.2 Μαθηματική θεμελίωση της έννοιας.....	47
2.3 Διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα.....	48
2.4 Η διάρθρωση μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας για πλημμύρα.....	50
2.5 Η αξία μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας.....	51
2.6 Κριτική για την εκτίμηση επικινδυνότητας.....	52

Κεφάλαιο 3^ο

Ταξινόμηση των Παράκτιων Ζωνών.....	54
3.1 Ανάγκη για κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών	55
3.2 Βασικά επίπεδα ταξινόμησης παράκτιων ζωνών.....	55
3.3 Η έκθεση σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης (Α ή 1ο επίπεδο).....	56
3.4 Η επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον (Β ή 2ο επίπεδο).....	62
3.5 Τα κριτήρια συνοπτικά.....	66
3.6 Μέθοδος ταξινόμησης παράκτιων ζωνών	67
3.7 Σύνθεση των δεικτών στο δείκτη ΠΑΠΠ.....	73

Κεφάλαιο 4^ο

Εφαρμογή της Μεθοδολογίας : Η Περίπτωση της Σκάλας Ερεσού.....	80
4.1 Η τοποθεσία της περιοχής μελέτης και παλαιότερα συμβάντα πλημμυρών.....	81
4.2 Γνωριμία με τη περιοχή μελέτης.....	83
4.3 Σεισμικότητα - Γεωλογία της περιοχής.....	84
4.4 Γεωμορφολογία της περιοχής.....	86
4.5 Το πρόβλημα διάβρωσης της παραλίας.....	88
4.6 Φυσικό περιβάλλον της περιοχής.....	95
4.7 Πολιτισμικό περιβάλλον της περιοχής.....	97
4.8 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη περιοχή μελέτης.....	99

Κεφάλαιο 5^ο

Εφαρμογή της Μεθοδολογίας στον Συνοικισμό-Καλαμάρι Μυτιλήνης και Σύγκριση με τη Σκάλα Ερεσού.....	109
5.1 Τοποθεσία του δεύτερου παραδείγματος.....	110
5.2 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στο δεύτερο παράδειγμα.....	113
5.3 Σύγκριση των δύο παραδειγμάτων.....	120

Κεφάλαιο 6^ο

Συμπεράσματα, Προτάσεις.....	124
-------------------------------------	------------

Βιβλιογραφία.....	126
--------------------------	------------

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

-Κεφάλαιο 1^ο

-Κεφάλαιο 2^ο

Πίνακας 2.1 : Επεξήγηση βασικών εννοιών.....	45
Πίνακας 2.2 : Μετάφραση όρων της οδηγίας 2007/60/ΕΚ.....	45

-Κεφάλαιο 3^ο

Πίνακας 3.1: Μήτρα επιδόσεων για τις παράκτιες ζώνες	68
Πίνακας 3.2 : Παράδειγμα της πτυσσόμενης λίστας στη μήτρα επιδόσεων.....	68
Πίνακας 3.3 : Τα εύρη τιμών και το βέλτιστο για κάθε κριτήριο.....	69
Πίνακας 3.4 : Οι συντελεστές βαρύτητας για κάθε κριτήριο.....	70
Πίνακας 3.5 : Μήτρα αρχικής κατάταξης για τις παράκτιες ζώνες.....	71
Πίνακας 3.6 : Μήτρα απόδοσης τιμών για τις παράκτιες ζώνες.....	72
Πίνακας 3.7 : Τελική μήτρα για τις παράκτιες ζώνες.....	73

-Κεφάλαιο 4^ο

Πίνακας 4.1 : Κυματικές παράμετροι για ΝΔ άνεμο.....	100
Πίνακας 4.2 : Η μήτρα επιδόσεων για την Σκ. Ερεσού.....	104
Πίνακας 4.3 : Η μήτρα αρχικής κατάταξης για την Σκ. Ερεσού.....	105
Πίνακας 4.4 : Η τελική μήτρα για την Σκ. Ερεσού.....	105

-Κεφάλαιο 5^ο

Πίνακας 5.1 : Οι συντελεστές βαρύτητας των δύο παραδειγμάτων.....113

Πίνακας 5.2 : Η μήτρα επιδόσεων των δύο παραδειγμάτων.....117

Πίνακας 5.3 : Η μήτρα αρχικής κατάταξης των δύο παραδειγμάτων.....118

Πίνακας 5.4 : Η τελική μήτρα των δύο παραδειγμάτων.....118

-Κεφάλαιο 6^ο

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

-Κεφάλαιο 1^ο

Εικόνα 1.1 : Υπερπήδηση αναχώματος κατά το πέρασμα του τυφώνα Κατρίνα...	29
Εικόνα 1.2 : Αστοχία αναχώματος στην Νέα Ορλεάνη (New Orleans) που προκλήθηκε από κύματα του τυφώνα Κατρίνα.....	29
Εικόνα 1.3 : Απεικόνιση της μετεωρολογικής παλίρροιας.....	31
Εικόνα 1.4 : Το καταστρεπτικό tsunami που έπληξε τις Ιαπωνικές ακτές το Μάρτιο του 2011.....	32
Εικόνα 1.5 : Το φράγμα Malpasset στη νότια Γαλλία που καταστράφηκε το Δεκέμβριο του 1959 και προκάλεσε το θάνατο 423 ανθρώπων.....	34
Εικόνα 1.6 : Κατασκευή προβόλων για απόθεση ιζημάτων κατά μήκος της ακτής.....	35
Εικόνα 1.7 : Σύστημα αμμοθινών στο Γομάτι της Λήμνου με αναπτυγμένη βλάστηση.....	36
Εικόνα 1.8 : Μανγκρόβιο δάσος.....	37

-Κεφάλαιο 2^ο

Εικόνα 2.1 : Διάγραμμα ροής για την αντιμετώπιση ενός καταστροφικού γεγονότος.....	49
--	----

-Κεφάλαιο 3^ο

Εικόνα 3.1 : Το άνοιγμα και το βέλος μιας ακτής.....	58
Εικόνα 3.2 : Η κυματική υπερπήδηση σχηματικά.....	60
Εικόνα 3.3 : Σχήμα για την οπτικοποίηση της επικινδυνότητας.....	74
Εικόνα 3.4 : Ο δείκτης ΠΑΠΠ στο σχήμα (παχιά μαύρη γραμμή).....	75

Εικόνα 3.5 : Προβολή της παράκτιας ζώνης X (παράδειγμα) πάνω στην Εικόνα 3.3.....77

Εικόνα 3.6 : Προβολή της σημείου της παράκτιας ζώνης X (παράδειγμα) πάνω στην ευθεία $y=x$ (δείκτης ΠΑΠΠ).....78

-Κεφάλαιο 4^ο

Εικόνα 4.1 : Η Λέσβος (κόκκινο) στον ελλαδικό χάρτη.....81

Εικόνα 4.2 : Το νοτιοδυτικό τμήμα της Λέσβου με σημειωμένη τη περιοχή μελέτης.....81

Εικόνα 4.3 : Η περιοχή μελέτης.....82

Εικόνα 4.4 : Πλημμυρισμένο πεδίο στη Σκ. Ερεσού (Ιανουάριος 2015).....82

Εικόνα 4.5 : Πλημμυρισμένη κατοικία στη Σκ. Ερεσού (Ιανουάριος 2015).....83

Εικόνα 4.6 : Απεικόνιση της βαθυμετρίας του κόλπου της Ερεσού.....87

Εικόνα 4.7 : Τοπική αστοχία του τοίχου προστασίας.....88

Εικόνα 4.8 : Η παραλία στις 03-09-2006.....89

Εικόνα 4.9 : Η παραλία στις 13-06-2007.....89

Εικόνα 4.10 : Περιοχή μελέτης. (a) Αεροφωτογραφία του φράγματος της Ερεσού και (b) Δορυφορική φωτογραφία που δείχνει τη θέση του φράγματος.....90

Εικόνα 4.11 : Ενδεικτική αναπαράσταση διάβρωσης ποδός λόγω κατασκευής θαλάσσιου τοίχου.....91

Εικόνα 4.12 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (1/4).....92

Εικόνα 4.13 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (2/4).....93

Εικόνα 4.14 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (3/4).....93

Εικόνα 4.15 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (4/4).....94

Εικόνα 4.16 : Αποψη του λιμένα.....95

Εικόνα 4.17 : Μεγάλο μέρος της περιοχής μελέτης (Σκ. Ερεσού) ανήκει στο δίκτυο NATURA2000.....	96
Εικόνα 4.18 : Η Βίγλα στο λόφο Μαστό (με κόκκινο).....	98
Εικόνα 4.19 : Μέρος του τείχους στη Βίγλα.....	98
Εικόνα 4.20 : Χάρτης επιφανειακών σεισμών Ελλάδας 1900-2005 (5,0 -7,6 R).101	
Εικόνα 4.21 : Προβολή της παράκτιας ζώνης της Σκ. Ερεσού πάνω στην Εικόνα 3.3.....	106
Εικόνα 4.22 : Προβολή του σημείου της παράκτιας ζώνης της Σκ. Ερεσού πάνω στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ).....	107

-Κεφάλαιο 5^ο

Εικόνα 5.1 : Το νοτιοανατολικό τμήμα της Λέσβου με σημειωμένη τη δεύτερη περιοχή μελέτης.....	110
Εικόνα 5.2 : Η δεύτερη περιοχή μελέτης.....	111
Εικόνα 5.3 : Οι περιοχές Επάνω Σκάλα και Συνοικισμός της Μυτιλήνης.....	111
Εικόνα 5.4 : Το εργοστάσιο της Δ.Ε.Η. στη περιοχή Καλαμάρι της Μυτιλήνης..	112
Εικόνα 5.5 : Το κάστρο της Μυτιλήνης από ψηλά.....	112
Εικόνα 5.6 : Ο τοίχος προστασίας στην περιοχή Επάνω Σκάλα. Στο βάθος διακρίνεται μέρος του τείχους του κάστρου που κινδυνεύει από παράκτια πλημμύρα.....	114
Εικόνα 5.7 : Ο τοίχος προστασίας στην περιοχή Επάνω Σκάλα. Στο βάθος και πάνω στο λόφο βρίσκεται η περιοχή Συνοικισμός.....	115
Εικόνα 5.8 : Οι προβολές και των δύο παραδειγμάτων πάνω στην Εικόνα 3.3...119	
Εικόνα 5.9 : Η προβολή των σημείων και των δύο παραδειγμάτων πάνω στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ).....	120

-Κεφάλαιο 6^ο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι παράκτιες πλημμύρες και η αντιμετώπιση του κινδύνου από αυτές απασχολεί τον άνθρωπο από πολύ παλιά και συγκεκριμένα από τότε που αντιλήφθηκε τα οφέλη παραμονής του κοντά σε παράκτιες ζώνες και άρχισε να τις εποικίζει. Η παράκτια ζώνη πλέον είναι το «σπίτι» για ένα μεγάλο και αναπτυσσόμενο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού.

Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία δημιουργήθηκε ένα εννοιολογικό πλαίσιο ταξινόμησης των παράκτιων ζωνών ως προς τον κίνδυνο πλημμύρας. Με την ανάλυση κατασκευάστηκε ένα εργαλείο που έχει τη μορφή υπολογιστικού φύλλου. Θεσπίστηκαν δύο βασικά επίπεδα, τα οποία αντικατοπτρίζουν τις δύο συνιστώσες της επικινδυνότητας : την πιθανότητα και τις επιπτώσεις. Αυτά τα επίπεδα αποτελούνται από ξεχωριστά κριτήρια το καθένα και η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας γίνεται με τη χρήση μιας απλής τεχνικής Πολυ-Κριτηριακής Ανάλυσης.

Η μεθοδολογία εφαρμόζεται στην παράκτια ζώνη της Σκάλας Ερεσού και στις περιοχές Συνοικισμός και Καλαμάρι της Μυτιλήνης (βόρειο κομμάτι της Μυτιλήνης). Πρόκειται για δύο περιοχές με βασική τους διαφορά τον τύπο οικονομικής δραστηριότητας. Η Σκάλα Ερεσού είναι μία κυρίως τουριστική περιοχή, ενώ το βόρειο τμήμα της Μυτιλήνης χρησιμοποιείται κυρίως για οικιστικούς και βιομηχανικούς λόγους. Παρ' όλες τις διαφορές τους, προκύπτει ότι οι δύο περιοχές υπάγονται στην ίδια κατηγορία επικινδυνότητας (κατηγορία C του δείκτη ΠΑΠΠ), δηλαδή έχουν μέτρια επικινδυνότητα για παράκτια πλημμύρα.

EXTENDED ABSTRACT

Coastal flooding and the hazard it poses, has been a problem of humanity for very long and since human understood the benefits of the coastal zone and started urbanizing it. The coastal zone is the now home to a large and growing proportion of the global population. Over fifty percent of the global population and sixty-five percent of cities with populations over five million people are in the coastal zone. So it is easily understood that there is a need to quantify the risk of coastal flooding, especially nowadays.

In this thesis, a conceptual framework has been created in order to categorize the coastal zone for coastal flooding. The goal is to quantify the risk and help decision - makers to take integrated solutions in management. For this purpose, two (2) main levels are established. The first level is the exposure in danger and the second is the consequences in the urban, environmental and cultural environment of the coastal zone. These two levels reflect the two main components of risk : probability times the consequences. The two levels consist of specific criteria which are shown in the matrix below (Matrix 1).

Matrix 1

		C. Z. 1	C. Z. 2	C. Z. 3
Exposure in Danger	Opening/Bend			
	Average Slope			
	Average Sedimentation			
	Overtopping Height/Protection Height			
	Tsunami (Likelihood)			
	Discharge Capacity (River)			
	Sewer System			
Consequences	Population Density			
	GDP/Area			
	Land Price			
	Infrastructure Value			
	Environmentally Protected Area			
	Biodiversity Index			
	Existence of Monuments			

For the categorization, Multi – Criteria Decision Analysis (MCDA) is used. The tool is developed in Microsoft Excel®. The user is choosing a range of values and by using weight factors, two indexes from the two levels are extracted. The values of the indexes are the coordinates of the coastal zone and it is plotted in Figure 1. The figure is divided into four parts (A,B,C,D) representing the risk of the coastal zone due to flooding. The darker the color, the higher the risk.

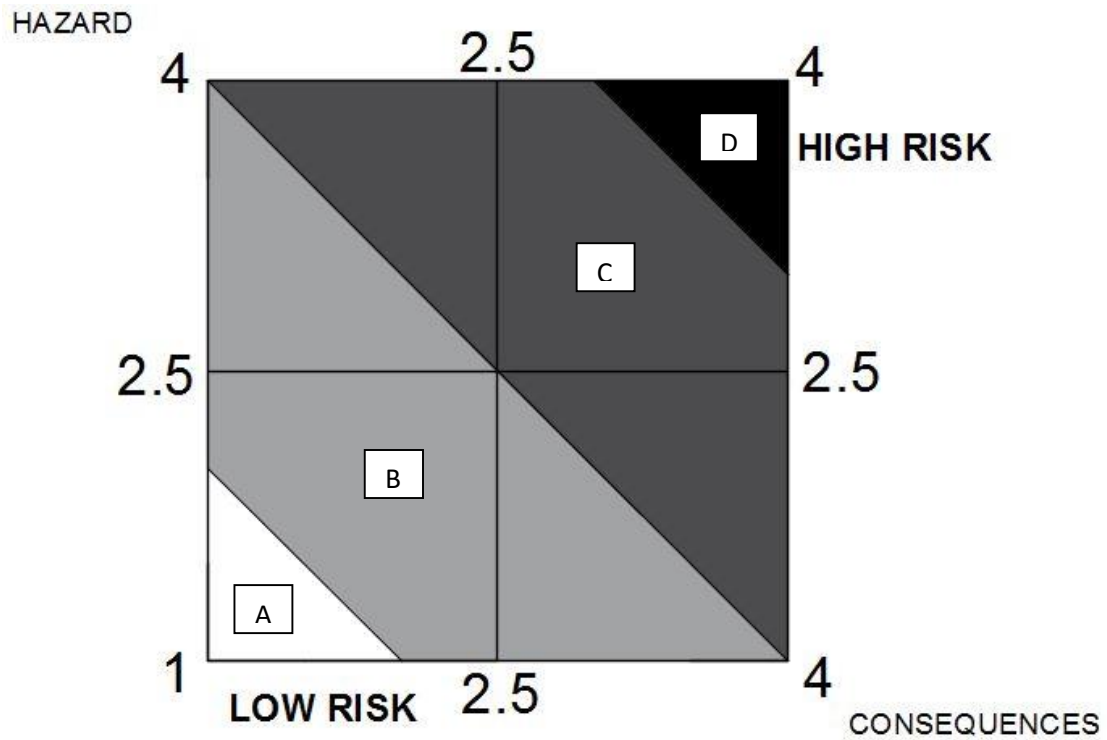


Figure 1

Two case studies are carried out as an example, both of which are in the Greek island Lesvos (Figure 2). The first one is the coastal zone of Skala Eresou (Figure 3) and the second one the north region of Mytilene, capital of the island (Figure 4).



Figure 2

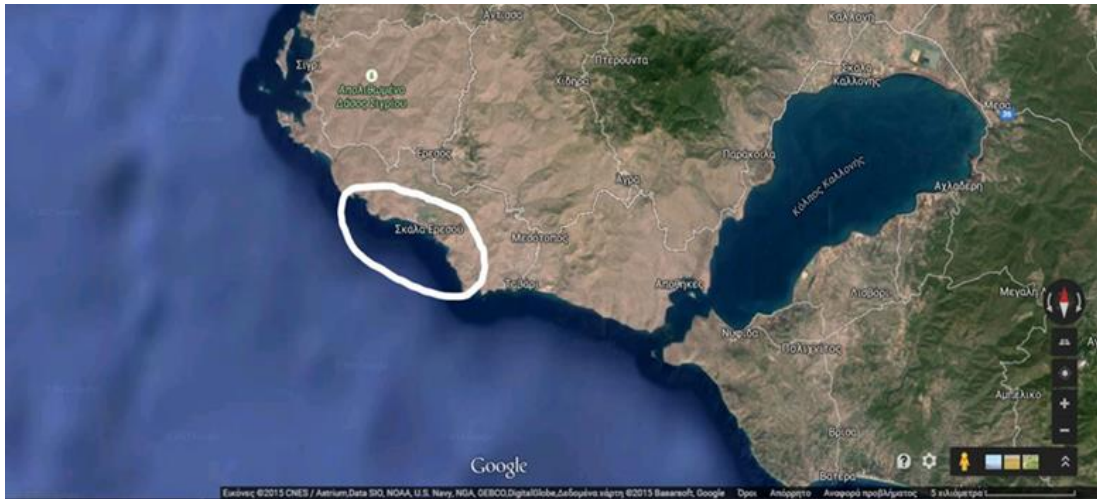


Figure 3

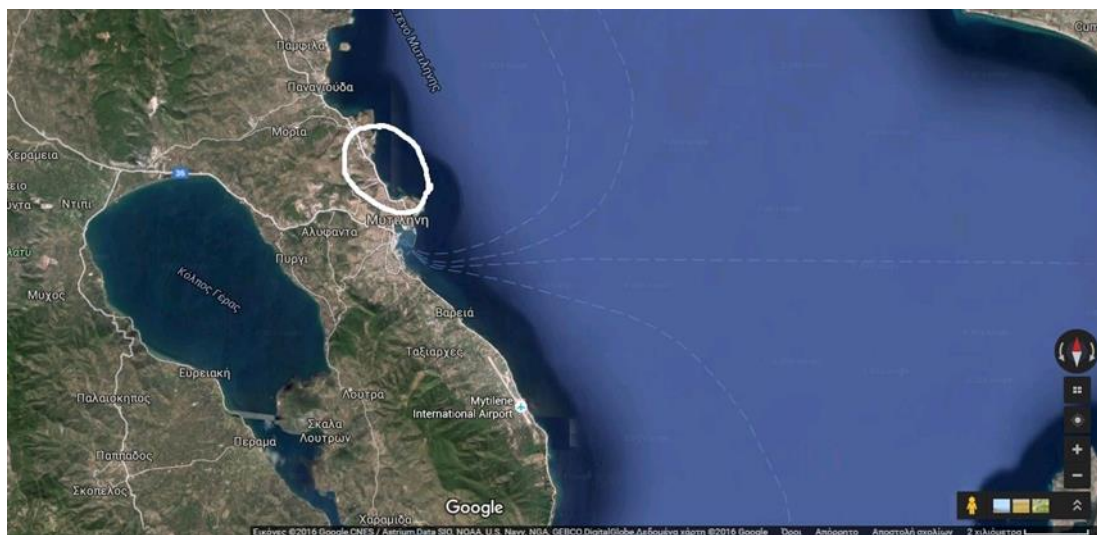


Figure 4

The main difference between the two examples is the type of economy. Skala Eresou is a tourist resort and the north region of Mytilene is an urbanized area with two industries and monuments that are in danger of flooding.

Matrix 2 shows the values for each criteria for the two case studies. Using the MCDA, Matrix 3 is extracted, which shows the values for each level.

Matrix 2

		Sk. Eresou	North Mytilene
Exposure in Danger	Opening/Bend	>2,0	>2,0
	Average Slope	0-5,0	0-5,0
	Average Sedimentation	(-)-0-1,0	(-)-0-1,0
	Overtopping Height/Protection Height	0-0,2	0-0,2
	Tsunami (Likelihood)	C	A
	Discharge Capacity (River)	1,0-1,2	0-1,0
	Sewer system	C	B
Consequences	Population Density	50-100	>300
	GDP/Area	600-2000	600-2000
	Land Price	>7000	>7000
	Infrastructure Value	0-2000	0-2000
	Environmentally Protected Area	C	A
	Biodiversity Index (and) Industry Risk	0,5-0,8	C
	Existance of Monuments	B	C

Matrix 3

	Sk. Eresou	North Mytilene
Hazard	2.92	2.26
Consequences	2.28	2.86

The coastal zones are plotted in Figure 5, based on the coordinates shown on Matrix 3 (see above) and both belong in the category C (medium risk of coastal flooding).

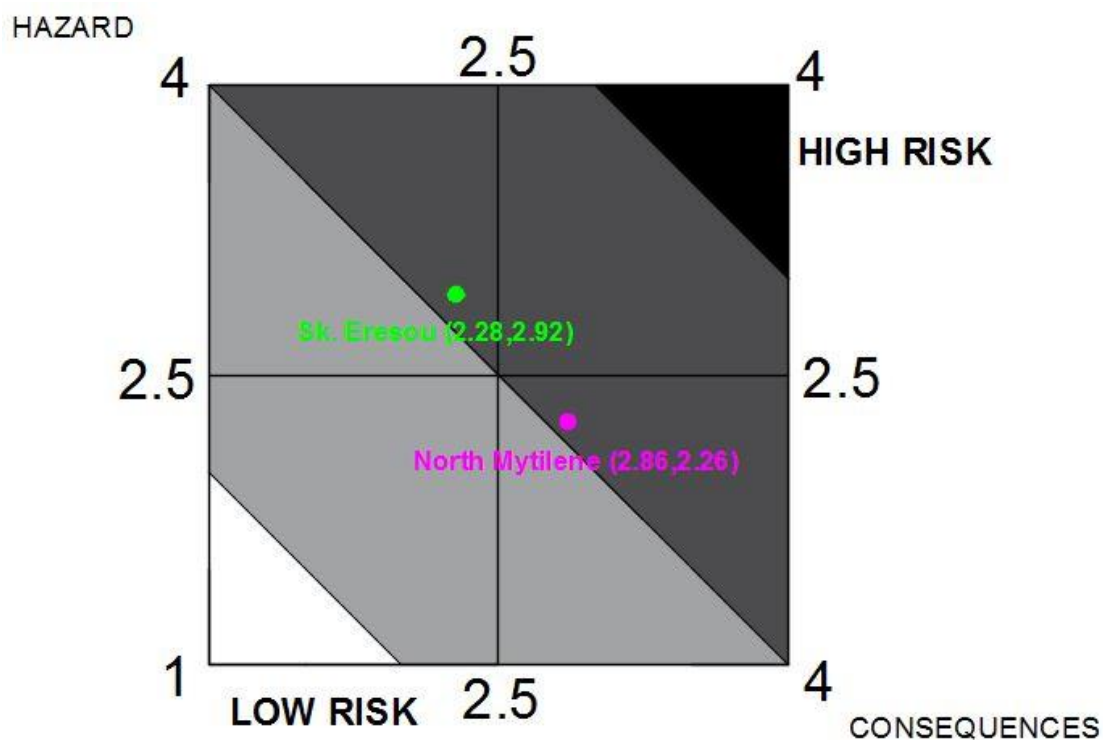


Figure 5

In conclusion, the main advantages of the tool are :

- The spreadsheet allows the user in a small amount of time and with little quantity of data to derive conclusions about his/her case study.
- The criteria are neither too many, to make the spreadsheet more difficult to use, nor small in number, so the result to be unreliable.
- The user can adjust the criteria and their weights in the case study.
- The result is automatically extracted.
- The spreadsheet informs the user for the category of his coastal zone, for him to derive better conclusions of the risk of coastal flooding.
- Many coastal zones can be studied at once for comparison.

Although these advantages, the spreadsheet and the framework can be further improved on these points :

- More criteria may be added to make it more precise and reliable. Though not too many to lose one main advantage it has : easy to use.

EXTENDED ABSTRACT

- More categories of risk may be added, so the user may understand better the magnitude of risk.
- Maybe there is a way to plot the final point on Figure 1 for further automation of the spreadsheet.

Αντικείμενο, Σκοπός της Εργασίας

Αντικείμενο και ουσιαστικά σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι να δημιουργηθεί ένα εννοιολογικό πλαίσιο ταξινόμησης των παράκτιων ζωνών ως προς τον κίνδυνο πλημμύρας. Με την ανάλυση κατασκευάστηκε ένα εύχρηστο εργαλείο για την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας για πλημμύρα των παράκτιων ζωνών. Το εργαλείο είναι σε μορφή υπολογιστικού φύλλου, όπου καταρτίζονται δύο κύρια επίπεδα (Εκθεση σε κίνδυνο, Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον). Αυτά τα επίπεδα αποτελούνται από ξεχωριστά κριτήρια το καθένα και η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας γίνεται με τη χρήση Πολυ-Κριτηριακής Ανάλυσης.

Η μεθοδολογία εφαρμόζεται στην παράκτια ζώνη της Σκάλας Ερεσού και στις περιοχές Συνοικισμός και Καλαμάρι της Μυτιλήνης (βόρειο κομμάτι της Μυτιλήνης). Πρόκειται για δύο περιοχές με βασική τους διαφορά τον τύπο οικονομικής δραστηριότητας. Η Σκάλα Ερεσού είναι μία κυρίως τουριστική περιοχή, ενώ το βόρειο τμήμα της Μυτιλήνης χρησιμοποιείται κυρίως για οικιστικούς και βιομηχανικούς λόγους. Παρ' όλες τις επιμέρους διαφορές τους, προκύπτει ότι οι δύο περιοχές υπάγονται στην ίδια κατηγορία επικινδυνότητας (κατηγορία C του δείκτη ΠΑΠΠ), δηλαδή έχουν μέτρια επικινδυνότητα για παράκτια πλημμύρα.

Διάρθρωση της Εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελείται από έξι (6) κεφάλαια συνολικά. Παρακάτω δίνεται η διάρθρωση των κεφαλαίων συνοπτικά :

Κεφάλαιο 1^ο

- Γενικά για την παράκτια πλημμύρα
- Αιτίες παράκτιας πλημμύρας
- Μέτρα προστασίας έναντι παράκτιας πλημμύρας
- Προσαρμογή στη πλημμύρα
- Επιπτώσεις της πλημμύρας

- Μελλοντική έρευνα πάνω στο θέμα των πλημμυρών

Κεφάλαιο 2^ο

- Η εκτίμηση επικινδυνότητας γενικά
- Εκτίμηση επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα
- Η σύνθεση και η αξία μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας για πλημμύρα
- Κριτική πάνω στην εκτίμηση επικινδυνότητας

Κεφάλαιο 3^ο

- Βασικά επίπεδα ταξινόμησης των παράκτιων ζωνών
- Ανάλυση των κριτηρίων των δύο επιπέδων ταξινόμησης (Α και Β)
- Κατασκευή του υπολογιστικού φύλλου
- Σύνθεση των τελικών δεικτών στο δείκτη ΠΑΠΠ

Κεφάλαιο 4^ο

- Γνωριμία με την Σκάλα Ερεσού και την ευρύτερη περιοχή (πρώτο παράδειγμα)
- Εφαρμογή της μεθοδολογίας στην παράκτια ζώνη της Σκάλας Ερεσού

Κεφάλαιο 5^ο

- Γνωριμία με τον Συνοικισμό – Καλαμάρι Μυτιλήνης (δεύτερο παράδειγμα)
- Εφαρμογή της μεθοδολογίας στο δεύτερο παράδειγμα
- Σύγκριση των δύο παραδειγμάτων

Κεφάλαιο 6^ο

- Συμπεράσματα – Προτάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Οι Παράκτιες Πλημμύρες και ο Άνθρωπος

1.1 Εισαγωγή – Γενικά

1.2 Αιτίες παράκτιας πλημμύρας

1.3 Μέτρα προστασίας έναντι παράκτιας πλημμύρας

1.4 Προσαρμογή στην πλημμύρα

1.5 Επιπτώσεις της πλημμύρας

1.6 Μελλοντική έρευνα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο – Οι Παράκτιες Πλημμύρες και ο Άνθρωπος

1.1 Εισαγωγή - Γενικά

Η **παράκτια πλημμύρα** (Coastal Flood) συμβαίνει όταν φυσιολογικά στεγνή και επίπεδη περιοχή πλησίον του θαλάσσιου αποδέκτη (συχνά αποκαλούμενη και ως παράκτια ζώνη – Π. Ζ. ή π. ζ.) πλημμυρίσει από θαλασσινό ή/και γλυκό νερό.

Σε αυτή την εργασία, θα μας απασχολήσει κυρίως η παράκτια πλημμύρα που οφείλεται στη θάλασσα (θαλασσινό νερό) και στη δράση της. Παρ' όλα αυτά θα ληφθεί υπ' όψιν η πιθανότητα πλημμύρας και από το γλυκό νερό (π. χ. ύπαρξη χειμάρρου στη περιοχή).

Το θαλασσινό νερό μπορεί να πλημμυρίσει μία έκταση μέσω διαφόρων τρόπων οι οποίοι είναι :

- **Άμεση πλημμύρα** - όπου η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας υπερβαίνει τη στάθμη του εδάφους, συχνά εκεί όπου δεν υπάρχουν τεχνητά ή φυσικά εμπόδια π.χ. αμμοθίνες
- **Υπερπήδηση εμποδίου** – το εμπόδιο μπορεί να είναι φυσικό ή τεχνητό. Το ύψος των κυμάτων υπερβαίνει το ύψος του εμποδίου και έτσι το νερό ρέει πάνω από τη στέψη του και τελικά πλημμυρίζει την παράκτια περιοχή (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1 : Υπερπήδηση αναχώματος κατά το πέρασμα του τυφώνα Κατρίνα (Πηγή : rpicompsci.wordpress.com [9])

- **Αστοχία εμποδίου** – και πάλι το εμπόδιο μπορεί να είναι φυσικό ή τεχνητό και η αστοχία αυτή συμβαίνει συνήθως σε ακτές που είναι εκτεθειμένες σε μεγάλα κύματα. Τα φορτία είναι μεγάλα και δεν μπορεί να τα παραλάβει το τεχνικό έργο. Το θαλασσινό νερό εισέρχεται στη παράκτια περιοχή από το σημείο που αστόχησε το εμπόδιο (Εικόνα 1.2). [11]



Εικόνα 1.2 : Αστοχία αναχώματος στην Νέα Ορλεάνη (New Orleans) που προκλήθηκε από κύματα του τυφώνα Κατρίνα (Πηγή : commons.wikimedia.org [4])

Η έκταση του πλημμυρισμένου πεδίου εξαρτάται από την τοπογραφία της περιοχής, καθώς και από το ύψος του περίσσιου νερού.

