



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ
ΖΩΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ
ΚΥΜΑΤΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Τσουνάμι)**

Πτυχιακή εργασία της Σωτηρίας Ζαφειρίου

Αθήνα, Φεβρουάριος 2012



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ
ΖΩΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ
ΚΥΜΑΤΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Τσουνάμι)**

Πτυχιακή εργασία της Σωτηρίας Ζαφειρίου

Εξεταστική Επιτροπή:

Καρύμπαλης Ε. (Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας, Επιβλέπον)

Παρχαρίδης Ι. (Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας)

Χαλκιάς Χ. (Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Γεωγραφίας)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

“Nothing under heaven is softer and more yielding than water, but when it attacks things hard and resistant, there is not one of them that can prevail.”

dao-de-jing (the way and its power)

Αυτή ήταν η έκφραση η οποία έπεσε τυχαία στην αντίληψη μου και αποτέλεσε το εναρκτήριο κίνητρο για την ενασχόληση μου με την παρακάτω μελέτη. Μετά από συζήτηση με τον επίκουρο καθηγητή του Χαροκόπειου πανεπιστημίου κ. Ε. Καρύμπαλη , μου ανατέθηκε από εκείνον η εκπόνηση της μελέτης με τίτλο «ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΗΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (Τσουνάμι)» Στο σημείο αυτό ,θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Ε Καρύμπαλη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του καθ' όλο το χρονικό της συνεργασίας μας , καθώς επίσης και όλους τους συναδέλφους και φίλους που μου συμπαραστάθηκαν ηθικά και υλικά σε όλα τα στάδια αυτής της διαδικασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους αυτούς οι οποίοι αφιέρωσαν χρόνο και καθοδήγησαν τους συναδέλφους μου και εμένα μέσα σε αυτά τα τέσσερα “πανεπιστημιακά χρόνια”.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	6
Abstract	7
Εισαγωγή	8
Φυσικές Καταστροφές	9
Ορισμοί φυσικών καταστροφών	9
Οι φυσικές καταστροφές σαν παγκόσμιο πρόβλημα και τα στατιστικά.	10
Κλίμακες των φυσικών φαινομένων	11
Ένταση των καταστροφικών φαινομένων	12
Έκθεση και επικινδυνότητα των γεωγραφικών περιοχών	12
Η τρωτότητα των γεωγραφικών περιοχών	13
Τα είδη των φυσικών καταστροφών	14
Σεισμοί	15
Κλίμακες υπολογισμού του σεισμικού φαινομένου	15
Η Γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας.	15
Πλημμύρες	16
Παράκτιες καταστροφές	17
Η στάθμη της θάλασσας και η μεταβολή της	18
Παράκτια διάβρωση	19
Κύματα Tsunami	19
Αιτίες Γένεσης Tsunami	22
Tsunami που προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς.	22
Tsunamis που οφείλονται σε κατολισθήσεις	23
Tsunamis ηφαιστειογενούς προέλευσης	23
Tsunamis που οφείλονται σε ατμοσφαιρικές διαταραχές	24
Tsunamis που οφείλονται σε πτώση αστεροειδών	24
Tsunamis που προκαλούνται από την υποθαλάσσια εκπομπή Ενυδατωμένου Μεθανίου (Hydrates).	25
Κλίμακες μέτρησης τσουνάμι	25
Επικινδυνότητα-τρωτότητα ως προς το τσουνάμι	26
Γεωγραφική Κατανομή των Τσουνάμι	27
Παγκόσμια Εμφάνιση	27
Τα Tsunamis στη Μεσόγειο Θάλασσα	29
Ιστορική αναδρομή	30
Tsunamis στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο.	30
Ιστορική Αναδρομή	30
Τσουνάμι στον ελλαδικό χώρο	32
Παλαιότερες αντίστοιχες μελέτες	33
Τα τσουνάμι στην Περιοχή Μελέτης (Νομός Ηλείας)	34
Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Περιοχής Μελέτης	36
Γενικά χαρακτηριστικά νομού Ηλείας	36
Μορφολογία Περιοχής Μελέτης	37
Κλίμα	39
Πλημμυρικός κίνδυνος	39
Γεωλογία – Τεκτονισμός	41
Δημογραφικά χαρακτηριστικά	43
Παραγωγική δομή	44
Παραγωγικές δραστηριότητες	45
Πρωτογενής τομέας παραγωγής	45
Γεωργία	45
Κτηνοτροφία	46
Δάση	46

Αλιεία	47
Δευτερογενής τομέας παραγωγής	47
Βιομηχανία και βιοτεχνία στο νομό Ηλείας	47
Τριτογενής τομέας	47
Εκπαίδευση	48
Ροές στον νομό	48
Τουρισμός	49
Δεδομένα	50
Μεθοδολογία - Αποτελέσματα	51
Ερμηνεία Αποτελεσμάτων	54
Συμπεράσματα – προτάσεις	63
Βιβλιογραφία	66
Διεθνή Βιβλιογραφία	66
Ελληνική Βιβλιογραφία	68
Διαδικτυακή Βιβλιογραφία	69

Περίληψη

Οι φυσικές καταστροφές ήταν και θα είναι πάντα κομμάτι της καθημερινότητας του ανθρώπου. Με τις τεχνολογικές εξελίξεις ο όρος βέβαια δεν αναφέρεται πια μόνο σε φυσικά καταστροφικά φαινόμενα αλλά και σε τεχνολογικά. Η ανάγκη για την μελέτη και την κατανόηση και κυρίως την πρόβλεψη και την αντιμετώπιση των φαινομένων είναι επιτακτική κυρίως σε περιοχές του πλανήτη οι οποίες έχουν πληγεί από καταστροφές μεγάλης εμβέλειας στο μακρινό ή κοντινό παρελθόν και οι οποίες κινδυνεύουν σήμερα ίσως ακόμη πιο πολύ. Η μελέτη αυτή εστιάζει στον ελληνικό χώρο ο οποίος είναι πολύ εκτεθειμένος σε διάφορες μορφές φυσικών κινδύνων εξαιτίας της γεωτεκτονικής του θέσης και της μορφολογίας του αναγλύφου. Μια από αυτές η οποία βασίζεται σε ιστορικά δείγματα και μελέτες είναι η εκδήλωση κυμάτων βαρύτητας ή αλλιώς τσουνάμι, τα οποία έχουν κατά καιρούς πλήξει περιοχές του ελληνικού χώρου, από αρχαιοτάτων χρόνων. Στην έκταση που καταλαμβάνει ο ελλαδικός χώρος, υπάρχουν περιοχές οι οποίες είναι πιο εκτεθειμένες και πιο τρωτές στο συγκεκριμένο φαινόμενο και έτσι η ανάγκη για την μελέτη τους είναι μεγαλύτερη. Ο νομός Ηλείας έχοντας μια χαμηλή παράκτια περιοχή ήπιας μορφολογίας είναι εκτεθειμένος σε παράκτιους φυσικούς κινδύνους, μεταξύ των οποίων και τα κύματα τσουνάμι. Η μεγάλη σε έκταση παράκτια ζώνη του που είναι εκτεθειμένη σε φαινόμενα ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης καθώς επίσης και σε τσουνάμι, όπως επίσης και η γεωτεκτονική του θέση μαζί με τις ιστορικές καταγραφές που αφορούν στην περιοχή, συντέλεσαν στο να επιλεγεί αυτός ο χώρος σαν περιοχή μελέτης. Ένας επιπρόσθετος λόγος που αποτελεί κριτήριο επιλογής είναι η δυναμικότητα του νομού σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα σε συγκεκριμένους τομείς οι οποίοι καθιστούν την έρευνα της περιοχής απαραίτητη καθώς οι επιπτώσεις που δύναται να έχει το γεγονός στους βασικούς πυλώνες της οικονομίας και στην αστική και κοινωνική πραγματικότητα της περιοχής είναι αξιοπρόσεχτες. Για τους σκοπούς της εργασίας δημιουργήθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων σε περιβάλλον ΣΓΠ και εκτιμήθηκαν με βάση τα επίπεδα σημαντικότητας οι εκτάσεις των χρήσεις γης και του αστικού ιστού που καταλαμβάνουν την χαμηλή παράκτια ζώνη που ενδεχομένως θα πληγούν από την κατάλυση του θαλάσσιου κύματος βαρύτητας. Μετά από ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραπάνω με κοινό παρονομαστή την κοινωνικοοικονομική εξέλιξη του νομού, δημιουργήθηκαν ορισμένες μελλοντικές προτάσεις οι οποίες έχουν σκοπό την μετρίαση των αρνητικών αποτελεσμάτων τέτοιων φυσικών καταστροφικών γεγονότων όπως τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας, στην περιοχή της Ηλείας.

Abstract

Natural disasters have been and always will be part of everyday of human life . With technological developments, the term is no longer listed only to natural catastrophic events but also to technological. The need for studying and understanding the phenomena , but especially to anticipate and address them is imperative, especially in areas of the world that are affected by large-scale disasters in the near distant past and which today might risk even more. This study focuses on the Greek area which is very exposed to various forms of natural hazards due to geotectonic position and morphology of the relief. One of them which is based on historical examples and studies is the manifestation of gravity waves, tsunami, which have occasionally hit areas of the Greek area, since the ancient times. In the land which is occupied by the Hellenic area, there are areas that are more exposed and more vulnerable to this phenomenon and thus the need for greater study. The prefecture of Ilia having a low coastal area and soft morphology is exposed to coastal hazards, including tsunami waves. The large area of coastal zone that is exposed to effects of sea level rise as well as tsunamis, based on the geotectonic position and the historical records relating to the region, contributed to this site selected as a study area.

An additional reason that was a selection criterio, is the capacity of the county in connection with Greece in those categories, which make the investigation of the area necessary . For the purposes of labor created a spatial database environment in GIS, and assessed the extent and the land occupied by the low coastal zone. Also became clear the large percentage of the area which may be affected and found that a contingency in the tsunami of the main activitiesthat will suffer by the negative impacts of tsunami wave. Urban uses is a first level of significance,that are influenced , followed by croplands that are key Generating development of the county, and natura protected areas, which in turn contribute to the development of the region antagonistikotitas. After analyzing the results of the above with the common denominator the socioeconomic development of the county, there were created a number of future proposals which aim to alleviate the negative effects of such natural catastrophic events such as marine gravity waves in the region of Ilia.

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να αναδείξει τα μεγέθη των επιπτώσεων ενός φυσικού φαινομένου καθώς και τις αντίστοιχες τεχνολογίες εντοπισμού των πληγέντων περιοχών με σκοπό την εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών για την αντιμετώπιση τους. Το φυσικό φαινόμενο που αναλύεται στην παρακάτω μελέτη είναι τα κύματα βαρύτητας ή αλλιώς τσουνάμι. Τα κύματα τσουνάμι αποτελούν κύματα μεγάλης κλίμακας διαταραχών στην επιφάνεια του νερού που παραμένει ενεργό για μικρό χρονικό διάστημα και διαδίδεται με μεγάλη ταχύτητα από μια συγκεκριμένη πηγή στον ωκεανό με κατεύθυνση προς την ακτή. Όπως είναι αντιληπτό μία τόσο μεγάλη ποσότητα ενέργειας (κινητικής και δυναμικής) προκαλεί ένα μεγάλο φάσμα επιπτώσεων στις αντίστοιχες περιοχές εκδήλωσης και σε όλο το κοινωνικοοικονομικό φάσμα της. Η ανάλυση όλης αυτής της δραστηριότητας του φαινομένου, από την έναρξη του μέχρι και το στάδιο των επιπτώσεων του, μπορεί να απαντηθεί μέσα από την «πολύ-επιστημονική» σκοπιά της γεωγραφικής επιστήμης. Η επιστήμη της γεωγραφίας μπορεί να παρέμβει σε όλα τα στάδια του φαινομένου αυτού από το προσδιορισμό και τα αίτια της εκδήλωσης του, την παρακολούθηση του καθώς και την αποτύπωση των επιπτώσεων του και τον σχεδιασμό του χώρου ώστε να μετριαστούν τα αρνητικά αποτελέσματα. Τα εργαλεία της γεωγραφικής επιστήμης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία είναι η τεχνολογία των GIS και της τηλεπισκόπησης. Στην συγκεκριμένη μελέτη, γίνεται μία ανάλυση του φαινομένου αυτού σύμφωνα με ιστορικές καταγραφές και παλαιότερες έρευνες, ενώ στην συνέχεια προσδιορίζετε για την περιοχή μελέτης ένα «σενάριο επιπτώσεων». Στο πρώτο τμήμα της πτυχιακής γίνεται αναφορά στους όρους όλων αυτών των φυσικών φαινομένων και των επιπτώσεων τους στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον. Στην συνέχεια αναφέρεται μια σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση για το αντίστοιχο φαινόμενο και την περιοχή μελέτης. Στο δεύτερο τμήμα της πτυχιακής μελέτης γίνεται μια αποτύπωση της ανθρωπογεωγραφίας της περιοχής μελέτης του νομού, δηλαδή Ηλείας, καθώς και η καταγραφή των φυσικογεωγραφικών χαρακτηριστικών. Το τελευταίο μέρος της εργασίας αποτέλεσε τον προσδιορισμό ενός σεναρίου επιπτώσεων, σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές για την περιοχή, με την χρήση κατάλληλων τεχνικών γεωπληροφορικής. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της μελέτης προήλθαν από μία σειρά χωρικών βάσεων δεδομένων καθώς και από την δημιουργία τους από πρωτογενή υπόβαθρα. Συγκεκριμένα προσδιορίστηκε από προϋπάρχουσες έρευνες η «προβλεπόμενη» προέλαση του κύματος και εκτιμηθήκαν οι επιπτώσεις στις ενδεχόμενες πληγείσες περιοχές. Κλείνοντας καταγράφονται τα συμπεράσματα στα οποία οδήγησε η ανάλυση της μελέτης αυτής ενώ επιπλέον γίνεται και μια αναφορά κατάλληλων πολιτικών και ενεργειών για την μετρίαση των αρνητικών επιπτώσεων από το φαινόμενο αυτό.