Συχνά ξεχνάμε ότι τα πλημμυρικά γεγονότα είναι μέρος της φύσης. Στη φύση δεν υπάρχει καταστροφή από πλημμύρα. Οι πλημμύρες οδηγούν σε καταστροφές μόνο όταν θίγονται ανθρώπινες ζωές και περιουσίες. [2] Παρ' όλα αυτά η επιρροή του ανθρώπου στο παράκτιο περιβάλλον (και ευρύτερα) μπορεί να επιδεινώσει την πλημμύρα και κατά συνέπεια τις επιπτώσεις της. Για παράδειγμα η άντληση νερού από υπόγειους υδροφορείς στην παράκτια ζώνη μπορεί να βοηθήσει στην καθίζηση του εδάφους αυξάνοντας το κίνδυνο πλημμύρας. Κατασκευές προστασίας κατά μήκος της ακτής όπως οι θαλάσσιοι τοίχοι αλλοιώνουν τις φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη, συχνά οδηγώντας σε διάβρωση που επίσης αυξάνει τον κίνδυνο παράκτιας πλημμύρας. [11]

Επίσης ο άνθρωπος μπορεί να επιδεινώσει και έμμεσα τις επιπτώσεις της παράκτιας πλημμύρας. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελεί η **κλιματική αλλαγή** (Climate Change) που συμβαίνει λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη από την καύση ορυκτών καυσίμων και την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (CO₂). Είναι σχεδόν σίγουρο ότι μέσα στις επόμενες δεκαετίες, εκτός από την αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας, θα υπάρχει και αύξηση στη συχνότητα και στην ένταση των ακραίων γεγονότων με συνέπεια την αύξηση της πιθανότητας πλημμύρας στις παράκτιες περιοχές.

1.2 Αιτίες παράκτιας πλημμύρας

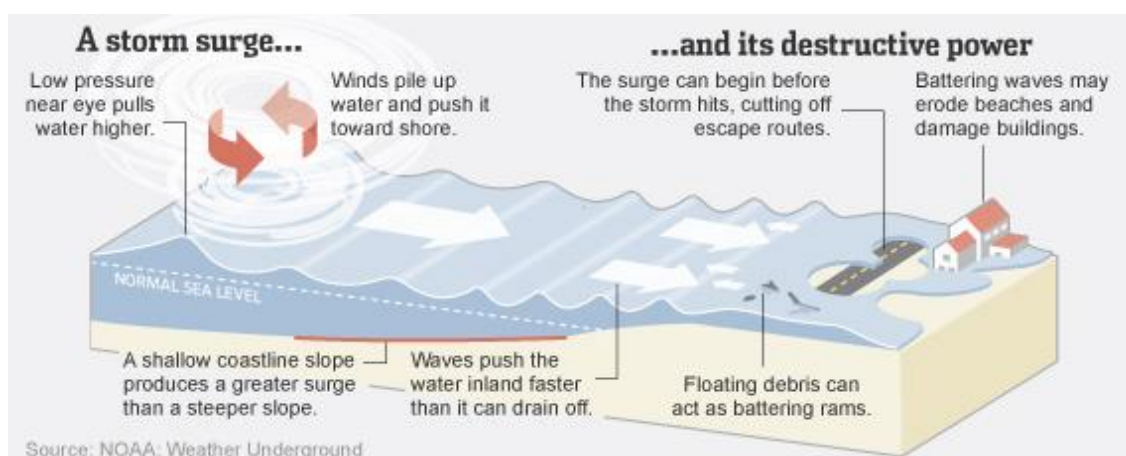
Οι αιτίες της παράκτιας πλημμύρας είναι τέσσερις (4) κυρίως :

- **Καταιγίδες και μετεωρολογικές παλίρροιες**

Οι καταιγίδες μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρα μέσω της **μετεωρολογικής παλίρροιας** (Storm Surge). Μετεωρολογική παλίρροια είναι η ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλασσας που οφείλεται σε χαμηλές ατμοσφαιρικές πιέσεις (λόγω της καταιγίδας). Εάν μία καταιγίδα συνδυαστεί με υψηλή αστρονομική παλίρροια, εκτεταμένες πλημμύρες μπορούν να συμβούν. Οι μετεωρολογικές παλίρροιες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια καταιγίδων είναι το άθροισμα τριών συνιστωσών :

- a) Ανύψωση λόγω ανέμου (wind setup) : Άνεμος που φυσάει προς τη στεριά τείνει να ανυψώσει τη στάθμη της θάλασσας
- b) Ανύψωση λόγω βαρομέτρου (barometric setup) : Χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση κοντά στη παράκτια ζώνη επίσης ανυψώνει τη στάθμη της θάλασσας
- c) Ανύψωση λόγω κυμάτων (wave setup) : Η ύπαρξη κυμάτων στη ζώνη θραύσης ανυψώνει τη μέση στάθμη του νερού [11]

Αυτές οι τρεις (3) διαδικασίες μαζί με τα κύματα που δημιουργούνται μπορούν να υπερπηδήσουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια και έτσι να πλημμυρίσουν τη παράκτια ζώνη (Εικόνα 1.3).



Εικόνα 1.3 : Απεικόνιση της μετεωρολογικής παλίρροιας (Πηγή : noaa.gov [8])

- **Κύματα (Waves), Tsunamis**

Οι παράκτιες περιοχές μπορούν να πλημμυρήσουν και από υψηλά κύματα. Ένας αφνίδιος και συνήθως καταστρεπτικός τρόπος είναι μέσω των κυμάτων tsunami. Τα tsunamis είναι κύματα που μεταδίδονται στον ωκεανό ως αποτέλεσμα εκτόπισης ενός μεγάλου σώματος νερού. Αυτή η εκτόπιση μπορεί να προκληθεί από σεισμό, από κατολίσθηση (είτε υπέργεια είτε υποθαλάσσια), από έκρηξη ηφαιστείου, από κατολίσθηση παγετώνα ή ακόμη και από πτώση μετεωρίτη στη θάλασσα. Τα tsunamis είναι καταστροφικά λόγω της ταχύτητας, του μεγάλου συνήθως ύψους τους καθώς και λόγω του ότι παρασύρουν συντρίμμια καθώς το νερό κυλά πάνω στο έδαφος και προκαλούν περαιτέρω ζημιές.



Εικόνα 1.4 : Το καταστρεπτικό tsunami που έπληξε τις Ιαπωνικές ακτές το Μάρτιο του 2011 (Πηγή : io9.com [5])

- **Ανύψωση της μέσης στάθμης της θάλασσας από την κλιματική αλλαγή**

Η διακυβερνητική οργάνωση για την κλιματική αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) εκτιμά ότι η μέση ανύψωση της στάθμης της θάλασσας για τον 21ο αιώνα θα είναι μεταξύ 9 και 18 εκατοστά (cm). [11] Μπορεί να υπάρχει μεγάλη απόκλιση (λόγω της μεγάλης αβεβαιότητας), αλλά ακόμη και με το ευνοϊκό σενάριο οι επιπτώσεις θα είναι μεγάλες.

Όπως είπαμε και προηγουμένως είναι σχεδόν σίγουρο ότι με την κλιματική αλλαγή, θα υπάρχει μία αύξηση στην ένταση καθώς και στη συχνότητα εμφάνισης γεγονότων καταιγίδας. Αυτό συνεπάγεται ότι οι παράκτιες πλημμύρες θα γίνονται πιο συχνές καθώς ανυψώνεται η μέση στάθμη της θάλασσας.

Από μόνη της, η ανύψωση της στάθμης απειλεί τη μόνιμη κατάληψη μικρής κλίσης (σχεδόν επίπεδων) εδαφών από το θαλασσινό νερό, καθώς το επίπεδο της θάλασσας μπορεί απλά να υπερβεί το χαμηλά υψόμετρα της παράκτιας περιοχής. Αυτό υποδεικνύει ότι η παράκτια πλημμύρα που σχετίζεται με την ανύψωση της θάλασσας από την κλιματική αλλαγή θα είναι ένα σημαντικό θέμα μέσα στις επόμενες δεκαετίες ειδικά αν οι παράκτιες πόλεις και οικισμοί εξακολουθούν να μεγαλώνουν και να επεκτείνονται προς τη κατεύθυνση της θάλασσας.

Να προσθέσουμε ότι είναι συχνό φαινόμενο σε παράκτιες περιοχές και σε ορισμένες παραθαλάσσιες μεγαλουπόλεις (βλ. Jakarta) να παρατηρείται σταδιακή καθίζηση του εδάφους, της τάξης των μερικών mm/χρόνο που σε συνδυασμό με τη κλιματική αλλαγή αυξάνουν το κίνδυνο παράκτιας πλημμύρας στις περιοχές αυτές. Η καθίζηση του εδάφους συνήθως οφείλεται στην υπέρμετρη άντληση υπόγειου νερού (με αρνητικό ετήσιο ισοζύγιο), στις αυξημένες φορτίσεις από τις κατασκευές ή και σε γεωτεκτονικές προσαρμογές του υπεδάφους. [3]

- **Πλημμύρα προερχόμενη από την χερσαία ζώνη**

Η κατάκλυση μιας παράκτιας περιοχής από πλημμυρικό νερό μπορεί να γίνει και λόγω υπερχειλίσης ποταμών και χειμάρρων, υπερχειλίσης φυσικών ή τεχνητών λιμνών (ταμιευτήρων) που με τη σειρά της (η υπερχειλίση) οφείλεται σε έντονες βροχοπτώσεις (μεγάλη ένταση ή/και μεγάλος όγκος) που συμβαίνουν στα ανάντη της παράκτιας ζώνης, δηλαδή στην ορεινή ζώνη. Επίσης πλημμύρα μπορεί να προκληθεί και από θραύση ή γενικότερα αστοχία ενός έργου αποθήκευσης νερού (φράγματος ή αναχώματος), που έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση μεγάλου συσσωρευμένου όγκου νερού και τη δημιουργία κύματος νερού που κατακλύζει την κατάντη πεδινή περιοχή (Εικόνα 1.5). [1]



Εικόνα 1.5 : Το φράγμα Malpasset στη νότια Γαλλία που καταστράφηκε το Δεκέμβριο του 1959 και προκάλεσε το θάνατο 423 ανθρώπων (Πηγή : *miles-around.de* [7])

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία, όπως αναφέραμε προηγουμένως θα ασχοληθούμε κυρίως με τις παράκτιες πλημμύρες που οφείλονται στην έντονη δραστηριότητα του θαλάσσιου αποδέκτη. Θα ληφθεί όμως υπ' όψιν και η πιθανότητα πλημμύρας από το γλυκό νερό.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι αν όλες οι παραπάνω αιτίες παράκτιας πλημμύρας συνδυαστούν και με υψηλή μέση στάθμη θάλασσας λόγω αστρονομικής παλίρροιας (παλίρροια που οφείλεται στη σχετική θέση κυρίως του ήλιου, της γης και της σελήνης), τότε η επίπτωση και η έκταση της πλημμύρας θα είναι ακόμη μεγαλύτερη.

1.3 Μέτρα προστασίας έναντι παράκτιας πλημμύρας

Τα μέτρα προστασίας από παράκτια πλημμύρα χωρίζονται σε δύο (2) κύριες κατηγορίες : Τα κατασκευαστικά και τα μη - κατασκευαστικά μέτρα.

- **Κατασκευαστικά μέτρα**

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι μέσα από τους οποίους εμποδίζεται η πλημμύρα στη παράκτια ζώνη. Τυπικά αυτό γίνεται μέσω των «σκληρών» κατασκευών όπως τα αναχώματα (levees) και οι θαλάσσιοι τοίχοι (seawalls). Αυτή η «ασπίδα» είναι για να προστατευθούν κυρίως πόλεις, οικισμοί, βιομηχανικές ζώνες και γενικά οι υποδομές που έχουν αναπτυχθεί πολύ κοντά ή πάνω στην ακτή.

Η ενίσχυση της διαδικασίας απόθεσης κατά μήκος της ακτής μπορεί επίσης να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της παράκτιας πλημμύρας. Κατασκευές όπως οι πρόβολοι (groynes) ή οι κυματοθραύστες (breakwaters) βοηθάνε στην απόθεση ιζημάτων τα οποία αποτελούν εμπόδια στα κύματα και στις μετεωρολογικές παλίρροιες καθώς η κυματική ενέργεια μεταφέρεται στα ιζήματα, θέτοντάς τα σε κίνηση και έτσι αποφεύγεται η πλημμύρα ή μειώνονται οι συνέπειές της (Εικόνα 1.6).



Εικόνα 1.6 : Κατασκευή προβόλων για απόθεση ιζημάτων κατά μήκος της ακτής

(Πηγή : wikipedia.org [11])

Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά άλλα κατασκευαστικά μέτρα : Τεχνητή αναπλήρωση ακτής, Επεμβάσεις στις κοίτες χειμάρρων/ποταμών, Μεθοδευμένη υποχώρηση της αστικής περιοχής ή της βιομηχανικής ζώνης, Επανασχεδιασμός των

κτιρίων για μείωση των επιπτώσεων της πλημμύρας (π.χ. ανύψωση των ισογείων ορόφων) (βλ. και παράγραφο 1.4 – Προσαρμογή στην πλημμύρα).

Η πράξη έχει δείξει ότι η χρήση μη μόνιμων μορφών εμποδίων ενάντια στην πλημμύρα μπορεί να παρέχει περισσότερη ελαστικότητα και ευκαιρίες για αποτελεσματική διαχείριση ενός μεγάλου εύρους πλημμυρικών γεγονότων.

- **Μη - κατασκευαστικά μέτρα**

Η ίδια η ακτή συνήθως παρέχει φυσικές προστατευτικές «δομές» για να αποτρέψει τη παράκτια πλημμύρα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα γνωστά συστήματα αμμοθινών, οι λιμνοθάλασσες και τα μαγκρόβια δάση (Εικόνες 1.7, 1.8).

[11]



Εικόνα 1.7 : Σύστημα αμμοθινών στο Γομάτι της Λήμνου με αναπτυγμένη βλάστηση
(Πηγή : tripadvisor.com.gr [10])



Εικόνα 1.8 : Μανγκρόβιο δάσος (Πηγή : wikipedia.org [11])

Τα μανγκρόβια δάση και οι λιμνοθάλασσες παρέχουν συνήθως αρκετή προστασία ενάντια στα κύματα, στα tsunamis και ενάντια στη διάβρωση της ακτογραμμής μέσα από την ικανότητά τους να διαχέουν την κυματική ενέργεια.

Όταν ο άνθρωπος επεμβαίνει σε μία παράκτια ζώνη για να την προστατέψει από την πλημμύρα πρέπει να λάβει σοβαρά υπ' όψιν του αυτές τις «δομές», καθώς η πράξη αποδεικνύει ότι μπορούν να λειτουργήσουν άριστα σε συνδυασμό με κατασκευαστικά μέτρα προς όφελος της κοινωνίας. Ο περιορισμός των συνεπειών είναι σίγουρος και τα μη κατασκευαστικά μέτρα τείνουν να είναι πιο αποτελεσματικά και μακροχρόνια πιο αποδοτικά από τα κατασκευαστικά. Παρ' όλα αυτά σε πολλές περιπτώσεις και εφόσον δεν επαρκεί η φυσική προστασία της ακτής συνίσταται να διατηρηθούν ή και να ενισχυθούν αυτές οι φυσικές «δομές», καθώς μπορούν να συνεργαστούν άριστα με τα κατασκευαστικά μέτρα.

Υπάρχουν και άλλα μέτρα που δεν εμπίπτουν στη κατηγορία των κατασκευαστικών όπως η ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις πλημμύρες, η προετοιμασία του για ένα τέτοιο ενδεχόμενο, ο περιορισμός των χρήσεων γης, κ.α. (βλ. και παράγραφος 1.4 – Προσαρμογή στη πλημμύρα)

1.4 Προσαρμογή στην πλημμύρα

Επειδή οι παράκτιες πλημμύρες είναι τυπικά μία φυσική διαδικασία, είναι εξαιρετικά δύσκολο να αποτρέψει κανείς να συμβούν. Είναι αναγκαίο λοιπόν ο άνθρωπος να εγκαταλείψει τη λογική του «αποτρέπω/εμποδίζω να συμβεί η πλημμύρα» και να αντιληφθεί ότι αυτό και (πολλές φορές) αντιοικονομικό είναι και δημιουργεί ένα εσφαλμένο αίσθημα «απόλυτης» ασφάλειας που είναι επικίνδυνο. Η προστασία έναντι της πλημμύρας δεν είναι ποτέ απόλυτη. Οι παράκτιες κοινωνίες είναι απαραίτητο να προσαρμοστούν στις πλημμύρες.

Περιορισμοί στη δόμηση, ζωνοποίηση της παράκτιας περιοχής με βάση την επικινδυνότητα, οργάνωση της αστικής δόμησης, ασφάλιση έναντι πλημμύρας και ενημέρωση του κοινού είναι μερικοί μόνο τρόποι για να επιτευχθεί μία αποτελεσματική προσαρμογή. Το κοινό πρέπει να γνωρίζει ότι είναι απαραίτητο να υπάρχει περιορισμός όσον αφορά τις χρήσεις γης (βιομηχανική, αγροτική, τουριστική, οικιστική) σε περιοχές με μεγάλη επικινδυνότητα (από πλημμύρα) για να περιοριστούν οι ζημιές. Η αποδοχή του κινδύνου της πλημμύρας μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή όταν το κόστος για την κατασκευή έργων προστασίας υπερβαίνει τα όποια οφέλη ή όταν η φυσική διεργασία της πλημμύρας προσδίδει ελκυστικότητα και φυσικό χαρακτήρα στην ακτή ή κάνει παραγωγικότερα τα εδάφη για καλλιέργεια.

Ένας ακραίος και συχνά δύσκολα αποδεκτός τρόπος προσαρμογής στις παράκτιες πλημμύρες είναι η εγκατάλειψη της περιοχής που είναι ευάλωτη στις πλημμύρες (συχνά γνωστός και ως μεθοδευμένη υποχώρηση – Managed Retreat). Αυτό γεννά διάφορα ψυχοκοινωνικά ζητήματα όπως και τεχνικά ζητήματα, όπως προς τα πού θα κατευθυνθούν οι άνθρωποι και οι υποδομές που επηρεάζονται ή με ποιο τρόπο πρέπει να γίνει η αποζημίωση. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι γνωστοί και δοκιμασμένοι τρόποι προσαρμογής του ανθρώπου σε αυτό το φυσικό φαινόμενο :

- Χρησιμοποίηση κατασκευαστικών μέτρων ως εμπόδια για το νερό (π. χ. κυματοθραύστες, θαλάσσιοι τοίχοι, κ. α.)
- Ενίσχυση της φυσικής προστασίας της Π. Ζ. (π. χ. αμμοθίνες)
- Περιορισμοί, οργάνωση στη δόμηση
- Περιορισμός χρήσεων γης
- Ζωνοποίηση της παράκτιας περιοχής

- Μεθοδευμένη υποχώρηση
- Ασφάλιση έναντι πλημμύρας
- Ενημέρωση του κοινού
- Σύστημα παρακολούθησης του καιρού, Μοντέλα πρόβλεψης πλημμυρών
- Σύστημα έγκυρης προειδοποίησης του κοινού για ακραία φαινόμενα
- Ασκήσεις ετοιμότητας

1.5 Επιπτώσεις της πλημμύρας

- **Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις**

Η παράκτια ζώνη είναι το «σπίτι» για ένα μεγάλο και αναπτυσσόμενο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού. Πάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού και το 65% των πόλεων με πληθυσμό πάνω από 5 εκατ. είναι στην παράκτια ζώνη. [11] Σε αντιστοιχία με τον σημαντικό αριθμό ανθρώπων, αυτά τα παράκτια αστικά κέντρα παράγουν ένα σημαντικό ποσοστό του **Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος** (Α.Ε.Π.). Ανθρώπινες ζωές, κατοικίες, επιχειρήσεις, και αστικές υποδομές όπως δρόμοι, σιδηρόδρομοι και εργοστάσια είναι όλα εκτεθειμένα στον κίνδυνο από παράκτια πλημμύρα με πιθανώς μεγάλα κοινωνικά και οικονομικά κόστη, ειδικά υπό το πρίσμα της ανόδου της στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικής αλλαγής.

Οι πρόσφατοι σεισμοί και τα κύματα tsunamis στην Ινδονησία το 2004 και στην Ιαπωνία το 2011 δείχνουν καθαρά την καταστροφή που μπορεί να προκαλέσει η παράκτια πλημμύρα. Επίσης έμμεσα οικονομικά κόστη μπορεί να προκύψουν εάν οικονομικά σημαντικές αμμώδεις ακτές διαβρωθούν με αποτέλεσμα τη μείωση των τουριστών. [11]

- **Περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

Η παράκτια πλημμύρα μπορεί να έχει ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνεπειών σε διάφορες κλίμακες. Η πλημμύρα μπορεί να καταστρέψει παράκτια οικοσυστήματα όπως λιμνοθάλασσες και εκβολές ποταμών και μπορεί να διαβρώσει συστήματα αμμοθινών. Αυτά τα μέρη έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό τη μεγάλη βιοποικιλότητα και η παράκτια πλημμύρα μπορεί να προκαλέσει μερική ή ολική

απώλεια αυτής της ποικιλότητας καθώς και πιθανή εξαφάνιση ειδών. Αυτά τα συστήματα είναι τα αμυντικά συστήματα των ακτών ενάντια στη δράση των κυμάτων.

Συχνές πλημμύρες, η αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας, αλλά και η ανθρώπινη παρέμβαση μπορούν να προκαλέσουν τη μείωση της προστασίας από αυτά τα συστήματα επιτρέποντας στα κύματα να εισχωρήσουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις προς την ενδοχώρα επιταχύνοντας τη διάβρωση και χειροτερεύοντας έτσι τις επιπτώσεις των πλημμυρών.

Μεγάλη χρονικά παραμονή του θαλασσινού νερού στην περιοχή της πλημμύρας μπορεί να προκαλέσει υφαλμύρωση του παραγωγικού χώματος και να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγικότητας για μεγάλη χρονική περίοδο. Καλλιέργειες και δάση μπορούν να καταστραφούν από την υφαλμύριση του χώματος ή και να παρασυρθούν από την κίνηση του νερού. Παράκτια σώματα γλυκού νερού όπως λίμνες, λιμνοθάλασσες και παράκτιοι υδροφόροι μπορεί επίσης να επηρεαστούν από τη διείσδυση του θαλασσινού νερού προς την ενδοχώρα. [11] Η πλημμύρα μπορεί να καταστρέψει αυτά τα σώματα νερού τα οποία αποτελούν το «σπίτι» για αρκετούς οργανισμούς και συνήθως αποτελούν πηγές πόσιμου νερού για πόλεις και οικισμούς.

1.6 Μελλοντική έρευνα

Οι παράκτιες πλημμύρες και η αντιμετώπιση του κινδύνου από αυτές απασχολεί τον άνθρωπο από πολύ παλιά και συγκεκριμένα από τότε που αντιλήφθηκε τα οφέλη παραμονής του κοντά σε παράκτιες ζώνες και άρχισε να τις εποικίζει. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να γνωρίσει και να υπομείνει τα «τερτίπια» της θάλασσας και να «σκαρφιστεί» τρόπους αντιμετώπισης των ακραίων φαινομένων, για την ασφάλεια του και τη διαφύλαξη της περιουσίας του. Ειδικά όμως τον περασμένο αιώνα (20^{ος} αιώνας) οι γνώσεις του σε διάφορους κλάδους πολλαπλασιάστηκαν, οι τεχνικές βελτιώθηκαν και πολλές κατασκευαστικές δυσκολίες ξεπεράστηκαν με τη χρήση μηχανημάτων. Η προστασία ενάντια στις πλημμύρες γινόταν όλο και μεγαλύτερη, αλλά σχετικά πρόσφατα αντιλήφθηκε ο άνθρωπος ότι η προστασία δεν μπορεί να είναι «απόλυτη». Έτσι γίνεται μία μετάβαση και η «αντιμετώπιση των πλημμυρών» μετατρέπεται σε «προσαρμογή στις πλημμύρες».

Η μελλοντική έρευνα όσον αφορά αυτό το θέμα είναι αναγκαίο να επικεντρωθεί τουλάχιστον στα παρακάτω :

- Στρατηγικές διαχείρισης αναφορικά με την αναγκαστική εγκατάλειψη παράκτιων οικισμών (Μεθοδευμένη Υποχώρηση)
- Ποσοτικοποίηση της αποτελεσματικότητας των φυσικών αμυντικών συστημάτων όπως τα μαγκρόβια δάση ή οι λιμνοθάλασσες ενάντια στην παράκτια πλημμύρα
- Καλύτερος τεχνικός σχεδιασμός (για κατασκευές/υποδομές) και πρακτικές ή εναλλακτικές στρατηγικές μείωσης των συνεπειών της πλημμύρας [11]

Βιβλιογραφία 1^{ου} Κεφαλαίου

1. Τσακίρης Γ., 2008, *''ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ''*, Αθήνα
2. Core group (Netherlands, France), Σεπτέμβριος 2003, *''BEST PRACTICES ON FLOOD PREVENTION, PROTECTION AND MITIGATION''*
3. Ward J. P. et al., 2010, *''Coastal inundation and damage exposure estimation: a case study for Jakarta''*, Springerlink
4. www.commons.wikimedia.org
5. www.io9.com
6. www.ipcc.ch
7. www.miles-around.de
8. www.noaa.gov
9. www.rpicompsci.wordpress.com
10. www.tripadvisor.com.gr
11. www.wikipedia.org

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Εκτίμηση Επικινδυνότητας για Παράκτιες Πλημμύρες

2.1 Εισαγωγή στην εκτίμηση επικινδυνότητας

2.2 Μαθηματική θεμελίωση της έννοιας

2.3 Διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα

2.4 Η διάρθρωση μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας για πλημμύρα

2.5 Η αξία μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας

2.6 Κριτική για την εκτίμηση επικινδυνότητας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – Εκτίμηση Επικινδυνότητας για Παράκτιες Πλημμύρες

2.1 Εισαγωγή στην εκτίμηση επικινδυνότητας

Η **εκτίμηση της επικινδυνότητας** (Risk Assessment) (ε. ε.) (πολλές φορές συναντάται και ως εκτίμηση της διακινδύνευσης) είναι ο προσδιορισμός της ποσοτικής ή της ποιοτικής τιμής της επικινδυνότητας ή αλλιώς του **ρίσκου** (Risk) που σχετίζεται με μία συγκεκριμένη κατάσταση και έναν αναγνωρισμένο **κίνδυνο** (Threat – Hazard).

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας απαιτεί τον υπολογισμό των δύο βασικών συνιστωσών της επικινδυνότητας (R – Risk) : των επιπτώσεων μίας καταστροφής, ενός ατυχήματος (L – Loss) και της πιθανότητας (P – Probability) αυτή/ό να συμβούν (βλ. και παράγραφο 2.2 - Μαθηματική θεμελίωση της έννοιας).

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1) δίνονται επεξηγήσεις κάποιων βασικών εννοιών. Στο Πίνακα 2.2 δίνεται η μετάφραση στα αγγλικά των πιο βασικών όρων που παρουσιάζονται στην οδηγία 2007/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου που αφορά την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Επίσης ένας ακόμη χρήσιμος όρος είναι αυτός του **Αποδεκτού ρίσκου** (Acceptable Risk) που είναι το ρίσκο το οποίο είναι αποδεκτό και ανεκτό, συνήθως επειδή το κόστος ή/και η δυσκολία να εφαρμοστεί κάποιο μέτρο αποτροπής είναι αρκετά μεγάλο/η και υπερβαίνει το κόστος των αναμενόμενων απωλειών.

Πίνακας 2.1 : Επεξήγηση βασικών εννοιών (Πηγή : *prosodol.gr* [2])

Όρος	Επεξήγηση
Κίνδυνος (Hazard)	Μία ιδιότητα ή κατάσταση, η οποία υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη.
Επιπτώσεις (Consequences)	Οι αρνητικές συνέπειες που προκαλούνται από μία πηγή κινδύνου η οποία επηρεάζει τον άνθρωπο ή το περιβάλλον, προσωρινά ή μακροχρόνια.
Σοβαρότητα των Επιπτώσεων (Magnitude of Consequences)	Η πρόβλεψη του μεγέθους των απωλειών σε σχέση με τη δραστικότητα των κινδύνων, εφόσον μία πηγή κινδύνου επηρεάσει το στόχο.
Επικινδυνότητα (Risk)	Ο συνδυασμός της πιθανότητας ή της συχνότητας εμφάνισης του κινδύνου και της σοβαρότητας των επιπτώσεων.

Πίνακας 2.2 : Μετάφραση όρων της οδηγίας 2007/60/ΕΚ (Πηγή : *prosodol.gr* [2])

Όρος στην Οδηγία	Προτεινόμενος δόκιμος όρος	Δόκιμος όρος στην αγγλική γλώσσα
Επικινδυνότητα	Κίνδυνος	Hazard
Κίνδυνος	Διακινδύνευση	Risk
Κίνδυνος	Τρωτότητα	Vulnerability
Κίνδυνος πλημμύρας	Διακινδύνευση πλημμύρας	Flood risk
Χάρτης επικινδυνότητας πλημμύρας	Χάρτης κινδύνου πλημμύρας	Flood hazard map
Χάρτης κινδύνου πλημμύρας	Χάρτης διακινδύνευσης πλημμύρας	Flood risk map
Διαχείριση κινδύνου πλημμύρας	Διαχείριση διακινδύνευσης πλημμύρας	Flood risk management
Σχέδια διαχείρισης κινδύνου πλημμύρας	Σχέδια διαχείρισης διακινδύνευσης πλημμύρας	Flood risk plans
Πλημμυρικές περιοχές	Πεδίο πλημμυρών	Floodplains
Περίοδος επαναληπτικότητας	Περίοδος επαναφοράς	Return period

Η ε. ε. είναι μέρος της **ανάλυσης επικινδυνότητας** (Risk Analysis) που είναι ένας συστηματικός τρόπος να αξιολογηθούν πληρέστερα οι κίνδυνοι, να επιτευχθεί απλοποίηση της πολυπλοκότητας και να εξεταστούν οι αβεβαιότητες ή τα κενά γνώσης. Η ανάλυση επικινδυνότητας διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων αντιμετώπισης μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης και αποτελείται από δύο φάσεις : την **εκτίμηση της επικινδυνότητας** (Risk Assessment) όπως αναφέραμε και τη **διαχείριση της επικινδυνότητας** (Risk Management).

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας αναφέρεται στις ενέργειες εκείνες που προβλέπουν ένα πιθανό ατύχημα και περιλαμβάνει την **αναγνώριση του κινδύνου** (Hazard Identification) και την αξιολόγησή του ως προς τις επιπτώσεις που θα επιφέρει στο φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον (Vulnerability Analysis) (βλ. και παραπάνω). [1]

Η διαχείριση με τη σειρά της αναφέρεται στις ενέργειες που ακολουθούν την περίπτωση ενός ατυχήματος ή μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης. Συγκεκριμένα αναφέρεται στη λήψη αποφάσεων για τους τρόπους αντιμετώπισης της κατάστασης έκτακτης ανάγκης και την επαναφορά του περιβάλλοντος, τεχνητού και φυσικού, στην αρχική ή και σε βελτιωμένη κατάσταση (Response and Recovery Actions). Είναι δύο φάσεις αλληλένδετες, καθώς η μία μπορεί να οδηγήσει στην αναθεώρηση της άλλης. [1]

Συνήθως οι πιθανοί κίνδυνοι αφορούν ανθρώπινες ζωές (απώλεια ή τραυματισμό, χειροτέρευση κατάστασης υγείας), περιουσιακά στοιχεία ή και το ίδιο το φυσικό περιβάλλον.

Οι βιομηχανίες αεροναυτικής, πετρελαίου, μεταφορών και οι στρατιωτικές βιομηχανίες έχουν μακρά ιστορία όσων αφορά την εκτίμηση της επικινδυνότητας. Επίσης φαρμακευτικές και βιομηχανίες παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων καθώς και νοσοκομεία συνεχώς προσπαθούν να μειώσουν τον κίνδυνο και εκπονούν αναλύσεις επικινδυνότητας σε συνεχή βάση. Οι μέθοδοι για την εκτίμηση της επικινδυνότητας μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το τελικό σκοπό δηλαδή αν αναφέρεται σε γενικές οικονομικές αποφάσεις ή σε περιβαλλοντικές ή στη δημόσια υγεία. [3]

2.2 Μαθηματική θεμελίωση της έννοιας

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας μαθηματικά εκφράζεται με την επόμενη Σχέση (Σχέση 2.1) :

$$R_i = L_i \times p(L_i) \quad \text{και} \\ R_{\text{total}} = \sum L_i \times p(L_i) \quad (\text{Σχέση 2.1})$$

, όπου R_i και R_{total} η εκτιμήτρια της επικινδυνότητας, L_i οι πιθανές απώλειες και $p(L_i)$ η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός. [3]

Για οικονομικές αποφάσεις, όπως στην ασφάλιση, η επικινδυνότητα εκφράζεται σε όρους χρηματικών μονάδων. Όταν η εκτίμηση της επικινδυνότητας γίνεται για τη δημόσια υγεία ή για περιβαλλοντικές αποφάσεις, η απώλεια μπορεί να ποσοτικοποιηθεί πάλι σε χρηματικές μονάδες ή σε κάποια αριθμητική μέτρηση της ποιότητας ζωής στη περιοχή.

Η ε. ε. αποτελεί έναν αντικειμενικό υπολογισμό του ρίσκου, στον οποίο παραδοχές και αβεβαιότητες λαμβάνονται υπ' όψιν. Μεγάλο μέρος της δυσκολίας στην εκτίμηση του κινδύνου είναι ότι το να μετρηθούν τα δύο σκέλη από τα οποία αποτελείται η επικινδυνότητα, τις ενδεχόμενες απώλειες και τη πιθανότητα να συμβεί το γεγονός, μπορεί να αποβεί εξαιρετικά δύσκολο, λόγω του ότι δεν ποσοτικοποιούνται κάποιες παράμετροι εύκολα. Για παράδειγμα αμφισβητείται αν είναι ηθικά σωστό να δώσουμε μία χρηματική τιμή και αξία στην ανθρώπινη ζωή ούτε μπορεί εύκολα και με γενικά αποδεκτό τρόπο να υπολογιστεί η αξία ενός πολιτιστικού μνημείου. Επίσης, η πιθανότητα λάθους στη μέτρηση των δύο παραπάνω ποσοτήτων είναι μεγάλη και συχνά υπάρχουν αποκλίσεις.

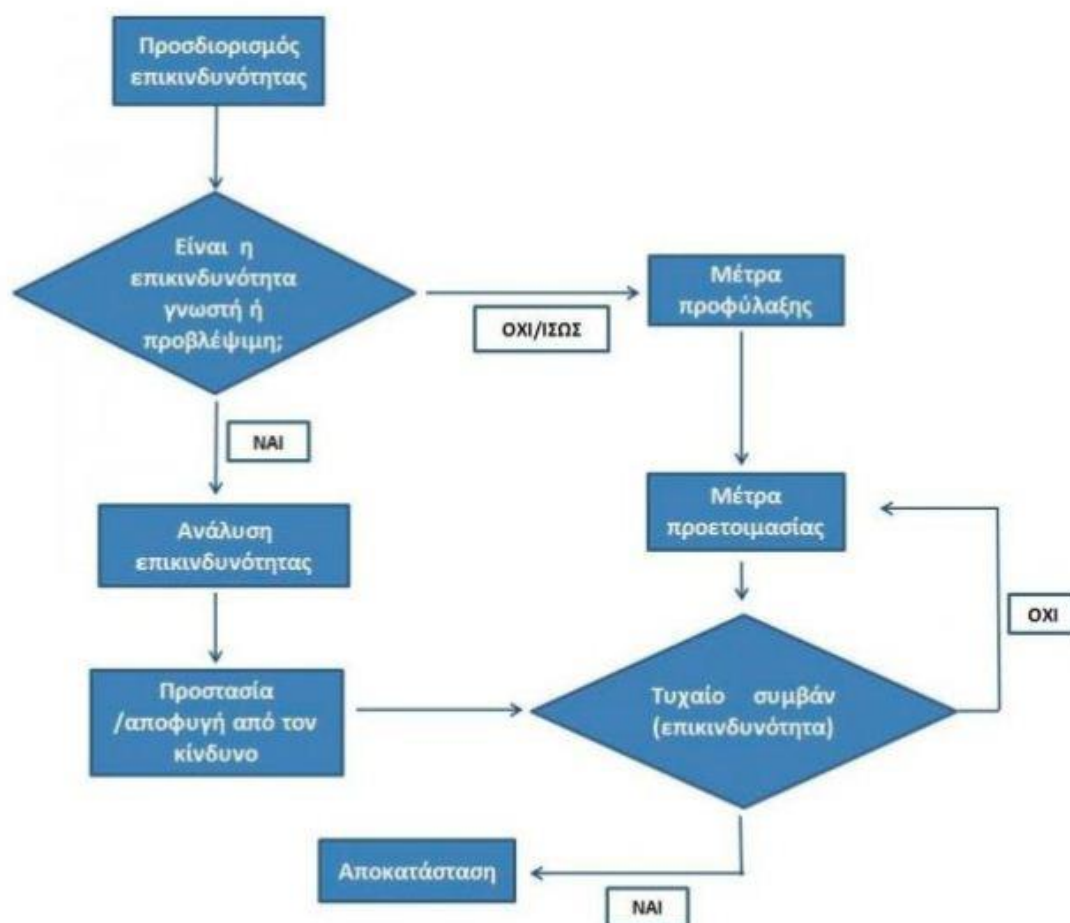
Οι κίνδυνοι με μεγάλες πιθανές απώλειες και χαμηλή πιθανότητα να συμβούν, συχνά αντιμετωπίζονται διαφορετικά από κινδύνους με μικρές συνέπειες και μεγάλη πιθανότητα να συμβούν, παρ' όλο που μπορεί να έχουν την ίδια τιμή επικινδυνότητας. Στη θεωρία και τα δύο σενάρια μπορεί να έχουν προτεραιότητα, όμως το μέγεθος των πιθανών συνεπειών καθορίζει τι είναι σημαντικότερο ειδικά όταν οι συνέπειες αφορούν απώλεια ανθρωπίνων ζωών.

2.3 Διαδικασία εκτίμησης επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα

Η αντιμετώπιση μιάς κατάστασης έκτακτης ανάγκης (π.χ. πλημμύρα, πυρκαγιά, ατύχημα) απαιτεί κάποιες ενέργειες από τη πλευρά των υπευθύνων - μελετητών. Αυτές οι ενέργειες μπορούν να συνοψιστούν στις παρακάτω πέντε (5) φάσεις :

1. **Σχεδιασμός** (Planning) - ενέργειες απαραίτητες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας για μια καταστροφή ή μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή, στη περιουσία και στο περιβάλλον. Στη συνέχεια καθορίζεται ένα σχέδιο – πλάνο για τη μείωση του κινδύνου.
2. **Μετριασμός** (Mitigation) - πρόκειται για ενέργειες που αποσκοπούν στον μετριασμό των επιπτώσεων μιάς καταστροφής (π. χ. διαχείριση των χρήσεων γης, ασφάλιση έναντι του κινδύνου)
3. **Προετοιμασία** (Preparedness) - σε αυτήν τη φάση οι κυβερνήσεις, οι οργανισμοί και ο καθένας ξεχωριστά είναι αναγκαίο να αναπτύξουν σχέδια για την ελαχιστοποίηση της ζημιάς λόγω μιάς επικείμενης καταστροφής (π. χ. κατασκευή έργων). Η προετοιμασία στοχεύει επίσης στη βελτίωση των ενεργειών αντιμετώπισης της καταστροφής (π. χ. διατήρηση αποθεμάτων, αποθήκευση βασικών ειδών πρώτης ανάγκης, ιατρικών παροχών, κατάσταση αναμονής του προσωπικού αντιμετώπισης, δοκιμαστικές ασκήσεις, εγκατάσταση συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης).
4. **Αντιμετώπιση** (Response) - είναι οι ενέργειες που πρέπει να γίνονται κατά τη διάρκεια αλλά και λίγο μετά από μια καταστροφή ή μια επείγουσα κατάσταση. Είναι σχεδιασμένες ώστε να παρέχουν βοήθεια στα θύματα της καταστροφής (διάσωση, καταφύγιο, ιατρική βοήθεια, τροφή). Στοχεύουν στη σταθεροποίηση της κατάστασης, συμβάλουν στην αποφυγή εκδήλωσης δεύτερου συμβάντος και επιταχύνουν την επιχείρηση επαναφοράς του περιβάλλοντος.
5. **Επαναφορά** (Recovery) - ενέργειες απαραίτητες για την επαναφορά όλων των συστημάτων (τεχνητών και μη) στο φυσιολογικό επίπεδο ή και σε καλύτερο. Χωρίζονται σε δύο είδη ενεργειών : τις βραχυπρόθεσμες (π. χ. καθαρισμός, προσωρινή στέγαση, ψυχολογική στήριξη) και τις μακροπρόθεσμες οι οποίες μπορεί να συνεχίζονται και για χρόνια μετά την εκδήλωση της καταστροφής (π.χ. αναπτυξιακά δάνεια, νομική βοήθεια).

Για ολοκληρωμένη αντιμετώπιση μίας κατάστασης έκτακτης ανάγκης, ένα διάγραμμα ροής δίνεται στη παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2.1). Σύμφωνα με το διάγραμμα, αφού προσδιορισθεί η επικινδυνότητα, πρέπει ο μελετητής να αναρωτηθεί εάν μπορεί να προβλεφθεί εύκολα ή όχι το καταστροφικό γεγονός. Αν η απάντηση είναι ναι, τότε ακολουθεί η ανάλυση επικινδυνότητας που θα οδηγήσει στην προστασία από τον κίνδυνο μέσω της λήψης μέτρων ασφαλείας. Εάν συμβεί το καταστροφικό γεγονός, θα πρέπει να γίνει αποκατάσταση. Εάν δεν είναι εύκολα προβλέψιμος ο κίνδυνος, θα πρέπει να παρθούν μέτρα προφύλαξης και προστασίας έναντι της κατάστασης έκτακτης ανάγκης και αν συμβεί πάλι το τυχαίο συμβάν, θα πρέπει να γίνει αποκατάσταση και επαναφορά.



Εικόνα 2.1 : Διάγραμμα ροής για την αντιμετώπιση ενός καταστροφικού γεγονότος
(Πηγή : *prosodol.gr* [2])

Η ε. ε. επομένως αναφέρεται, όπως προκύπτει από τα παραπάνω, στις τρεις πρώτες φάσεις αντιμετώπισης μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης, δηλαδή στο σχεδιασμό,

στο μετριασμό της πιθανότητας και των επιπτώσεων και στη προετοιμασία (Planning, Mitigation, Preparedness). [1]

Συγκεκριμένα για τις πλημμύρες, η εκτίμηση της επικινδυνότητας (Flood Risk Assessment – FRA) στοχεύει στο να υπολογιστεί η πιθανότητα του πλημμυρικού κινδύνου καθώς και των συνεπειών που μπορεί να έχει μία ενδεχόμενη πλημμύρα σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Μετέπειτα, στην ανάλυση επικινδυνότητας καθορίζονται και μέτρα περιορισμού των συνεπειών της πλημμύρας, παρέχονται συμβουλές και προτείνονται δράσεις οι οποίες πρέπει να παρθούν πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το γεγονός της πλημμύρας.

Εκτιμήσεις και αναλύσεις επικινδυνότητας πλημμύρας μπορούν να γίνουν από επαγγελματίες και μη (μέσω εύχρηστων εργαλείων για τη προστασία της ατομικής περιουσίας και ασφάλειας). Αυτές είναι δυνατό να καλύπτουν συγκεκριμένα κτίρια ή επιχειρήσεις ή ολόκληρες περιοχές.

2.4 Η διάρθρωση μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας για πλημμύρα

Για να διεξαχθεί μία μελέτη εκτίμησης επικινδυνότητας, χρειάζονται στοιχεία που αφορούν τη περιοχή μελέτης, την υπάρχουσα κατάσταση στη περιοχή καθώς και τη σχεδιαζόμενη ανάπτυξη.

Η τοπογραφία, η υδρογεωλογία και γενικά τα φυσικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης περιοχής ενδιαφέρουν άμεσα το μελετητή όπως επίσης η ύπαρξη φυσικών ή/και τεχνητών εμποδίων, η πυκνότητα του πληθυσμού στη περιοχή, η αξία της γης, το φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον, παλαιότερα συμβάντα πλημμύρας, κ.α. Μία πλημμύρα μπορεί να προέρχεται από πολλές πηγές (θάλασσα, ποτάμι, υπόγειο υδροφορέα, θραύση φράγματος, κ. α.) τις οποίες πρέπει να λάβει υπ' όψιν του ο εκάστοτε μελετητής. Είναι σύνηθες μία πλημμύρα να συμβαίνει και από συνδυασμό πηγών, όπως υψηλή στάθμη νερού που υπερβαίνει τη παροχευτικότητα του παρακείμενου χειμάρρου σε συνδυασμό με υψηλή στάθμη και έντονο κυματισμό της θάλασσας.

Αφού γίνουν λεπτομερείς αναλύσεις των δεδομένων της υπό μελέτης περιοχής, εξάγονται τα αποτελέσματα που αφορούν την πιθανότητα εμφάνισης του

συγκεκριμένου κινδύνου (πλημμύρα) σε σχέση πάντα με τη περίοδο επαναφοράς της πλημμύρας, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί αυτή να έχει. Οι εκτιμήσεις πλημμυρικού κινδύνου πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομερείς μοντελοποιήσεις της πλημμύρας που καθορίζει τις ζώνες χαμηλού, μέσου και υψηλού κινδύνου στην περιοχή.

Μία μελέτη ε. ε. πρέπει επίσης να λαμβάνει υπ' όψιν της πως η ανάπτυξη είναι πολύ πιθανό να επηρεαστεί από μία πλημμύρα στη παράκτια ζώνη. Τέλος οφείλει να περιλαμβάνει προτάσεις και μέτρα για το πώς μπορεί να μειωθεί η επικινδυνότητα και η έκθεση της περιοχής μελέτης στον κίνδυνο.

2.5 Η αξία μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας

Η σπουδαιότητα και η αξία της διαδικασίας εκτίμησης της επικινδυνότητας και η ύπαρξη ενός **σχεδίου διαχείρισης** μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης (Contingency Plan) είναι μεγάλη γιατί μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη και την αποτροπή του κινδύνου, ενώ αν αυτός συμβεί, στον μετριασμό των επιπτώσεών του και στην κατάλληλη αντιμετώπισή του, στην εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων και στη σωτηρία ανθρώπινων ζωών. Είναι απαραίτητη όχι μόνο σε περιπτώσεις μελέτης περιβαλλοντικού κινδύνου και αποφυγής φυσικών καταστροφών αλλά σε κάθε επιχείρηση, στους κυβερνητικούς φορείς και γενικότερα βρίσκει εφαρμογή σε κάθε φορέα και οργάνωση της σύγχρονης οικονομίας. [1] Η ε. ε. μπορεί να δείξει εάν μία επένδυση συμφέρει οικονομικά να γίνει σε μία περιοχή ή όχι.

Πέρα από τις καταστροφικές συνέπειες που μπορεί να έχει μία πλημμύρα σε μία παράκτια ζώνη, στο περιβάλλον, στην κοινωνική ή/και στη τουριστική αξία της περιοχής, είναι γεγονός ότι η επαναφορά του περιβάλλοντος στην αρχική κατάσταση είναι πολύ δαπανηρή και χρονοβόρα. Το κόστος είναι σε πολλές περιπτώσεις ακόμα μεγαλύτερο σε περιπτώσεις κακής εφαρμογής ενεργειών επαναφοράς ή από πρόχειρα σχεδιασμένες λύσεις. Ο μόνος τρόπος για μια αποτελεσματική επιχείρηση επαναφοράς είναι η ταχύτατη δραστηριοποίηση, κάτι που είναι δυνατό μόνο αν έχουν προηγηθεί μελέτες για την ανάλυση της επικινδυνότητας για πλημμύρα.

Το κλειδί για τον έλεγχο και περιορισμό του κόστους είναι η μείωση των καταστροφών που προκύπτουν στο περιβάλλον και στις περιουσίες μέσα από τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό ενεργειών για τη μείωση του ρίσκου. Και για να γίνει αυτό είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί η εκτίμηση επικινδυνότητας. [1]

Ο ρόλος μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας είναι αλληλένδετος και με τις ενέργειες διαχείρισης της καταστροφής ή του ατυχήματος, εάν αυτή/ό τελικά συμβεί, καθώς ανάλογα με την εκάστοτε τοποθεσία και τις συνθήκες μιάς περιοχής, η ίδια μπορεί να οδηγήσει στην αναθεώρηση των κατεστημένων ενεργειών αντιμετώπισης του κινδύνου και στην λήψη της σωστής απόφασης και των κατάλληλων μέτρων για τη διαχείριση της καταστροφής. [1]

2.6 Κριτική για την εκτίμηση επικινδυνότητας

Διάφορες απόψεις έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς για τους τρόπους με τους οποίους γίνεται μία εκτίμηση επικινδυνότητας. Οι κριτικοί Barry Commoner, Brian Wynne [3], καθώς και άλλοι έχουν εκφράσει την άποψη ότι η εκτίμηση επικινδυνότητας τείνει να είναι υπερβολικά «τετράγωνη». Υποστηρίζουν ότι οι εκτιμήσεις επικινδυνότητας συχνά αγνοούν ποιοτικές διαφορές μεταξύ των κινδύνων. Μερικοί λένε ότι οι εκτιμήσεις δεν λαμβάνουν υπ' όψιν σημαντικές, μη – ποσοτικοποιήσιμες πληροφορίες, όπως διαφοροποιήσεις στις οικονομικές/πολιτισμικές τάξεις των ανθρώπων που εκτίθενται στον κίνδυνο. Ο Commoner και ο O' Brien [3] ισχυρίζονται ότι οι ποσοτικές προσεγγίσεις εκτρέπουν την προσοχή από προληπτικά και αποτρεπτικά μέτρα έναντι του κινδύνου. Έχουν εκφραστεί και πιο ακραίες απόψεις όπως αυτή του Nassim Nicholas Taleb [3] που θεωρεί τους υπεύθυνους που ασχολούνται με εκτιμήσεις επικινδυνότητας ως «τυφλούς χρήστες» στατιστικών εργαλείων και μεθόδων.

Βιβλιογραφία 2^{ου} Κεφαλαίου

1. Κραγιοπούλου Ε., Μάιος 2014, 'Έκτιμηση επικινδυνότητας ατυχημάτων πετρελαιοκηλίδας – Εφαρμογή δύο μεθοδολογιών στο Σαρωνικό κόλπο', Αθήνα
2. www.prosodol.gr
3. www.wikipedia.org

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. Ταξινόμηση των Παράκτιων Ζωνών

- 3.1 Ανάγκη για κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών
- 3.2 Βασικά επίπεδα ταξινόμησης παράκτιων ζωνών
- 3.3 Η έκθεση σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης (Α ή 1ο επίπεδο)
- 3.4 Η επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον (Β ή 2ο επίπεδο)
- 3.5 Τα κριτήρια συνοπτικά
- 3.6 Μέθοδος ταξινόμησης παράκτιων ζωνών
- 3.7 Σύνθεση των δεικτών στο δείκτη ΠΑΠΠ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – Ταξινόμηση των Παράκτιων Ζωνών

3.1 Ανάγκη για κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών

Από έρευνα της διεθνούς βιβλιογραφίας, είναι φανερό ότι λείπει μία, έστω και αδρομερής έρευνα πάνω στη κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών (Π. Ζ. ή π. ζ.) για να είναι πιο εύκολη, πιο αντικειμενική, πιο συστηματική η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα. Είναι εμφανής η έλλειψη ενός εύχρηστου εργαλείου που θα βοηθήσει, ακόμη και ένα μη εξειδικευμένο χρήστη, να αξιολογήσει την παράκτια ζώνη που τον ενδιαφέρει για να ποσοτικοποιηθεί η επικινδυνότητα.

Η ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας θα βοηθήσει τους μηχανικούς, τους λήπτες αποφάσεων (decision – makers), τις ασφαλιστικές εταιρείες, όποιον ασχολείται με αυτό το αντικείμενο να συμβάλουν στην πρόληψη και την αποτροπή του κινδύνου από πλημμύρα. Ακόμη και αν αυτή (η πλημμύρα) συμβεί, η γνώση της επικινδυνότητας θα μετριάσει τις επιπτώσεις, θα βοηθήσει στην κατάλληλη αντιμετώπιση της πλημμύρας και σίγουρα θα εξοικονομήσει χρόνο, χρήματα και θα σώσει ανθρώπινες ζωές, αν φυσικά ακολουθηθεί σωστά το σχέδιο που εντάχθηκε κατά τη φάση ανάλυσης επικινδυνότητας (βλ. και παράγραφο 2.5 - Η αξία μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας).

3.2 Βασικά επίπεδα ταξινόμησης παράκτιων ζωνών

Μετά από αρκετή έρευνα και προβληματισμό πάνω στο θέμα, καταλήξαμε ότι για να είναι αποτελεσματική αυτή η προσπάθεια για την κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών, θα πρέπει η ίδια η ταξινόμηση να γίνει σε δύο βασικά (2) επίπεδα. Αυτά έχουν ως εξής :

- A. Έκθεση σε κίνδυνο (Α ή 1^ο επίπεδο)
- B. Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον (B ή 2^ο επίπεδο)

Το επίπεδο Β (2^ο επίπεδο), όπως συμπεραίνει κανείς από το όνομά του περιλαμβάνει τα εξής υπο-επίπεδα :

- B1. Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον
- B2. Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον
- B3. Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον

Κάθε επίπεδο και υπο-επίπεδο περιέχει συγκεκριμένα κριτήρια. Ο χρήστης που χρησιμοποιεί αυτή την ταξινόμηση, καλείται να απαντήσει σε ερωτήσεις, με τις πιθανές απαντήσεις να είναι διαμορφωμένες σε μορφή λίστας (εύρη τιμών) για τη διευκόλυνση της διαδικασίας και οι οποίες ανήκουν στα δύο επίπεδα (βλ. παράγραφο 3.5 - Κατασκευή του υπολογιστικού φύλλου). Αυτές οι ερωτήσεις είναι τα κριτήρια για να ταξινομηθεί η παράκτια ζώνη για την ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητάς της.

Τα κριτήρια θα βοηθήσουν στη διαμόρφωση δεικτών, οι οποίοι για κάθε επίπεδο έχουν ως εξής :

- A. Έκθεση σε κίνδυνο → **Δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης**
- B. Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον → **Δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη**

Αφού προσδιοριστούν οι δείκτες των επιπέδων Α και Β (τους αποδοθούν τιμές), θα γίνει η σύνθεσή τους στον **δείκτη Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία** (δείκτης ΠΑΠΠ ή ΠΑΠΠ), οποίος θα βοηθήσει στη ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα. Συγκεκριμένα ο χρήστης, από τις τιμές των δεικτών των επιπέδων Α και Β, θα βρίσκει το σημείο στο οποίο βρίσκεται η υπό μελέτη π. ζ. σε ένα σχήμα (Εικόνα 3.3) που κατασκευάστηκε ειδικά για αυτό το σκοπό και θα κατατάσσεται αυτόματα η π. ζ. σε κατηγορία επικινδυνότητας. Μετέπειτα είναι δυνατός και ο αριθμητικός προσδιορισμός του δείκτη ΠΑΠΠ. Παρακάτω γίνεται περαιτέρω ανάλυση των επιπέδων μέσα από τα κριτήρια που διαμορφώνουν το καθένα.

3.3 Η έκθεση σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης (Α ή 1^ο επίπεδο)

Συνοπτικά, τα κριτήρια αυτού του επιπέδου έχουν ως εξής :

- Μορφολογία της ακτής
- Γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης

- Μέση καθίζηση του εδάφους
- Ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας
- Πιθανότητα tsunami
- Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι
- Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων

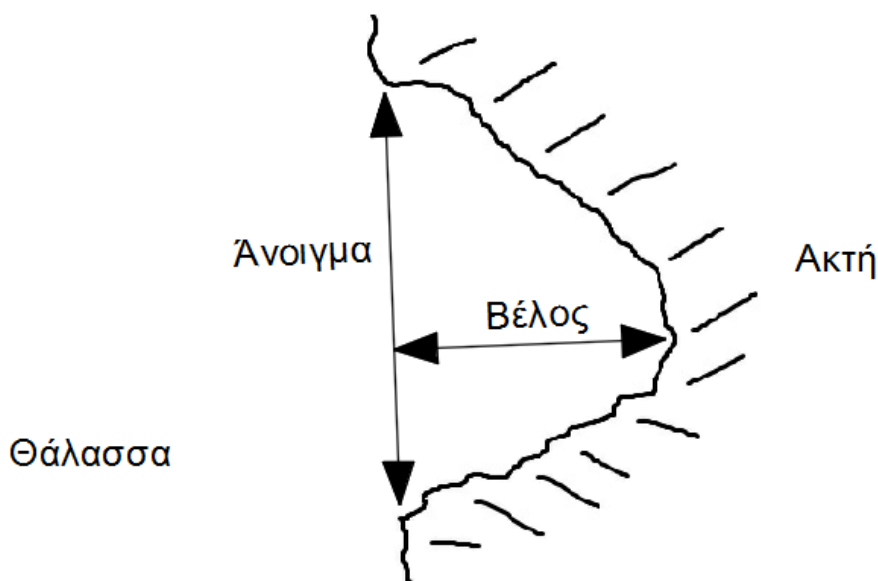
Τα παραπάνω κριτήρια θα διαμορφώσουν την τιμή του δείκτη του 1^{ου} επιπέδου, δηλαδή του δείκτη έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης.

Το πρώτο επίπεδο θα βοηθήσει τον χρήστη να εκφράσει ευκολότερα τη πιθανότητα να συμβεί ένα πλημμυρικό γεγονός στην ακτή ή π. ζ.. Παρακάτω αναλύονται τα κριτήρια – ερωτήσεις που διαμορφώνουν αυτό το επίπεδο.

- **Μορφολογία της ακτής**

Κατ' αρχάς ένας παράγοντας που δείχνει πόσο ευάλωτη είναι μία ακτή ή παράκτια ζώνη είναι η ίδια η μορφολογία σε κάτοψη. Είναι ένας προστατευόμενος κολπίσκος ή μία ευθύγραμμη ανακλαστική ακτή; Κατά γενική ομολογία η τελευταία ακτή είναι πιο ευάλωτη σε παράκτια πλημμύρα, αν και εξαρτάται και από άλλους παράγοντες.

Για την ποσοτικοποίηση αυτού του κριτηρίου προτείνεται η χρήση του λόγου **Άνοιγμα προς Βέλος (A/B)** (αδιάστατο μέγεθος) της ακτής. Για τον ορισμό των δύο αυτών μεγεθών παραθέτουμε την παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3.1), όπου το άνοιγμα είναι η απόσταση μεταξύ των δύο ακρωτηρίων που οριοθετούν την ακτή και το βέλος είναι η κάθετη απόσταση από το ευθύγραμμο τμήμα που ορίζει το άνοιγμα μέχρι το πιο απόμακρο σημείο της ακτογραμμής από το ίδιο.



Εικόνα 3.1 : Το άνοιγμα και το βέλος μιας ακτής

Είναι λογικό, όσο μεγαλώνει ο λόγος A/B τόσο πιο ευάλωτη είναι η π. ζ.. Επίσης είναι καλό να γίνεται διάκριση μεταξύ κοίλων και κυρτών ακτών, καθώς το κάθε είδος έχει διαφορετική συμπεριφορά στην παράκτια πλημμύρα.

- **Γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης**

Η γεωμορφολογία μιας παράκτιας ζώνης μας δείχνει σίγουρα και το πόσο ευάλωτη είναι σε ένα πλημμυρικό γεγονός. Ακτές με μεγάλη κλίση και υψομετρικές αυξομειώσεις είναι πιο προστατευμένες από ακτές με πολύ μικρή κλίση, σχεδόν οριζόντιες. Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε ότι ένας καθοριστικός δείκτης της γεωμορφολογίας μιας π. ζ. είναι η **μέση κλίση** της. Όσο μεγαλύτερη μέση κλίση έχει μία ακτή τόσο λιγότερο πιθανό είναι να πλημμυρίσει. Η μέση κλίση εκφράζεται σε μονάδες γωνιών (π. χ. μοίρες).

- **Μέση καθίζηση του εδάφους**

Η **μέση καθίζηση του εδάφους** (χωρική και χρονική), αν υπάρχει, είναι και αυτός ένας καθοριστικός δείκτης που δείχνει πόσο ευάλωτη είναι μία π. ζ.. Ακτές με μεγάλη μέση θετική καθίζηση εδάφους το χρόνο έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εμφανίσουν πλημμύρες μακροπρόθεσμα σε σχέση με ακτές που δεν εμφανίζουν ή έχουν πολύ μικρή καθίζηση του εδάφους τους.

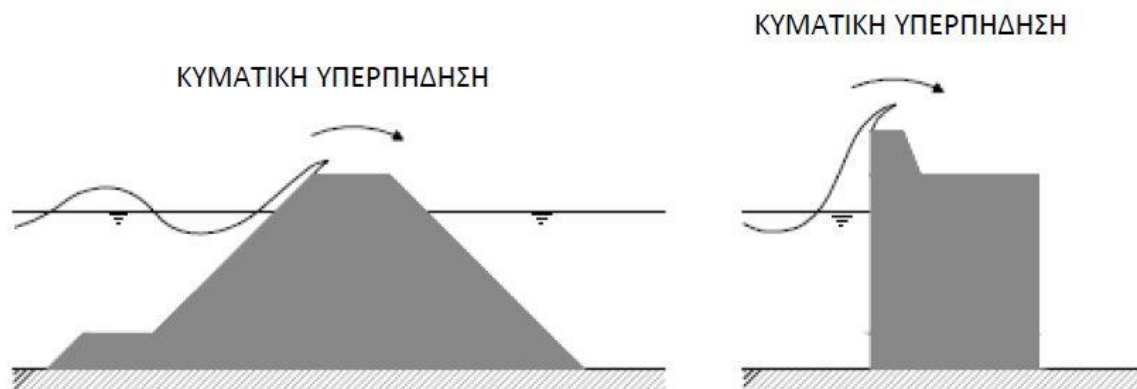
Η μέση καθίζηση του εδάφους συνήθως οφείλεται στον άνθρωπο (π. χ. υπεράντληση παράκτιων υδροφορέων) ή μπορεί να είναι και φυσική (γεωλογικά αίτια). Παίρνει θετικές και αρνητικές τιμές και συνήθως εκφράζεται σε μονάδες μήκους ανά μονάδα χρόνου (π. χ. mm/χρόνο).

- **Ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας**

Πολύ σημαντικό για να καθοριστεί η πιθανότητα πλημμύρας μίας παράκτιας ζώνης είναι το ύψος προστασίας (ύψος φυσικών ή/και τεχνητών εμποδίων, αν υπάρχουν) της ακτής, καθώς και το ύψος υπερπήδησης που παρατηρείται σε αυτήν και συνδέεται με μία συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς.