Φυσικές Καταστροφές

Ορισμοί φυσικών καταστροφών

Από την αρχή υιοθέτησης του όρου 'φυσική καταστροφή' διάφοροι επιστήμονες ανέλυσαν και προσπάθησαν να εξηγήσουν και να τεκμηριώσουν τον όρο αυτό από την δική τους οπτική γωνία και με βάση το επιστημονικό τους υπόβαθρο. Στο πέρασμα του χρόνου οι θεωρήσεις αυτές ήταν άλλοτε περιβαλλοντικά ντετερμινιστικές και άλλοτε επιστημολογικές και θεωρητικές διαπλάσεις. Από τους πρώτους ορισμούς ήταν αυτός του NHRAIC(Natural Hazards Research and Applications Information System) το 1982 σύμφωνα με το οποίο ένα γεγονός το οποίο προκάλεσε το θάνατο σε τουλάχιστον 100 άτομα ή τραυματισμό ή ζημιές ύψους τουλάχιστον 1.000.000 δολάρια ,θεωρείται καταστροφή. Για την υιοθέτηση του ορισμού βασίστηκαν σε μία βάση δεδομένων που δημιούργησαν καταγράφοντας τις φυσικές καταστροφές για το διάστημα 1947-1980, αποκλείοντας όμως την ξηρασία. Στην ίδια λογική βασίστηκε και το RFF(Resources For the Future) φτιάχνοντας μια λίστα για την περίοδο 1945-1986 για να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι όποιο συμβάν ευθύνεται για τον θάνατο τουλάχιστον 25 ανθρώπων μπορεί να θεωρηθεί φυσική καταστροφή. Το 1992 το CRED(Center for Research on the Epidemiology of Disaster) δημιουργεί μια βάση δεδομένων ,για τα γεγονότα από το 1960 και μετά και ορίζει ως φυσική καταστροφή κάθε φαινόμενο που επιφέρει το θάνατο σε τουλάχιστον 100 άτομα ή προκάλεσε ζημιές αντίστοιχες με τουλάχιστον 1% του ετήσιου ΑΕΠ ή επηρέασε τουλάχιστον το 1% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Η πρόταση του παρουσιάζει ,ωστόσο , σοβαρές αδυναμίες . Είναι αρκετά δύσκολο να προσδιοριστεί ακριβώς ο αριθμός των θυμάτων που οφείλονται σε ένα φαινόμενο μεγάλης έντασης. Συνήθως σε τέτοια συμβάντα υπάρχουν αγνοούμενοι ή μπορεί να υπάρξουν νεκροί από επιδημίες που μπορεί να επακολουθήσουν. Επίσης υπάρχει περίπτωση δύο φυσικά φαινόμενα να συμβαίνουν την ίδια στιγμή ή το ένα να είναι επακόλουθο του άλλου. Στην περίπτωση αυτή η καταγραφή των θυμάτων ανά φυσικό φαινόμενο είναι μια επίπονη διαδικασία, η οποία ενέχει τον κίνδυνο του λάθους. Παρ 'όλα αυτά η προσέγγιση του CRED είναι αυτή που χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα ,καθώς η βάση στην οποία βασίστηκε κρίθηκε πιο ακριβής και κατάφερε να συμπεριλάβει την ξηρασία και τους τεχνολογικούς, ανθρωπογενείς κινδύνους.(Λέκκας, 2000 Smith K., 1992).

Το 1984 η κεντρική υπηρεσία που συντονίζει τις δραστηριότητες του Ο.Η.Ε. Στην προσπάθεια μείωσης των φυσικών και τεχνολογικών κινδύνων, ο UNDR0 (United Nations Disaster Relief Coordination), πρότεινε έναν ορισμό που δεν βασίζεται σε ποσοτικά δεδομένα ,αναδεικνύοντας την κοινωνική διάρρηξη που υπάρχει μετά από ένα καταστροφικό γεγονός καθώς και την ανάγκη για άμεση επέμβαση. Σύμφωνα με τον UNDR0 : Καταστροφή είναι ένα γεγονός, στο χώρο και στο χρόνο ,κατά το οποίο μια κοινότητα υφίσταται σοβαρό κίνδυνο και παρουσιάζει τέτοια απώλεια σε ανθρώπους και υλικές ζημιές ,που η κοινωνική δομή διαλύεται και παρεμποδίζεται η εκπλήρωση όλων ή μερικών από τις ουσιώδεις λειτουργίες της (Merz B. & Plate J.E, 2001).

Επίσης ο όρος φυσική καταστροφή έχει οριστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους ως :

- Τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες προς αυτόν.
- 'Η πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια

συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

- 'Μια φυσική ή ανθρωπογενής γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες.'

Η φυσική καταστροφή μπορεί να αποτελεί μια ταχύτατη στιγμιαία ή μεγάλη σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα. Πολλοί καθορίζουν το φαινόμενο πιο λεπτομερώς σαν 'ένα γεγονός στο χώρο και στο χρόνο που απειλεί την κοινωνία ή κάποιο τμήμα της με σοβαρές ακούσιες επιπτώσεις που είναι αποτέλεσμα της ανεπάρκειας των προφυλάξεων οι οποίες μέχρι τότε θεωρούνταν ανεπαρκείς'. Η εκτίμηση όμως των ζημιών που προκαλούνται από κάποια καταστροφή ποικίλει καθώς οι μικρές καταστροφές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες υλικές ζημιές στις πιο ανεπτυγμένες χώρες ενώ μεγάλες καταστροφές σε φτωχές χώρες μπορεί να προκαλέσουν μικρότερες βλάβες εφόσον εκεί δεν υπάρχουν πολύτιμα αντικείμενα και ακριβές κατασκευές. Συνήθως στις φτωχές χώρες τα καταστροφικά γεγονότα προκαλούν πολλά δυστυχήματα ,ενώ στις πολύ ανεπτυγμένες χώρες μεγάλες υλικές ζημιές.(Λέκκας, 2000).

Οι φυσικές καταστροφές σαν παγκόσμιο πρόβλημα και τα στατιστικά.

Οι ονομαζόμενες 'φυσικές καταστροφές αποτελούσαν πάντα μέρος της ανθρώπινης ιστορίας. Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών 1970 και 1980, οι φυσικές καταστροφές στοίχισαν τη ζωή σε περίπου 3 εκατομμύρια ανθρώπους, ενώ επηρέασαν 820 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως. Σύμφωνα με στοιχεία που προέρχονται από το 1979 και έπειτα, τουλάχιστον 17 φυσικά καταστροφικά επεισόδια προκάλεσαν 10.000 θανάτους το κάθε ένα, ενώ σε δύο περιπτώσεις φυσικών καταστροφών στο σεισμό της Κίνας το 1976 και στο τροπικό κυκλώνα στο Μπαγκλαντές το 1970 προκλήθηκαν πάνω 250.000 θανάτους. Ιστορικά βέβαια έχουν καταγραφεί ακόμα μεγαλύτερες καταστροφές. Πολλά στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι οι πλημμύρες αποτελούν το πιο συχνό φυσικό καταστροφικό φαινόμενο ενώ από πολλούς ερευνητές υποτιμάται ή και αγνοείται μερικές φορές το πρόβλημα της ξηρασίας. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στη δυσκολία διαχωρισμού των άμεσων επιπτώσεων μιας ξηρασίας από τους θανάτους από υποσιτισμό ή κακή διατροφή που μαστίζουν τις χώρες του τρίτου κόσμου. Από την άλλη πλευρά ,οι σεισμοί είναι το πιο πολυσυζητημένο φυσικό φαινόμενο και απειλητικό καθώς προκαλούν ζημιές και γενικότερα έχουν αρνητικές επιπτώσεις , ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις από το επίκεντρο, και επιπρόσθετα οι θάνατοι και οι

Πίνακας 1 . Θάνατοι από καταστροφικά γεγονότα κατά τα έτη 1947-80

Τύπος	Αριθμός γεγονότων	Ασία	Οκεανία	Αφρική	Ευρώπη	Νότια Αμερική	Καραϊβική & κεντρική αμερική	Βόρεια Αμερική
Σεισμός	180	354521	18	18232	7750	38837	30613	77
Τσουνάμι	7	4459	-	-	-	-	-	60
Ηφαιστιακή έκρηξη	18	2805	4000	-	2000	440	151	34
πλημμύρα	333	170664	77	3891	11199	4396	2575	1633
κυκλώνας	210	478574	290	864	250	-	16541	1997
τυφώνας	119	4308	-	548	39	-	26	2727
Δυνατή καταιγίδα	73	22008	-	5	146	205	310	303
Ομίχλη	3	-	-	-	3550	-	-	-
καύσωνας	25	4705	100	-	340	135	-	-
Χιονοστιβάδα	12	355	-	-	340	4350	-	-
Χιονόπτωση και δυνατό κρύο	46	7690	17	-	2780	-	200	2510
Κατοίσθηση	33	4021	-	-	300	912	260	-
Σύνολο		1054090	4502	23540	28694	49275	50676	11531

Πηγή:Shah,B.V.,1983

απώλειές που προκαλούν είναι άμεσες.

Ο άνθρωπος όμως σήμερα κινδυνεύει όχι μόνο από φυσικά γεγονότα όπως σεισμοί και πλημμύρες αλλά και από βιομηχανικές εκρήξεις χημικά και ραδιενεργά απόβλητα και ατυχήματα μεταφοράς. Ο αριθμός των θανάτων και των ζημιών από τις φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα ,αυξάνεται αν και δεν υπάρχει μια διεθνής βάση δεδομένων που να καταγράφει όλα τα γεγονότα. Παρ όλα αυτά όμως εξαιτίας της αύξησης της προειδοποίησης και των μέτρων διαχείρισης των καταστροφών οι επιπτώσεις στο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο έχουν μειωθεί σημαντικά. Το κόστος στην παγκόσμια οικονομία υπερβαίνει τα 60 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως από τα οποία το 1/3 αντιστοιχεί στα έξοδα για την πρόληψη και την μείωση της πιθανότητας να εκδηλωθούν εκτενείς ζημιές από τις καταστροφές ενώ τα υπόλοιπα 2/3 αντιστοιχούν στις άμεσες ζημιές από τις καταστροφές και την αποκατάστασή τους. Ο αριθμός των θανάτων ετησίως κυμαίνεται από χρόνο σε χρόνο με ένα παγκόσμιο μέσο όρο 250.000, ενώ οι μεγάλες καταστροφές προκαλούν περίπου 140.000 νεκρούς ετησίως. Το 95% περίπου των θανάτων σημειώνονται σε χώρες του τρίτου κόσμου , όπου ο πληθυσμός υπερέβαινε τα 4,2 δισεκατομμύρια. (Λέκκας, 2000, Smith K., 1992).

Κλίμακες των φυσικών φαινομένων

Φυσικός κίνδυνος είναι κάθε φυσικό φαινόμενο ή φυσική διαδικασία που ενέχει κάποια πιθανότητα να προκαλέσει μικρής ή μεγάλης κλίμακας καταστροφή στο ανθρωπογενές ή στο φυσικό περιβάλλον. Το κατά πόσο μια φυσική διεργασία μπορεί να προκαλέσει

Πίνακας 2 Καταστροφές με τον μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων

ΕΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ	ΧΩΡΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΥΜΑΤΩΝ
1976	Σεισμός	Κίνα	242000
1991	Κυκλώνας	Μπαγκλαντές	140000
1990	Σεισμός	Ιράν	36000
1985	Ηφαιστιακή έκρηξη	Κολομβία	23000
1976	Σεισμός	Γουατεμάλα	22778
1978	Σεισμός	Ιράν	20000
1977	Κυκλώνας	Ινδία	20000
1985	Κυκλώνας	Μπαγκλαντές	11000
1993	Σεισμός	Ινδία	10000
1985	Σεισμός	Μεξικό	10000

καταστροφές στον άνθρωπο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένας σεισμός μεγέθους 3.0 είναι ένα φυσικό γεγονός που μόνο επιστημονικό ενδιαφέρον μπορεί να προκαλέσει καθώς έχει πολύ μικρή έως μηδαμινή πιθανότητα να προκαλέσει έστω και μια μικρή καταστροφή. Όμως ένας σεισμός 6.0 έχει μεγάλη (International Decade for the Natural Disasters Reduction IDNDR)

Πηγή: International Decade for the Natural Disasters Reduction IDNDR

πιθανότητα να προκαλέσει σοβαρές βλάβες στο ανθρωπino περιβάλλον, καθιστώντας το σε φυσικό κίνδυνο. Το μέγεθος του φυσικού φαινομένου έχει καθοριστική σημασία για τις συνέπειες

που μπορεί να επιφέρει, παράλυτα όμως δεν αποτελεί από μόνο του κριτήριο επικινδυνότητας.(Παπαδόπουλος ΓΑ ,2000)

Η σχέση μέγεθος- συχνότητα απεικονίζει την ένταση των καταστροφών που προκλήθηκαν από ένα συγκεκριμένο καταστροφικό γεγονός

Πίνακας 3 Ταξινόμηση των καταστροφών με την συχνότητά τους.

Τύπος καταστροφής	Συχνότητα εμφάνισης
Κεραυνός	Τυχαία
Χιονοστιβάδα	Εποχιακή / ημερίσια ή τυχαία
Σεισμός	Τυχαία
Κατολίσθηση	Εποχιακή / ακανόνιστη
Ανεμοστρόβιλος	Εποχιακή
Έντονη βροχοπτώση	Εποχιακή / ημερίσια
Χαλάζι	Εποχιακή / ημερίσια
Τσουνάμι	Τυχαία
Καθίζηση	Απότομη ή σταδιακή
Ανεμοθύελλα	Εποχιακή
Παγετός	Εποχιακή / ημερίσια
Τυφώνας	Εποχιακή / ακανόνιστη
Χιονοθύελλα	Εποχιακή
Πυρκαγιά	Εποχιακή / τυχαία
Ηφαιστιακή έκρηξη	Ακανόνιστη
Ομίχλη	Εποχιακή / ημερίσια
Πλημμύρα	Εποχιακή
Παράκτια διάβρωση	Εποχιακή / ακανόνιστη
Ερημοποίηση	Προοδευτική
Ξηρασία	Εποχιακή / ακανόνιστη
Ξηρασία	Εποχιακή / ακανόνιστη

σαν αποτέλεσμα του μεγέθους τους επί την συχνότητα εμφάνισής τους. Γενικά μεγάλης κλίμακας φαινόμενα δεν λαμβάνουν χώρα τόσο συχνά ώστε να θεωρούνται σαν τα σημαντικότερα, ενώ τα φαινόμενα που εμφανίζονται συχνότερα είναι συνήθως μικρότερης έντασης. Οι μέσες συνέπειες επομένως υπολογίζονται από τον πολλαπλασιασμό του μεγέθους του γεγονότος επί την συχνότητα εμφάνισής τους. Η συχνότητα μπορεί να οριστεί ποικιλοτρόπως είτε ως ο αριθμός των συμβάντων συγκεκριμένου μεγέθους σε μια συγκεκριμένη περίοδο ,είτε ως ο αριθμός των συμβάντων και τα μεγέθη τους σε διαδοχικές χρονικές περιόδους ,είτε τέλος ως το πόσο συχνά συμβαίνει ένα γεγονός συγκεκριμένου μεγέθους τιμή του μεγέθους πάνω από την οποία τα διάφορα φαινόμενα ορίζονται ως καταστροφικά, είναι πολύ δύσκολο να οριστεί. Συνήθως ,για να είναι ένας σεισμός καταστροφικός θα πρέπει το μέγεθος του να είναι μεγαλύτερο από 6.0, ενώ για να είναι ένα τσουνάμι καταστροφικό θα πρέπει το ύψος των κυμάτων να υπερβαίνει τα 2 μέτρα. Οι επίσημοι οργανισμοί πρόβλεψης και πρόληψης των καταστροφικών γεγονότων είναι συνήθως οι πρώτοι που προσπαθούν να βρουν αυτή την ποσοτική σχέση μεταξύ μεγέθους γεγονότος και συνεπειών. (Λέκκας, 2000).

Ένταση των καταστροφικών φαινομένων

Η ένταση μπορεί να δοθεί σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση ενέργειας κατά την διάρκεια των φυσικών φαινομένων και της σοβαρότητας των επιπτώσεων των φαινομένων αυτών στις ανθρώπινες ζωές στις κατασκευές και στο φυσικό περιβάλλον. Η ταξινόμηση με βάση την ένταση δεν έχει εφαρμοστεί σε όλες τις φυσικές καταστροφές, όπως για παράδειγμα στις πλημμύρες. Αντίθετα, για τους σεισμούς γίνονται συνεχώς προσπάθειες για την ταξινόμηση των καταστροφών που επιφέρουν στον άνθρωπο δηλαδή με βάση την ένταση του φαινομένου (Λέκκας, 2000, Σαμπουτζάκη, 2007).

Έκθεση και επικινδυνότητα των γεωγραφικών περιοχών

Η φυσική έκθεση μιας περιοχής απέναντι στους διάφορους φυσικούς κινδύνους υποδηλώνει την έκταση ενός πιθανού καταστροφικού γεγονότος (Smith, 1996). Υποδηλώνει τον αριθμό των ανθρώπων που εκτίθενται σε κίνδυνο καθώς επίσης και την ποσότητα και αξία των απειλούμενων αγαθών. (Σαμπουτζάκη, 2007)

Η έκθεση για να αποκτήσει αξία πρέπει να συνδυαστεί και με τον όρο της απόστασης της εκάστοτε περιοχής από το επίκεντρο εκδήλωσης του φαινομένου. Η θανατική προσέγγιση ορίζει την επικινδυνότητα ως την πιθανότητα εκδήλωσης επεισοδίου συγκεκριμένου βαθμού σε μια συγκεκριμένη περιοχή και σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο ,μέσα από την αξιοποίηση της στατιστικής ανάλυσης των γεγονότων του παρελθόντος και τη διαθέσιμη γνώση σχετικά με υπάρχοντα στατιστικά και άλλες παραμέτρους(Σαμπουτζάκη, 2007)

Από τα τέλη του 20ου αιώνα και μετά παρατηρείται αύξηση του κινδύνου φυσικών καταστροφών. Αυτό οφείλεται σε τέσσερις βασικούς λόγους:

- Η γεωγραφική θέση και τα οικονομικά πλεονεκτήματα μερικών τοποθεσιών οδηγούν σε όλο και πυκνότερη κατοίκηση περιοχών που στο παρελθόν είχαν αποτελέσει ζώνες καταστροφών
- Ιδιαίροντες κίνδυνοι ή καταστάσεις έχουν μερικές φορές οξυνθεί από περιβαλλοντική απροσεξία και αμέλεια. Για παράδειγμα , τα αντιπλημμυρικά έργα έχουν αυξήσει την επιφανειακή απορροή σε ορισμένους ποταμούς με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο κίνδυνος

πλημμύρας στα κατάντη των υπό προστασία περιοχών.

- Οι επιπτώσεις των καταστροφών γίνονται περισσότερο ασαφείς όσο πιο πολύπλοκη γίνεται η κοινωνία. Η απόκτηση φυσικού κεφαλαίου συνοδεύεται από τη συγκέντρωση του πληθυσμού σε επικίνδυνες περιοχές ή από την κατανομή του μέσα σε περιοχές που δυνητικά παρουσιάζουν καταστροφές. Όσο αυξάνεται ο παγκόσμιος πληθυσμός ,τέτοιες περιοχές γίνονται όλο και περισσότερο πυκνοκατοικημένες. Οι πολίτες από πλουσιότερα έθνη γίνονται ακόμη πιο πλούσιοι ,συμμετέχουν όλο και περισσότερο στις κοινωνικό-οικονομικές διαδικασίες ,εμπλέκονται σε όλο και περισσότερες δραστηριότητες, συχνά σε επικίνδυνες περιοχές ,και έτσι αναμένουν και μεγαλύτερη προστασία . Τέλος η διαβίωση σε περιοχές που είναι γνωστό ότι είναι επιρρεπείς σε καταστροφές είναι πολυτέλεια για τους πλούσιους και ανάγκη για τους φτωχούς.

- Μέχρι πρόσφατα υπήρχε έλλειψη γνώσεων ,έρευνας και κανονισμών προστασίας όσον αφορά τις καταστροφές και τις επιπτώσεις τους. Αυτό εν μέρη αντικατοπτρίζει τη δυσκολία να μελετηθούν γεγονότα που λαμβάνουν χώρα στο γεωλογικό χρόνο και των οποίων η συχνότητα είναι πολύ μικρή. (Σαμπουτζάκη, 2007)

Οι λόγοι για τους οποίους οι άνθρωποι διαλέγουν ή αναγκάζονται να κατοικούν σε περιοχές υψηλής επικινδυνότητας είναι διαφορετικοί και αφορούν κυρίως οικονομικά οφέλη. Βραχυπρόθεσμα η μακροπρόθεσμα κέρδη από την γεωργική εκμετάλλευση των επικίνδυνων αλλά παράλληλα εύφορων περιοχών (περιοχές κοντά σε ηφαιστειακή δραστηριότητα) και την τουριστική ή την βιομηχανική εκμετάλλευση των παράκτιων αποτελούν αιτίες παραμονής .

Η τρωτότητα των γεωγραφικών περιοχών

Με τον όρο τρωτότητα προσδιορίζεται ο βαθμός επιρρέπειας ενός αντικειμένου να καταστραφεί σε περίπτωση ενός καταστροφικού γεγονότος. Η έννοια της τρωτότητας είναι στενά συνδεδεμένη με εκείνη της έκθεσης ,που υποδηλώνει τον αριθμό των ανθρώπων που εκτίθενται σε κίνδυνο καθώς επίσης και την ποσότητα και αξία των απειλούμενων αγαθών(Σαμπουτζάκη, 2007).

Η έννοια της τρωτότητας υποδεικνύει το επίπεδο της κοινωνικής και οικονομικής ικανότητας μιας περιοχής να αντιμετωπίσει ένα ακραίο φυσικό φαινόμενο. Παράγοντες που επηρεάζουν την τρωτότητα μιας περιοχής είναι η ποιότητα των κατασκευών , η πληθυσμιακή πυκνότητα ,η ύπαρξη ή μη προληπτικών μέτρων , το οικονομικό επίπεδο της περιοχής . Είναι προφανές ότι ένα ίδιο γεγονός θα προκαλέσει διαφορετικά αποτελέσματα σε περιοχές με διαφορετική τρωτότητα . Οι μεγάλες φυσικές καταστροφές

Πίνακας 5 Ομάδες υψηλού εισοδήματος

Ομάδα υψηλού εισοδήματος	
Χώρα	Θάνατοι /εκατομμύριο πληθυσμού
Ιαπωνία	276
Ηνωμένο Βασίλειο	89
Η.Π.Α	51
Γαλλία	19
Καναδάς	12
Αυστραλία	10
Δυτική γερμανία	10
Ελλάδα	9
Ελβετία	8
Νότια Αφρική	1

,όσον αφορά στις ανθρώπινες απώλειες , συντελούνται εκεί όπου οι φυσικοί κίνδυνοι συναντούν την τρωτότητα (Λέκκας 2000, Παπαδόπουλος Α,Γ 2000, Smith 1992).

Πηγή: Λέκκας, 1996

Πίνακας 4 Ομάδες Υψηλού Κινδύνου

Ομάδα υψηλού κινδύνου	
Χώρα	Θάνατοι /εκατομμύριο πληθυσμού
Μπαγκλαντές	3958
Γουατεμάλα	3174
Νικαράγουα	2590
Ονδούρα	1995
Ιράν	1539
Περου	1309
Νέα Γουινέα	1283
Αϊτή	1189
Νότια Κορέα	1021

Πηγή: Λέκκας, 1996

Με βάση τα στοιχεία για την κατανομή των θανάτων και των υλικών απωλειών από μια φυσική καταστροφή μπορεί κανείς να διαχωρίσει το είδος και μέγεθος των καταστροφικών συνεπειών ανάμεσα στις ανεπτυγμένες και στις λιγότερες ανεπτυγμένες χώρες. Είναι γενικά γνωστό ότι το 90% των θανάτων από φυσική καταστροφή εντοπίζεται στα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού που ζει στις λιγότερες ανεπτυγμένες χώρες, ενώ παράλληλα τα 3/4 των παγκόσμιων οικονομικών απωλειών εντοπίζονται στις ανεπτυγμένες χώρες. Στις χώρες με χαμηλό ατομικό εισόδημα παρατηρούνται πάνω από 3.000 θάνατοι ανά γεγονός, ενώ στις χώρες με υψηλό εισόδημα παρατηρούνται λιγότεροι από 500 θάνατοι. Στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται 9 χώρες με χαμηλό ατομικό εισόδημα όπου παρατηρούνται περισσότεροι από 1.000 θάνατοι ανά 1 εκατομμύριο κατοίκους σε σύγκριση με 10 από τις πλουσιότερες χώρες. Η Ασία και η κεντρική Αμερική φαίνεται να είναι από τις πλέον τρωτές περιοχές σε περίπτωση φυσικής καταστροφής. Οι υψηλού εισοδήματος βιομηχανικές χώρες έχουν σημαντικά μικρότερα ποσοστά απωλειών. Ορισμένοι ερευνητές δίνουν έμφαση στο γεγονός ότι η υπανάπτυξη σε αυτές τις χώρες οδηγεί σε έλλειψη αποτελεσματικού σχεδιασμού και ετοιμότητας για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφικών φαινομένων. Η αιτία αυτής της ετοιμότητας είναι το υψηλό κόστος οργάνωσης των σχεδίων ετοιμότητας ειδικά για τις περιπτώσεις χωρών με περιορισμένους οικονομικούς πόρους (Λέκκας, 2000)

Τα είδη των φυσικών καταστροφών

Οι Σεισμοί, οι πλημμύρες, οι κατολισθήσεις, η ηφαιστειακή δραστηριότητα, η ξηρασία και οι δασικές πυρκαγιές, είναι οι συνηθέστερες μορφές φυσικών καταστροφών στην παράκτια ζώνη. Σε όλες τις περιπτώσεις καταστροφών η συμβολή του ανθρώπινου παράγοντα άλλοτε μεγάλη και άλλοτε μικρή είναι καθοριστική και τις πιο πολλές φορές υπαίτια για την καταστροφική έκταση των φαινομένων. Τα αποτελέσματά τους τα έχουν βιώσει οι κάτοικοι σε ολόκληρο των πλανήτη και οι προσπάθειες αντιμετώπισης και πρόβλεψης τους είναι ανάλογη του αριθμού εμφάνισης του. Οι φυσικές καταστροφές συνήθως κατηγοριοποιούνται βάσει του είδους του φυσικού φαινομένου από το οποίο προκλήθηκαν. Κοσμικοί κίνδυνοι είναι αυτοί που προκύπτουν από φαινόμενα προερχόμενα από το κοσμικό διάστημα (πρόσπτωση μετεωριτών, κομητών). Τέτοια φαινόμενα δεν απαντώνται συχνά στην εποχή μας, αλλά πιστεύεται ότι απασχόλησαν ιδιαίτερα την ανθρωπότητα στο παρελθόν. Όταν η προέλευση του κινδύνου βρίσκεται στο στερεό τμήμα της Γής έχουμε τους γεωλογικούς κινδύνους (σεισμοί, η ηφαιστειακές εκρήξεις, κατολισθήσεις). Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται τα φαινόμενα με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στον άνθρωπο. Όταν οι πηγή του κινδύνου βρίσκεται στην ατμόσφαιρα και εκδηλώνεται μέσα από μετεωρολογικά φαινόμενα, τότε μιλάμε για ατμοσφαιρικούς κινδύνους (τυφώνες, ανεμοστρόβιλοι, έντονες βροχοπτώσεις, χιονοστιβάδες, καύσωνες). Οι υδρολογικοί κίνδυνοι είναι αυτοί που ενώ η προέλευσή του είναι από την ατμόσφαιρα η εξέλιξη του φαινομένου ωστόσο, γίνεται είτε στην θάλασσα είτε στο νερό της επιφάνειας της γης (πλημμύρες, μετακίνηση παγετώνων). Οι γεωλογικοί ατμοσφαιρικοί και υδρολογικοί κίνδυνοι μπορούν να ομαδοποιηθούν σε μια ενιαία κατηγορία (γεωφυσικοί κίνδυνοι), καθώς οφείλονται σε φυσικές διεργασίες που συμβαίνουν στο στερεό, το αέριο και το υγρό τμήμα της Γής. Τέλος οι βιολογικοί κίνδυνοι είναι αυτοί που προέρχονται από βιολογικές διαδικασίες (δασικές πυρκαγιές, επιδημίες).. Παρακάτω γίνεται αναφορά σε αυτές τις μορφές καταστροφών που τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιάσει τις

περισσότερες εμφανίσεις και επηρεάζουν κατά πολύ την καθημερινότητα του πληθυσμού παγκοσμίως.(Παπαδόπουλος Α.Γ, 2000).

Σεισμοί

Ο σεισμός είναι ένα γεωδυναμικό φαινόμενο, άρρηκτα συνδεδεμένο με τη ζωή και την ιστορία της γης. Πρόκειται για τη βίαια κίνηση του εδάφους, μικρής διάρκειας που προκαλείται από διαρρήξεις στο εσωτερικό της γης (απελευθέρωση ενέργειας , υπό μορφή ελαστικών τάσεων).

Η αρχή εκκίνησης των ελαστικών κυμάτων καλείται εστία ή απόκεντρο και η κάθετη προβολή της στην επιφάνεια της γης, επίκεντρο. Στο επίκεντρο τα σεισμικά κύματα γίνονται πιο αισθητά.