Για να καθοριστούν τα παραπάνω πρέπει πρώτα απ' όλα να διευκρινισθεί εάν υπάρχουν φυσικά ή/και τεχνητά εμπόδια που ενδεχομένως να προστατεύουν την υπό μελέτη περιοχή. Αν υπάρχουν μπορεί να καθοριστεί και να μετρηθεί ενδεχομένως το ύψος της στέψης τους. Είναι πολύ πιθανό να μην είναι σταθερό αυτό το ύψος προστασίας κατά μήκος της ακτής και έτσι συνίσταται να λαμβάνεται το χαμηλότερο ύψος για ασφάλεια αν και αυτό εξαρτάται και από το ποσοστό του μήκους της ακτής που εμφανίζεται. Αν είναι πολύ μικρό το ποσοστό, τότε δεν θα παίζει καθοριστικό ρόλο στη ενδεχόμενη πλημμύρα.

Για να υπολογιστεί το ύψος υπερπήδησης πρέπει πρώτα να προσδιορισθεί το **σημαντικό ύψος κύματος** (ο μέσος όρος του 1/3 των υψηλότερων κυμάτων) στα βαθιά νερά ($d/L > 1/2$). Το σημαντικό ύψος κύματος συνδέεται άμεσα με τη περίοδο επαναφοράς (μεγαλύτερη περίοδος επαναφοράς \rightarrow μεγαλύτερος κυματισμός \rightarrow μεγαλύτερο ύψος υπερπήδησης και μεγαλύτερη αναρρίχηση). Στη συνέχεια με διάφορα μοντέλα ρήγωσης και διάθλασης θα προσδιορισθεί το κύμα ακριβώς στην ακτή, αφού αυτό ενδιαφέρει άμεσα τον μελετητή. Το ύψος του κύματος υπερπήδησης είναι η διαφορά του ύψους κύματος στη θέση του έργου (συν τις αυξήσεις που αναφέρουμε παρακάτω) με το ύψος προστασίας της ακτής (Εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.2 : Η κυματική υπερπήδηση σχηματικά (Πηγή : Θ. Γιαντσή, 2014 [1])

Είναι πολύ σημαντικό να ληφθούν υπ' όψιν ακόμη τρεις (3) παράγοντες, οι οποίοι είναι οι εξής :

1. Μετεωρολογική παλίρροια
2. Αστρονομική παλίρροια
3. Άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικής αλλαγής

Η μετεωρολογική παλίρροια δεν είναι εύκολο να προσδιορισθεί με ακρίβεια (βλ. και παράγραφο 1.2 – Αιτίες παράκτιας πλημμύρας). Η αστρονομική παλίρροια υπολογίζεται από πίνακες και είναι καθορισμένη σε σχέση με το χώρο και το χρόνο. Η άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικής αλλαγής προβλέπεται επίσης δύσκολα (βλ. και παράγραφο 1.2 – Αιτίες παράκτιας πλημμύρας). Οι αυξήσεις αυτές θα πρέπει να «προστεθούν» στο ύψος του κύματος στη θέση του εμποδίου για να προκύψει το ύψος υπερπήδησης (αν υπάρχει).

Είναι σημαντικό και πρέπει να τονιστεί ότι τα μεγέθη αυτά δεν είναι ανεξάρτητα (στατιστικά) μεταξύ τους πάντα. Η αστρονομική παλίρροια οφείλεται στην κίνηση των ουράνιων σωμάτων, οπότε δρα ανεξάρτητα. Η άνοδος της μέσης στάθμης της θάλασσας οφείλεται σε ανθρωπογενή αίτια (παγκόσμια και τοπικά) και είναι σημαντική αν το χρονικό «παράθυρο» μελέτης είναι σχετικά μεγάλο. Η μετεωρολογική όμως παλίρροια και τα μεγάλα ύψη κύματος που ενδεχομένως να προκαλέσουν και υπερπήδηση εμφανίζονται συνήθως ταυτόχρονα χωρίς να είναι απαραίτητο βέβαια. Αυτά πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν από τον μελετητή.

Ο λόγος ύψους κύματος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας λαμβάνεται, επειδή ως αδιάστατο μέγεθος μπορεί να γενικευτεί εύκολα σχετικά σε κάθε παράκτια ζώνη.

- **Πιθανότητα tsunami**

Είναι γνωστό ότι τα κύματα tsunami μπορεί να είναι πολύ καταστροφικά για τις ακτές και τις παράκτιες ζώνες (βλ. και παράγραφο 1.2 - Αιτίες παράκτιας πλημμύρας). Έτσι θεωρήθηκε αναγκαίο να περιληφθεί ένα αντίστοιχο κριτήριο για τα κύματα αυτά. Είναι όμως πολύ δύσκολη η πρόβλεψή τους, καθώς οι αιτίες που τα δημιουργούν είναι πολλές (σεισμοί, κατολισθήσεις), που αντίστοιχα είναι αδύνατο ή πολύ δύσκολο να προβλεφθούν στο χρόνο και στο χώρο.

Για αυτή τη διπλωματική εργασία θεωρήθηκε η **ύπαρξη και η ενεργητικότητα των ρηγμάτων** στη θαλάσσια περιοχή πλησίον της περιοχής μελέτης ως καλός δείκτης της πιθανότητας να πληγεί από tsunami η π. ζ.. Η αξιολόγηση αυτού του κριτηρίου είναι ποιοτική.

- **Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι**

Πάρα πολλές φορές μία παράκτια ζώνη πλημμυρίζει από τον επιπλέον όγκο νερού του ποταμού/χείμαρρου που τη διασχίζει και όχι τόσο από τα θαλάσσια κύματα. Αυτός ο επιπλέον όγκος προέρχεται συνήθως από ραγδαία βροχόπτωση που συνέβη στα ανάντι (συνήθως στην ορεινή ζώνη), αλλά μπορεί να προέρχεται και από αστοχία κάποιου τεχνικού έργου (π. χ. θραύση φράγματος, αναχωμάτων) (βλ. και παράγραφο 1.2 - Αιτίες παράκτιας πλημμύρας). Αυτός ο όγκος μεταφράζεται σε αυξημένη παροχή που ξεπερνά τη παροχετευτικότητα του ποταμού/χείμαρρου και έτσι πλημμυρίζουν οι γύρω περιοχές, συνήθως οι σχεδόν επίπεδες που βρίσκονται κοντά στην ακτή.

Ένας δείκτης που μπορεί να θεσπιστεί για αυτό το κριτήριο είναι ο λόγος **Q_{αιχμ} προς Q_{παροχ}** (Q_{αιχμ} / Q_{παροχ}). Αν ο λόγος αυτός (αδιάστατο μέγεθος) είναι μεγαλύτερος του ένα (1), τότε αναμένεται πλημμύρα και όσο μεγαλύτερος του ένα είναι τόσο μεγαλύτερη θα είναι η πλημμύρα. Αν ο λόγος είναι μικρότερος του ένα, τότε δεν αναμένεται πλημμύρα.

Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι και η πλημμύρα από τα κύματα της θάλασσας, δεν είναι απαραίτητα ανεξάρτητα γεγονότα και πολλές φορές συμβαίνουν ταυτόχρονα, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα παράκτιας πλημμύρας.

- **Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων**

Ο τρόπος και η ταχύτητα με την οποία απομακρύνεται το ανεπιθύμητο νερό σε μία παράκτια ζώνη είναι ένας ακόμη δείκτης για τη πιθανότητα εμφάνισης πλημμυρικού γεγονότος στην υπό μελέτη περιοχή.

Συνήθως η απομάκρυνση του νερού γίνεται μέσω δύο τρόπων : του φυσικού και του τεχνητού. Αν η παράκτια ζώνη είναι δομημένη, υπάρχει συνήθως συνδυασμός αυτών των δύο τρόπων. Ο φυσικός τρόπος απομάκρυνσης των υδάτων γίνεται μέσω της διήθησης του νερού, μέσω της εξατμισοδιαπνοής και μέσω του φυσικού δικτύου αποστράγγισης της περιοχής (μικρά ρυάκια και χείμαρροι). Το νερό, μέσω αυτών των τρόπων καταλήγει ή στον θαλάσσιο αποδέκτη ή σε κοντινή λίμνη ή σε παρακείμενο ποταμό/χείμαρρο ή στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Ο τεχνητός τρόπος είναι μέσω του συστήματος αποχέτευσης ή/και του συστήματος ομβρίων υδάτων (ή του παντοροϊκού σε περίπτωση που δεν είναι διαχωρισμένα τα δύο δίκτυα).

Για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής εργασίας και επειδή δεν είναι εύκολη η ποσοτικοποίηση της αποτελεσματικότητας ενός τέτοιου συστήματος (και ειδικά εάν στην υπό μελέτη περιοχή υπάρχει συνδυασμός φυσικού και τεχνητού τρόπου απομάκρυνσης των υδάτων), υιοθετήθηκε μία ποιοτική αξιολόγηση αυτού του δικτύου και αφήνεται στη κρίση του μελετητή τι τιμή θα βάλει στο συγκεκριμένο κριτήριο.

3.4 Η επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον (B ή 2^ο επίπεδο)

Αφού παρουσιάστηκαν τα βασικά κριτήρια για τη κατηγοριοποίηση των παράκτιων ζωνών με βάση την έκθεσή τους στο κίνδυνο πλημμύρας, στη συνέχεια προχωράμε στο κομμάτι των επιπτώσεων και συγκεκριμένα στις επιπτώσεις στο ανθρωπογενές, στο φυσικό και στο πολιτισμικό περιβάλλον.

- **Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον**

Συνοπτικά, τα κριτήρια για το ανθρωπογενές περιβάλλον έχουν ως εξής :

- Πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού στη περιοχή μελέτης (+ αύξηση)
- Α.Ε.Π. προς έκταση

- Αξία γης
- Αξία υποδομών
- Τύπος οικονομικής δραστηριότητας (Οικιστική, Γεωργική/Κτηνοτροφική, Τουριστική, Βιομηχανική) → Ενδεχομένως εισαγωγή νέων κριτηρίων

Αρχικά μας ενδιαφέρει η **πυκνότητα του μόνιμου πληθυσμού** της παράκτιας ζώνης, η οποία εκφράζεται σε αριθμό ατόμων ανά μονάδα εμβαδού (αρ. ατόμων/στρέμμα ή km²). Σε αυτό το κριτήριο μπορεί να γίνει και μία αύξηση σε περίπτωση που πέραν του μόνιμου πληθυσμού υπάρχει και μη μόνιμος όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της τουριστικής περιόδου σε ένα παραθαλάσσιο τουριστικό θέρετρο ή όταν πλησίον της ακτής βρίσκεται βιομηχανική μονάδα, οπότε υπάρχει ένας αριθμός ανθρώπων που μετακινείται συνεχώς λόγω εργασίας, εφόσον λειτουργεί η βιομηχανική μονάδα και δεν μένουν μόνιμα στη περιοχή.

Το δεύτερο κριτήριο που είναι απαραίτητο για τον καθορισμό των επιπτώσεων σε μία παράκτια ζώνη και πρέπει να υπολογιστεί, είναι το **Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν** (Α.Ε.Π. ή G.D.P.) **ανά μονάδα εμβαδού** της π. ζ. και εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα εμβαδού (χιλ. €/km² ή USD/km²). Το Α.Ε.Π. είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Με άλλα λόγια είναι η συνολική αξία όλων των τελικών αγαθών (υλικών και άυλων) που παρήχθησαν εντός μιας οικονομίας σε διάστημα ενός έτους, ακόμα και αν μέρος αυτού παρήχθη από παραγωγικές μονάδες που ανήκουν σε κατοίκους του εξωτερικού. [2]

Το τρίτο κριτήριο το οποίο θεσπίζεται είναι η **αξία της γης** στην υπό μελέτη π. ζ. και εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα εμβαδού (€/στρέμμα ή km² ή εκτάριο).

Σημαντικό τέταρτο κριτήριο είναι η **αξία των υποδομών ή των κτιρίων**, εάν υπάρχουν στην π. ζ. και εκφράζεται επίσης σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα εμβαδού (€/m²).

Στη συνέχεια, είναι αναγκαίο να καθοριστούν κριτήρια με βάση τον τύπο της οικονομικής δραστηριότητας στη παράκτια ζώνη (κυρίως εάν είναι τουριστική ή βιομηχανική), αφού είναι διαφορετικά για κάθε τύπο. Οι κλασσικοί τύποι οικονομικής δραστηριότητας είναι οι εξής :

1. Οικιστική
2. Γεωργική/Κτηνοτροφική
3. Τουριστική
4. Βιομηχανική
5. Συνδυασμός των παραπάνω

Εάν η παράκτια ζώνη χρησιμοποιείται για οικιστικούς ή/και για γεωργικούς/κτηνοτροφικούς λόγους, τότε η επίπτωση από την πλημμύρα καθορίζεται κυρίως από τα τέσσερα (4) παραπάνω κριτήρια. Έτσι, δεν είναι αναγκαίο ούτε απαραίτητο να γίνει διαχωρισμός και διάκριση μεταξύ αυτών των δύο τύπων οικονομικής δραστηριότητας.

Αντιθέτως, είναι αναγκαίο, εάν παραδείγματος χάριν η π. ζ. χρησιμοποιείται και για τουριστικούς λόγους, να προσδιορισθεί ο επιπλέον αριθμός ανθρώπων που αναμένεται (μέγιστος ή μέσος) να εγκατασταθούν στη περιοχή μελέτης κατά τη τουριστική περίοδο. Έτσι, μπορεί να θεσπιστεί το παρακάτω κριτήριο : **Μέγιστο ή μέσο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού**, που θα εκφράζεται σε ποσοστιαίες μονάδες (%). Αυτό το κριτήριο αφήνεται στη κρίση του μελετητή αν θα το λάβει άμεσα ή έμμεσα υπ' όψιν του. Έμμεσα μπορεί να γίνει μέσω του κριτηρίου : πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού (αύξηση της πυκνότητας).

Για τη βιομηχανική δραστηριότητα αναφερόμαστε παρακάτω (επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον).

➤ **Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον**

Στη συνέχεια προχωράμε στις επιπτώσεις της πλημμύρας στο φυσικό περιβάλλον της παράκτιας ζώνης. Συνοπτικά τα κριτήρια είναι τα εξής :

- Περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή (σε συνάρτηση με εμβαδό)
- Δείκτες βιοποικιλότητας

- Επικινδυνότητα βιομηχανιών (εάν ο τύπος οικονομικής δραστηριότητας είναι και βιομηχανική)

. Γενικά, όπως αναφέρθηκε στο 1^ο Κεφάλαιο, καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος λόγω πλημμύρας δεν νοείται. Όμως υπάρχουν δύο περιπτώσεις, όπου μπορεί ο κίνδυνος καταστροφής οικοσυστημάτων ή εξαφάνισης ειδών λόγω πλημμύρας να είναι υπαρκτός :

1. Αν έχει προηγηθεί μεγάλη υποβάθμιση του περιβάλλοντος από άλλη, ανθρωπογενή αιτία
2. Αν το μέγεθος ή η συχνότητα της πλημμύρας αυξάνονται πέρα από τα συνήθη για περιοδικό φαινόμενο, π. χ. λόγω κλιματικής αλλαγής.

Εντούτοις, θεωρήθηκε σωστό για να είναι ολοκληρωμένη η προσέγγιση, να συμπεριληφθούν κάποια κριτήρια για τις επιπτώσεις της πλημμύρας στο φυσικό περιβάλλον της π. ζ., ειδικά αν υπάρχει περίπτωση η π. ζ. να υπάγεται στις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

Αυτά τα κριτήρια έχουν ως εξής : αρχικά θα πρέπει να γνωρίζει κανείς, αν η εξεταζόμενη παράκτια ζώνη είναι **περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή** (π.χ. περιοχές δικτύου NATURA 2000) εξ ολοκλήρου ή κάποιο κομμάτι της βρίσκεται στις προστατευόμενες περιοχές. Για αυτό το κριτήριο τίθεται ποιοτική αξιολόγηση με βάση το ποσοστό του εμβαδού της π. ζ. που υπάγεται στις προστατευόμενες περιοχές.

Έπειτα, είναι αναγκαίο να υπολογιστούν οι **δείκτες βιοποικιλότητας** (για παράδειγμα αναφέρονται : Simpson index, Shannon index, Sorenson's coefficient) της εξεταζόμενης περιοχής.

Επιπρόσθετα, εάν υπάρχουν βιομηχανικές μονάδες στην παράκτια ζώνη είναι απαραίτητο να προσδιορισθεί πόσο πολύ θα πληγεί ενδεχομένως το φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον σε περίπτωση που η βιομηχανική ζώνη θιχτεί από ένα πλημμυρικό γεγονός. Έτσι, μπορεί να θεσπιστεί μία ποιοτική κλίμακα για την **επικινδυνότητα των βιομηχανιών** που υπάρχουν στην παράκτια ζώνη.

➤ **Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον**

Τέλος, για τις επιπτώσεις της παράκτιας πλημμύρας στο πολιτισμικό περιβάλλον της υπό εξέταση περιοχής, δηλαδή μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς, αρχαιολογικοί χώροι, μουσεία που ενδεχομένως να βρίσκονται κοντά στην ακτή, θεσπίζεται το παρακάτω κριτήριο : **Ύπαρξη πολιτιστικού μνημείου** το οποίο θα είναι σε συνάρτηση με το υψόμετρο ή την απόσταση του μνημείου από την ακτογραμμή ή από το χείμαρρο που ενδεχομένως βρίσκεται στη περιοχή (ποιοτική αξιολόγηση).

Τα παραπάνω κριτήρια θα διαμορφώσουν την τιμή του δείκτη του 2^{ου} επιπέδου, δηλαδή του δείκτη επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη.

3.5 Τα κριτήρια συνοπτικά

Παρακάτω έχουμε τα κριτήρια που αναφέρθηκαν παραπάνω διαμορφωμένα ανά επίπεδο :

A. Έκθεση σε κίνδυνο

1. Μορφολογία της ακτής
 2. Γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης
 3. Μέση καθίζηση του εδάφους
 4. Ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας
 5. Πιθανότητα tsunami
 6. Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι
 7. Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων
- ➔ Δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης

B. Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον

1. Πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού στη περιοχή μελέτης (+ αύξηση)
2. Α.Ε.Π. προς έκταση
3. Αξία γης
4. Αξία υποδομών
5. Τύπος οικονομικής δραστηριότητας (Οικιστική, Γεωργική/Κτηνοτροφική, Τουριστική, Βιομηχανική) ➔ Ενδεχομένως εισαγωγή νέων κριτηρίων

6. Περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή (σε συνάρτηση με εμβαδό)
7. Δείκτες βιοποικιλότητας
8. Επικινδυνότητα βιομηχανιών (εάν ο τύπος οικονομικής δραστηριότητας είναι και βιομηχανική)
9. Ύπαρξη πολιτιστικού μνημείου (σε συνάρτηση με υψόμετρο ή απόσταση)
→ Δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη

3.6 Μέθοδος ταξινόμησης παράκτιων ζωνών

Όλα τα παραπάνω κριτήρια των δύο επιπέδων (Έκθεση σε κίνδυνο και Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον) μπορούν να διαμορφωθούν σε ένα υπολογιστικό φύλλο το οποίο θα βοηθήσει το χρήστη – μελετητή να τοποθετήσει τιμές στο εκάστοτε κριτήριο με ευκολία, να εξάγει το αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας γρήγορα (μέσα από τον προγραμματισμό του φύλλου), καθώς και να συγκρίνει πολύ εύκολα διάφορες παράκτιες ζώνες στα κριτήρια ξεχωριστά, αλλά και συνολικά όσον αφορά την επικινδυνότητά τους. Η δημιουργία και ο προγραμματισμός του υπολογιστικού φύλλου έγινε στο πρόγραμμα Microsoft Excel®, αφού είναι αρκετά διαδεδομένο πρόγραμμα, ειδικά στην Ευρώπη και στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Για την κατάταξη των π. ζ. χρησιμοποιήθηκε μία απλή τεχνική **Πολυ-Κριτηριακής Ανάλυσης** (ΠΚΑ), η οποία επιτρέπει την συγκριτική αξιολόγηση, ιεράρχηση ή ταξινόμηση ενός συνόλου διακριτών επιλογών με βάση τις επιδόσεις τους σε μία σειρά κριτηρίων. Κατά κανόνα, δεν υπάρχει μία επιλογή που να εμφανίζει βέλτιστες επιδόσεις, επομένως απαιτείται σύνθεση των κριτηρίων λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική τους βαρύτητα.

Αρχικά καταστρώνεται ο Πίνακας 3.1 που καλείται **μήτρα επιδόσεων** και έχει την παρακάτω μορφή. Τα κριτήρια είναι οργανωμένα σε ομάδες - επίπεδα, ανάλογα με το αν υπάγονται στον κίνδυνο της π. ζ. από πλημμύρα ή αν εκφράζουν τις επιπτώσεις στο ανθρωπογενές, στο φυσικό ή στο πολιτισμικό περιβάλλον. Το μεν κίτρινο είναι για την έκθεση στον κίνδυνο και το μπλε για τις επιπτώσεις. Οι τρεις (3) παράκτιες ζώνες που φαίνονται στον πίνακα είναι για παράδειγμα. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα κριτήρια για οποιονδήποτε αριθμό π. ζ. και να τις συγκρίνει μεταξύ τους.

Πίνακας 3.1 : Μήτρα επιδόσεων για τις παράκτιες ζώνες

ΜΗΤΡΑ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ		Π.Ζ. 1	Π.Ζ. 2	Π.Ζ. 3
Έκθεση σε κίνδυνο	Α/Β			
	Μέση Κλίση			
	Καθίζηση			
	Ύψος Υπερπήδ.			
	Tsunami			
	Ποτάμι			
	Απομ. Υδάτων			
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.			
	ΑΕΠ/Έκταση			
	Αξία Γης			
	Αξία Υποδομών			
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)			
	Δείκτης Βιοποικ.			
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Υπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)			

Επίσης θεωρήθηκε κατάλληλο ο χρήστης, αντί να πληκτρολογεί την τιμή της κάθε παραμέτρου, να επιλέγει ένα εύρος τιμών της μέσα από μία πτυσσόμενη λίστα που εμφανίζεται αυτόματα επιλέγοντας το κελί (Πίνακας 3.2). Αυτά είναι τα εύρη τιμών της κάθε κατηγορίας (Α,Β,С, D) που αναφέρουμε παρακάτω.

Πίνακας 3.2 : Παράδειγμα της πτυσσόμενης λίστας στη μήτρα επιδόσεων

ΜΗΤΡΑ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ		Ακτή 1	Ακτή 2	Ακτή 3
Έκθεση σε κίνδυνο	Α/Β		▼	
	Μέση Κλίση		0-0,5	
	Καθίζηση		0,5-1,0	
	Ύψος Υπερπήδ.		1,0-2,0	
	Tsunami		>2,0	
	Ποτάμι			
	Απομ. Υδάτων			
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.			
	ΑΕΠ/Έκταση			
	Αξία Γης			
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Αξία Υποδομών			
	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)			
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Δείκτης Βιοποικ.			
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Υπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)			

Συνεχίζουμε με την απόδοση εύρους τιμών και ορίων στο εκάστοτε κριτήριο. Για όλα τα κριτήρια επιλέχθηκε να χωριστούν τα εύρη τιμών τους σε τέσσερις κατηγορίες

(A,B,C,D) για να εφαρμοστεί πιο εύκολα η ΠΚΑ. Τα εύρη αυτά επιλέχθηκαν με βάση αναζητήσεις στο διαδίκτυο και όπου δεν ήταν εύκολη η εύρεση σχετική αναφοράς, ορίστηκαν λογικά. Τα εύρη τιμών για κάθε κατηγορία και για κάθε κριτήριο δίνονται στο Πίνακα 3.3. Επίσης, στον ίδιο πίνακα ορίζεται το βέλτιστο (ελάχιστο ή μέγιστο) για το κάθε κριτήριο. Οι μονάδες των κριτηρίων βρίσκονται στις παρενθέσεις. Η παύλα (-) σημαίνει ότι είτε το μέγεθος είναι αδιάστατο, είτε ότι γίνεται ποιοτική αξιολόγηση. Το USD είναι το αμερικάνικο δολάριο (United States Dollar).

Πρέπει να τονιστεί, ότι κάποια όρια που δίνονται παρακάτω (κυρίως τα χρηματικά) ενδεχομένως να μην ανταποκρίνονται πολύ ικανοποιητικά στον ελλαδικό χώρο, μιάς και αυτή η μεθοδολογία δημιουργήθηκε για να μπορεί να εφαρμοστεί και εκτός Ελλάδας και Ευρώπης.

Πίνακας 3.3 : Τα εύρη τιμών και το βέλτιστο για κάθε κριτήριο

		A	B	C	D	Βέλτιστο
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B (-)	0-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	>2,0	min
	Μέση Κλίση (μοίρες)	>25,0	10,0-25,0	5,0-10,0	0-5,0	max
	Καθίζηση (mm/χρόνο)	(-)-0-1,0	1,0-3,0	3,0-5,0	>5,0	min
	Ύψος Υπερπήδ. (-)	=0	0-0,2	0,2-0,5	>0,5	min
	Tsunami (-)	A	B	C	D	min
	Ποτάμι (-)	0-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4	>1,4	min
	Απομ. Υδάτων (-)	A	B	C	D	max
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ. (αριθμός/km ²)	0-50	50-100	100-300	>300	min
	ΑΕΠ/Έκταση [USD/km ² (x 10 ^{^3})]	0-200	200-600	600-2000	>2000	min
	Αξία Γης (ευρώ/εκτάριο)	0-800	800-2000	2000-7000	>7000	min
	Αξία Υποδομών (ευρώ/m ²)	0-2000	2000-4000	4000-8000	>8000	min
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό) (-)	A	B	C	D	min
	Δείκτης Βιοποικ. (-)	0,8-1,0	0,5-0,8	0,2-0,5	0-0,2	max
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Υπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.) (-)	A	B	C	D	min

Συνεχίζοντας πρέπει να καθοριστούν οι συντελεστές βαρύτητας για το κάθε κριτήριο, επειδή δεν είναι όλα ισοβαρή. Οι τιμές συμφωνήθηκαν και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.4). Οι συντελεστές βαρύτητας αποδόθηκαν ξεχωριστά για κάθε επίπεδο. Έτσι, για το 1^ο επίπεδο (κίτρινο χρώμα) το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας ισούται με ένα (1), όπως επίσης και για το 2^ο επίπεδο (μπλε χρώμα). Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι για το 1^ο επίπεδο (Έκθεση σε κίνδυνο) το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα είναι η περίπτωση να πλήξει tsunami την ακτή και έχει συντελεστή βαρύτητας 0.22, ενώ ακολουθεί η μέση κλίση της π. ζ. με συντελεστή βαρύτητας 0.20. Στο 2^ο επίπεδο (Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον) το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα είναι η πυκνότητα του μόνιμου πληθυσμού με τιμή 0.24 και ακολουθείται από το κριτήριο ύπαρξη μνημείου (σε συνάρτηση με το υψόμετρο) που έχει τιμή 0.18.

Πίνακας 3.4 : Οι συντελεστές βαρύτητας για κάθε κριτήριο

		Συντελεστές Βαρύτητας	
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B	0.12	Σύνολο = 1.00
	Μέση Κλίση	0.20	
	Καθίζηση	0.04	
	Ύψος Υπερπήδ.	0.19	
	Tsunami	0.22	
	Ποτάμι	0.13	
	Απομ. Υδάτων	0.10	
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	0.24	Σύνολο = 1.00
	ΑΕΠ/Έκταση	0.17	
	Αξία Γης	0.10	
	Αξία Υποδομών	0.17	
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)	0.08	Σύνολο = 1.00
	Δείκτης Βιοποικ.	0.06	
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	0.18	Σύνολο = 1.00

Να σημειώσουμε ότι στη περίπτωση που η π. ζ. έχει και τουριστικό ή βιομηχανικό τύπο οικονομικής δραστηριότητας, τότε τα παραπάνω βάρη ενδεχομένως να τροποποιηθούν, εφόσον εισαχθούν νέα κριτήρια (βλ. και παράγραφο 3.4 - Η επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον) και καταργηθούν κάποια άλλα. Η τροποποίηση αυτή αφήνεται στη κρίση του χρήστη - μελετητή. Ένα

παράδειγμα δίνεται στον Πίνακα 5.1 (βλ. παράγραφο 5.2 - Εφαρμογή της μεθοδολογίας στο δεύτερο παράδειγμα), όπου εισάγεται το κριτήριο : επικινδυνότητα βιομηχανιών στη θέση του κριτηρίου : δείκτες βιοποικιλότητας και μεταβάλλονται κάποιοι συντελεστές βαρύτητας.

Προχωρώντας την ΠΚΑ για την ταξινόμηση των π. ζ. και αφού προσδιορίστηκαν οι συντελεστές βαρύτητας για το κάθε κριτήριο, καθώς και τα όρια στα εύρη τιμών των κριτηρίων, το υπολογιστικό φύλλο κατατάσσει τα εύρη τιμών που έχει εισάγει ο χρήστης για το κάθε κριτήριο στις τέσσερις κατηγορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω (Α,Β,С,Д). Ο πίνακας που συντάσσεται ονομάζεται **μήτρα αρχικής κατάταξης** και ένα παράδειγμα δίνεται στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5 : Μήτρα αρχικής κατάταξης για τις παράκτιες ζώνες

ΜΗΤΡΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

		Π.Ζ. 1	Π.Ζ. 2	Π.Ζ. 3
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B	A	B	B
	Μέση κλίση	C	A	D
	Καθίζηση	A	A	D
	Ύψος Υπερπήδ.	D	C	B
	Tsunami	B	B	D
	Ποτάμι	C	C	A
	Απομ. Υδάτων	A	D	D
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	D	B	B
	ΑΕΠ/Εκταση	B	D	A
	Αξία Γης	C	C	D
	Αξία Υποδομών	D	A	D
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περι. (συνάρτ. με εμβαδό)	A	A	A
	Δείκτης Βιοποικ.	B	D	C
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	A	C	C

Συνεχίζοντας, ορίζουμε αυθαίρετα τιμές για την κάθε κατηγορία (Α,Β,С,Д). Για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία επιλέχθηκαν οι εξής τιμές :

1. A = 1
2. B = 2
3. C = 3

4. D = 4

Όμως μπορεί και ο ίδιος ο χρήστης να τροποποιήσει αυτές τις αυθαίρετες τιμές σε αντίστοιχο πίνακα που υπάρχει στο υπολογιστικό φύλλο. Έτσι, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.6) έχει γίνει αυτή η αντιστοιχία με βάση τις αυθαίρετες τιμές που ορίσαμε παραπάνω και καλείται **μήτρα απόδοσης τιμών**.

Πίνακας 3.6 : Μήτρα απόδοσης τιμών για τις παράκτιες ζώνες

		Π.Ζ. 1	Π.Ζ. 2	Π.Ζ. 3
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B	1	2	2
	Μέση κλίση	3	1	4
	Καθίζηση	1	1	4
	Ύψος Υπερπήδ.	4	3	2
	Tsunami	2	2	4
	Ποτάμι	3	3	1
	Απομ. Υδάτων	1	4	4
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	4	2	2
	ΑΕΠ/Έκταση	2	4	1
	Αξία Γης	3	3	4
	Αξία Υποδομών	4	1	4
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)	1	1	1
	Δείκτης Βιοποικ.	2	4	3
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	1	3	3

Τελικώς, αυτές οι τιμές (από 1 έως 4) που περιέχει ο Πίνακας 3.6 (Μήτρα απόδοσης τιμών) θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων για να προκύψουν οι τελικές τιμές για το κάθε επίπεδο (1^ο και 2^ο), καθώς και για κάθε ακτή ή παράκτια ζώνη. Για τον πολλαπλασιασμό αυτό χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση – εντολή του Microsoft Excel® «SUMPRODUCT». Έτσι καταλήγουμε στον Πίνακα 3.7 που ονομάζεται **τελική μήτρα**.