Ανάλογα από τις αιτίες που δημιουργούν τους σεισμούς διακρίνουμε τους: α) Ηφαιστειακούς (κοντά στην περιοχή του κρατήρα) β) Εγκατακρημνησιογενείς από πτώση υπόγειων κοιλωμάτων και γ) Τεκτονικούς (διάρρηξη των πετρωμάτων).Επίσης, όσον αφορά το βάθος της σεισμικής εστίας, οι σεισμοί χωρίζονται σε: α)Επιφανειακούς (βάθος μέχρι 60km).β) Ενδιάμεσους (βάθος από 60 μέχρι 300km) γ) Μεγάλου βάθους (η εστία από 300 μέχρι 700km βάθος) (Παπαζάχος και άλλοι, 2005, Παπαζάχος, 1999)

Κλίμακες υπολογισμού του σεισμικού φαινομένου

Για να υπάρχει κάποιο μέτρο σύγκρισης των σεισμών δημιουργήθηκε η ανάγκη υπολογισμού μιας ποσότητας που να τους χαρακτηρίζει. Έτσι ορίστηκε το μέγεθος (M) του σεισμού που είναι το μέτρο της ενέργειας που εκλύεται από την εστία κατά τη διάρκεια της σεισμικής δόνησης. Το μέγεθος προσδιορίζεται με μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων των σεισμικών κυμάτων όπως το πλάτος, η περίοδος και η διάρκεια. Για τον υπολογισμό του μεγέθους των σεισμών επινοήθηκαν διάφορες κλίμακες. Οι πιο γνωστές είναι: η κλίμακα τοπικού μεγέθους M_L (κλίμακα Richter - το όνομα της το πήρε από τον Ch.

Richter το 1935) και η κλίμακα επιφανειακού μεγέθους M_s (κλίμακα Mercalli, από τον ομώνυμο Ιταλό

γεωφυσικό και χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα του εκάστοτε σεισμού στην επιφάνεια της γης . Οι σεισμοί που προκαλούν βλάβες έχουν τις περισσότερες φορές μέγεθος μεγαλύτερο από 5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις κατασκευές (βλάβες ή μη , βλάβες) εξαρτώνται εκτός από το μέγεθος και από άλλους παράγοντες όπως το βάθος της εστίας, τη θέση του επικέντρου, την κατασκευή, το έδαφος θεμελίωσης της κατασκευής και τη γειτνίαση με ενεργά ρήγματα. (Μελεντη και Παπαζαχος, 1980) (www.oasp.gr, 17/12/2011).

Η Γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας.

Οι περισσότεροι σεισμοί οφείλονται στις κινήσεις των λιθοσφαιρών πλακών και κατά συνέπεια οι ζώνες έντονης σεισμικής δράσης ουσιαστικά ταυτίζονται με τις παρυφές των πλακών. Ο ελληνικός

Πίνακας 6. Κατηγοριοποίηση κλιμάκων richter

Μεγάλος: 8+	Μεγάλες απώλειες ανθρώπινων ζωών και μεγάλες καταστροφές
Σημαντικός: 7R-7.9R	Σοβαρότατες ζημιές και πέραν των 100 χλμ
Ισχυρός: 6R-6.9R	Σοβαρές ζημιές εντός 100 τετραγωνικών χλμ
Μέτριος: 5R-5.9R	Ζημιές συνήθως εντός 10 τετραγωνικών χλμ
Ασθενής: 4R-4.9R	Αισθητοί με ελαφρές συνήθως ζημιές γύρω από το επίκεντρο.
Ασήμαντος: 3R-3.9R	Αισθητοί χωρίς ζημιές
Μικρός: <0	Πολλές φορές ανεπαίσθητοι

Πηγή: Μελεντη και Παπαζαχος, 1980

χώρος βρίσκεται στα όρια επαφής και σύγκλισης της Ευρασιατικής πλάκας με την Αφρικανική, γι' αυτό και είναι χώρος μεγάλης σεισμικότητας (η σεισμικότητα ενός τόπου καθορίζεται από τη συχνότητα εμφάνισης των σεισμών και τα μεγέθη τους). Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία η Ελλάδα, από άποψη σεισμικότητας, κατέχει την πρώτη θέση στη Μεσόγειο και την Ευρώπη καθώς και την έκτη θέση σε παγκόσμιο επίπεδο, μετά την Ιαπωνία, Νέες Εβρίδες, Περού, νησιά Σολομώντα και Χιλή (Παπαζάχος 1999, www.oasp.gr, 17/12/2011).

Πλημμύρες

Πλημμύρα ονομάζεται η κατάσταση στην οποία περιοχές καλύπτονται από ποσότητες νερού για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα (αφού συνήθως προέρχονται από μετεωρολογικές καταστάσεις) όπως συμβαίνουν όταν η χωρητικότητα του συστήματος αποστράγγισης (φυσικού ή ανθρωπογενούς), δεν μπορεί να διοχετεύσει τον όγκο του νερού που παράγεται από την βροχόπτωση. Τα φυσικά φαινόμενα που προκαλούν πλημμύρες δεν μπορούν να ελεγχθούν, αλλά οι γεωλογικές γεωμορφολογικές και εδαφολογικές συνθήκες της λεκάνης απορροής είναι δυνατόν να τροποποιηθούν με την ανθρώπινη επέμβαση. Οι πλημμυρικοί όγκοι νερού προέρχονται από την τοπική βροχόπτωση, την υπερχειλίση ποταμού, την εισροή της θάλασσας σε παράκτιες περιοχές ή από τη θραύση φράγματος. Ο πλημμυρικός κίνδυνος είναι συνάρτηση της πιθανότητας εμφάνισης του φυσικού φαινομένου και της επίδρασης που θα έχει στην ανθρώπινη κοινωνία. (Παυλόπουλος, 2009).

Η πλάγια μετανάστευση της κοίτης των ποταμών και η υπερχειλίση της ροής τους συνδυάζονται στη διαμόρφωση της λεκάνης, η οποία περιοδικά κατακλύζεται από νερό και ιζήματα ονομάζεται ποτάμια πλημμύρα. Οι πλημμύρες από την υπερχειλίση ποταμού ποικίλλουν σημαντικά ως προς το μέγεθος και τη διάρκειά τους. Στην περίπτωση μεγάλων ποταμών οι πλημμύρες μπορεί να εμφανιστούν αρκετό χρόνο μετά τη βροχόπτωση και να διαρκέσουν ημέρες εβδομάδες ή ακόμη και μήνες. Σε μικρότερα ποτάμια είναι δυνατόν να εμφανιστούν στιγμιαίες πλημμύρες (flash floods) που συνήθως οφείλονται σε πολύ έντονη τοπική βροχόπτωση. Αυτές είναι λιγότερο προβλέψιμες και μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες καταστροφές, ιδίως όταν η έντονη βροχόπτωση προκαλεί κατολισθήσεις εδάφους ή ιλύος. Δεδομένου ότι συμβαίνουν ξαφνικά και με ελάχιστη προειδοποίηση είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους (Merz B. & Plate J.E, 2001).

Παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία πλημμύρων:

Μετεωρολογικοί : βροχοπτώσεις, θύελλες κυκλώνων, μικρής κλίμακας καταιγίδες, θερμοκρασία, λιώσιμο των πάγων, κυκλώνες

Υδρολογικοί :επίπεδο υγρασίας των υδάτων, η στάθμη των υπόγειων υδάτων πριν από την καταιγίδα, το ποσοστό διείσδυσης της επιφάνειας που επηρεάζεται από την υφή της βλάστησης, την πυκνότητα του εδάφους και την υγρασία του, η παρουσία στεγανού όπως χιονιού και πάγου, το σχήμα και η ταχύτητα του καναλιού, και τέλος ο συγχρονισμός απορροής από τα διάφορα μέρη της λεκάνης απορροής.

Ανθρώπινοι :οι δραστηριότητες των χρήσεων γης όπως η αστικοποίηση, που αυξάνει τον όγκο και τον ρυθμό της απορροής, περιορισμός έκτασης ροής ποταμού από την εγκατάσταση /δημιουργία έργων, διαρθρωτικά μέτρα ελέγχου των πλημμυρών όπως αναχώματα από ανάντη, εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που μπορούν να επηρεάσουν την κλιματική αλλαγή και το μέγεθος των

βροχοπτώσεων, η μείωση μεταφοράς των καναλιών του ποταμού περιορισμό της ναυσιπλοΐας της απόρριψης των ορυκτών των αποβλήτων και σκουπιδιών, τέλος η εξόρυξη και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες μεταβάλλουν το νερό ,μολύνουν τα κανάλια και μεταβάλλουν πολλές φορές τη διεύθυνση ροής του ποταμού. (Guillermo Q.Zabios III-Institute of Civil Engineering and National Hydraulic Research Center, University of the Philippines, Diliman)

Οι επιπτώσεις των πλημμυρικών φαινομένων οποιασδήποτε μορφής και προέλευσης, είναι καταστροφικές για το ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον. Η επιτακτική ανάγκη για τον περιορισμό των άσχημων συνεπειών σε οποιοδήποτε στάδιο της καταστροφής ,δικαιολογείται από την εκτεταμένη και συνεχή χρήση ,από τον ανθρώπινο παράγοντα ,των περιοχών που μπορούν εν δυνάμει να πληγούν από το φαινόμενο και να επηρεαστούν σε οποιοδήποτε βαθμό και σε οποιοδήποτε χρονικό πλαίσιο.

Παράκτιες καταστροφές

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μια ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία συνέβαλε αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση διαφόρων γεωγραφικών προβλημάτων σχετικών και με φυσικές καταστροφές .Κατά καιρούς έχουν εφαρμοστεί διάφορες μεθοδολογίες για την εκτίμηση της τρωτότητας παράκτιων περιοχών σε μια ενδεχόμενη μελλοντική εκδήλωση τέτοιου καταστροφικού φαινομένου, τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε κλίμακα κρατών. Η συχνότερα εφαρμοζόμενη μεθοδολογία είναι η ονομαζόμενη συνήθης (common methodology). Σκοπός των μεθοδολογιών που έχουν κατά καιρούς εφαρμοσθεί είναι η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αναμενόμενη εκδήλωση καταστροφικών φαινομένων, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες επιδρούν στην επικινδυνότητα, η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων και τελικά η λήψη μέτρων προστασίας (Parathoma et al. 2003)

Η συνεχόμενη και αυξητική τάση εγκατάστασης πληθυσμού σε παράκτιες ζώνες σε συνδυασμό με τις ηπειρωτικές και ωκεάνιες διεργασίες που δρουν κατά μήκος των ακτών και προκαλούν φαινόμενα που μεταβάλλουν το τοπίο σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, είναι οι βασικοί παράγοντες μελέτης των παράκτιων καταστροφικών φαινομένων. Η επίδραση των καταστροφικών παράκτιων διεργασιών είναι σημαντική γιατί πολλές κατοικημένες περιοχές βρίσκονται κοντά στην ακτή όπως έχει αναφερθεί,, γεγονός που συμβαίνει από την αρχή της ανάπτυξης των πόλεων, καθώς τα πλεονεκτήματα για τον άνθρωπο είναι πάρα πολλά, με αποτέλεσμα την αυξημένη έκθεση τους ,σε κινδύνους αυτής της κατηγορίας. Οι πιο σημαντικές παράκτιες καταστροφές είναι οι παλιρροιακές πλημμύρες που προκαλούνται από το συνδυασμό της πλημμυρίδας και της διόγκωσης της θάλασσας, και τα παλιρροιακά κύματα βαρύτητας (tsunamis) ή αλλιώς σεισμικά κύματα. (Λέκκας, 2000)

Οι παράκτιοι κίνδυνοι μπορούν να διαχωριστούν σε μετεωρολογικούς υδρολογικούς γεωλογικούς και ανθρωπογενείς . Τα κύματα θυέλλης, οι κυκλώνες, η ισχυρή βροχόπτωση, οι παλίρροιες, η ξηρασία, οι πλημμύρες τα ηφαίστεια, οι σεισμοί τα τσουνάμι, η διάβρωση, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η άνοδος θαλάσσιας στάθμης, η ρύπανση από πετρελαϊκή διαρροή, και η υφαλμύρωση είναι οι βασικοί παράκτιοι κίνδυνοι οι οποίοι έχουν καταστροφικές συνέπειες για τις παράκτιες περιοχές. (Φερεντίνος Γ. και Γκιώνης Γ. , 1995)

Γίνεται σαφές λοιπόν, ότι απαιτείται ο προσδιορισμός των παράκτιων περιοχών που αναμένεται να αντιμετωπίσουν μεγαλύτερο πρόβλημα, καθώς πρόκειται για τις περιοχές χαμηλού υψομέτρου, όπως επίσης και ο καθορισμός τους από λεπτομερείς χάρτες. Επιπλέον η γεωμορφολογική χαρτογράφηση (η απεικόνιση δηλαδή των παράκτιων γεωμορφών όπως είναι οι θίνες, οι αιγιαλοί, οι κρημνοί) και η απεικόνιση της τάσης της ακτογραμμής (αν υποχωρεί έναντι της θάλασσας ή προελαύνει η ξηρά) και η ποσοτικοποίηση των ρυθμών αυτών όπως έχουν καταγραφεί στο παρελθόν, βοηθά στην κατανόηση της μελλοντικής συμπεριφοράς της ακτογραμμής. Μια πρώτη εκτίμηση των μεταβολών της ακτογραμμής και των ρυθμών τους, μπορεί να γίνει με τη χρήση αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων διαφορετικών ετών λήψης.

Η στάθμη της θάλασσας και η μεταβολή της

Ο καθορισμός της θαλάσσιας στάθμης είναι πολύ δύσκολος διότι η επιφάνεια της θάλασσας δεν είναι επίπεδη και επηρεάζεται σημαντικά από πολλές διεργασίες τόσο μικρής όσο και μεγάλης περιόδου. Ορίζεται σαν το μέσο υψόμετρο της επιφάνειας της θάλασσας. Υπάρχουν διεργασίες με πολύ μικρή περίοδο, που μεταβάλλουν την επιφάνεια της θάλασσας, όπως ο κυματισμός του οποίου η περίοδος φθάνει τα 15 sec. Υπάρχουν όμως και διακυμάνσεις του επιπέδου της επιφάνειας της θάλασσας, όπως για παράδειγμα αυτές που οφείλονται στις παλίρροιες, που διαρκούν περισσότερο (από 4 ή 6 ώρες μέχρι 15 ημέρες, 3 μήνες ακόμη και 18,3 έτη). Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διακυμάνσεις που οφείλονται σε φαινόμενα όπως η είσοδος μεγάλης ποσότητα νερού των ποταμών στη θάλασσα που σε ορισμένες περιπτώσεις μεταβάλει σημαντικά το επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας. Άλλοι μηχανισμοί μικρής περιόδου που προκαλούν διακυμάνσεις της θαλάσσιας επιφάνειας είναι τα ρεύματα επαναφοράς (upwelling) τα ρεύματα μεγάλου βάθους καθώς και τοπικές μεταβολές της αλατότητας του θαλάσσιου νερού. Συνεπώς γίνεται φανερό ότι όλες αυτές οι διακυμάνσεις του επιπέδου της θαλάσσιας επιφάνειας δημιουργούν πρόβλημα στον ακριβή καθορισμό της θαλάσσιας στάθμης. Μιλώντας λοιπόν για μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης εννοούμε τις μακράς διάρκειας διακυμάνσεις του επιπέδου της θάλασσας, που οφείλονται κυρίως σε ευστατικά και τοπικά αίτια (τεκτονισμός, ισοστασία) όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια. Με τον όρο σχετική στάθμη θάλασσας εννοούμε το επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας σε σχέση με την ξηρά (Μαρουκίαν και άλλοι, 2001).