Πίνακας 3.7 : Τελική μήτρα για τις παράκτιες ζώνες

	Π.Ζ. 1	Π.Ζ. 2	Π.Ζ. 3
Κίνδυνος	2.44	2.27	2.99
Επιπτώσεις	2.65	2.48	2.53

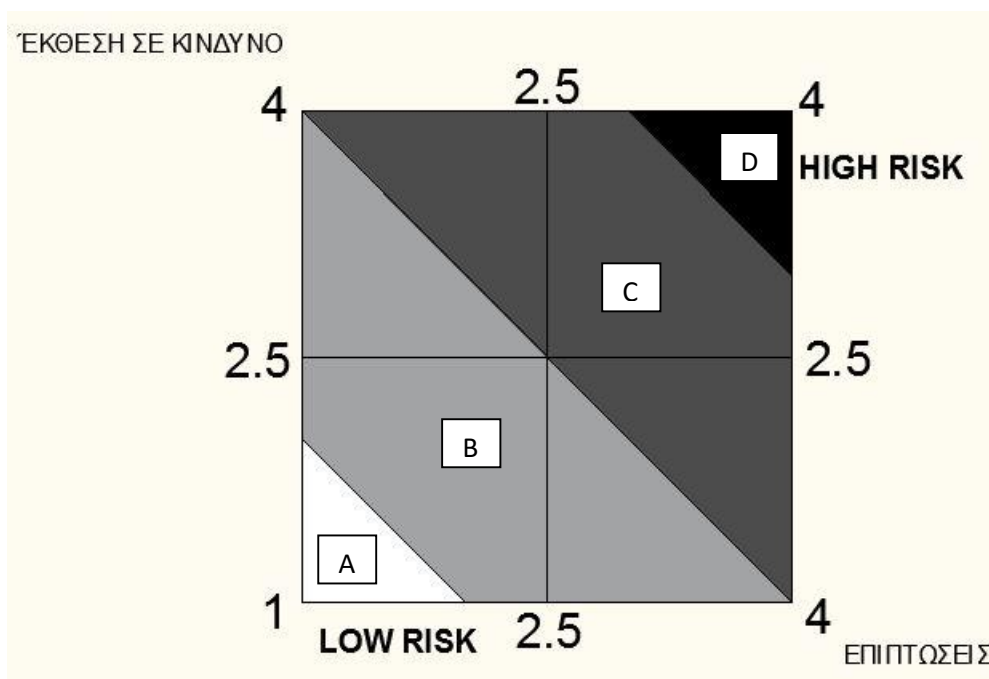
Οι τιμές που λαμβάνει το κάθε επίπεδο είναι από το ένα έως το τέσσερα (1 - 4) με την τιμή 1 να είναι η καλύτερη όσον αφορά την επικινδυνότητα (πολύ μικρή – σχεδόν καθόλου επικινδυνότητα) και την τιμή 4 η χειρότερη (μεγάλη επικινδυνότητα). Οι τιμές του εκάστοτε επιπέδου είναι και οι τιμές των δεικτών που αναφέρθηκαν παραπάνω (Δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης, Δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη).

3.7 Σύνοψη των δεικτών στο δείκτη ΠΑΠΠ

Αφού προσδιορισθούν οι δείκτες των δύο επιπέδων, δηλαδή τους αποδοθούν τιμές, οι οποίες είναι συγκεκριμένες για κάθε παράκτια ζώνη και ακτή, θα πρέπει να γίνει η σύνοσή τους σε έναν τελικό δείκτη, ο οποίος θα εκφράζει την επικινδυνότητα για μία περίοδο επαναφοράς πλημμύρας (π.χ. 50, 100, 200, 1000 χρόνια), αλλά δεν είναι πάντοτε εύκολος ο προσδιορισμός αυτής της περιόδου, καθώς μπορεί να μιλάμε και για εύρος περιόδων επαναφοράς. Σε αυτή την εργασία δεν θα γίνει σύνδεση της τιμής του τελικού δείκτη με την περίοδο επαναφοράς, καθώς αρκεστήκαμε σε χοντρικές εκτιμήσεις των τιμών των κριτηρίων.

Η σύνοψη των παραπάνω δεικτών θα γίνει στον δείκτη **Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία** (ΠΑΠΠ), οποίος θα βοηθήσει στη ποσοτικοποίηση της επικινδυνότητας για παράκτια πλημμύρα.

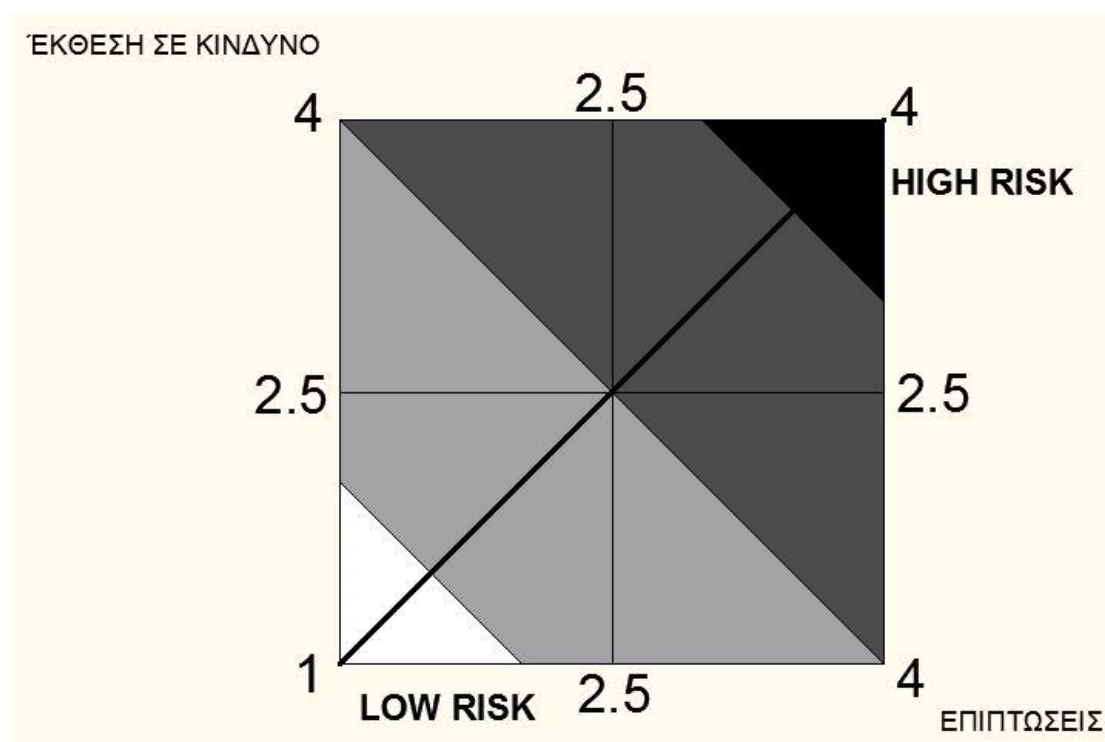
Αρχικά κατασκευάζεται το παρακάτω σχήμα (Εικόνα 3.3) που βοηθάει στην οπτικοποίηση της επικινδυνότητας των π. ζ.



Εικόνα 3.3 : Σχήμα για την οπτικοποίηση της επικινδυνότητας

Ο οριζόντιος άξονας είναι οι επιπτώσεις (2^ο επίπεδο), αντιπροσωπεύει το δείκτη επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη και παίρνει τιμές από το ένα έως το τέσσερα (1 - 4). Αντίστοιχα ο κατακόρυφος άξονας είναι η έκθεση σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης, αντιπροσωπεύει τον δείκτη έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης και παίρνει επίσης τιμές από το ένα έως το τέσσερα (1 - 4). Ακριβώς στο μέσον του κάθε άξονα βρίσκεται η τιμή 2.5.

Με χρωματική διαβάθμιση (από μαύρο έως λευκό), εσωτερικά του τετραγώνου βλέπουμε τις τέσσερις κατηγορίες του δείκτη **Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία** (ΠΑΠΠ) (Α,Β,С,Д). Η κατηγορία Α αντιστοιχεί στην πολύ χαμηλή επικινδυνότητα (λευκό χρώμα – Low Risk) και η κατηγορία D στην πολύ υψηλή επικινδυνότητα (μαύρο χρώμα – High Risk) με βάση πάντα τα κριτήρια που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Οι τέσσερις αυτές κατηγορίες επιλέχθηκαν ώστε να έχουν αναλογική αντιστοιχία με τις τέσσερις κατηγορίες των κριτηρίων. Γραφικά ο ΠΑΠΠ παριστάνεται με τη διαγώνιο του τετραγώνου (παχιά μαύρη γραμμή) όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.4.



Εικόνα 3.4 : Ο δείκτης ΠΑΠΠ στο σχήμα (παχιά μαύρη γραμμή)

Ο δείκτης ΠΑΠΠ λαμβάνει διαφορετικές τιμές από τις τιμές των άλλων δύο δεικτών. Με βάση τις αυθαίρετες τιμές για τα A,B,C και D που ορίσαμε παραπάνω, ο δείκτης ΠΑΠΠ, ως η διαγώνιος του τετραγώνου, λαμβάνει τιμές από το μηδέν (0) έως το $3\sqrt{2}$ (μήκος πλευρών τετραγώνου = 3, οπότε με εφαρμογή του Πυθαγόρειου Θεωρήματος βρίσκουμε αυτή την τιμή).

Με βάση αυτό το εύρος τιμών για τον δείκτη ΠΑΠΠ, έχουμε τα παρακάτω εύρη τιμών για την κάθε κατηγορία του δείκτη ΠΑΠΠ :

1. Κατηγορία A : $0 - 0.5\sqrt{2} \rightarrow$ Σχεδόν καθόλου, πολύ χαμηλή επικινδυνότητα
2. Κατηγορία B : $0.5\sqrt{2} - 1.5\sqrt{2} \rightarrow$ Χαμηλή έως μέτρια επικινδυνότητα
3. Κατηγορία C : $1.5\sqrt{2} - 2.5\sqrt{2} \rightarrow$ Μέτρια έως υψηλή επικινδυνότητα
4. Κατηγορία D : $2.5\sqrt{2} - 3.0\sqrt{2} \rightarrow$ Πολύ υψηλή επικινδυνότητα

Η προσεγγιστικά :

1. Κατηγορία A : 0 – 0.71
2. Κατηγορία B : 0.71 – 2.12
3. Κατηγορία C : 2.12 – 3.54
4. Κατηγορία D : 3.54 – 4.24

Σε εύρη προσεγγιστικά είναι :

1. Κατηγορία A : $0 - 0.71 = 0.71$
2. Κατηγορία B : $0.71 - 2.12 = 1.41$
3. Κατηγορία C : $2.12 - 3.54 = 1.41$
4. Κατηγορία D : $3.54 - 4.24 = 0.71$

Η τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ για κάθε π. ζ. βρίσκεται με τον εξής τρόπο :

1. Βρίσκουμε τις τιμές των δεικτών των δύο επιπέδων (1^ο και 2^ο επίπεδο).
2. Η παράκτια ζώνη προβάλλεται ως ένα σημείο στο επίπεδο του σχήματος 3.3.
3. Οπτικά ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει σε ποια κατηγορία (A,B,C,D) του δείκτη ΠΑΠΠ υπάγεται η π. ζ..
4. Τελικώς ο χρήστης προβάλλει το σημείο που αντιπροσωπεύει την παράκτια ζώνη που μελετάει στη διαγώνιο του τετραγώνου (ευθεία $y = x$).
5. Η απόσταση από το αρχικό σημείο (κάτω αριστερά σημείο) είναι η τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ. Η διαδικασία εύρεσης της αριθμητικής τιμής του ΠΑΠΠ μέσω εξίσωσης περιγράφεται αμέσως παρακάτω.

Μαθηματικά η τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ βρίσκεται ως εξής :

Αν θεωρήσουμε ότι μία π. ζ. έχει συντεταγμένες : (X_0, Y_0) στο σχήμα 3.3, τότε η προβολή του σημείου αυτού στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ) έχει συντεταγμένες : $[(X_0+Y_0)/2, (X_0+Y_0)/2]$. Έτσι η απόσταση από την αρχή των αξόνων (τιμή δείκτη ΠΑΠΠ) είναι το μέτρο του διανύσματος, ήτοι :

$$\text{ΠΑΠΠ} = \text{SQRT}\{[(X_0-1)+(Y_0-1)]^2/4 + [(X_0-1)+(Y_0-1)]^2/4\} = \sqrt{2} * [(X_0-1)+(Y_0-1)]/2$$

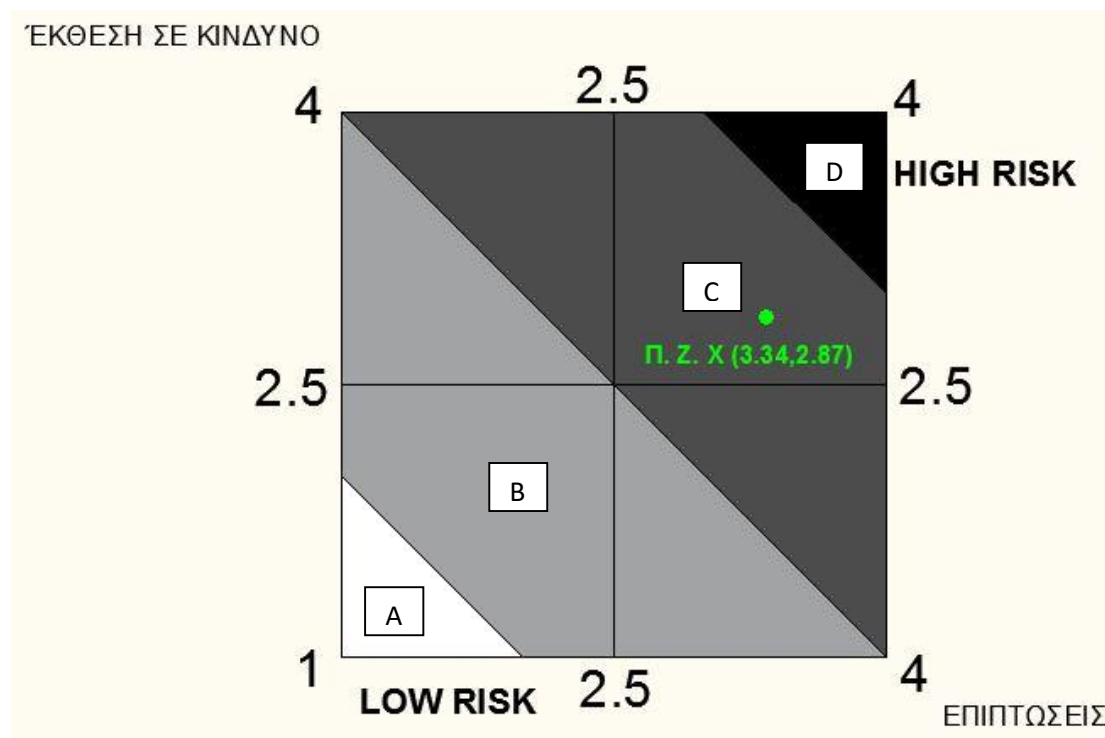
(Εξίσωση 3.1)

Παρακάτω δίνεται ένα απλό παράδειγμα υπολογισμού του δείκτη ΠΑΠΠ :

Έστω μία παράκτια ζώνη X (Π.Ζ. X) που μελετάται και έστω ότι οι δείκτες της έχουν τις εξής τιμές :

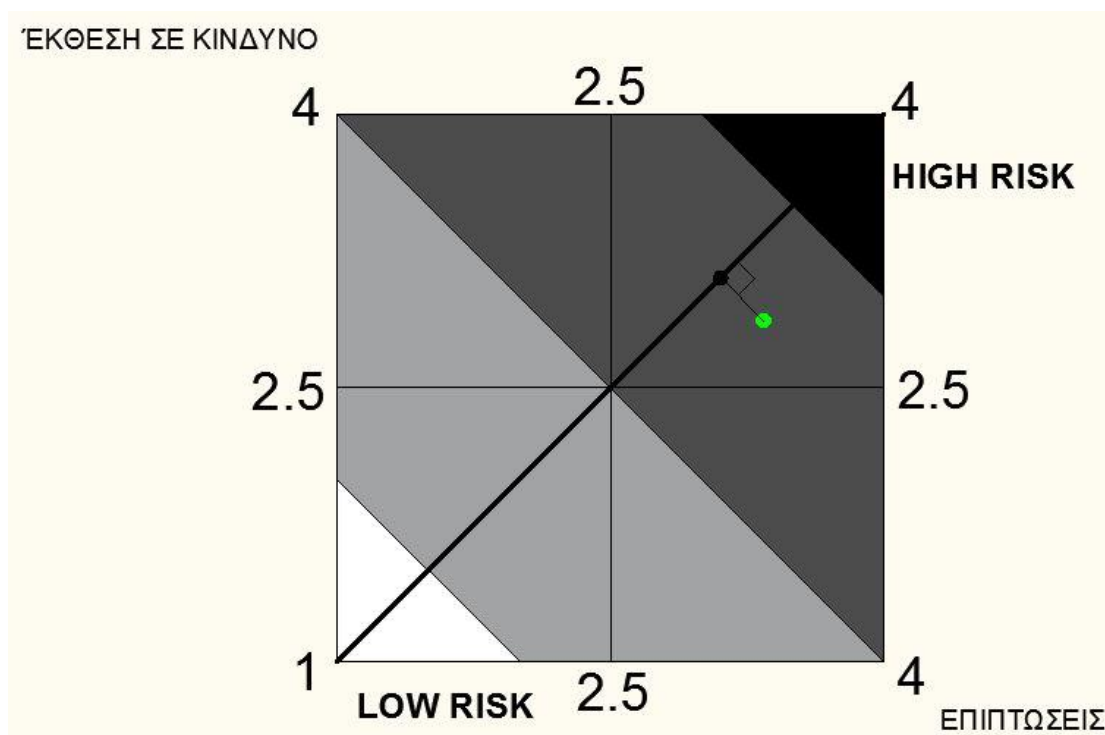
1. Δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης = 2.87
2. Δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη = 3.34

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3.5) φαίνεται σε ποιο σημείο (πράσινο σημείο) της Εικόνας 3.3 αντιστοιχεί η συγκεκριμένη παράκτια ζώνη. Είναι φανερό ότι ανήκει στη κατηγορία C του ΠΑΠΠ.



Εικόνα 3.5 : Προβολή της παράκτιας ζώνης X (παράδειγμα) πάνω στην Εικόνα 3.3

Στη συνέχεια προβάλλουμε το σημείο αυτό στη διαγώνιο του τετραγώνου (δείκτης ΠΑΠΠ). Αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3.6).



Εικόνα 3.6 : Προβολή του σημείου της παράκτιας ζώνης X (παράδειγμα) πάνω στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ)

Ο δείκτης ΠΑΠΠ έχει τιμή σύμφωνα με την εξίσωση 3.1 :

$$\text{ΠΑΠΠ} = \text{SQRT}\{[(X_0-1)+(Y_0-1)]^2/4 + [(X_0-1)+(Y_0-1)]^2/4\} = \sqrt{2} \cdot [(X_0-1)+(Y_0-1)]/2$$

 $= 2.9769$, που είναι όντως η απόσταση από το κάτω αριστερά σημείο.

Επαληθεύοντας, το σημείο ανήκει στη κατηγορία C του ΠΑΠΠ, αφού τα όριά της είναι τα εξής : 2.1213 – 3.5355

Βιβλιογραφία 3^{ου} Κεφαλαίου

1. Γιαντσή Θ., Φεβρουάριος 2014, 'Ύπειραματική Διερεύνηση Ανάκλασης και Υπερπήδησης Κυμάτων σε Κατακόρυφα Μέτωπα με Διατάξεις Απομείωσης Ενέργειας', Διδακτορική διατριβή
2. www.wikipedia.org

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. Εφαρμογή της Μεθοδολογίας : Η Περίπτωση της Σκάλας Ερεσού

- 4.1 Η τοποθεσία της περιοχής μελέτης και παλαιότερα συμβάντα πλημμυρών
- 4.2 Γνωριμία με τη περιοχή μελέτης
- 4.3 Σεισμικότητα - Γεωλογία της περιοχής
- 4.4 Γεωμορφολογία της περιοχής
- 4.5 Το πρόβλημα διάβρωσης της παραλίας
- 4.6 Φυσικό περιβάλλον της περιοχής
- 4.7 Πολιτισμικό περιβάλλον της περιοχής
- 4.8 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη περιοχή μελέτης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – Εφαρμογή της Μεθοδολογίας : Η Περίπτωση της Σκάλας Ερεσού

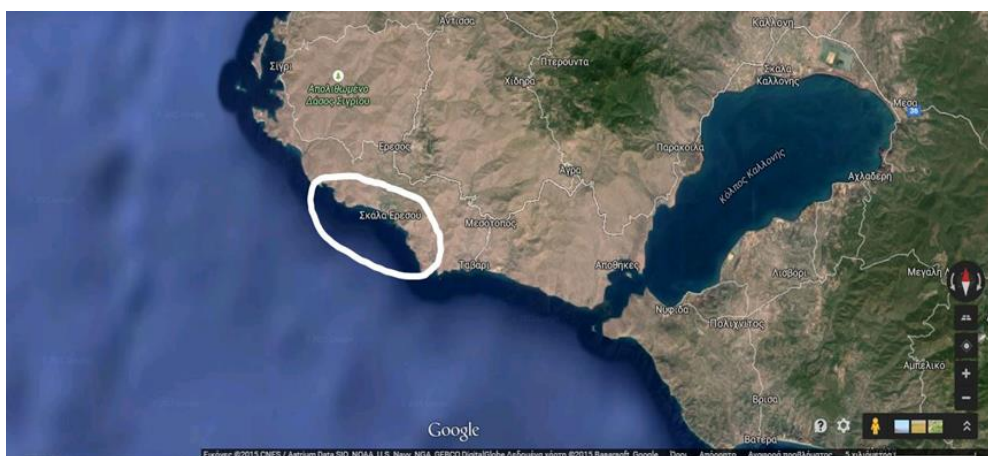
4.1 Η τοποθεσία της περιοχής μελέτης και παλαιότερα συμβάντα πλημμυρών

Η περιοχή στην οποία θα εφαρμόσουμε τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο Κεφάλαιο (3^ο Κεφάλαιο – Ταξινόμηση Παράκτιων Ζωνών), ονομάζεται Ερεσός (κωμόπολη – δημοτικό διαμέρισμα) και βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα της Λέσβου, στο βορειοανατολικό Αιγαίο (Εικόνες 4.1, 4.2 και 4.3).

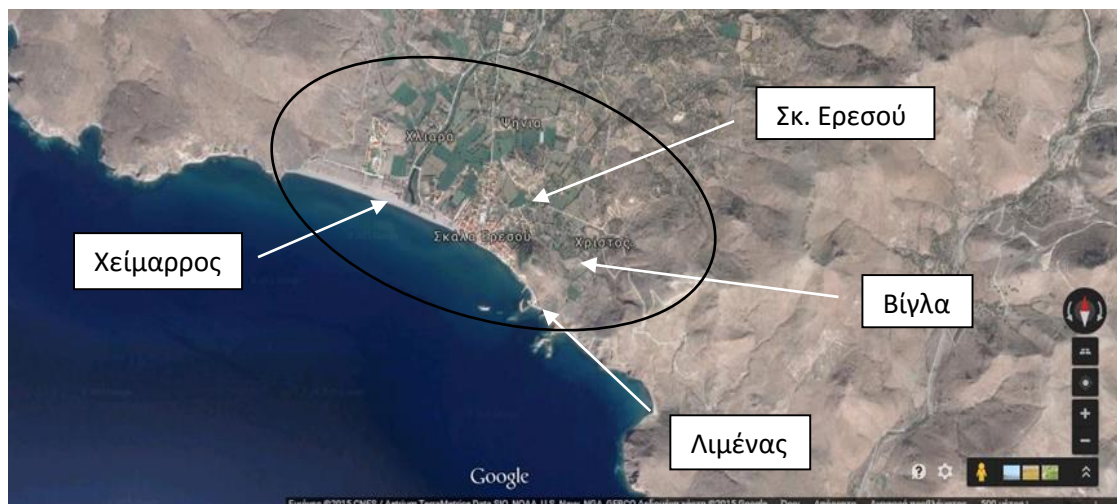
Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η **Ερεσός** και συγκεκριμένα η **Σκάλα Ερεσού** (Σκ. Ερεσού) ή Γυαλός μιάς και τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί έντονη διάβρωση του ανατολικού τμήματος της ακτής με συνέπεια να κινδυνεύουν άμεσα περιουσίες κοντά στην ακτογραμμή. Επίσης, έχουν αυξηθεί τα πλημμυρικά γεγονότα σε συχνότητα και ένταση, κυρίως λόγω αυτής της διάβρωσης (Εικόνες 4.4 και 4.5).



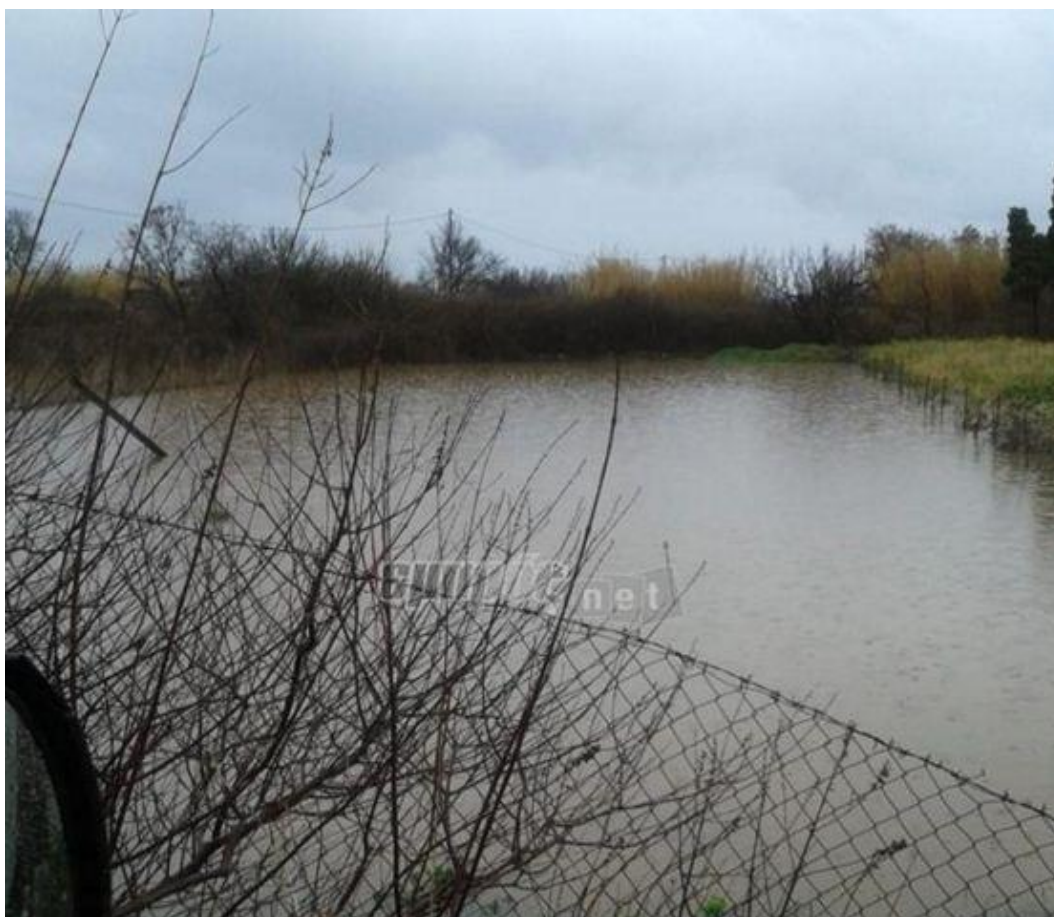
Εικόνα 4.1 : Η Λέσβος (κόκκινο) στον ελλαδικό χάρτη
(Πηγή : wikipedia.org [11])



Εικόνα 4.2 : Το νοτιοδυτικό τμήμα της Λέσβου με σημειωμένη τη περιοχή μελέτης
(Πηγή : google.gr/maps [5])



Εικόνα 4.3 : Η περιοχή μελέτης (Πηγή : google.gr/maps [5])



Εικόνα 4.4 : Πλημμυρισμένο πεδίο στη Σκ. Ερεσού (Ιανουάριος 2015) (Πηγή : emprosnet.gr [3])



Εικόνα 4.5 : Πλημμυρισμένη κατοικία στη Σκ. Ερεσού (Ιανουάριος 2015) (Πηγή : *emprosnet.gr* [3])

4.2 Γνωριμία με τη περιοχή μελέτης

Η Ερεσός αποτελεί δημοτικό διαμέρισμα του νέου Δήμου Λέσβου. Είναι επίσης μία από τις πιο γνωστές για την ιστορία και τις ομορφιές της κωμοπόλεις της Λέσβου. Το δημοτικό διαμέρισμα περιλαμβάνει την Ερεσό (1,097 κάτοικοι), την Σκάλα Ερεσού (354 κατ.), τα Χλιαρά (67 κατ.), τον Χριστό (17 κατ.) και τα Ψίνια (46 κατ.) (συνολικά 1581 κάτοικοι – απογραφή του 2011).

Βρίσκεται στη νοτιοδυτική πλευρά του νησιού ανάμεσα σε δύο υψώματα με το όνομα Τρούλος και Λεμπόρ και απέχει 89 km περίπου από τη Μυτιλήνη. Συνορεύει δυτικά με το χωριό Σίγρι, ανατολικά με το χωριό Μεσότοπος, από τα βόρεια με την κωμόπολη Άντισσα και από τα νότια με την θάλασσα. [11]

Πιο συγκεκριμένα για τη περιοχή μελέτης, η ακτή της Σκ. Ερεσού έχει Ν – ΝΔ (Νότιο – Νοτιοδυτικό) προσανατολισμό, μήκος περί τα 2,210 m και ορίζεται ανατολικά από το ύβωμα Μεροβίλι και δυτικά από το ύβωμα Κοφινάς. Στο ανατολικό τμήμα της

παραλίας υπάρχει ο οικισμός, καθώς και ένα αλιευτικό καταφύγιο. Η παραλία είναι εκτεθειμένη σε ΝΑ, Ν, ΝΔ και Δ κυματισμούς και ανέμους.

Κάθε χρόνο, από τον Μάιο έως τον Οκτώβριο, οι κάτοικοι της Ερεσού μετακομίζουν στον κάμπο και την Σκάλα. Κύριος οικονομικός παράγοντας του τόπου είναι ο τουρισμός και η κτηνοτροφία. [11]

Η περιοχή της Ερεσού κατοικείται από τα αρχαία χρόνια και έχει να επιδείξει μια πλούσια ιστορική διαδρομή. Το όνομά της συνδέεται με τον Έρεσο που ήταν γιος του μυθικού βασιλιά Μάκαρα.