Θεωρείται ότι η αιτία που ευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά για τις μεγάλης κλίμακας παγκόσμιες μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης είναι η αυξομείωση του όγκου του θαλάσσιου νερού εξαιτίας των αλλαγών που σημειώθηκαν στις κλιματολογικές συνθήκες του πλανήτη. Έχει αποδειχθεί ότι η ιστορία της γης χαρακτηρίζεται από εναλλαγές παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων. Κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων μεγάλη ποσότητα νερού των ωκεανών συσσωρεύεται και δεσμεύεται με τη μορφή πάγου στην επιφάνεια της ξηράς, προκαλώντας την πτώση της θαλάσσιας στάθμης. Αντίστροφα κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωνικών περιόδων, που χαρακτηρίζονται από μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα σε παγκόσμια κλίμακα, οι πάγοι λιώνουν με αποτέλεσμα μεγάλη ποσότητα νερού να επιστρέφει από την ξηρά στη θάλασσα, ανεβάζοντας τη στάθμη. Η διεργασία αυτή ονομάζεται παγετό-ευστατισμός ή ευστατισμός.

Παράκτια διάβρωση

Ένα αποτέλεσμα της παγκόσμιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της αλόγιστης ανάπτυξης της παράκτιας ζώνης είναι να αποτελέσει η παράκτια διάβρωση ένα σοβαρό παγκόσμιο πρόβλημα. Σε αντίθεση με άλλες φυσικές καταστροφές όπως σεισμοί, κυκλώνες ή παλίρροιες η παράκτια διάβρωση είναι μια συνεχής διεργασία που όμως μπορεί να προβλεφθεί για αυτό και μεγάλα ποσά χρημάτων δαπανώνται στον έλεγχό της. Αν η εκτεταμένη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών για διακοπές και κέντρα αναψυχής συνεχιστεί τότε το πρόβλημα της παράκτιας διάβρωσης θα γίνει πιο σοβαρό. (Λέκκας, 2000).

Η διάβρωση των ακτών είναι η ακαριαία επεισοδιακή ή συνεχής διεργασία της θάλασσας που οδηγεί στην οπισθοχώρηση της ακτογραμμής μέσω της αφαίρεσης ιζημάτων από το χερσαίο τμήμα της ακτής. Οι κυριότεροι παράγοντες που συντελούν στην παράκτια διάβρωση είναι ο άνεμος, ο κυματισμός και παράκτια επιμήκη ρεύματα.

Ο βαθμός διάβρωσης των ακτών εξαρτάται από πολλούς τοπικούς παράγοντες όπως :

- η τοπογραφία της ακτής (ακτή σε κόλπο ή σε ανοιχτή θάλασσα)
- η γεωλογία της ακτής (αμμώδης ή βραχώδης, τεκτονικές κινήσεις ακτών)
- η μορφολογία της ακτής (ήπια ή απότομη κλίση)
- οι επικρατούσες κλιματικές και κυματικές συνθήκες (επιμήκη ρεύματα, άνεμοι σύνηθες ύψος κυμάτων)
- η συχνότητα και η ένταση ακραίων καιρικών και κυματικών φαινομένων.
- τα αποθέματα ιζημάτων στην περιοχή (ακτή κοντά σε ποτάμι ή όχι)
- η απώλεια οικοτόπων

Το 33% των ευρωπαϊκών ακτών που υπόκεινται σε διάβρωση είναι οι υγρότοποι με υψηλή οικολογική σπουδαιότητα. Το ποσοστό αυτό προβλέπεται να φτάσει στο 50% το 2020. Οι οικονομικές συνέπειες αυτού του φαινομένου επηρεάζουν όχι μόνο τις εκάστοτε κοντινές γεωγραφικά περιοχές αλλά τις οικονομικές διεργασίες ακόμη και της χώρας στην οποία ανήκει, καθώς παρουσιάζεται απώλεια παραλιακών οικιακών, βιομηχανικών ή γεωργικών εγκαταστάσεων με ανυπολόγιστες και μη αναστρέψιμες επιπτώσεις στην οικονομική δραστηριότητα του τόπου. Επίσης οι κοινωνικές συνέπειες είναι εξίσου σημαντικές καθώς δημιουργείται απειλή των ανθρώπινων ζωνών και συνεχής κοινωνική αναταραχή για τη απώλεια περιουσιών και δραστηριοτήτων.

Μια κατηγορία παράκτιας καταστροφής, υψηλής επικινδυνότητας για την παράκτια ζώνη, είναι τα κύματα βαρύτητας ή τσουνάμι, με τα οποία θα ασχοληθεί η συγκεκριμένη μελέτη και για αυτό τον λόγο θα εξεταστούν ξεχωριστά από την κατηγορία των παράκτιων κινδύνων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Θεωρείται πως εξαιτίας της γρήγορης εκδήλωσής τους και τα πολλά, και με υψηλή συχνότητα εμφάνισης, αίτια γένεσής τους, όπως επίσης και η έλλειψη μέτρων και τεχνικών αντιμετώπισης τους από τον άνθρωπο, τα καθιστά αναγκαία προς μελέτη, σε βάθος και σε εύρος χρόνου.

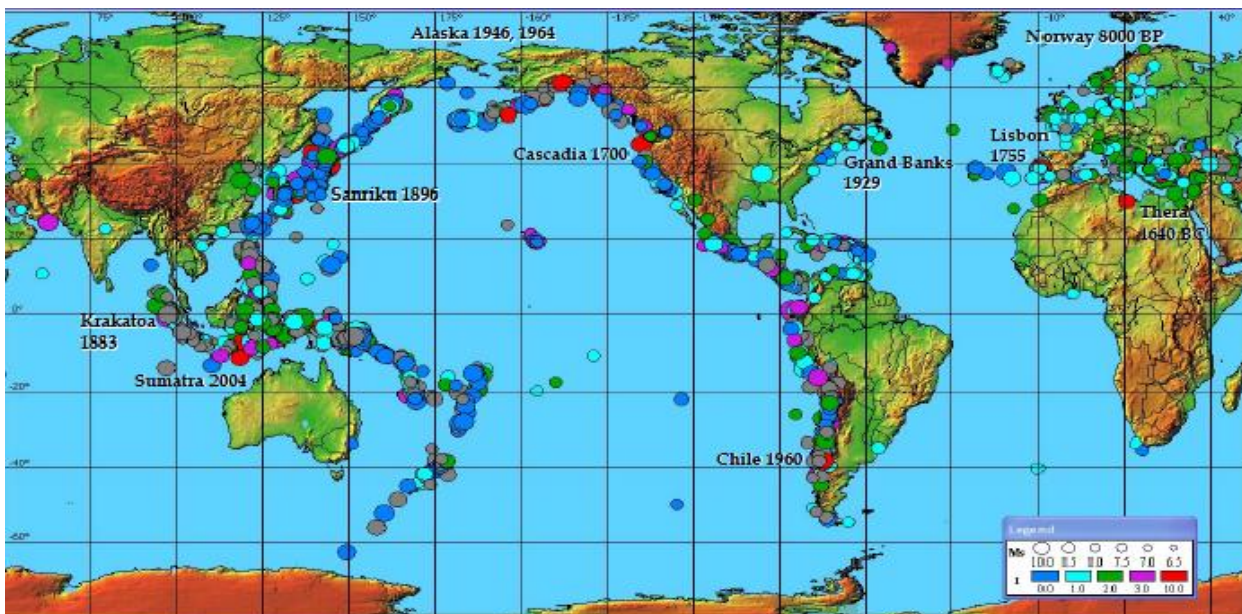
Κύματα Tsunami

Τα *σεισμικά θαλάσσια κύματα ή τσουνάμι*, αποκαλούνται συχνά "παλιρροιακά κύματα" χωρίς όμως η λέξη αυτή να αποδίδει σωστά την αρχή της δημιουργίας τους αφού τα κύματα τσουνάμι δεν οφείλουν τη γένεσή τους στην δράση της σελήνης ή του ήλιου όπως τα παλιρροιακά. (Λέκκας,

2000)

Η λέξη “Tsunami” είναι Ιαπωνικής προέλευσης και αποτελείται από τις Ιαπωνικές λέξεις “Tsu” που σημαίνει λιμάνι και “nami” που σημαίνει κύμα. Τα Tsunamis χαρακτηρίζονται ως ένα σύνολο μεγάλης κλίμακας διαταραχών στην επιφάνεια του νερού που παραμένει ενεργό για μικρό χρονικό διάστημα και διαδίδονται με μεγάλη ταχύτητα από μια συγκεκριμένη πηγή στον ωκεανό με κατεύθυνση προς την ακτή. Αποτελούν τρέχοντα κύματα μεγάλου μήκους κύματος και μεγάλης περιόδου, εκδηλώνονται σε αβαθή νερά, και οφείλονται σε βίαια εκτόπιση υδάτινης μάζας. Κατά την εκδήλωση ενός τέτοιου κύματος, η βύθιση και η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης στους ωκεανούς μπορεί να φτάσει και τα 10 μέτρα. Παράλληλα, το οριζόντιο μέγεθος (μήκος) της θαλάσσιας διαταραχής που αποκαλείται Tsunami μπορεί να αγγίξει τα 100 μ, ενώ το κύμα όπως προαναφέρθηκε διαδίδεται από την πηγή με τη μορφή συστοιχίας επιμέρους κυμάτων. Τον Ειρηνικό ωκεανό, ένα τέτοιο κύμα μπορεί να τον διανύσει σε 10-12 ώρες, ενώ είναι ικανό να μεταφέρει υδάτινη μάζα ύψους 10 μ, με ταχύτητα διάδοσης πάνω από 70 km ανά ώρα, σε μια οποιαδήποτε ακτή. Η ταχύτητα του Tsunami μειώνεται κοντά στην ακτογραμμή και αυτό οφείλεται κυρίως σε δυο λόγους, στο μικρό βάθος των νερών κοντά στις ακτές, καθώς και στην τραχύτητα που χαρακτηρίζει τον βυθό της θάλασσας. (Levin, 2005).

Χάρτης 1 Χωρική Κατανομή Τσουνάμι ανά τον κόσμο μέχρι σήμερα με τα σημαντικότερα γεγονότα

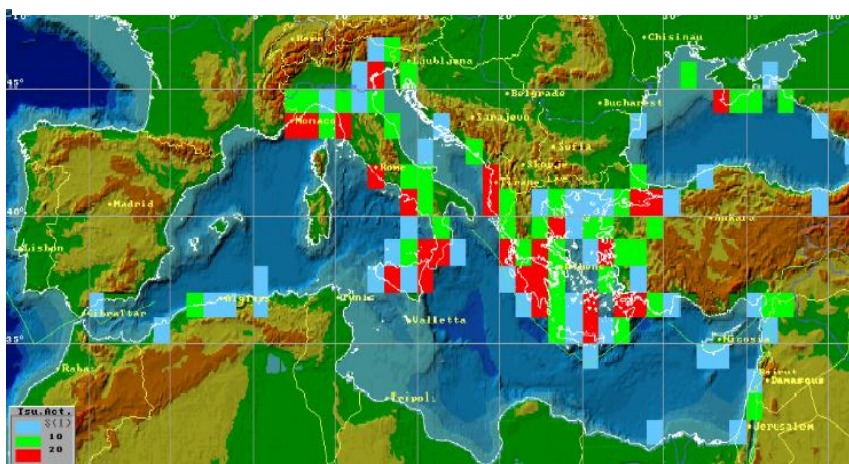


Πηγή: Φυσικές Διεργασίες κίνδυνοι και καταστροφές - ΜΠΣ Χαροκόπειο 2010

Αν και πολλές φορές τα Tsunami αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως παλιρροϊκά κύματα, κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα ακριβές. Το Tsunami μοιάζει περισσότερο με ένα ατελείωτο εισβάλλον ρεύμα που κατά την επέλασή του ξεπερνάει κάθε εμπόδιο. Το μεγαλύτερο μέγεθος της ζημιάς προκαλείται από την μεγάλη μάζα νερού που κρύβεται πίσω από το αρχικό κύμα, καθώς το ύψος του θαλάσσιου κύματος ανεβαίνει με μεγάλη ταχύτητα και πλημμυρίζει δυναμικά μια παράκτια περιοχή. Το καθαρό βάρος του νερού είναι αρκετό για να καταστρέψει ολοκληρωτικά ό,τι αντικείμενο βρεθεί στην πορεία του. Τα Tsunamis σε σχέση με άλλα είδη κυμάτων, δρουν τελείως διαφορετικά, μετακινώντας ολόκληρο το βάθος του ωκεανού στο πέρασμά τους και όχι μόνο την υδάτινη επιφάνεια. Μεταφέροντας τεράστια ποσά ενέργειας, διαδίδονται με μεγάλες ταχύτητες

και έχουν την ικανότητα να διανύουν μεγάλες υπερωκεάνιες αποστάσεις, χάνοντας μόνο μικρό ποσό της ενέργειάς τους. Αν και η συνολική διαρροή ενέργειας είναι μικρή, κατά την εξάπλωση του Tsunami η συνολική ενέργεια κατανέμεται σε όλο και μεγαλύτερη περιοχή καθώς το κύμα εξαπλώνεται, με αποτέλεσμα όσο μεγαλώνει η απόσταση από την πηγή, τόσο μικραίνει και η ενέργεια που μεταφέρει το κύμα. Ένα απλό Tsunami μπορεί να αποτελείται από 3 έως 4 κύματα διαφορετικού ύψους. Σε ανοικτές θαλάσσιες περιοχές τα Tsunamis χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα μεγάλες περιόδους και μεγάλα μήκη κύματος που μπορεί να φτάσουν σε μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, σε αντίθεση με τα τυπικά κύματα που οφείλουν την ύπαρξή τους στους ανέμους και μπορεί να έχουν περίοδο 10 δευτερολέπτων και μέγιστο μήκος κύματος 150 μέτρα. Το πραγματικό ύψος ενός Tsunami σε ανοικτή θαλάσσια περιοχή είναι συχνά μικρότερο του ενός μέτρου. Το κύμα ταξιδεύει στον ωκεανό με ταχύτητες που μπορούν να κυμαίνονται από 500 έως 1000 km ανά ώρα. Καθώς το κύμα προσεγγίζει την ακτογραμμή και το βάθος της θάλασσας ολοένα μειώνεται, η ταχύτητα του κύματος σταδιακά ελαττώνεται. Η εμπρόσθια πλευρά του κύματος γίνεται ολοένα πιο απότομη και αυξάνεται το ύψος της, με αποτέλεσμα η απόσταση μεταξύ των δυο κορυφών του κύματος σταδιακά να μικραίνει. Ένα τέτοιου είδους κύμα (Tsunami) συμπεριφέρεται ως κύμα ρηχών νερών, όταν η αναλογία ανάμεσα το μήκος του κύματος και το βάθος της θάλασσας ελαχιστοποιείται. Τα Tsunami ως κύματα ρηχών νερών, όπως προαναφέραμε κινούνται στον ανοικτό ωκεανό με ταχύτητα που προσδιορίζεται από συγκεκριμένη σχέση ($C = \sqrt{gd}$). Κατά την διάδοση των Tsunami σε μεγάλες αποστάσεις οι ενεργειακές απώλειες δεν είναι σημαντικές, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι τα Tsunamis δεν χαρακτηρίζονται πάντα από το στοιχείο της συμμετρικότητας. Τα κύματα αυτά μπορούν να είναι ισχυρότερα κατά τη μια κατεύθυνση και ασθενέστερα κατά την άλλη και αυτό εξαρτάται από τη φύση της πηγής καθώς και την γεωμορφολογία της περιοχής εξάπλωσης του Tsunami. (http://www.biocrawler.com/encyclopedia/2004_Indian_Ocean_earthquake, 23/2/12)

Χάρτης 2 Χωρική Κατανομή Τσουνάμι Στην Μεσόγειο μέχρι σήμερα με τα σημαντικότερα γεγονότα



Πηγή: Φυσικές Διεργασίες κίνδυνοι και καταστροφές - ΜΠΣ Χαροκόπειο 2010

Αιτίες Γένεσης Tsunami

-Tsunami που προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς.