Οι πρώτοι οικιστές του τόπου στα προελληνικά χρόνια ίσως ήταν οι Πελασγοί, ενώ κατά τον 11ο έως και τον 9ο αιώνα π. Χ., εποχή κατά την οποία γίνονται οι μεγάλες μετακινήσεις των ελληνικών φύλων, Αιολέων, Ιώνων και Δωριέων, χτίζεται στη σημερινή περίπου παραλιακή τοποθεσία της Σκάλας Ερεσού, η πόλη της Ερεσού από αποίκους Αχαιούς ή ναυτικούς Αιολείς. Η μετοικεσία των κατοίκων από την παραλιακή θέση έγινε στα τέλη του 17ου αιώνα και οφείλεται στην αποφυγή πειρατικών επιδρομών. [11]

Η πόλη αποτέλεσε σπουδαίο εμπορικό και ναυτικό κέντρο και τα εκλεκτά προϊόντα της έφταναν μέχρι την Αίγυπτο. Στην Ερεσό γεννήθηκε η Σαπφώ η μεγάλη λυρική ποιήτρια της αρχαιότητας καθώς και οι φιλόσοφοι Θεόφραστος και Φανίας. [11]

4.3 Σεισμικότητα - Γεωλογία της περιοχής

Η Λέσβος βρίσκεται στη μικροπλάκα του Αιγαίου, κοντά στο νοτιοδυτικό κλάδο του βόρειου ρήγματος της Ανατολίας. Η παρουσία αυτού του ρήγματος έχει οδηγήσει στην αποκοπή του νησιού από τη Μικρά Ασία, ενώ είναι υπεύθυνο για αρκετές καταστροφικές σεισμικές δονήσεις που έλαβαν χώρα στη περιοχή. Το 1867 ισχυρός σεισμός καταστρέφει μεγάλο μέρος του νησιού και αφήνει πίσω του 550 νεκρούς, ενώ ισχυρός σεισμός λαμβάνει χώρα και το 1889, με 25 νεκρούς. Η Λέσβος τοποθετείται στη ζώνη 2 (II) σεισμικής επικινδυνότητας για τον ελλαδικό χώρο. [11]

Η περιοχή μελέτης δομείται από σχηματισμούς, οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω από τους παλαιότερους προς τους νεότερους [1] :

- Σχιστόλιθοι, Κροκαλοπαγή, Ασβεστόλιθοι και Μετα-αργιλικό Σχιστόλιθοι Ηλικίας Παλαιοζωικού – Τριαδικού : Πρόκειται για σειρά από μεταμορφωμένους ψαμμιτικούς σχιστολίθους, σχιστώδη κροκαλοπαγή και σε μικρότερο ποσοστό από φυλλίτες πλούσιους σε πορφυροβλάστες μαγνητίτη ενώ στα ανώτερα κυρίως μέλη απαντούν κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι. Στην περιοχή μελέτης οι ασβεστόλιθοι είναι μεμονωμένοι και έχουν μικρή επιφανειακή ανάπτυξη. Απαντούν κυρίως στην κοιλάδα του χειμάρρου Χαλάνδρα.

- Ηφαιστειακές Λάβες Ανδεσιτικής και Δακτιτικής Σύστασης : Καταλαμβάνουν σημαντικό τμήμα της περιοχής μελέτης και αποτελούν την κατώτερη ενότητα λαβών. Έρχονται σε άμεση επαφή με τους ασβεστολίθους και έχουν πάχος που υπολογίζεται σε 200 m - 300 m.

- Ιγκνιμπριτικά Στρώματα : Ηφαιστειακές λάβες ρυολιθικής έως ρυοδακτιτικής σύστασης με μέγιστο πάχος 60 m. Τα ανώτερα τμήματα της σειράς είναι βραχόδους συμπεριφοράς με αυξημένη αντοχή ενώ παρουσιάζουν σημαντική αντίσταση στη διάβρωση. Τα κατώτερα τμήματα χαρακτηρίζονται από τον τοφφικό χαρακτήρα τους, με ατελή στρώση και κισσηρώδη και σκωριώδη εγκλείσματα.

- Ηφαιστειακά Υλικά - Πυροκλαστικά Υλικά : Κυρίως εστρωμένα ηφαιστειακά υλικά (τόφφοι συνήθως καολινιωμένοι, τέφρα, πυροκλαστικά υλικά, συνεκτικά λατυποπαγή από λάβες και βολίδες ποικίλου μεγέθους). Καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης και το πάχος του σχηματισμού αυτού είναι μεγαλύτερο από 300 m.

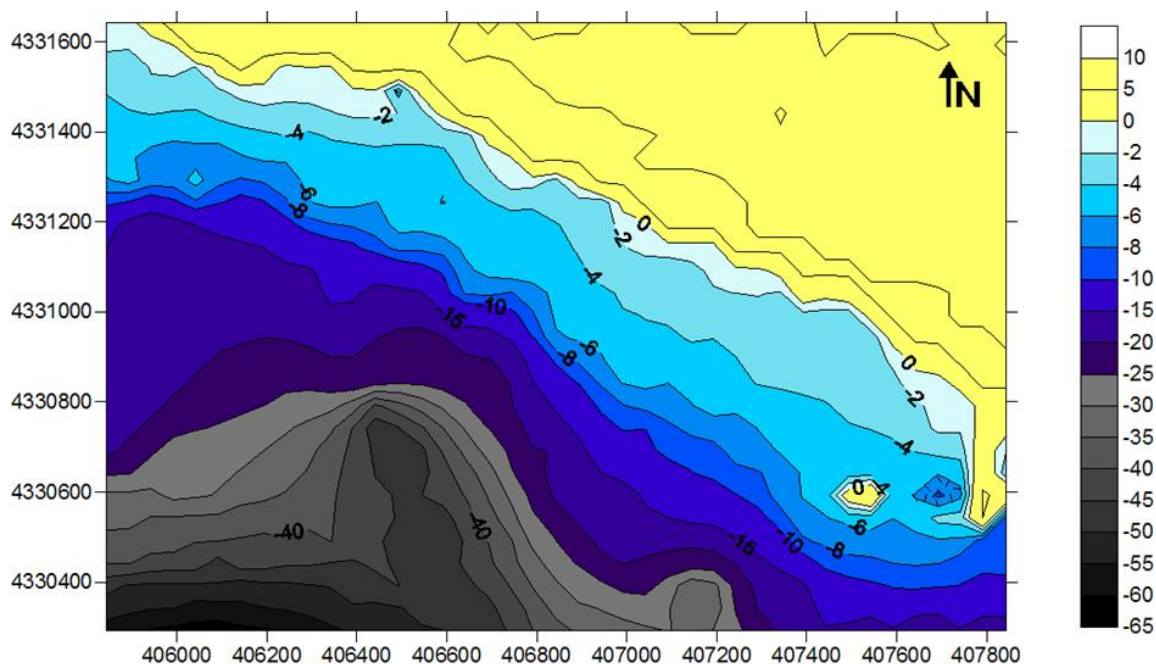
- Παράκτιοι Άμμοι : Άμμοι οι οποίοι αποτελούν το προϊόν της διαβρωτικής δράσης της θάλασσας.

- Αλλουβιακές Αποθέσεις : Αποτελούνται από ασύνδετα αργιλοαμμώδη υλικά με διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες. Εντοπίζονται κυρίως στην περιοχή της Σκάλας Ερεσού και εντός των κατώτερων τμημάτων των χειμάρρων της περιοχής.

4.4 Γεωμορφολογία της περιοχής

Η περιοχή χαρακτηρίζεται γενικά από ήπιο ανάγλυφο με μέσες κλίσεις πρανών (10° – 20°) ενώ οι κλίσεις είναι μεγαλύτερες μόνο τοπικά, κυρίως βόρεια του οικισμού της Ερεσού. Στα χαμηλότερα τμήματα, κοντά στη παραλία, το ανάγλυφο είναι πεδινό με πολύ μικρές κλίσεις (0° - 10°). Η λεκάνη απορροής είναι της τάξης των 57 km^2 περίπου, τα 26 εκ των οποίων αποστραγγίζονται μέσω του χειμάρρου Χαλάνδρα στο φράγμα της Ερεσού. Δευτερεύοντες κλάδοι είναι ο χειμάρρος Μεθάλεια με λεκάνη απορροής 12 km^2 , ο Καρασάρης με λεκάνη απορροής 7.4 km^2 , ο Ελεούσας με λεκάνη απορροής 5 km^2 και ο Λιφονάκας με λεκάνη απορροής 4.6 km^2 , οι οποίοι καταλήγουν ως επί το πλείστον στην υπολεκάνη του Χαλάνδρα, κατάντη του φράγματος (Εικόνα 4.10).

Η υποθαλάσσια παράκτια περιοχή της Σκ. Ερεσού χαρακτηρίζεται από ομαλό ανάγλυφο γενικά, με μικρή κλίση κοντά στην ακτή και μεγάλη στη συνέχεια. Η ιδιαιτερότητα της περιοχής έγκειται στην ύπαρξη της βραχονησίδας στα ανατολικά της παραλίας αλλά και στον χειμάρρο Χαλάνδρα, παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη βαθυμετρία. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το βάθος παραμένει κάτω από τα 5 m για αποστάσεις 300 m – 350 m, κατά μέσο όρο, από το μέτωπο της ακτής, ενώ αμέσως μετά το βάθος αυξάνεται απότομα, φθάνοντας τα 100 m σε λιγότερο από 1.4 km, σε κάθε περίπτωση (0.9 km – 1.4 km). Στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζεται η βαθυμετρία της υποθαλάσσιας περιοχής της Σκ. Ερεσού.



Εικόνα 4.6 : Απεικόνιση της βαθυμετρίας του κόλπου της Ερεσού (Πηγή : Καραμπάς Θ., 2010 [1])

Τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά της παραλίας της Ερεσού είναι τα εξής:

- Ύφαλος αναβαθμός (Longshore Bar) : Ο ύφαλος αναβαθμός βρίσκεται στο σημείο θραύσης των κυμάτων.
- Έξαλος αναβαθμός (Berm) : Το ιζηματογενές ύβωμα βρίσκεται στο μέτωπο της παραλίας και αυξάνεται κατά τους θερινούς μήνες.
- Ημισελινοειδής σχηματισμοί (Beach Cusps) : Δημιουργούνται στο μέτωπο της παραλίας και εμφανίζονται αρκετά συχνά.

Το εύρος της παραλίας, στο ανατολικό τμήμα της ακτής, είναι περιορισμένο, ενώ ιδιαίτερα μεγάλο στο Δυτικό. Στο ανατολικό τμήμα, που παρατηρούνται τα έντονα φαινόμενα της διάβρωσης, κατασκευάστηκε θαλάσσιος τοίχος, ο οποίος, κάτω από τη δράση των κυματισμών, συχνά αστοχεί και τμηματικά καταρρέει. Στην Εικόνα 4.7 φαίνεται ένα τέτοιο τμήμα του θαλάσσιου τοίχου.



Εικόνα 4.7 : Τοπική αστοχία του τοίχου προστασίας (Τσομπανέλλης Θ., Απρίλιος 2015)

4.5 Το πρόβλημα διάβρωσης της παραλίας

Όπως αναφέραμε παραπάνω, τα τελευταία χρόνια είναι πολύ έντονο το πρόβλημα διάβρωσης της παραλίας, κυρίως στο ανατολικό της τμήμα. Παρακάτω δίδονται δύο εικόνες (Εικόνες 4.8 και 4.9), όπου είναι εμφανής η διάβρωση της παραλίας.



Εικόνα 4.8 : Η παραλία στις 03-09-2006 (Πηγή : google.gr/maps [5])



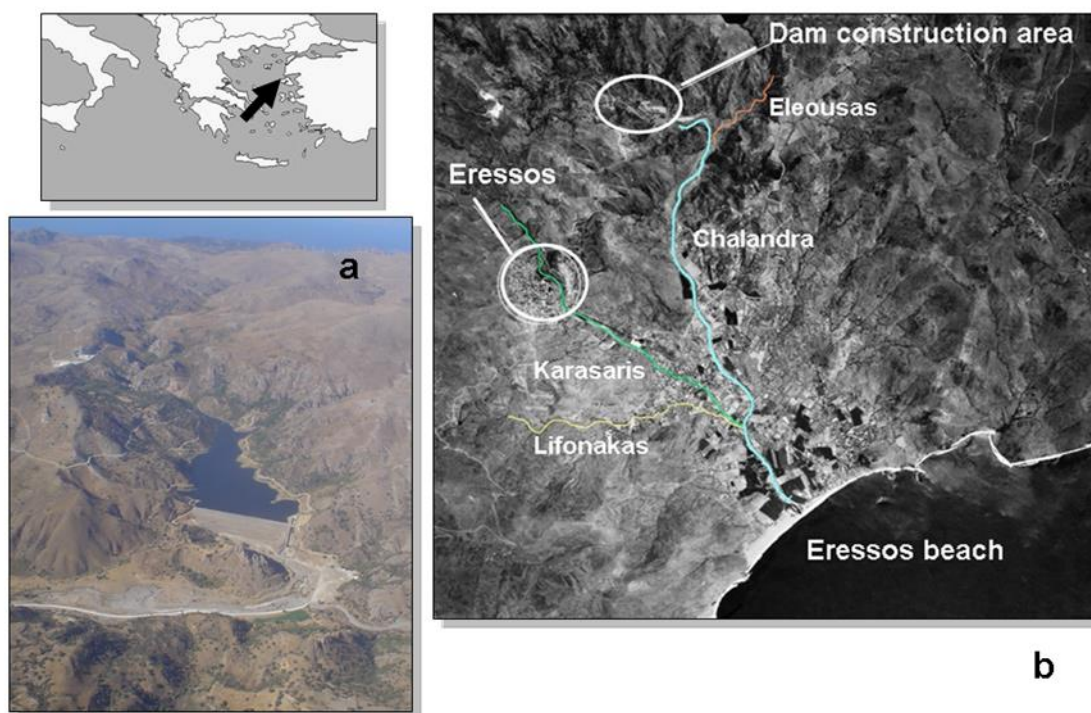
Εικόνα 4.9 : Η παραλία στις 13-06-2007 (Πηγή : google.gr/maps [5])

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που συμβάλλουν στο πρόβλημα της διάβρωσης της παραλίας είναι οι εξής :

- Το φράγμα

Σημαντικό στοιχείο της περιοχής είναι η ύπαρξη ενός φράγματος στον χείμαρρο Χαλάνδρα ανάντη της περιοχής μελέτης, χωρητικότητας $2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$. Στην Εικόνα 4.10 φαίνεται η θέση του φράγματος του χείμαρρου Χαλάνδρα. Το φράγμα σίγουρα

κατακρατεί ποσότητα ιζήματος και ενδεχομένως συμβάλλει στη διάβρωση της παραλίας.



Εικόνα 4.10 : Περιοχή μελέτης. (α) Αεροφωτογραφία του φράγματος της Ερεσού και (β) Δορυφορική φωτογραφία που δείχνει τη θέση του φράγματος, την Ερεσό, και τα κύρια ποτάμια και χειμάρρους της λεκάνης απορροής (Πηγή : Καραμπάς Θ., 2010 [1])

- Η παράκτια κυματογενής στερεομεταφορά

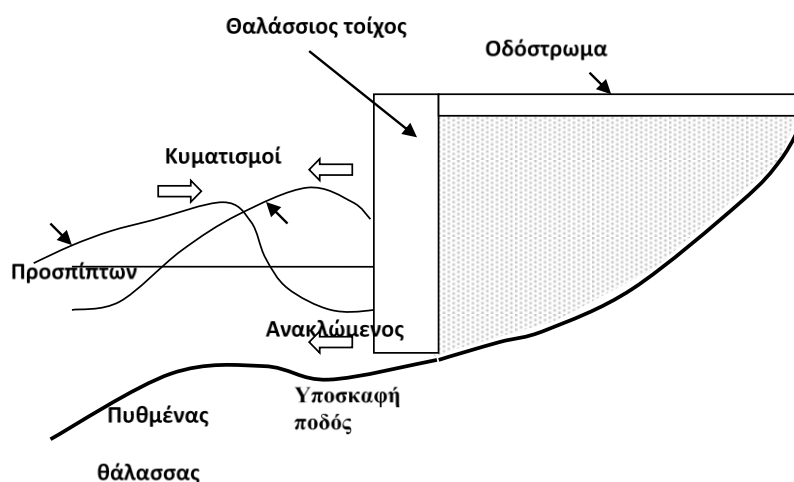
Το κύριο μέρος των ακτομηχανικών φαινομένων λαμβάνει χώρα μέσα στην ζώνη θραύσης των κυματισμών, δηλαδή από το βάθος όπου πραγματοποιείται η θραύση μέχρι την ακτή. Συγκεκριμένα, με τη θραύση των κυματισμών και τη μετακίνηση του μετώπου θραύσης προς την ακτή, δημιουργούνται έντονα τυρβώδη φαινόμενα στην υδάτινη μάζα που έχουν ως αποτέλεσμα την αιώρηση των λεπτόκοκκων κυρίως υλικών του πυθμένα (ιλύος και άμμου). Η πλάγια πρόσπτωση των κυματισμών στην ακτή δημιουργεί λοιπόν κατά μήκος της ακτής μια συνιστώσα μεταφοράς νερού που ισοδυναμεί με ένα ρεύμα (longshore current). Το ρεύμα αυτό αποτελεί και τον βασικό παράγοντα μεταφοράς των υλικών, σε αιώρηση και σαν φορτίο πυθμένα, κατά μήκος της ακτής.

Από υπολογισμούς του [1] προκύπτει ότι στην ακτή υπάρχει ελαφρά επικράτηση της στερεομεταφοράς προς τα δυτικά και συνεπώς τάσεις διάβρωσης στο ανατολικό τμήμα της παραλίας.

Σύμφωνα επίσης, με στατιστικά δεδομένα του Τμήματος Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου [1] είναι φανερή μια σημαντική μείωση, της τάξης του 30-40%, στα τελευταία χρόνια της συχνότητας εμφάνισης των ανέμων του ΝΔ-ΝΔΔ τομέα. Η μεταβολή αυτή συνεπάγεται και τη διάβρωση του ανατολικού τμήματος της ακτής. Ίδια αποτελέσματα θα έχει τυχόν αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των Ν ανέμων, που παρατηρήθηκε τελευταία, ιδιαίτερα τον χειμώνα 2009-2010. Η αύξηση αυτή, μεγαλώνει την ποσότητα της στερεομεταφοράς προς τα δυτικά και συνεπώς και την διάβρωση του ανατολικού τμήματος της ακτής. [1]

- Θαλάσσιος Τοίχος

Η κατασκευή των θαλάσσιων τοίχων οδηγεί κατά κανόνα στη διάβρωση των ακτών. Η κατασκευή τους συνοδεύεται γενικά από μείωση του εύρους της ακτής, με συνέπεια τη μείωση της ζώνης θραύσης και αναρρίχησης. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια να προσπίπτει σημαντική κυματική ενέργεια σε έναν θαλάσσιο τοίχο, ένα μέρος της οποίας ανακλάται από αυτόν, παρασέρνοντας προς τα ανοιχτά το ίζημα που βρίσκεται στην βάση του (Εικόνα 4.11).



Εικόνα 4.11 : Ενδεικτική αναπαράσταση διάβρωσης ποδός λόγω κατασκευής θαλάσσιου τοίχου (Πηγή : Καραμπάς Θ., 2010 [1])

Στην ακτή της Σκάλας Ερεσού, μετά τις πρώτες μειώσεις του εύρους της ακτής ή/και όταν ανυψωνόταν σημαντικά η στάθμη της θάλασσας, οι κυματισμοί πλησίαζαν ολοένα και πιο κοντά στον θαλάσσιο τοίχο, και αλληλοεπιδρούσαν με αυτόν, επιδεινώνοντας τη διάβρωση.

Στην παρούσα κατάσταση, με εύρος παραλίας της τάξης μερικών μέτρων στο ανατολικό τμήμα της ακτής, η αλληλεπίδραση θαλάσσιου τοίχου και κυματισμών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Επιπλέον, λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας του φαινομένου της μετεωρολογικής παλίρροιας που εντείνεται τα τελευταία χρόνια, η διάβρωση και η υποσκαφή του πόδα επιδεινώνεται. Εφόσον ο κυματισμός θραύεται όταν το ύψος του πλησιάζει περίπου στο 80% του βάθους που μεταδίδεται, όταν αυξηθεί το βάθος της θάλασσας, η θραύση των κυματισμών συμβαίνει σε μικρότερη απόσταση από την παλαιά ακτή. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια να προσπίπτει μεγαλύτερη κυματική ενέργεια σε έναν θαλάσσιο τοίχο, ένα μέρος της οποίας ανακλάται από αυτόν, παρασέρνοντας προς τα ανοιχτά το ίζημα που βρίσκεται στην βάση του. Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 4.12, Εικόνα 4.13, Εικόνα 4.14, Εικόνα 4.15) φαίνεται ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση.



Εικόνα 4.12 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (1/4) (Τσομπανέλλης Θ., Απρίλιος 2015)



Εικόνα 4.13 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (2/4) (Τσομπανέλλης
Θ., Απρίλιος 2015)



Εικόνα 4.14 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (3/4) (Τσομπανέλλης
Θ., Απρίλιος 2015)



Εικόνα 4.15 : Ο θαλάσσιος τοίχος στη σημερινή του κατάσταση (4/4) (Τσομπανέλλης Θ., Απρίλιος 2015)

- Ο λιμένας

Η επίδραση του λιμένα (Εικόνα 4.16) στη διάβρωση θα πρέπει να είναι περιορισμένη. Ανατολικά του λιμένα δεν υπάρχει σημαντική ποσότητα άμμου και συνεπώς ο λιμένας δεν θα πρέπει να στερεί σημαντικά το ίζημα από τη ακτή που βρίσκεται δυτικά του. Στο εσωτερικό του λιμένα κατακρατήθηκε ποσότητα άμμου, η οποία όμως δεν είναι τόσο μεγάλη ώστε να δικαιολογείται η πολύ σοβαρή διάβρωση του ανατολικού τμήματος της ακτής. [1]

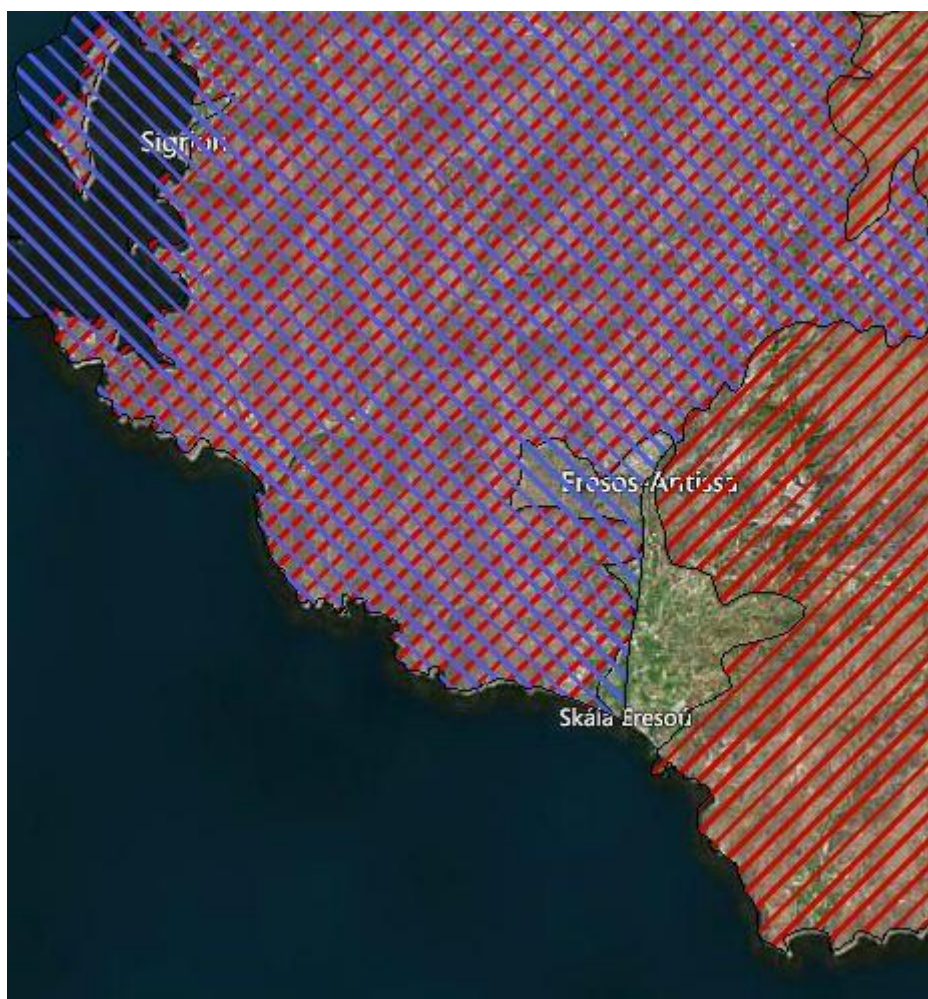


Εικόνα 4.16 : Άποψη του λιμένα (Τσομπανέλλης Θ., Απρίλιος 2015)

Ο [1] αναφέρει ότι : *σαφή συμπεράσματα των αιτιών της διάβρωσης θα μπορούσαν να εξαχθούν εάν υπήρχε η δυνατότητα συνεχών μετρήσεων προφίλ ακτής, κυματισμών και ρευμάτων, οι οποίες θα είχαν πραγματοποιηθεί την εποχή που είχαν παρατηρηθεί οι πρώτες τάσεις διάβρωσης και θα συνεχιζόταν έως τώρα.*

4.6 Φυσικό περιβάλλον της περιοχής

Η περιοχή της Σκ. Ερεσού καθώς και η ευρύτερη περιοχή της δυτικής Λέσβου ανήκει στο δίκτυο **NATURA2000**, δηλαδή είναι περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (Εικόνα 4.17). Η περιοχή παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον, ιδιαίτερα για τους επισκέπτες που διαθέτουν οικολογικά ενδιαφέροντα και αυξημένη ευαισθησία σε σχέση με τη φύση.



Εικόνα 4.17 : Μεγάλο μέρος της περιοχής μελέτης (Σκ. Ερεσού) ανήκει στο δίκτυο NATURA2000 (γραμμοσκιασμένο τμήμα – μπλε για προστ. οικότοπους και κόκκινο για προστ. περιοχές για την орnιθοπανίδα) (Πηγή : natura2000.eea.europa.eu [6])

Η χλωρίδα του νησιού περιλαμβάνει 847 ανώτερα φυτά (αγγειόσπερμα - γυμνόσπερμα) και 17 άλλα είδη αγγειόφυτων (φτέρες κ.λ.π.). Από αυτά, 24 είδη είναι ενδημικά της Λέσβου ή των νησιών του ΒΑ Αιγαίου και της Μικράς Ασίας. Στα ενδημικά της Λέσβου περιλαμβάνονται το *Alyssum lesbiacum* και το *Asperula nitida mytilinica*. [11]

Η πανίδα της Λέσβου περιλαμβάνει 304 είδη σπονδυλωτών ζώων (πλην ψαριών) και μεγάλο αριθμό ασπόνδυλων, τα οποία όμως δεν έχουν καταγραφεί σε ικανοποιητικό βαθμό. Τα σπονδυλωτά της Λέσβου περιλαμβάνουν: 5 είδη αμφίβιων, 22 ερπετών, 260 πουλιών, 17 χερσαίων θηλαστικών. Στις ΝΔ ακτές του νησιού, γύρω από την Ερεσό επιβιώνουν λίγα άτομα της Μεσογειακής Φώκιας (*Monachus monachus*) η οποία, ως γνωστόν, απειλείται παγκόσμια με εξαφάνιση. Επίσης στην

περιοχή της Ερεσού, είναι το μόνο μέρος της Ευρώπης όπου βρίσκεται ο Περσικός σκίουρος (*Sciurus anomalus*), είδος της Δυτικής Ασίας. [11]

Η Λέσβος είναι χώρος στάθμευσης για τα μεταναστευτικά πουλιά, την άνοιξη και το φθινόπωρο. Η Ερεσός με τα ποτάμια και τα λιβάδια της δέχεται πολλά νεροπούλια: ερωδιούς ή τσικνιάδες, όπως τον λευκοτσικνιά (*Egretta garzetta*), τον κρυπτοτσικνιά (*Ardeola ralloides*), τον πορφυροτσικνιά (*Ardea purpurea*) και τον νυχτοκόρακα (*Nycticorax nycticorax*), φαλαρίδες (*Fulica atra*), πάπιες όπως τη σαρσέλα (*Spatula querquedula*), ποταμότρυνγκες (*Actitis hypoleucos*) και καλαμοκανάδες (*Himantopus himantopus*). [11]

Στους λόφους γύρω από την Ερεσό υπάρχουν, ανάλογα με την εποχή και διάφορα άλλα είδη πουλιών όπως ο φιδαιτός, η αετογερακίνα, το βραχοχελίδονο, ο πετροκότσυφας, ο γαλαζοκότσυφας, ο κλειδωνάς, ο παρδαλοκεφαλάς και ο πετροσπουργίτης. Αξίζει επίσης να σημειώσουμε ότι στις άγονες βραχώδεις εκτάσεις μεταξύ Σκάλας Ερεσού, Άντισσας και Άγρας, αναπαράγονται τρία είδη σπάνιων πουλιών: το κερκινέζι (*Falco naumanni*), ο αμμοπετροκλής (*Oenanthe isabellina*) και το σμυρνοτσιόχλονο (*Emberiza cineracea*). Το κερκινέζι είναι ένα είδος μικρού γερακιού του οποίου ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει μειωθεί ανησυχητικά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω, κυρίως, της εντατικοποίησης της γεωργίας με τη χρήση παρασιτοκτόνων. [11]

4.7 Πολιτισμικό περιβάλλον της περιοχής

Όσον αφορά τα ιστορικά μνημεία της περιοχής, το σημαντικότερο είναι η **Βίγλα**, η ακρόπολη της αρχαίας Ερεσού που καταλαμβάνει ένα βραχώδη λόφο (με την ονομασία Μαστός), σε μικρή απόσταση από την παραλία, νοτιοανατολικά του σημερινού οικισμού της Σκάλας Ερεσού (Εικόνα 4.18). [10]



Εικόνα 4.18 : Η Βίγλα στο λόφο Μαστό (με κόκκινο) (Πηγή : wikimarria.org [10])

Στο λόφο αυτό συνυπάρχουν τα τείχη της Αρχαϊκής Περιόδου, με ένα βυζαντινό (ή ίσως γενοβέζικο) πύργο και έναν τουρκικό πύργο, ένα μεσαιωνικό κάστρο και μια ρωμαϊκή δεξαμενή. Στα ερείπια της αρχαίας ακρόπολης, κτίστηκε από τους Βυζαντινούς το κραταιό κάστρο της μεσαιωνικής Ερεσού, του οποίου η ύπαρξη μαρτυρείται ήδη από τις αρχές του 14ου αιώνα (Εικόνα 4.19). Σταδιακά το κάστρο της Ερεσού οδηγήθηκε σε παρακμή για να αντικατασταθεί από το Φρούριο του Σιγρίου.



Εικόνα 4.19 : Μέρος του τείχους στη Βίγλα (Πηγή : odysseus.culture.gr [7])

Τείχη σώζονται σήμερα και σε διάφορα σημεία πίσω από την Βίγλα και καταλήγουν μέχρι την περιοχή της Μινάβρας. Στο λιμάνι της Σκάλας μπορεί κάποιος να διακρίνει ακόμη τις αρχαίες λιμενικές εγκαταστάσεις. Σύμφωνα με μαρτυρίες επιγραφών και συγγραφέων στην αρχαία πόλη υπήρχαν αρχαία αγορά, αρχαίο στάδιο, θέατρο, πρυτανείο και ναοί.

Ανασκαφές δεν έχουν γίνει παρά μόνο σε δύο παλαιοχριστιανικές βασιλικές, τη **παλαιοχριστιανική βασιλική της Αγίας Αναστασίας και το ναό του Αγίου Ανδρέα**. Θεωρούνται από τα σημαντικότερα παλαιοχριστιανικά μνημεία Συριακού τύπου. Στη περιοχή υπάρχει και αρχαιολογικό μουσείο από το 1962 με μοναδικά Αρχαϊκά, Κλασσικά και Ελληνιστικά ευρήματα.

4.8 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη περιοχή μελέτης

Σε αυτή τη παράγραφο θα ταξινομήσουμε τη παράκτια ζώνη της Σκ. Ερεσού, όσον αφορά την επικινδυνότητά της για παράκτια πλημμύρα. Αυτή η ταξινόμηση θα γίνει με τον τρόπο που περιγράφηκε στο 3^ο Κεφάλαιο – Ταξινόμηση των Παράκτιων Ζωνών.

Αρχικά εισάγονται τα δεδομένα που περιγράφονται παρακάτω, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 3.1. Ο χρήστης επιλέγει τα δεδομένα μέσα από μία πτυσσόμενη λίστα (Πίνακας 3.2). Οι κατηγορίες που αναφέρονται είναι σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3. Οι συντελεστές βαρύτητας δεν μεταβλήθηκαν λόγω και της τουριστικής δραστηριότητας που είναι έντονη στη περιοχή μελέτης. Αντ' αυτού λήφθηκε εμμέσως υπ' όψιν με μία αύξηση στη κατηγορία του κριτηρίου : πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού στη περιοχή μελέτης.

A. Έκθεση σε κίνδυνο

1. Μορφολογία της ακτής

Το άνοιγμα της ακτής μετρήθηκε : $A = 2,130 \text{ m}$, το βέλος της : $B = 240 \text{ m}$, οπότε $A/B = 8.875$ και πρόκειται για κοίλη ακτή. Επομένως ανήκει στη κατηγορία D (> 2).

2. Γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης

Η παράκτια ζώνη γενικά έχει ήπιο ανάγλυφο, είναι ένα πεδινό τοπίο με κλίσεις πλησίον του θαλάσσιου αποδέκτη μικρότερες από 5 μοίρες, οπότε ανήκει στη κατηγορία D (0 – 5 μοίρες).

3. Μέση καθίζηση του εδάφους

Γενικά δεν αναφέρεται στη βιβλιογραφία, ούτε ενδεχομένως έχει παρατηρηθεί καθίζηση του εδάφους τα τελευταία έτη στη περιοχή, οπότε ανήκει στη κατηγορία A $\{-0-1\}$.

4. Ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας

Ο υπολογισμός αυτού του κριτηρίου είναι σχετικά δύσκολος και δυσχερής και θα αρκεστούμε σε μία εκτίμηση.

Από επί τόπου έρευνα του γράφοντα, το ύψος προστασίας κυμαίνεται στα 3-6 m από την μέση στάθμη της θάλασσας (ήρεμη θάλασσα). Στο σημείο εκβολής του χειμάρρου δεν υπάρχει ιδιαίτερη προστασία της ακτής, αλλά οι όχθες του εσωτερικά είναι σχετικά ανυψωμένες. Όσον αφορά το πρόβλημα της διάβρωσης (βλ. και παράγραφο 4.5 - Το πρόβλημα διάβρωσης της παραλίας), αν ο μελετητής επιθυμεί να εκτιμήσει την επικινδυνότητα της π. ζ.

μακροπρόθεσμα, συνιστάται να ληφθεί μειωμένο το ύψος προστασίας. Στη συγκεκριμένη εργασία μελετάμε την επικινδυνότητα την παρούσα χρονική στιγμή.

Επίσης, από ανεμολογικά δεδομένα του σταθμού στη Λέσβο της ΕΜΥ (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία), ο [1] εκτίμησε σημαντικά ύψη κύματος (H_s) και περιόδους κορυφής φάσματος (T_p). Ένα παράδειγμα δίνεται στον Πίνακα 4.1 για ΝΔ άνεμο.

Πίνακας 4.1 : Κυματικές παράμετροι για ΝΔ άνεμο (Πηγή : Καραμπάς Θ., 2010

[1])

Ένταση ανέμου (B)	Συχνότητα εμφάνισης f (%)	Σημαντικό ύψος κύματος H_s (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος T_p (sec)
3	1,9	0,92	5,46
4	2,22	1,43	6,35
5	0,8	1,99	7,10
6	0,46	2,63	7,81
7	0,045	3,31	8,45
8	0,04	4,04	9,04
9	0,01	4,83	9,61
10	0,01	5,64	10,13

Η μετεωρολογική παλίρροια προβλέπεται δύσκολα, οπότε θα αρκεστούμε σε μία μέση χρονική τιμή για το Αιγαίο πέλαγος, γύρω στα 30 – 40 cm.

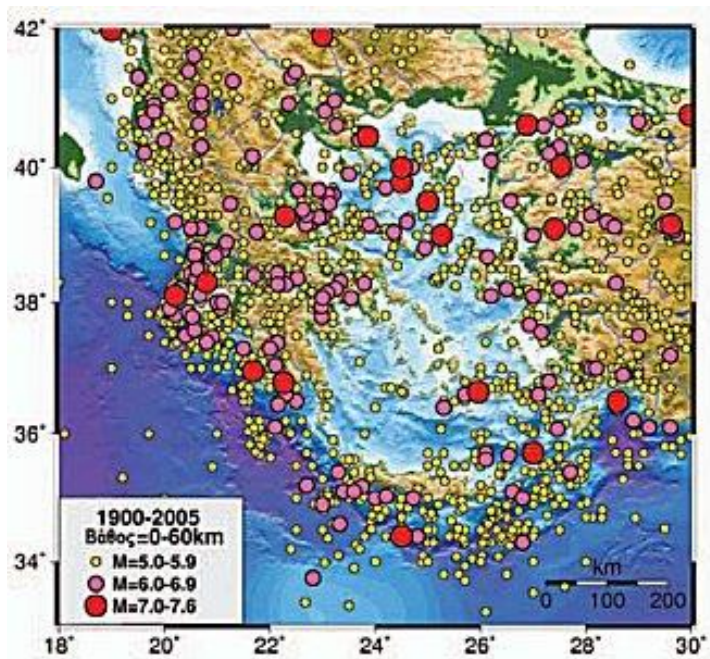
Η αστρονομική παλίρροια προβλέπεται πιο εύκολα και στη συγκεκριμένη περίπτωση θα λάβουμε μία συντηρητική αύξηση της στάθμης, περίπου στα 30 cm [9].

Επίσης, όσον αφορά την κλιματική αλλαγή, αν ο μελετητής θέλει να μελετήσει την επικινδυνότητα της Σκ. Ερεσού στο απώτερο μέλλον, θα χρειαστεί να λάβει μία αύξηση της μέσης στάθμης. Από [8] προκύπτει για παράδειγμα ότι για το 2100, η αύξηση αυτή θα είναι περίπου 10 cm. Στη παρούσα εργασία όμως δεν λαμβάνεται αύξηση μέσης στάθμης λόγω κλιματικής αλλαγής, επειδή εξετάζεται η επικινδυνότητα τη παρούσα χρονική στιγμή.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω, κάνουμε μία εκτίμηση για τον λόγο ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας. Ο λόγος αυτός λαμβάνει τιμές 0 – 0.2 (δεν αποκλείονται και μεγαλύτερες τιμές), οπότε ανήκει στη κατηγορία Β.

5. Πιθανότητα tsunami

Η θαλάσσια περιοχή νοτίως της περιοχής μελέτης έχει εμφανίσει και εμφανίζει σεισμούς μετρίου και μεγάλου μεγέθους (Εικόνα 4.20), οπότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι υπάρχει μία αρκετά καλή πιθανότητα να πλήξει τη περιοχή κύμα tsunami. Έτσι λαμβάνεται η κατηγορία C σε αυτό το κριτήριο.



Εικόνα 4.20 : Χάρτης επιφανειακών σεισμών Ελλάδας 1900-2005 (5,0 -7,6 R)

(Πηγή : ebooks.edu.gr [2])

6. Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι

Για να ληφθεί υπ' όψιν και η πλημμύρα από το χείμαρρο Χαλάνδρα (από τον οποίο έχει προέλθει πλημμύρα παρακείμενων πεδίων στο παρελθόν), αποδόθηκε η τιμή 1.0 – 1.2 για τον λόγο $Q_{αιχμ.} / Q_{παροχ.}$, δηλαδή ότι ανήκει στη κατηγορία Β.

7. Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων

Σύμφωνα με μαρτυρίες, το σύστημα απομάκρυνσης υδάτων (φυσικό και τεχνητό) δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό, οπότε αυτό το κριτήριο λαμβάνει την τιμή C (συντηρητικά).

B. Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον

1. Πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού στη περιοχή μελέτης (+ αύξηση)

Ο μόνιμος πληθυσμός, όπως αναφέραμε παραπάνω είναι περίπου 350 κάτοικοι. Αν θεωρήσουμε ότι η περιοχή μελέτης έχει εμβαδό περίπου 6 – 7 km², τότε προκύπτει μία πυκνότητα πληθυσμού περίπου 50 κάτοικοι/km². Γνωρίζοντας ότι η Σκ. Ερεσού είναι και μία τουριστική περιοχή, όπου η τουριστική περίοδος διαρκεί 4 – 5 μήνες (Μάιος – Σεπτέμβριος), θα ληφθεί μία αύξηση αυτού του πληθυσμού και έτσι η κατηγορία που λαμβάνεται είναι η Β (50 – 100 άτομα/km²).

2. Α.Ε.Π. προς έκταση

Το συνολικό Α.Ε.Π. του Νομού Λέσβου για το 2012 ήταν περίπου 1,348x10⁶ € [4]. Διαιρώντας με την έκταση του Νομού (2,154 km²) προκύπτει το μέσο Α.Ε.Π. ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, δηλαδή περίπου 625.8x10³ €/km². Από την ισοτιμία ευρώ (€) – αμερικάνικου δολαρίου (\$) προκύπτει η τιμή 710.2x10³ USD/km². Δηλαδή ανήκει στη κατηγορία C {(600 – 2,000 (x10³) USD/km²}.

3. Αξία γης

Από έρευνα του γράφοντα, εκτιμάται ότι η τιμή του στρέμματος στη περιοχή κυμαίνεται στα 700 €, έτσι η τιμή του εκτάριου (ha) (1 ha = 10 στρέμματα) ανέρχεται στα 7,000 €, δηλαδή κατηγορία D (> 7,000 €/ha) συντηρητικά.

4. Αξία υποδομών

Επίσης από έρευνα, η αντικειμενική αξία ενός τετραγωνικού μέτρου κατοικιών στη περιοχή είναι 800 – 1,200 €/m². Επομένως ανήκει στη κατηγορία Α (0 – 2,000 €/m²).

5. Τύπος οικονομικής δραστηριότητας

Οι τύποι οικονομικής δραστηριότητας που παρατηρούνται στη περιοχή μελέτης είναι 3 κυρίως : Οικιστική, Γεωργική/Κτηνοτροφική και Τουριστική

❖ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ

Μέγιστο ή μέσο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού

Λαμβάνεται εμμέσως υπ' όψιν αυτό το κριτήριο με αύξηση του μόνιμου πληθυσμού (βλ. παραπάνω).

6. Περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή (σε συνάρτηση με εμβαδό)

Η π. ζ. της Σκ. Ερεσού ανήκει σε ένα μεγάλο τμήμα της στο δίκτυο NATURA2000, ιδιαίτερα το κομμάτι δυτικά του χειμάρρου Χαλάνδρα, οπότε αυτό το κριτήριο λαμβάνει την τιμή C (συντηρητικά).

7. Δείκτες βιοποικιλότητας

Οι δείκτες βιοποικιλότητας (π. χ. Simpson index, Shannon index, Sorenson's coeff.) λαμβάνουν συνήθως τιμές από το μηδέν έως το ένα (0-1) με το μηδέν να φανερώνει καθόλου με πολύ μικρή βιοποικιλότητα και το ένα μεγάλη βιοποικιλότητα.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή παρατηρείται ικανοποιητικός αριθμός ειδών (σχετικά μεγάλη βιοποικιλότητα) στη χλωρίδα και στη πανίδα (βλ. και παράγραφο 4.6 - Φυσικό περιβάλλον της περιοχής), το κριτήριο εκτιμάται ότι έχει εύρος τιμών 0.5 – 0.8, δηλαδή ανήκει στη κατηγορία Β.

8. Ύπαρξη πολιτιστικού μνημείου (σε συνάρτηση με υψόμετρο ή απόσταση)

Όπως αναφέραμε παραπάνω, υπάρχουν κάποια ιστορικά μνημεία στη περιοχή (η Βίγλα, 2 παλαιοχριστιανικές εκκλησίες), τα οποία γενικά βρίσκονται σε υψόμετρο > 20 m, οπότε θα ληφθεί η κατηγορία Β για αυτό το κριτήριο.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.2) έχουμε τη μήτρα επιδόσεων για τη παράκτια ζώνη της Σκ. Ερεσού, σύμφωνα με τα αναφερόμενα παραπάνω.

Πίνακας 4.2 : Η μήτρα επιδόσεων για την Σκ. Ερεσού

ΜΗΤΡΑ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

		Σκ. Ερεσού
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B (-)	>2,0
	Μέση Κλίση (μοίρες)	0-5,0
	Καθίζηση (mm/χρόνο)	(-)-0-1,0
	Ύψος Υπερπήδ. (-)	0-0,2
	Tsunami (-)	C
	Ποτάμι (-)	1,0-1,2
	Απομ. Υδάτων (-)	C
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ. (αριθμός/km ²)	50-100
	ΑΕΠ/Εκταση [USD/km ² (x 10 ³)]	600-2000
	Αξία Γης (ευρώ/εκτάριο)	>7000
	Αξία Υποδομών (ευρώ/m ²)	0-2000
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό) (-)	C
	Δείκτης Βιοποικ. (-)	0,5-0,8
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.) (-)	B

Συνεχίζοντας, από τη μήτρα επιδόσεων, εξάγουμε τις μήτρες αρχικής κατάταξης (Πίνακας 4.3) και απόδοσης τιμών. Η μήτρα απόδοσης τιμών έγινε σύμφωνα με τις αυθαίρετες τιμές για τα A,B,C και D που αναφέρθηκαν στη παράγραφο 3.6 – Μέθοδος ταξινόμησης παράκτιων ζωνών.

Πίνακας 4.3 : Η μήτρα αρχικής κατάταξης για την Σκ. Ερεσού

ΜΗΤΡΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

		Σκ. Ερεσού
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B	D
	Μέση κλίση	D
	Καθίζηση	A
	Ύψος Υπερπήδ.	B
	Tsunami	C
	Ποτάμι	B
	Απομ. Υδάτων	C
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	B
	ΑΕΠ/Εκταση	C
	Αξία Γης	D
	Αξία Υποδομών	A
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)	C
	Δείκτης Βιοποικ.	B
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	B

Στη μήτρα αρχικής κατάταξης και παρατηρώντας τον πίνακα, οι κατηγορίες για την έκθεση στο κίνδυνο είναι : $1*A(+)+2*B(+)+2*C(+)+2*D$, και για τις επιπτώσεις : $1*A(+)+3*B(+)+2*C(+)+1*D$.

Από τη μήτρα απόδοσης τιμών και με πολλαπλασιασμό των τιμών της με τους συντελεστές βαρύτητας (Πίνακας 3.4) προκύπτει η τελικά μήτρα για την π. ζ. της Σκ. Ερεσού (Πίνακας 4.4).

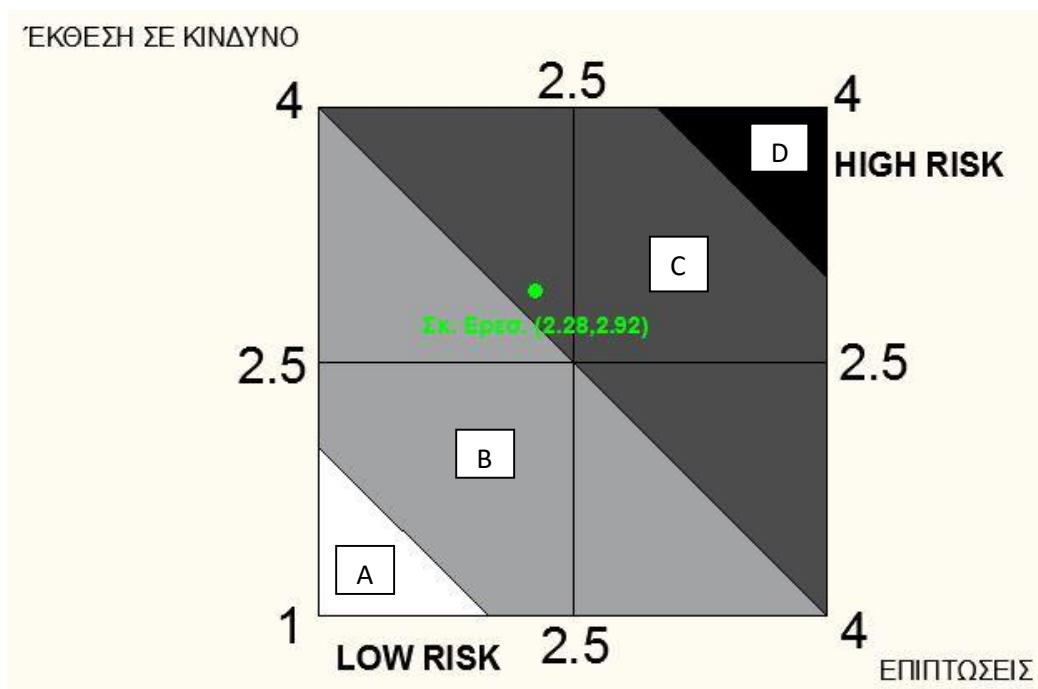
Πίνακας 4.4 : Η τελική μήτρα για την Σκ. Ερεσού

ΤΕΛΙΚΗ ΜΗΤΡΑ

	Σκ. Ερεσού
Κίνδυνος	2.92
Επιπτώσεις	2.28

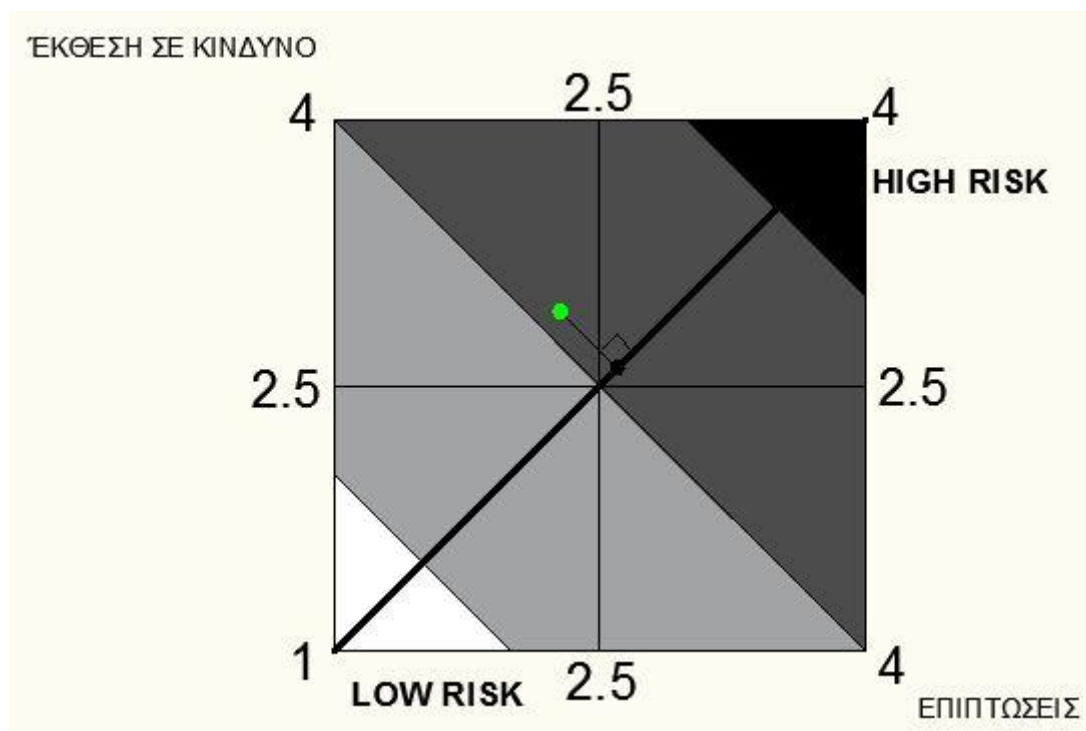
Στη συνέχεια και ακολουθώντας τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στη παράγραφο 3.7 - Σύνθεση των δεικτών στο δείκτη ΠΑΠΠ του 3^{ου} Κεφαλαίου, προβάλλουμε το σημείο που προκύπτει από την τελική μήτρα (συγκεκριμένα το 2.28 , 2.92) στο επίπεδο

του σχήματος 3.3 (πράσινο σημείο) (Εικόνα 4.21). Έτσι, οπτικά παρατηρούμε ότι η π. ζ. ανήκει στη κατηγορία C του δείκτη Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία (ΠΑΠΠ).



Εικόνα 4.21 : Προβολή της παράκτιας ζώνης της Σκ. Ερεσού πάνω στην Εικόνα 3.3

Έπειτα, φέρνουμε τη διαγώνιο του τετραγώνου (ευθεία $y = x$) και προβάλλουμε το σημείο πάνω σε αυτή (Εικόνα 4.22). Η απόσταση από την αρχή (κάτω αριστερή γωνία) μέχρι το μαύρο σημείο θα μας δώσει και την τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ.



Εικόνα 4.22 : Προβολή του σημείου της παράκτιας ζώνης της Σκ. Ερεσού πάνω στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ)

Η τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση 3.1 και είναι : ΠΑΠΠ = 2.26, που επαληθεύοντας, το σημείο ανήκει στη κατηγορία C του ΠΑΠΠ (μέτρια έως υψηλή επικινδυνότητα), αφού τα όριά της είναι τα εξής : 2.12 – 3.54

Επομένως, η παράκτια ζώνη της Σκ. Ερεσού θα λέγαμε ότι έχει **μέτρια επικινδυνότητα για παράκτια πλημμύρα** (πιο κοντά στο κατώτατο όριο 2.12) την παρούσα χρονική στιγμή, σύμφωνα πάντα με τα κριτήρια που περιγράφηκαν στο 3^ο Κεφάλαιο και λαμβάνοντας υπ' όψιν πιθανότητα λάθους που προκύπτει αναμφίβολα από τη χρήση τους.

Βιβλιογραφία 4^ο Κεφαλαίου

1. Καραμπάς Θ., Φεβρουάριος 2010, *''ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΚΑΛΑΣ ΕΡΕΣΟΥ''*, Τεχνική Έκθεση, Μυτιλήνη
2. www.ebooks.edu.gr
3. www.emprosnet.gr
4. www.enterprisegreece.gov.gr
5. www.google.gr/maps
6. www.natura2000.eea.europa.eu
7. www.odysseus.culture.gr
8. www.thalis-ccseawavs.web.auth.gr
9. www.tide-forecast.com
10. www.wikimapia.org
11. www.wikipedia.org

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. Εφαρμογή της Μεθοδολογίας στον Συνοικισμό-Καλαμάρι Μυτιλήνης και Σύγκριση με τη Σκάλα Ερεσού

5.1 Τοποθεσία του δεύτερου παραδείγματος

5.2 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στο δεύτερο παράδειγμα

5.3 Σύγκριση των δύο παραδειγμάτων

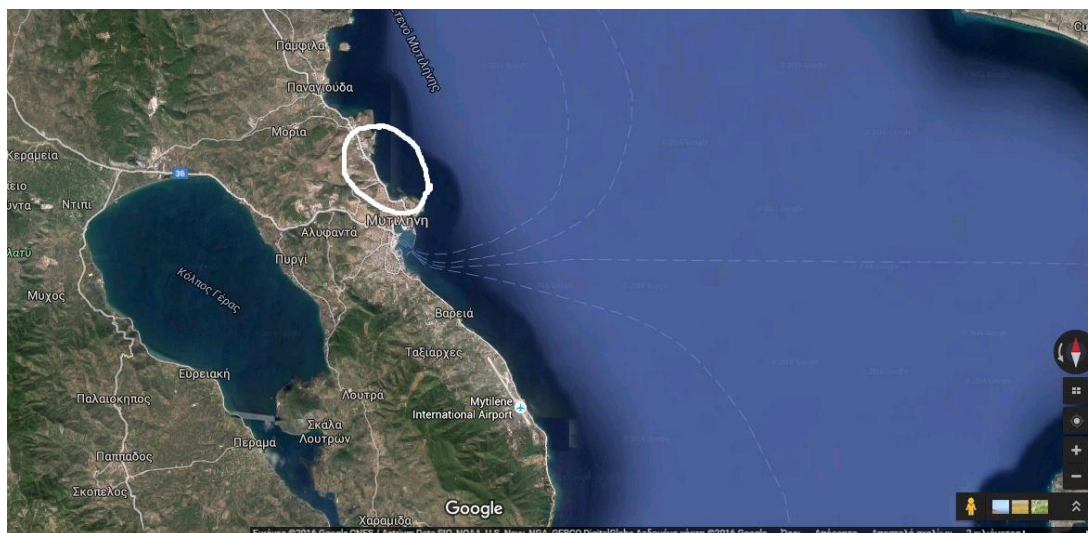
5.4 Συμπεράσματα – Προτάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – Εφαρμογή της Μεθοδολογίας στον Συνοικισμό-Καλαμάρι Μυτιλήνης και Σύγκριση με τη Σκάλα Ερεσού

5.1 Τοποθεσία του δεύτερου παραδείγματος

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνει σύγκριση, ως προς το υπό συζήτηση αντικείμενο, της παράκτιας ζώνης της Σκ. Ερεσού με μία περιοχή της Μυτιλήνης (Συνοικισμός – Καλαμάρι) που οικιστικά είναι πιο αναπτυγμένη από τη Σκ. Ερεσού, υφίστανται 2 εργοστάσια, το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού (Δ.Ε.Η.) και ένα εργοστάσιο ποτοποιίας, και επιπλέον τα ιστορικά μνημεία της περιοχής (το κάστρο Μυτιλήνης, αρχαιολογικός χώρος, διατηρητέα αρχοντικά, αρχαίος λιμένας) κινδυνεύουν πιο άμεσα από την παράκτια πλημμύρα σε σχέση με την Ερεσό.

Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 5.1 και 5.2) φαίνεται η τοποθεσία του 2^{ου} παραδείγματος (Συνοικισμός – Καλαμάρι Μυτιλήνης).



Εικόνα 5.1 : Το νοτιοανατολικό τμήμα της Λέσβου με σημειωμένη τη δεύτερη περιοχή μελέτης (Πηγή : google.gr/maps [2])



Εικόνα 5.2 : Η δεύτερη περιοχή μελέτης (Πηγή : google.gr/maps [2])

Η δεύτερη περιοχή μελέτης (Εικόνα 5.3) περιλαμβάνει ένα μεγάλο κομμάτι της Μυτιλήνης (πρωτεύουσα του νησιού), το εργοστάσιο της Δ.Ε.Η. (Εικόνα 5.4), ένα εργοστάσιο ποτοποΐας, το κάστρο της Μυτιλήνης (ένα τμήμα του συγκεκριμένα) (Εικόνα 5.5), έναν αρχαιολογικό χώρο, τον αρχαίο λιμένα της Μυτιλήνης και μερικά διατηρητέα κτίρια. Το κομμάτι της Μυτιλήνης που θα μελετηθεί είναι το βόρειο και περιλαμβάνει (μερικώς ή εξ ολοκλήρου) τις περιοχές Επάνω Σκάλα, Συνοικισμός και Καλαμάρι. Το εμβαδό της π. ζ. είναι μικρότερο του ενός τετραγωνικού χιλιομέτρου ($< 1 \text{ km}^2$).



Εικόνα 5.3 : Οι περιοχές Επάνω Σκάλα και Συνοικισμός της Μυτιλήνης (Πηγή : politikalesvos.gr [4])



Εικόνα 5.4 : Το εργοστάσιο της Δ.Ε.Η. στη περιοχή Καλαμάρι της Μυτιλήνης (Πηγή : lesvosnews.net [3])



Εικόνα 5.5 : Το κάστρο της Μυτιλήνης από ψηλά (Πηγή : airphotos.gr [1])

Η ακτή της περιοχής μελέτης έχει Α – ΒΑ προσανατολισμό και μήκος περί τα 1920 m. Είναι εκτεθειμένη σε Β, ΒΑ και Α κυματισμούς και ανέμους.

5.2 Εφαρμογή της μεθοδολογίας στο δεύτερο παράδειγμα

Παρακάτω δίνονται τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν. Αναφέρεται ότι, επειδή η περιοχή είναι ιδιαίτερα αστικοποιημένη, το κριτήριο **Δείκτες βιοποικιλότητας** του Β επιπέδου (Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον) αντικαθίσταται από το κριτήριο **Επικινδυνότητα βιομηχανιών**, το οποίο ανταποκρίνεται καλύτερα στη περιοχή μελέτης (ύπαρξη δύο βιομηχανικών μονάδων). Για αυτό το κριτήριο θεσπίζεται μία ποιοτική κλίμακα από το Α έως το D, με το D να αφορά μεγάλες πιθανές επιπτώσεις σε περίπτωση πλημμύρας (π. χ. πυρηνικό εργοστάσιο). Επίσης, αυξάνεται και ο συντελεστής βαρύτητας αυτού του κριτηρίου, αφού αφορά και το ανθρωπογενές περιβάλλον (εκτός από το φυσικό) και έτσι οι συντελεστές βαρύτητας για αυτό το παράδειγμα διαμορφώνονται ως εξής (Πίνακας 5.1) :

Πίνακας 5.1 : Οι συντελεστές βαρύτητας των δύο παραδειγμάτων

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ		Συν.-Καλαμ.	Σκ. Ερεσού
Έκθεση σε κίνδυνο	Α/Β	0.12	0.12
	Μέση Κλίση	0.20	0.20
	Καθίζηση	0.04	0.04
	Ύψος Υπερπήδ.	0.19	0.19
	Tsunami	0.22	0.22
	Ποτάμι	0.13	0.13
	Απομ. Υδάτων	0.10	0.10
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	0.21	0.24
	ΑΕΠ/Έκταση	0.14	0.17
	Αξία Γης	0.09	0.10
	Αξία Υποδομών	0.14	0.17
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)	0.07	0.08
	Επικινδυνότ./Δείκτης Βιοποικ. (-)	0.19	0.06
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	0.16	0.18

A. Έκθεση σε κίνδυνο

1. Μορφολογία της ακτής

Το άνοιγμα της ακτής μετρήθηκε : $A = 1,420 \text{ m}$, το βέλος της : $B = 420 \text{ m}$, οπότε $A/B = 3.381$ και πρόκειται για κοίλη ακτή. Επομένως ανήκει στη κατηγορία D (> 2).

2. Γεωμορφολογία της παράκτιας ζώνης

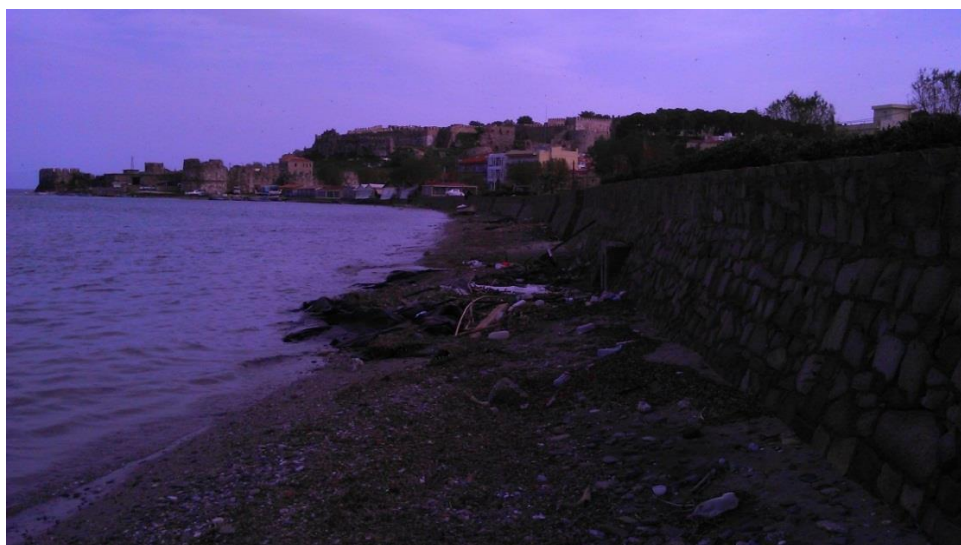
Η παράκτια ζώνη έχει ήπιο ανάγλυφο κυρίως στις περιοχές Καλαμάρι (2 εργοστάσια) και Επάνω Σκάλα, ενώ ο Συνοικισμός είναι χτισμένος σε ένα λόφο (μεγαλύτερες κλίσεις). Η μέση κλίση είναι μικρότερη από 5 μοίρες, οπότε ανήκει στη κατηγορία D (0 – 5 μοίρες).