Τα Tsunami κυρίως προκαλούνται από μεγάλους υποθαλάσσιους σεισμούς, των οποίων τα επίκεντρα εντοπίζονται στον πυθμένα της θάλασσας και των ωκεανών. Οι συγκεκριμένοι σεισμοί, που ονομάζονται “Τσουναμογενείς σεισμοί”, πραγματοποιούνται σε σημεία του πυθμένα των ωκεανών όπου εντοπίζεται σύγκρουση των τεκτονικών πλακών και βύθιση της μίας πλάκας κάτω από την άλλη, χαρακτηρίζονται από την απελευθέρωση μεγάλης ποσότητας ενέργειας και η έντασή τους υπερβαίνει τον επτά βαθμό της κλίμακας Ρίχτερ. Αυτές οι σεισμικές δονήσεις προκαλούν αιφνίδια παραμόρφωση και μετακίνηση του ωκεάνιου πυθμένα, με αποτέλεσμα την εκτόπιση της άνωθεν μεγάλης υδάτινης μάζας η οποία μετατοπίζεται κατακόρυφα στην υδάτινη στήλη και φθάνει έως την επιφάνεια προκαλώντας την εκδήλωση κύματος Tsunami. Όσον αφορά την μετατόπιση του ωκεάνιου πυθμένα, το μέγεθος της κάθετης μετατόπισης μπορεί να αγγίξει τα 5 μέτρα και το μέγεθος της οριζόντιας τα 2 χιλιόμετρα (Levin, 2005)

Η αρχική ενέργεια που προκύπτει από την ανοδική κίνηση του νερού μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του κύματος, το οποίο αρχίζει να διαδίδεται. Το αρχικό κύμα Tsunami που δημιουργείται λίγα λεπτά μετά το σεισμικό γεγονός χωρίζεται σε ένα κύμα το οποίο κατευθύνεται προς τα πέρατα του ωκεανού (Μακρινό Tsunami) και ένα κύμα το οποίο διαδίδεται με κατεύθυνση προς την ακτή (Τοπικό Tsunami). Το ύψος και των δυο αυτών κυμάτων Tsunami είναι το μισό του ύψους του αρχικού Tsunami, με το Τοπικό Tsunami να διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα απ’ ότι το Μακρινό. Κατά την μετάδοση του Τοπικού Tsunami προς την ακτή, το πλάτος του αυξάνει, ενώ σε αντίθεση το μήκος του μειώνεται. Τόσο στην περίπτωση του Μακρινού, όσο και στην περίπτωση του Τοπικού Tsunami καθώς τα κύματα προσεγγίζουν τις ακτογραμμές το ύψος τους αυξάνεται. Όσον αφορά τον τρόπο διάδοσης αυτών των κυμάτων πρέπει να επισημανθεί ότι σε αντίθεση με την αντίληψη που ευρέως επικρατεί, τα Tsunamis δεν έχουν την μορφή ενός τεράστιου μεγέθους κύματος, αλλά αποτελούνται από 3 έως 4 κύματα που εκδηλώνονται ιδιαιτέρως γρήγορα καθώς προσεγγίζουν την ακτή. Από τη στιγμή που τα Tsunamis πλήξουν την ακτή, μέρος του κύματος και της ενέργειας που αυτό περικλείει επιστρέφει στην ανοικτή θάλασσα. Σε αρκετές περιπτώσεις τα Tsunami μπορούν να μετατραπούν σε συγκεκριμένο τύπο κύματος (Κύματα Άκρης - Edge waves), τα οποία κινούνται διαδοχικά μπροστά και πίσω, παράλληλα προς την ακτή. (<http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/basics.htm> 27/2/12). Καθώς το Tsunami προσεγγίζει την ακτή, οι παράκτιες και θαλάσσιες κατασκευές και σχηματισμοί, οι είσοδοι ποταμών καθώς και η κλίση της ακτής, είναι παράγοντες που επηρεάζουν τη μορφή και την εξέλιξή του. Το επίπεδο του νερού στην ακτή μπορεί να ανέλθει αρκετά μέτρα. Σε ακραίες περιπτώσεις, η στάθμη του νερού μπορεί να ανέλθει έως τα 15 μ. για περιπτώσεις Tsunami που προέρχονται από μακρινές αποστάσεις και η στάθμη μπορεί να ανέλθει έως τα 30 μ. για Tsunamis τοπικής προέλευσης. Το πρώτο κύμα ενός Tsunami είναι πιθανό να μην αποτελεί και το πιο ισχυρό της συστοιχίας, ενώ κατά τη διάδοσή του κάποιες παράκτιες περιοχές είναι πιθανόν να πληγούν περισσότερο συγκριτικά με κάποιες άλλες. (<http://wcatwc.arh.noaa.gov/physics.htm>, 29/2/12) . Τα Tsunamis αυτού του είδους, δηλαδή αυτά που προκαλούνται από μεγάλους υποθαλάσσιους σεισμούς, είναι και τα πιο καταστροφικά. Επειδή οι διαστάσεις της σεισμικής πηγής είναι εξαιρετικά μεγάλες, εξαιρετικά μεγάλο είναι και το ενεργειακό τους περιεχόμενο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η διάδοσή τους σε μεγάλες

αποστάσεις να είναι ιδιαίτερα ευχερής (Ειρηνικός και Ινδικός ωκεανός), και αυτός είναι και ο λόγος που στη σύγχρονη βιβλιογραφία αποκαλούνται Transoceanic. (Papadopoulos, 2005).

-Tsunamis που οφείλονται σε κατολισθήσεις

Μεγάλος αριθμός Tsunamis δημιουργείται αποκλειστικά από κατολισθήσεις. Αυτές οι κατολισθήσεις μπορεί να είναι υποθαλάσσιες ή να αφορούν κατακρήμνιση τμημάτων της ακτής στη θάλασσα. Τέτοια Tsunamis έχουν συνήθως τοπικό χαρακτήρα και έκταση, αν και στην περίπτωση μιας εκτενούς υποθαλάσσιας κατολίσθησης που σχετίζεται με την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα ή την κατακρήμνιση ενός παγόβουνου στον ωκεανό, η πηγή του Tsunami που προκαλείται, αγγίζει έκταση πολλών χιλιομέτρων. Αυτού του είδους τα Tsunamis χαρακτηρίζονται από μεγάλα ύψη και αποτελούν τεράστια απειλή για τους παράκτιους πληθυσμούς. Tsunamis αυτών των χαρακτηριστικών μπορούν να δημιουργηθούν από κατακρήμνιση τμημάτων σπηλαιώδους ακτής, από πτώση βράχων στη θάλασσα, καθώς και από πτώση χιονοστιβάδων μεγάλου μεγέθους. Οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις συνήθως σχετίζονται με την μακροχρόνια συσσώρευση ιζημάτων στον πυθμένα των ωκεανών. Τα συσσωρευμένα ιζήματα εκτίθενται σε ρεύματα, θύελλες, κύματα ανέμων και τεκτονικές κινήσεις με αποτέλεσμα η ιζηματογενής ζώνη να αποσταθεροποιείται. Έτσι, μια οποιαδήποτε διατάραξη μετεωρολογικής φύσης ή μικρής σεισμικής έντασης παίζει καθοριστικό ρόλο και οδηγεί σε μια συνολική αποσταθεροποίηση. Κατολισθήσεις μπορούν να προέρθουν από μεγάλης κλίμακας βροχοπτώσεις, χιονοπτώσεις και πλημμύρες ποταμών. Η υποθαλάσσια κατολίσθηση του πυθμένα, έχει σαν αποτέλεσμα την κατακόρυφη μετατόπιση υδάτινης μάζας πάνω από το σημείο κατολίσθησης, που οδηγεί στην δημιουργία κύματος Tsunami. (Levin, 2005).

Τα Tsunamis που προκαλούνται από κατολισθήσεις δεν έχουν την δυνατότητα διάδοσης από τη μια μεριά του ωκεανού στην άλλη. Όμως, στην περιοχή υποθαλάσσιας κατολίσθησης συχνά αποκτούν μεγάλο ύψος, γίνονται βίαια και τοπικά αποβαίνουν ιδιαίτερως καταστροφικά. (Papadopoulos, 2005).

-Tsunamis ηφαιστειογενούς προέλευσης

Σημαντικές είναι και οι περιπτώσεις δημιουργίας κυμάτων Tsunami από ηφαιστειογενείς εκρήξεις που λαμβάνουν χώρα είτε στην επιφάνεια της γης είτε είναι υποθαλάσσιες και εντοπίζονται στον ωκεάνιο πυθμένα. Οι ηφαιστειογενείς εκρήξεις μπορούν να δημιουργήσουν μεγάλες αναταράξεις στην επιφάνεια των ωκεανών και να οδηγήσουν στη δημιουργία κύματος Tsunami. Κατά την πραγματοποίηση μιας υποθαλάσσιας ηφαιστειακής έκρηξης απελευθερώνονται υποθαλάσσια αέρια τα οποία αποτελούνται από καπνό ηφαιστειακής προέλευσης υψηλής θερμοκρασίας, καθώς και ατμό υπό υψηλή πίεση. Τα αέρια αυτά απελευθερώνονται και διανύουν την υδάτινη στήλη έως ότου καταλήξουν στην επιφάνεια και προκαλέσουν τοπικά ανύψωση της στάθμης του νερού. Η ενέργεια που βρίσκεται συγκεντρωμένη στα αέρια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του νερού η οποία συμβάλλει στην δημιουργία κύματος Tsunami (Levin, 2005). Ο μηχανισμός δημιουργίας Tsunami λόγω υποθαλάσσιας έκρηξης ηφαιστείου, εντοπίζεται στη λόγω έκρηξης υποθαλάσσια μετατόπιση μεγάλης μάζας νερού, η οποία μεταφέρεται έως την επιφάνεια του ωκεανού και συμβάλλει δραστικά στην δημιουργία του κύματος. Σύμφωνα με αυτό τον μηχανισμό, το Tsunami σε αυτή την περίπτωση οφείλεται στην εκτόπιση μεγάλης υδάτινης μάζας

η οποία προκαλείται από υποθαλάσσια έκρηξη ηφαιστείου, υποθαλάσσια κατακρήμνιση τμήματος ηφαιστείου, αλλά ακόμα πιο πιθανό ενδεχόμενο, είναι η φρεατομαγματική έκρηξη και η υποθαλάσσια κατάρρευση μαγματικών ηφαιστειακών τμημάτων. (Intergovernmental Oceanographic Commission, 2001).

Στα μεγάλα βάθη τα υποθαλάσσια ηφαίστεια παράγουν τεράστιες ποσότητες ηφαιστειακής λάβας η οποία εναποτίθεται στον ωκεάνιο πυθμένα. Όταν αυξηθεί το μέγεθος των υποθαλάσσιων ηφαιστειών και προσεγγίσουν τις ζώνες των ρηχών νερών το μάγμα που παράγεται κοντά στην επιφάνεια των ωκεανών μετατρέπει τις υδάτινες μάζες σε ατμό, ενώ ταυτόχρονα ποσότητες αερίων απελευθερώνονται από το ίδιο το μάγμα. Ο ατμός και τα αέρια που παράγονται δημιουργούν συνθήκες που οδηγούν σε έκρηξη του μάγματος. Η φρεατομαγματική αυτή έκρηξη γίνεται αισθητή στην επιφάνεια του ωκεανού, απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες στάχτης, τμημάτων του μάγματος και ατμού και μπορεί να δημιουργήσει κύμα Tsunami.

-Tsunamis που οφείλονται σε ατμοσφαιρικές διαταραχές

Ατμοσφαιρικές διαταραχές συχνά προκαλούν κύματα Tsunami. Τα κύματα αυτά είναι ευρέως γνωστά ως "Meteotsunamis" και η ταλάντωση που δημιουργείται στη στάθμη των ωκεανών οφείλεται σε μετεωρολογικής φύσης διαταραχές. Αυτού του είδους τα Tsunamis δημιουργούνται από μεγάλες ατμοσφαιρικές αναταράξεις με τη μορφή κυκλώνων, τυφώνων και θυελλών. Η δημιουργία αυτών των κυμάτων (Meteotsunamis) οφείλεται αφενός στις συνθήκες συντονισμού των κυμάτων και αφετέρου στη σύμπτωση της ταχύτητας με την οποία εξελίσσεται η ατμοσφαιρική διαταραχή με την ταχύτητα διάδοσης του θαλάσσιου βαρυτικού κύματος. Από την έρευνα και τις επιστημονικές παρατηρήσεις βρέθηκε ότι οι ατμοσφαιρικές διαταραχές που εξελίσσονται με ταχύτητα 70-140 km ανά ώρα, μπορούν να προκαλέσουν meteotsunamis ύψους κύματος μεγαλύτερου του 1 m και περιόδου 30-60 λεπτών. (Levin, 2005).