3. Μέση καθίζηση του εδάφους

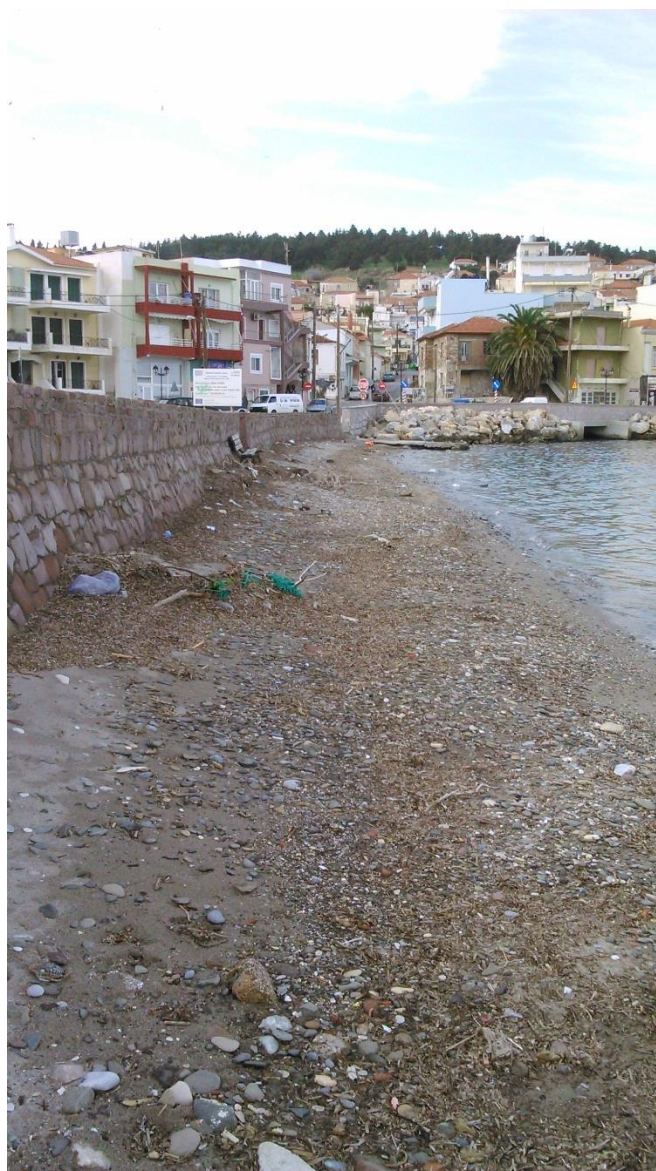
Γενικά δεν αναφέρεται στη βιβλιογραφία, ούτε ενδεχομένως έχει παρατηρηθεί καθίζηση του εδάφους τα τελευταία έτη στη περιοχή, οπότε ανήκει στη κατηγορία A $\{-1 - 0 - 1\}$.

4. Ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας

Ο υπολογισμός αυτού του κριτηρίου είναι σχετικά δύσκολος και δυσχερής και θα αρκεστούμε σε μία μικρή υπερπήδηση. Αυτή θα συμβαίνει υπεράνω του τοίχου προστασίας (Εικόνες 5.6 και 5.7) στη περιοχή της Επάνω Σκάλας και στη περιοχή Συνοικισμός και υπεράνω του δρόμου (που βρίσκεται σε αρκετή απόσταση από την ακτή) στη περιοχή Καλαμάρι.



Εικόνα 5.6 : Ο τοίχος προστασίας στην περιοχή Επάνω Σκάλα. Στο βάθος διακρίνεται μέρος του τείχους του κάστρου που κινδυνεύει από παράκτια πλημμύρα (Τσομπανέλλης Θ., Φεβρουάριος 2016)



Εικόνα 5.7 : Ο τοίχος προστασίας στην περιοχή Επάνω Σκάλα. Στο βάθος και πάνω στο λόφο βρίσκεται η περιοχή Συνοικισμός (Τσομπανέλλης Θ., Φεβρουάριος 2016)

Έτσι, θα θεωρήσουμε ότι ο λόγος : ύψος υπερπήδησης προς ύψος προστασίας λαμβάνει τιμές $0 - 0.2$ (δεν αποκλείονται και μεγαλύτερες τιμές), οπότε ανήκει στη κατηγορία Β.

5. Πιθανότητα tsunami

Η θαλάσσια περιοχή ανατολικά της περιοχής μελέτης δεν έχει εμφανίσει σεισμούς ή είναι αρκετά μικροί (Εικόνα 4.20), οπότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλη πιθανότητα να πλήξει τη περιοχή κύμα tsunami. Έτσι λαμβάνεται η κατηγορία Α σε αυτό το κριτήριο.

6. Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι

Δεν υπάρχει κάποιο καταγεγραμμένο ανοιχτό ρέμα στη περιοχή, έτσι ανήκει στη κατηγορία A (0 – 1.0). Ενδεχομένως υπάρχουν κάποια εγκιβωτισμένα.

7. Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων

Η περιοχή είναι αστικοποιημένη και διαθέτει σύστημα απομάκρυνσης ομβρίων υδάτων, οπότε αυτό το κριτήριο λαμβάνει την τιμή A.

B. Επίπτωση στο ανθρωπογενές, φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον

1. Πυκνότητα μόνιμου πληθυσμού στη περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης έχει εμβαδό μικρότερο από 1 km² και πρόκειται για ένα αστικοποιημένο περιβάλλον, οπότε η κατηγορία που λαμβάνεται είναι η D (>300 άτομα/km²).

2. Α.Ε.Π. προς έκταση

Το συνολικό Α.Ε.Π. του Νομού Λέσβου για το 2012 ήταν περίπου 1,348x10⁶ € (βλ. και παράγραφο 4.8 - Εφαρμογή της μεθοδολογίας στη περιοχή μελέτης). Διαιρώντας με την έκταση του Νομού (2,154 km²) προκύπτει το μέσο Α.Ε.Π. ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, δηλαδή περίπου 625.8x10³ €/km². Από την ισοτιμία ευρώ (€) – αμερικάνικου δολαρίου (\$) προκύπτει η τιμή 710.2x10³ USD/km². Δηλαδή ανήκει στη κατηγορία C {(600 – 2,000 (x10³) USD/km²}.

3. Αξία γης

Από έρευνα του γράφοντα, εκτιμάται ότι η τιμή του στρέμματος στη περιοχή κυμαίνεται στα 900 €, έτσι η τιμή του εκτάριου (ha) (1 ha = 10 στρέμματα) ανέρχεται στα 9,000 €, δηλαδή κατηγορία D (> 7,000 €/ha).

4. Αξία υποδομών

Επίσης από έρευνα, η αντικειμενική αξία ενός τετραγωνικού μέτρου κατοικίας στη περιοχή είναι 750 €/m². Επομένως ανήκει στη κατηγορία A (0 – 2,000 €/m²).

5. Τύπος οικονομικής δραστηριότητας

Οι τύποι οικονομικής δραστηριότητας που παρατηρούνται στη περιοχή μελέτης είναι 2 κυρίως : Οικιστική και Βιομηχανική

6. Περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή (σε συνάρτηση με εμβαδό)

Η π. ζ. δεν αποτελεί μέρος του δικτύου NATURA2000, οπότε αυτό το κριτήριο λαμβάνει την τιμή A.

7. Επικινδυνότητα βιομηχανιών

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, θεσπίζεται αυτό το κριτήριο, επειδή ανταποκρίνεται καλύτερα στη περιοχή μελέτης. Στη ποιοτική κλίμακα λαμβάνει τη τιμή C (μέτριες προς μεγάλες επιπτώσεις σε περίπτωση πλημμύρας).

8. Ύπαρξη πολιτιστικού μνημείου (σε συνάρτηση με υψόμετρο ή απόσταση)

Όπως αναφέραμε παραπάνω, υπάρχουν κάποια ιστορικά μνημεία στη περιοχή (κομμάτι του κάστρου Μυτιλήνης, παλιό λιμάνι, διατηρητέα κτίρια), τα οποία γενικά βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από τη θάλασσα, οπότε θα ληφθεί η κατηγορία C για αυτό το κριτήριο.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.2) έχουμε τη μήτρα επιδόσεων για τη παράκτια ζώνη του δεύτερου παραδείγματος, σύμφωνα με τα αναφερόμενα παραπάνω. Η δεξιά στήλη αφορά την π. ζ. της Σκ. Ερεσού.

Πίνακας 5.2 : Η μήτρα επιδόσεων των δύο παραδειγμάτων

		Συν.- Καλαμ.	Σκ. Ερεσού
Έκθεση σε κίνδυνο	A/B (-)	>2,0	>2,0
	Μέση κλίση (μοίρες)	0-5,0	0-5,0
	Καθίζηση (mm/χρόνο)	(-)-0-1,0	(-)-0-1,0
	Ύψος Υπερπήδ. (-)	0-0,2	0-0,2
	Tsunami (-)	A	C
	Ποτάμι (-)	0-1,0	1,0-1,2
	Απομ. Υδάτων (-)	B	C
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ. (αριθμός/km ²)	>300	50-100
	ΑΕΠ/Εκταση [USD/km ² (x 10 ³)]	600-2000	600-2000
	Αξία Γης (ευρώ/εκτάριο)	>7000	>7000
	Αξία Υποδομών (ευρώ/m ²)	0-2000	0-2000
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό) (-)	A	C
	Επικινδυνότ./Δείκτης Βιοποικ. (-)	C	0,5-0,8
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.) (-)	C	B

Στον Πίνακα 5.3 έχουμε τη μήτρα αρχικής κατάταξης και για τα δύο παραδείγματα για συγκριτικούς λόγους. Η μήτρα απόδοσης τιμών έγινε σύμφωνα με τις αυθαίρετες τιμές που δόθηκαν στη παράγραφο 3.6 – Μέθοδος ταξινόμησης παράκτιων ζωνών

Πίνακας 5.3 : Η μήτρα αρχικής κατάταξης των δύο παραδειγμάτων

ΜΗΤΡΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ		Συν.- Καλαμ.	Σκ. Ερεσού
Έκθεση σε κίνδυνο	Α/Β	D	D
	Μέση κλίση	D	D
	Καθίζηση	A	A
	Ύψος Υπερπήδ.	B	B
	Tsunami	A	C
	Ποτάμι	A	B
	Απομ. Υδάτων	B	C
Επίπτωση στο ανθρωπογενές περιβάλλον	Πυκν. Πληθ.	D	B
	ΑΕΠ/Έκταση	C	C
	Αξία Γης	D	D
	Αξία Υποδομών	A	A
Επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον	Προστ. Περ. (συνάρτ. με εμβαδό)	A	C
	Επικινδυνότ./Δείκτης Βιοποικ. (-)	C	B
Επίπτωση στο πολιτισμικό περιβάλλον	Ύπαρξη Μνημείου (συνάρτ. με υψόμ.)	C	B

Στη μήτρα αρχικής κατάταξης και παρατηρώντας τον πίνακα, οι κατηγορίες για την έκθεση στο κίνδυνο είναι : $3*A(+)+2*B(+)+0*C(+)+2*D$, και για τις επιπτώσεις : $2*A(+)+0*B(+)+3*C(+)+2*D$.

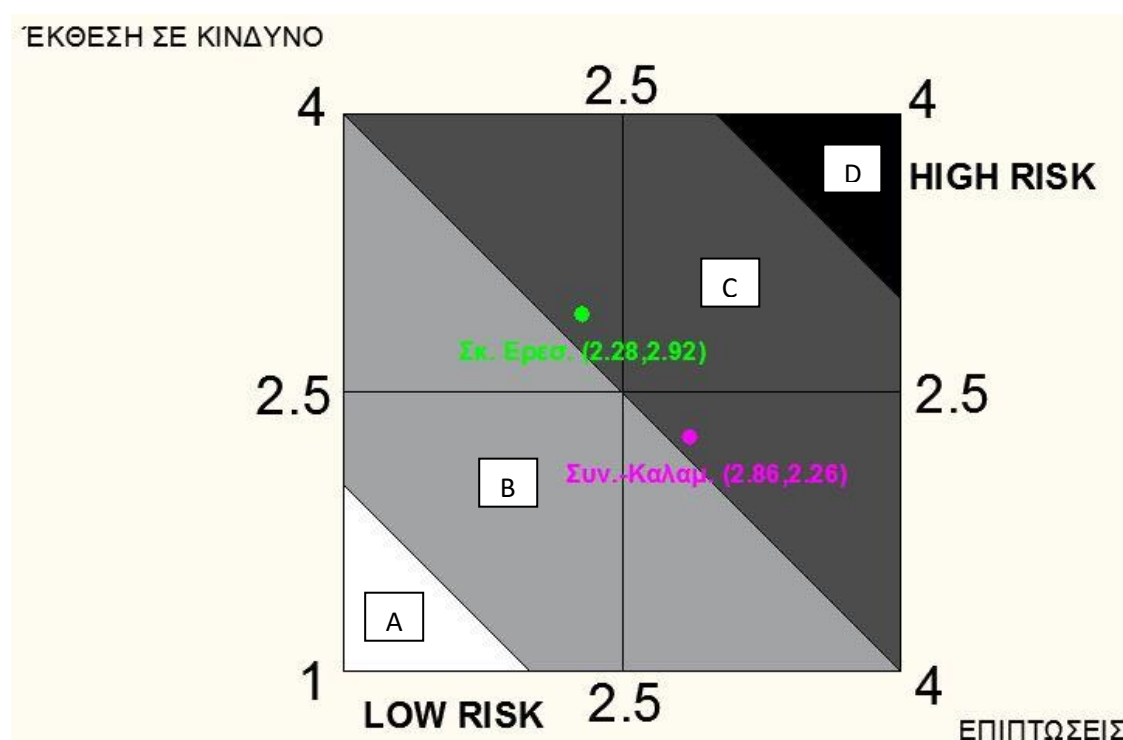
Η τελική μήτρα εξάγεται από τους παραπάνω πίνακες, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στο 3^ο Κεφάλαιο και παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4 : Η τελική μήτρα των δύο παραδειγμάτων

ΤΕΛΙΚΗ ΜΗΤΡΑ		
	Συν.-Καλαμ.	Σκ. Ερεσού
Κίνδυνος	2.26	2.92
Επιπτώσεις	2.86	2.28

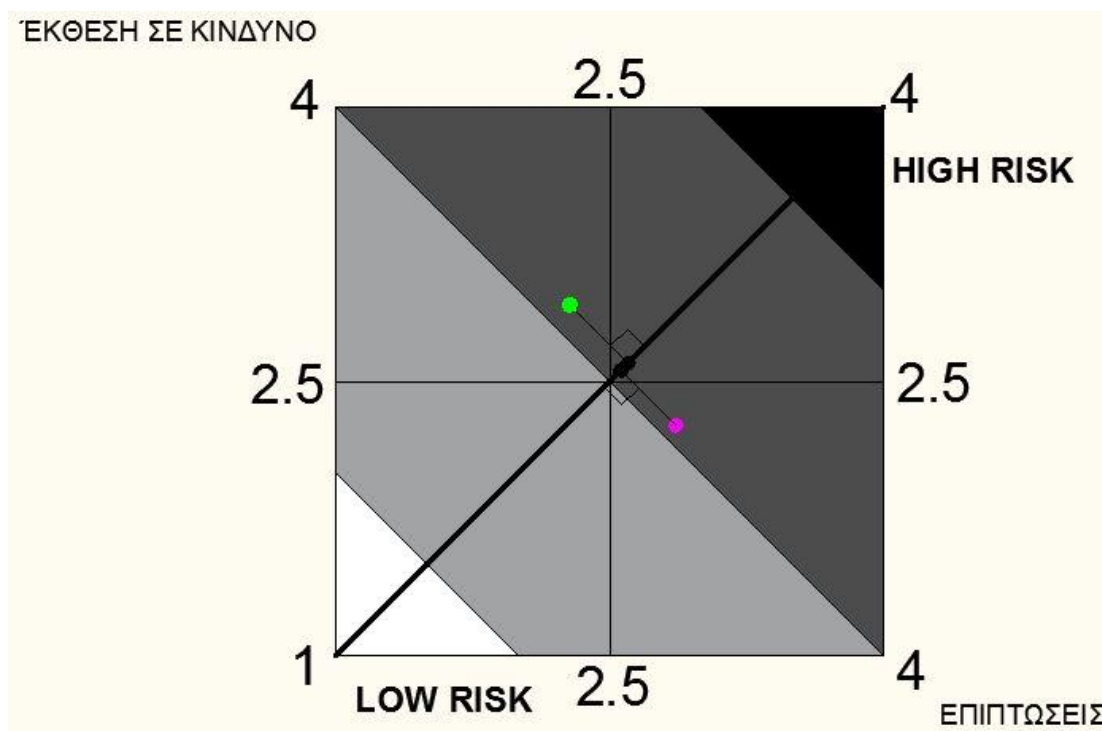
Όπως και στη περίπτωση της Σκ. Ερεσού, θα γίνει σύνθεση των δεικτών (δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης και δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη) στο δείκτη Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία (ΠΑΠΠ).

Επομένως προβάλλουμε το σημείο που προκύπτει από την τελική μήτρα (συγκεκριμένα το 2.86 , 2.26) στο επίπεδο του σχήματος 3.3 (φούξια σημείο) (Εικόνα 5.8). Έτσι, οπτικά παρατηρούμε ότι η π. ζ. ανήκει στη κατηγορία C του δείκτη Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία (ΠΑΠΠ), όπως και η π. ζ. της Σκ. Ερεσού.



Εικόνα 5.8 : Οι προβολές και των δύο παραδειγμάτων πάνω στην Εικόνα 3.3

Έπειτα, φέρνουμε τη διαγώνιο του τετραγώνου (ευθεία $y = x$) και προβάλλουμε το σημείο πάνω σε αυτή (Εικόνα 5.9).



Εικόνα 5.9 : Η προβολή των σημείων και των δύο παραδειγμάτων πάνω στην ευθεία $y = x$ (δείκτης ΠΑΠΠ)

Η τιμή του δείκτη ΠΑΠΠ προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση 3.1 και είναι : $ΠΑΠΠ = 2.21$, που επαληθεύοντας, το σημείο ανήκει στη κατηγορία C του ΠΑΠΠ (μέτρια έως υψηλή επικινδυνότητα), αφού τα όριά της είναι τα εξής : $2.12 - 3.54$

Επομένως, η περιοχή μελέτης (Συνοικισμός-Καλαμάρι) θα λέγαμε ότι έχει **μέτρια επικινδυνότητα για παράκτια πλημμύρα** (πιο κοντά στο κατώτατο όριο 2.12) την παρούσα χρονική στιγμή.

5.3 Σύγκριση των δύο παραδειγμάτων

Οι δύο περιοχές, τις οποίες ταξινομήσαμε όσον αφορά την επικινδυνότητα, έχουν αρκετές διαφορές και η σημαντικότερη είναι ότι έχουν διαφορετικό τύπο οικονομικής δραστηριότητας. Η Σκ. Ερεσού είναι μία αρκετά τουριστική περιοχή που χρησιμοποιείται και για οικιστικούς και γεωργικούς/κτηνοτροφικούς λόγους, ενώ στο δεύτερο παράδειγμα (βόρειο τμήμα της Μυτιλήνης) η οικονομική δραστηριότητα είναι κυρίως οικιστική και βιομηχανική (αστικοποιημένο περιβάλλον). Γι' αυτό

άλλωστε επιλέχθηκαν αυτά τα παραδείγματα. Παρακάτω συνοψίζουμε τις κυριότερες διαφορές τους :

- **Τύπος οικονομικής δραστηριότητας**

Όπως περιγράφεται παραπάνω.

- **Πιθανότητα tsunami**

Ο Συνοικισμός – Καλαμάρι έχει πολύ μικρότερη πιθανότητα να πληγεί από κύμα tsunami σε σχέση με την Σκ. Ερεσού.

- **Πλημμύρα από χείμαρρο/ποτάμι**

Στη Σκ. Ερεσού υπάρχει χείμαρρος (ο Χαλάνδρας) που είναι πιθανό να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε μία μελλοντική πλημμύρα στη περιοχή, ενώ στη δεύτερη περιοχή δεν υφίσταται κάποιο καταγεγραμμένο ανοιχτό ρέμα.

- **Σύστημα απομάκρυνσης υδάτων**

Το δεύτερο παράδειγμα είναι μία αστικοποιημένη και βιομηχανοποιημένη περιοχή και το σύστημα απομάκρυνσης των υδάτων είναι πολύ πιο αποτελεσματικό σε σχέση με τη Σκ. Ερεσού.

- **Περιβαλλοντικά προστατευόμενη περιοχή (σε συνάρτηση με εμβადό)**

Μεγάλο μέρος της π. ζ. της Σκ. Ερεσού βρίσκεται στο δίκτυο NATURA2000, ενώ στο δεύτερο παράδειγμα δεν υπάρχει προστατευόμενη περιοχή.

- **Επικινδυνότητα βιομηχανιών/Δείκτες βιοποικιλότητας**

Στη Σκ. Ερεσού υπάρχει ένα προστατευόμενο οικοσύστημα (NATURA2000), έτσι ως κατάλληλο κριτήριο μπορεί να θεσπιστεί ο δείκτης βιοποικιλότητας του οικοσυστήματος. Αντίθετα, η περιοχή Συνοικισμός - Καλαμάρι διαθέτει βιομηχανική ζώνη και εφόσον δεν υπάρχει περιβαλλοντικά προστατευόμενο οικοσύστημα είναι καταλληλότερο να θεσπιστεί κάποιο κριτήριο που να αφορά την επικινδυνότητα των βιομηχανιών.

- **Ύπαρξη πολιτιστικού μνημείου (σε συνάρτηση με απόσταση ή υψόμετρο)**

Και οι δύο περιοχές έχουν ιστορικά μνημεία που πρέπει να προστατευτούν έναντι της πλημμύρας, όμως στο δεύτερο παράδειγμα οι συνέπειες της πλημμύρας είναι μεγαλύτερες καθώς υπάρχουν περισσότερα μνημεία σε σχέση με τη Σκ. Ερεσού.

Παρ' όλες τις εμφανείς διαφορές τους, αυτές οι δύο περιοχές, με εφαρμογή της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στο 3^ο Κεφάλαιο (Ταξινόμηση των Παράκτιων

Ζωνών), έχουν σχεδόν ίδιο δείκτη Προτεραιότητας για Αντι-Πλημμυρική Προστασία (δείκτης ΠΑΠΠ). Στη Σκ. Ερεσού ο δείκτης ΠΑΠΠ πήρε την τιμή 2.26 και στο δεύτερο παράδειγμα την τιμή 2.21. Και οι δύο περιοχές ανήκουν στην κατηγορία C του δείκτη ΠΑΠΠ (μέτρια έως υψηλή επικινδυνότητα).

Αυτό οφείλεται στο ότι η Σκ. Ερεσού είναι ναι μεν πιο ευάλωτη ως ακτή (μεγάλος σχετικά δείκτης έκθεσης σε κίνδυνο της παράκτιας ζώνης), αλλά οι επιπτώσεις της παράκτιας πλημμύρας είναι μικρότερες σε σχέση με το βόρειο τμήμα της Μυτιλήνης (μικρότερος δείκτης επιπτώσεων της πλημμύρας στην παράκτια ζώνη). Αντίθετα στο δεύτερο παράδειγμα, η περιοχή είναι γενικά πιο προστατευμένη σε σχέση με την Ερεσό (κυρίως από τα κύματα tsunami και από την πλημμύρα παρακείμενου χειμάρρου), εδώ όμως οι επιπτώσεις της πλημμύρας είναι μεγαλύτερες, λόγω της ύπαρξης βιομηχανιών, οικιστικής ανάπτυξης και περισσότερων ιστορικών μνημείων.

Πρέπει να τονιστεί, ότι παρ' όλο που αυτές οι δύο περιοχές έχουν σχεδόν τον ίδιο δείκτη ΠΑΠΠ, η αντιμετώπιση τους, όσον αφορά την κατάσταση σχεδίου διαχείρισης της ενδεχόμενης πλημμύρας, κατά πάσα πιθανότητα θα είναι διαφορετική, αφού οι κίνδυνοι με μικρή πιθανότητα και μεγάλες επιπτώσεις αντιμετωπίζονται διαφορετικά από τους κινδύνους με μεγάλη πιθανότητα και μικρές επιπτώσεις, παρ' όλο που μπορεί να έχουν την ίδια τιμή επικινδυνότητας (βλ. και παράγραφο 2.2 - Μαθηματική θεμελίωση της έννοιας).

Βιβλιογραφία 5^{ου} Κεφαλαίου

1. www.airphotos.gr
2. www.google.gr/maps
3. www.lesvosnews.net
4. www.politikalesvos.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο – Συμπεράσματα, Προτάσεις

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να δημιουργηθεί ένα εννοιολογικό πλαίσιο ταξινόμησης των παράκτιων ζωνών ως προς τον κίνδυνο πλημμύρας. Με την ανάλυση κατασκευάστηκε ένα εργαλείο, με τη μορφή υπολογιστικού φύλλου, που πληροφορεί τον χρήστη για την κατηγορία επικινδυνότητας της παράκτιας ζώνης που μελετάει.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του εργαλείου που αναπτύχθηκε, θα λέγαμε ότι είναι τα εξής :

- Το υπολογιστικό φύλλο το οποίο κατασκευάστηκε, επιτρέπει στον χρήστη μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα και με σχετικά μικρό όγκο δεδομένων να πραγματοποιήσει ποσοτικές και ποιοτικές εκτιμήσεις των κριτηρίων.
- Τα κριτήρια δεν είναι ούτε πολλά σε αριθμό, ώστε να δυσκολεύεται ο χρήστης άσκοπα, ούτε λίγα που να οδηγούν σε μη αξιόπιστο αποτέλεσμα.
- Το φύλλο επιτρέπει στον χρήστη να προσαρμόσει τα κριτήρια (μέσω του υπολογιστικού φύλλου) στις ανάγκες της εκάστοτε περιοχής που μελετάται. Τα κριτήρια δηλαδή είναι εύκολο να τροποποιηθούν ανάλογα με τις αποφάσεις του μελετητή.
- Τα εύρη των τιμών των κριτηρίων και οι κατηγορίες μπορούν επίσης να τροποποιηθούν, όπως και οι συντελεστές βαρύτητας του κάθε κριτηρίου.
- Αφού εισάγει τα δεδομένα ο χρήστης, το αποτέλεσμα εξάγεται αυτόματα. Αυτό οφείλεται στον προγραμματισμό του φύλλου.
- Το φύλλο, εκτός από τις τιμές των δεικτών που ενδιαφέρουν, πληροφορεί τον χρήστη και για τη κατηγορία επικινδυνότητας στην οποία υπάγεται η ακτή που μελετάει. Έτσι είναι πιο εύκολη η εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την επικινδυνότητα πλημμύρας.
- Μπορούν να μελετηθούν πολλές παράκτιες ζώνες ταυτόχρονα, όσες επιθυμεί ο χρήστης, για να σχηματίσει πιο ολοκληρωμένη εικόνα της επικινδυνότητας.

Παρ' όλα τα πλεονεκτήματα αυτού του εργαλείου, οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ότι υπάρχει δυνατότητα βελτίωσής του σε κάποιους τομείς. Αυτή ήταν μία πρώτη

προσπάθεια δημιουργίας ενός ανάλογου πλαισίου. Τα σημεία στα οποία υπάρχει περιθώριο βελτίωσης, είναι τα παρακάτω :

- Μπορούν να προστεθούν και άλλα κριτήρια για να είναι πιο πλήρες και αξιόπιστο το αποτέλεσμα. Προσοχή απαιτείται στο να μην χαθεί ένα βασικό πλεονέκτημα του εργαλείου, η ευκολία χρήσης.
- Αντικειμενικότερος τρόπος υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας με ταυτόχρονη διατήρηση της δυνατότητας του μελετητή να τους τροποποιήσει ανάλογα με την υπό εξέταση περιοχή.
- Μπορούν να προστεθούν και άλλες κατηγορίες πέρα από τις τέσσερις (4) που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία για τον συντελεστή ΠΑΠΠ. Αυτό μπορεί να γίνει στα πλαίσια για αποτελεσματικότερη διαφοροποίηση των ακτών όσον αφορά την επικινδυνότητα πλημμύρας, αλλά θα πρέπει να τροποποιηθούν και τα όρια των κριτηρίων για κάθε κατηγορία.
- Είναι δυνατό να προχωρήσει ακόμα περισσότερο η αυτοματοποίηση του εργαλείου με αυτόματη προβολή του σημείου πάνω στο τελικό σχήμα (Εικόνα 3.3), χωρίς καθόλου τη μεσολάβηση του χρήστη.
- Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε, μπορεί να εφαρμοστεί και εκτός των συνόρων Ελλάδας και Ευρώπης. Όμως κάποια όρια κατηγοριών (κυρίως τα κριτήρια που εκφράζονται σε χρηματικές μονάδες) δεν ανταποκρίνονται πολύ καλά σε ιδιαίτερα «πλούσιες» ή «φτωχές» χώρες. Επομένως, απαραίτητη είναι η τροποποίηση κάποιων ορίων ανάλογα με την περιοχή μελέτης και το που βρίσκεται αυτή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Γαλιατσάτου Π. et al, "ΑΚΡΑΙΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ"
- Γιαντσή Θ., Φεβρουάριος 2014, "Πειραματική Διερεύνηση Ανάκλασης και Υπερπήδησης Κυμάτων σε Κατακόρυφα Μέτωπα με Διατάξεις Απομείωσης Ενέργειας", Διδακτορική διατριβή
- Δουκάκης Ε., "Η ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΓΙΑΛΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΤΗ ΣΚΑΛΑ ΕΡΕΣΟΥ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ"
- Καραμπάς Θ., Φεβρουάριος 2010, "ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΚΑΛΑΣ ΕΡΕΣΟΥ", Τεχνική Έκθεση, Μυτιλήνη
- Κραγιοπούλου Ε., Μάιος 2014, "Εκτίμηση επικινδυνότητας ατυχημάτων πετρελαιοκηλίδας – Εφαρμογή δύο μεθοδολογιών στο Σαρωνικό κόλπο" Αθήνα
- Λυκουργιώτης Σ., Στείρος Ε., "ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΛΙΠΡΟΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ"
- Τσακίρης Γ., 2008, "ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ", Αθήνα

Ξένη βιβλιογραφία

- ASCE, 2014, "Flood Risk Managment"
- Core group (Netherlands, France), Σεπτέμβριος 2003, "BEST PRACTICES ON FLOOD PREVENTION, PROTECTION AND MITIGATION"
- Dolan R. et al, 1994, "Coastal Storm Hazards"
- Fletcher S. C. et al, May 2015, "Economic, equitable, and affordable adaptations to protect coastal settlements against storm surge inundation"
- Tsimopoulou V., January 2015, "Economic optimization of flood risk management projects", Delft University of Technology
- Ward J. P. et al., 2010, "Coastal inundation and damage exposure estimation: a case study for Jakarta", Springerlink

- Wilkinson E. M. et al, April 2013, "The Floods and Agriculture Risk Matrix: a decision support tool for effectively communicating flood risk from farmed landscapes", International Journal of River Basin Management (JRBM)

Ιστοσελίδες

- www.airphotos.gr
- www.commons.wikimedia.org
- www.ebooks.edu.gr
- www.emprosnet.gr
- www.enterprisegreece.gov.gr
- www.google.gr/maps
- www.io9.com
- www.ipcc.ch
- www.lesvosnews.net
- www.miles-around.de
- www.natura2000.eea.europa.eu
- www.noaa.gov
- www.odysseus.culture.gr
- www.politikaesvos.gr
- www.prosodol.gr
- www.rpicompsci.wordpress.com
- www.thalis-ccseawavs.web.auth.gr
- www.tide-forecast.com
- www.tripadvisor.com.gr
- www.wikimapia.org
- www.wikipedia.org