-Tsunamis που οφείλονται σε πτώση αστεροειδών

Μια πιθανή αιτία δημιουργίας καταστροφικού κύματος Tsunami είναι η πτώση σε θαλάσσιες περιοχές αστεροειδών ή μετεωριτών. Η πτώση μετεωριτών ή αστεροειδών στους ωκεανούς είναι ικανή να δημιουργήσει κύμα Tsunami ολοκληρωτικού χαρακτήρα με κατακλυσμικές προοπτικές εξάπλωσης. (IOC, 2001). Βάσει πυρηνικών δοκιμών και επιστημονικής έρευνας υπολογίζεται ότι η ενέργεια που θα απελευθερωθεί από την πτώση ενός μετεωρίτη διαμέτρου 100 m και ταχύτητας πρόσκρουσης 20 km/sec θα είναι περίπου ίση με 1018 J, ενέργεια που θα απελευθερωνόταν από την έκρηξη βόμβας 100 μεγατόνων. Τα αέρια προϊόντα της έκρηξης μπορούν να δημιουργήσουν μια υποθαλάσσια φουσαλίδα ακτίνας περίπου 3 km. Έτσι συμπεραίνουμε ότι λόγω της πτώσης ενός μετεωρίτη σε θαλάσσια περιοχή βάθους μικρότερου των 3 km, μια μεγάλη ποσότητα νερού μετατοπίζεται λόγω εξάτμισης και μετακίνησης υδάτινης μάζας που έχει σαν αποτέλεσμα την απογύμνωση του πυθμένα για μια περιοχή συνολικού μήκους μεγαλύτερης του 1 km. Το επιφανειακό κύμα που παράγεται στον κρατήρα που σχηματίζεται από την πτώση του μετεωρίτη μπορεί να φτάσει έως τα 50 m. Η διαδικασία αναπλήρωσης του υποθαλάσσιου κρατήρα με νερό διαρκεί λίγα λεπτά και μπορεί να δημιουργήσει ταλαντώσεις στην επιφάνεια του νερού μεγάλης χρονικής διάρκειας. Βάσει προσεγγιστικών μελετών, η πτώση ενός μετεωρίτη στον ωκεανό μπορεί

να οδηγήσει σε μια μακροπρόθεσμη και μεγάλης έντασης διαταραχή στην επιφάνεια του νερού, ικανή να δημιουργήσει κύμα Tsunami παγκοσμίας κλίμακας. (Levin, 2005).

Επιστημονικές μελέτες έχουν καταλήξει ότι η πτώση ενός μεσαίου μεγέθους αστεροειδούς διαμέτρου 5 έως 6 χιλιομέτρων στο μέσο του Ατλαντικού Ωκεανού μπορεί να δημιουργήσει Tsunami το οποίο θα κάλυπτε τα 2/3 των Ηνωμένων Πολιτειών. Αντίστοιχα η πτώση ενός τέτοιου αστεροειδούς στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ των νησιών της Χαβάης και των δυτικών ακτών της Νότιας Αμερικής θα δημιουργούσε κύμα Tsunami τέτοιου μεγέθους, το οποίο θα κάλυπτε ολοσχερώς το σύνολο όλων των παράκτιων οικισμών και αστικών κέντρων των δυτικών ακτών του Καναδά, των Ηνωμένων Πολιτειών, του Μεξικού καθώς και σχεδόν το σύνολο των νήσων της Χαβάης. (Intergovernmental of Oceanographic Commission, Unesco, 2001). Αξίζει βέβαια να επισημανθεί ότι η πτώση αστεροειδών ή μετεωριτών αποτελεί ένα ιδιαίτερα σπάνιο φαινόμενο. Οι περισσότεροι μετεωρίτες καταστρέφονται κατά την είσοδό τους στη γήινη ατμόσφαιρα. Στοιχεία και αποδείξεις πτώσης μετεωριτών έχουν εντοπισθεί στην γήινη επιφάνεια, συνδέονται αποκλειστικά με το μακρινό παρελθόν και από τη στιγμή που τα 4/5 της γης είναι καλυμμένα με νερό συμπεραίνουμε ότι η πτώση αστεροειδών έχει λάβει χώρα και στους ωκεανούς. (Intergovernmental of Oceanographic Commission, Unesco, 2001).

-Tsunamis που προκαλούνται από την υποθαλάσσια εκπομπή Ενυδατωμένου Μεθανίου (Hydrates).

Η εκπομπή μεγάλων ποσοτήτων ενυδατωμένου μεθανίου στους ωκεάνιους πυθμένες είναι ικανή να δημιουργήσει κύματα Tsunami. Αποθέματα ενυδατωμένου 30 μεθανίου εντοπίζονται στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα όλων των ωκεανών καθώς και στον πυθμένα λιμνών. Από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι τα αποθέματα ενυδατωμένου μεθανίου στον πυθμένα των ωκεανών εντοπίζονται σε μεγάλης έκτασης περιοχές. Άλλες έρευνες επίσης εντόπισαν τέτοιες περιοχές στην Αλάσκα, στον Ατλαντικό ωκεανό, πολύ κοντά στις ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών, καθώς και σε μεγάλη λίμνη της Νότιας Καλιφόρνια. Τα αποθέματα ενυδατωμένου μεθανίου αποσταθεροποιούνται και αποικοδομούνται με παράλληλη ραγδαία αύξηση της θερμοκρασίας και πτώση της πίεσης και η αποσταθεροποίηση αυτή μπορεί να οφείλεται σε μικροσεισμούς ή κίνηση των τεκτονικών πλακών, που επιφέρει την ενεργοποίηση ρηγμάτων σε περιοχές του πυθμένα όπου υπάρχουν αποθέματα ενυδατωμένου μεθανίου. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι οι πιθανότητες δημιουργίας κυμάτων Tsunami μέσω της υδροδυναμικής αποσταθεροποίησης που οφείλεται στην απελευθέρωση ενυδατωμένου μεθανίου του ιζηματογενούς πυθμένα είναι μικρές αλλά υπαρκτές. (Levin, 2005).

Κλίμακες μέτρησης τσουνάμι

Η πρώτη κλίμακα μέτρησης της ισχύος ενός Tsunami, σε αντιστοιχία με την κλίμακα μέτρησης της ισχύος ενός σεισμού, παρουσιάστηκε από τον Sieberg το 1927, αποτελείτο από έξι βαθμίδες και βασίστηκε στις μακροσκοπικές επιπτώσεις των Tsunami, όπως και στις καταστροφές που προκαλούνταν από την εκδήλωσή τους. Η προσπάθεια ποσοτικοποίησης των Tsunamis από τον Sieberg εμπλουτίστηκε και μετατράπηκε από τον Ambraseys το 1962 και οδήγησε μετέπειτα στην κλίμακα μέτρησης της έντασης των Tsunamis, την κλίμακα Sieberg-Ambraseys. Η συγκεκριμένη κλίμακα μέτρησης θεωρείται σήμερα από πολλούς ερευνητές πρόχειρη και μη στοιχειοθετημένη.

Όσον αφορά την μέτρηση της έντασης των Tsunami διαμορφώθηκε νεώτερη θεωρία από τους Imamura (1942, 1949), Iida (1956, 1970), στα πλαίσια της οποίας το μέγεθος ενός Tsunami προσδιορίζεται από τη σχέση : $m = \log_2 H_{max}$ όπου H_{max} είναι το μέγιστο ύψος Tsunami που παρατηρείται σε οποιαδήποτε παράκτια περιοχή ή μετριέται σε σταθμούς μέτρησης. Μια άλλη κλίμακα μέτρησης της έντασης των Tsunami, εισηγήθηκαν οι (Paradopoulos & Imamura, 2001), η οποία βασίστηκε στις εξής βασικές αρχές : α) ανεξαρτησία της σχέσης από οποιαδήποτε φυσική παράμετρο όπως το ύψος του κύματος, β) ευαισθησία της σχέσης που επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης ενός επαρκούς αριθμού βαθμίδων στην κλίμακα μέτρησης, με σκοπό την καλύτερη δυνατή περιγραφή ακόμα και των μικροδιαφορών όσον αφορά τις επιπτώσεις των Tsunamis και γ) μια λεπτομερής περιγραφή κάθε βαθμού μέτρησης της έντασης λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες τις επιπτώσεις των Tsunamis. Τελικά, στην μελέτη (Paradopoulos & Imamura, 2001) πρότειναν μια κλίμακα μέτρησης της έντασης των Tsunami αποτελούμενη από 12 βαθμίδες (Supratid & Shuto, 2004). Όπως προαναφέρθηκε η ταχύτητα διάδοσης ενός Tsunami εξαρτάται άμεσα από το βάθος του ωκεάνιου πυθμένα. Η έως τώρα έρευνα και εμπειρία έχει δείξει ότι τα Tsunamis που εισβάλλουν σε ανοικτούς κόλπους με αντίστοιχα μεγάλη είσοδο, χαρακτηρίζονται από μεγάλα ύψη κύματος, ενώ αντίθετα μειώνεται το ύψος τους όταν εισβάλλουν σε θαλάσσιους κόλπους που χαρακτηρίζονται από στενές εισόδους και των οποίων η επιφάνεια αυξάνεται σταδιακά από την είσοδο του κόλπου έως τη κορυφή. Καθώς ένα κύμα τσουνάμι φθάνει σε περιοχές ρηχών υδάτων Σε πολλές περιπτώσεις αξιοσημείωτος είναι ο προστατευτικός ρόλος των κοραλλιογενών σχηματισμών. Οι ακτές που περιβάλλονται από τέτοιους σχηματισμούς πλήττονται λιγότερο από ένα ενδεχόμενο χτύπημα Tsunami, λόγω της σημαντικής απώλειας ενέργειας που οφείλεται ακριβώς στην ύπαρξη αυτών των σχηματισμών που αποτελούν φυσικά εμπόδια και αναχαιτίζουν τα κύματα Tsunami. (<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/tsuintro.html>, 22/2/12)

Επικινδυνότητα-τρωτότητα ως προς το τσουνάμι

Η επικινδυνότητα των Tsunami εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος του κύματος, δηλαδή από το ποσό ενέργειας που μεταφέρει. Αυτό με τη σειρά του, εξαρτάται από την ενέργεια της πηγής που προκάλεσε το Tsunami. Ένα άλλο μέτρο μεγέθους του κύματος είναι το ύψος του σε συγκεκριμένη παράκτια τοποθεσία. Το ύψος του εξαρτάται από την απόσταση από την σεισμική ή άλλη πηγή, από τη βυθομετρία και την παράκτια γεωμορφολογία της περιοχής καθώς και το αζιμούθιο της περιοχής, δηλαδή από τη διεύθυνση της περιοχής σε σχέση με την πηγή. Το καταστροφικό αποτέλεσμα ενός Tsunami σε συγκεκριμένη παράκτια τοποθεσία εξαρτάται από το ύψος του κύματος, την παράκτια γεωμορφολογία που ευνοεί ή εμποδίζει την αναρρίχηση και προσπέλαση του κύματος στα ενδότερα, καθώς και τα χαρακτηριστικά του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, όπως η ποιότητα των τεχνικών κατασκευών, η πληθυσμιακή πυκνότητα, η κατάσταση του οδικού δικτύου και των υπολοίπων υποδομών. Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζει η ενημέρωση των κατοίκων στους ορθούς τρόπους συμπεριφοράς, η ύπαρξη ή η απουσία ενόργανων συστημάτων προειδοποίησης και ο βαθμός ετοιμότητας των τοπικών αρχών. (Paradopoulos, 2005) (Benson C. and Clay E., 2004)

Κίνδυνος για τσουνάμι (h) σε μια συγκεκριμένη περιοχή είναι ένα βάσιμο ενδεχόμενο (απειλή) που αναφέρεται στην εμφάνιση θαλάσσιου κύματος βαρύτητας στο χρόνο και το χώρο (Φυσικές Διεργασίες κίνδυνοι και καταστροφές-ΜΠΣ Χαροκόπειο 2010). Τρωτότητα οφειλόμενη σε

τσουνάμι (Vu) είναι ο βαθμός αντίστασης του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος σε ένα δοθέντα κίνδυνο για τσουνάμι (H).Επικινδυνότητα του τσουνάμι (R) είναι ο συνδυασμός (γινόμενο)του κινδύνου (H), της τρωτότητας (Vu) και του βαθμού έκθεσης στον κίνδυνο (Va): $R=H*Vu*Va$

Γεωγραφική Κατανομή των Τσουνάμι

Παγκόσμια Εμφάνιση

Οι μεγαλύτεροι σεισμοί που έπληξαν περιοχές σε ολόκληρο τον κόσμο αρκετοί από τους οποίους είχαν σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση καταστροφικών κυμάτων τσουνάμι, από τις αρχές του 20ού αιώνα, με χρονολογική σειρά είναι οι ακόλουθοι:(<http://www.tsunami-alarm-system.com>, 12/1/2012):

Ιανουάριος 1906, Ισημερινός, Κολομβία: Σεισμός μεγέθους 8,8 Ρίχτερ ανοικτά των ακτών της Κολομβίας και του Ισημερινού προκαλεί τσουνάμι με αποτέλεσμα 1.000 άνθρωποι να χάσουν τη ζωή τους.

Νοέμβριος 1952, Σοβιετική Ένωση: Σεισμός μεγέθους 9 Ρίχτερ στη χερσόνησο Καμτσάτκα, που προκαλεί καταστροφικό τσουνάμι το οποίο έγινε αισθητό μέχρι τη Χιλή και το Περού: τουλάχιστον 2.300 νεκροί.

Μάρτιος 1957, Αλάσκα: Σεισμική δόνηση μεγέθους 8,6 Ρίχτερ πλήττει τα νησιά Αντρεάνοφ και προκαλεί μεγάλα θαλάσσια κύματα βαρύτητας. Δεν υπήρξαν ανθρώπινες απώλειες.

Μάιος 1960, Χιλή: Σεισμός μεγέθους 9,5 Ρίχτερ και μετά καταστροφικό τσουνάμι σε αρκετές χώρες που βρέχονται από τον Ειρηνικό Ωκεανό, προκαλεί το θάνατο 5.700 ανθρώπων στη Χιλή, 61 στη Χαβάη και 130 στην Ιαπωνία.

Μάρτιος 1964, Αλάσκα: Σεισμός 9,2 Ρίχτερ κοντά στον πορθμό Πρινς Γουίλιαμ και μετά τσουνάμι προκάλεσαν το θάνατο εκατό ανθρώπων.

Φεβρουάριος 1965, Αλάσκα: Σεισμός μεγέθους 8,7 Ρίχτερ και μετά τσουνάμι πλήττει τις Αλεούτιες Νήσους χωρίς να υπάρξουν ανθρώπινες απώλειες.

Δεκέμβριος 2004, Σουμάτρα, Ινδονησία: - Σεισμός 9,1 Ρίχτερ ανοικτά του νησιού Σουμάτρα προκαλεί στις 26 Δεκεμβρίου τσουνάμι που ισοπεδώνει περιοχές σε δέκα γειτονικές χώρες, με περίπου 228.000 νεκρούς και σχεδόν 42.000 αγνοούμενους.

Δεκέμβριο 2004, Νοτιοανατολική Ασία: Υποθαλάσσιος σεισμός ανοικτά της Σουμάτρας μεγέθους 9,3 Ρίχτερ -ο ισχυρότερος των τελευταίων 40 ετών -προκάλεσε τσουνάμι που έπληξε τις ακτές της νοτιοανατολικής Ασίας με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους περισσότεροι από 220.000 άνθρωποι. Στην επαρχία Ατσεχ, όπου το ύψος του νερού ξεπέρασε τα τριάντα μέτρα, περίπου 168.000 άνθρωποι σκοτώθηκαν. Το παλιρροϊκό κύμα έπληξε επίσης τις Μαλδίβες και τη Σομαλία.

Ιούλιο 2006, Ινδονησία: Υποθαλάσσιος σεισμός μεγέθους 7,7 Ρίχτερ προκάλεσε τσουνάμι στις νότιες ακτές της Ιάβας με αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους 654 άνθρωποι.

Απρίλιο 2007, Νησιά Σολομώντα: 52 νεκροί είναι ο απολογισμός τσουνάμι που έπληξε τις δυτικές ακτές των νησιών στο νότιο Ειρηνικό. Δεκατρία παραλιακά χωριά ισοπεδώθηκαν από τα κύματα που προκάλεσε σεισμός 8 βαθμών.

Σεπτέμβριο 2009, Σαμόα: Περισσότεροι από 190 άνθρωποι σκοτώθηκαν στα νησιά Σαμόα, Τόνγκα και Αμερικανικές Σαμόα από το τσουνάμι που προκάλεσε σεισμός 8 βαθμών.

Φεβρουάριο 2010, Χιλή: Σεισμός που ακολούθησε τσουνάμι έπληξε την νότιο-κεντρική Χιλή και ειδικά την παραλιακή ζώνη του Μάουλε, με αποτέλεσμα να υπάρχουν 555 νεκροί και αγνοούμενοι.

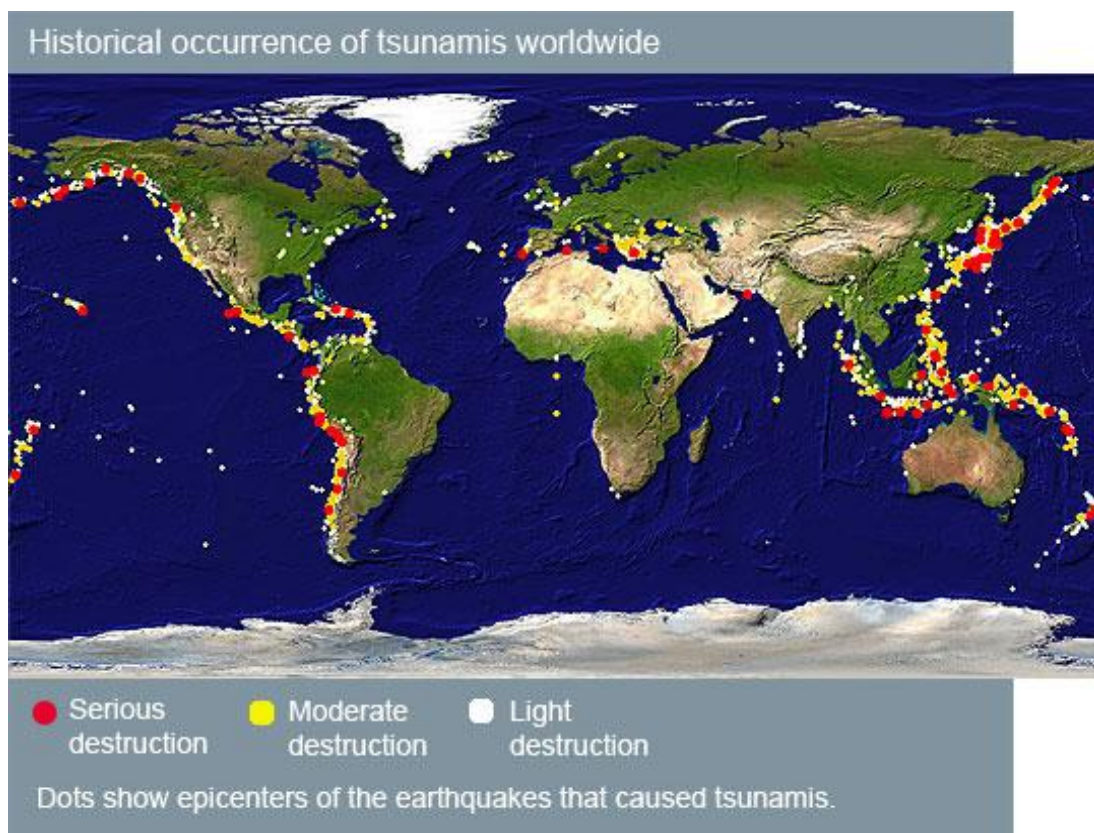
Οκτώβριο 2010, Ινδονησία: Περισσότεροι από 400 νεκροί από το τσουνάμι που προκάλεσε σεισμός 7,7 βαθμών στο αρχιπέλαγος Μεντάουι, ανοικτά της Σουμάτρας.

Φεβρουάριο 2010 - Χιλή: Σεισμός μεγέθους 8,8 και τσουνάμι πλήττουν το νότιο-κεντρικό τμήμα της χώρας, με 524 νεκρούς και 24 αγνοούμενους.

Απρίλιο 2010 - Κίνα: Σεισμική δόνηση μεγέθους 6,9 Ρίχτερ πλήττει τη βορειοδυτική επαρχία Τσινγκάι με 2.187 νεκρούς και 80 αγνοούμενους.

Μάρτιο 2011 – Ιαπωνία: Σεισμός μεγέθους 9,0 βαθμών της κλίμακας Ρίχτερ σιμώθηκε στη βορει-ανατολική Ιαπωνία. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν 130 χιλιόμετρα (81 μίλια) ανατολικά του Σεντάι, στο Νησί Χονσού της Ιαπωνίας. Ο σεισμός συνέβη στις 14:46:23 τοπική ώρα (05:46 UTC) και είχε διάρκεια - ρεκόρ 5 λεπτά. Ο σεισμός προκάλεσε τσουνάμι σε πολλές περιοχές της χώρας. Το τσουνάμι ξεκίνησε να διαδίδεται στον Ειρηνικό ωκεανό προς όλες τις κατευθύνσεις, αμέσως μετά τον σεισμό. (<http://www.tsunami-alarm-system.com>, 12/1/2012)

Χάρτης 3 Ιστορική Χωρική Κατανομή Τσουνάμι

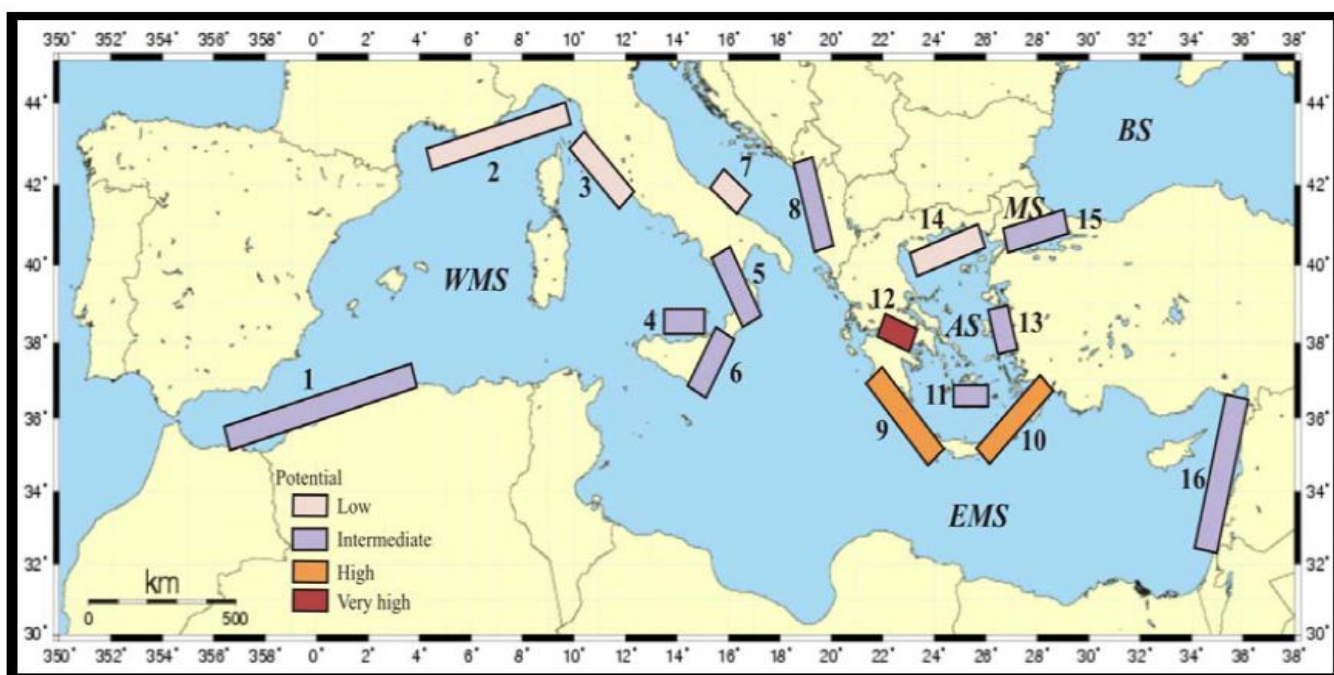


Πηγή: <http://www.tsunami-alarm-system.com>, 12/1/2012

Τα Tsunamis στη Μεσόγειο Θάλασσα

Παρά το γεγονός ότι φαινόμενα τσουναμι παρατηρούνται συνήθως σε μεγάλες ωκεάνιες λεκάνες μετά από έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι τέτοιου είδους καταστροφές έχουν κάνει την εμφάνισή τους και σε μικρότερες λεκάνες όπως αυτή της μεσογείου. Από τον καταγεγραμμένο μεγάλο αριθμό των σεισμικών καταγραφών δεδομένων, είναι ευρέως γνωστό ότι ολόκληρη μεσόγειος έχει πληγεί από πολυάριθμες σοβαρές επιπτώσεις τσουναμι από την αρχαιότητα. Οι εμφανίσεις Tsunami υφίστανται στη Μεσόγειο θάλασσα από τη γένεση του πολιτισμού, όμως η συστηματική έρευνα ξεκίνησε περίπου το 1960 με αφορμή το καταστροφικό Tsunami που έλαβε χώρα στο Αιγαίο Πέλαγος το 1956. Όσον αφορά λοιπόν τη Μεσόγειο θάλασσα είναι γνωστές οι περιπτώσεις τριακοσίων Tsunamis. Τα γεγονότα αυτά κατέστρεψαν πληθώρα παράκτιων οικισμών και υποδομών και προκάλεσαν χιλιάδες θανάτους (Antonopoulos, 1980, Papadopoulos 2000).

Χάρτης 4 Διάκριση των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου ανάλογα με την προοπτική εμφάνισης Tsunami (Papadopoulos 2000)



Πηγή: <http://www.tsunami-alarm-system.com>, 12/1/2012

Στη Μεσόγειο εντοπίζονται 18 ζώνες γένεσης και εκδήλωσης Tsunami οι οποίες είναι το Αιγαίο Πέλαγος, το Ελληνικό Νησιωτικό Τόξο, οι ακτές της Ανατολικής Ελλάδας, οι ακτές της βόρειας Ελλάδας που βρέχονται από το Αιγαίο Πέλαγος, οι ακτές της Δυτικής Ελλάδας, η θαλάσσια περιοχή του Μαρμαρά, του Βοσπόρου και των Δαρδανελίων, η Κύπρος, οι ακτές της Αλβανίας, οι ακτές της Δαλματίας και της Γιουγκοσλαβίας, οι ανατολικές ακτές της Ιταλίας προς την Αδριατική Θάλασσα και το Ιόνιο Πέλαγος, τα δυτικά παράλια της Ιταλίας που βρέχονται από το Τυρρηνικό Πέλαγος, η θαλάσσια περιοχή της Λιγουρίας, η Μεσογειακή ακτή Παλαιστίνης, Συρίας και Λιβάνου, οι ακτές της Μικράς Ασίας, ο κόλπος της Βενετίας, η περιοχή της Καλαβρίας, η Σικελία, οι ακτές της Ισπανίας καθώς και οι ακτές της βορείου Αφρικής. Το 75% των Tsunami που εκδηλώνονται στη Μεσόγειο προκαλούνται από σεισμούς, το 2% προκαλούνται από ηφαιστειακές εκρήξεις, το 2% από κατολισθήσεις και υπάρχει και ένα ποσοστό της τάξης του 21% που έχει άγνωστη προέλευση. (Soloviev, 1989).

Ιστορική αναδρομή

Υπάρχει μια σειρά από καταγεγραμμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα που επιβεβαιώνουν την ύπαρξη κυμάτων βαρύτητας σε ολόκληρη τη λεκάνη της μεσογείου , μέσα στο χρόνο. Ακολουθούν ορισμένα τέτοια περιστατικά :

Στην περιοχή της Ιταλίας και συγκεκριμένα στον κόλπο της Βενετίας, έχουν καταγραφεί εκδηλώσεις κυμάτων ισχυρών Tsunami που εντοπίζονται στη χρονική περίοδο από τον 6ο έως τον 16ο αιώνα. Κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Ιταλίας, τα Tsunamis που εκδηλώθηκαν ήταν μεσαίου μεγέθους και ισχύος. Το νησιωτικό τόξο της Καλαβρίας αποτελεί μια από τις κύριες ζώνες γένεσης Tsunami στη Μεσόγειο Θάλασσα Τα Tsunamis εκδηλώνονται στη συγκεκριμένη περιοχή με μεγάλη συχνότητα και έχουν χαρακτηριστεί ως ιδιαιτέρως καταστροφικά. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί το πασίγνωστο Tsunami της Messina (1908) που οφειλόταν σε σεισμική δόνηση.

Στη Δυτική Ιταλία οι εκδηλώσεις κυμάτων Tsunami συνδέονται κυρίως με την ακτή της Νάπολης, με πιο χαρακτηριστική περίπτωση ιστορικά, το κύμα εκδήλωση Tsunami που ακολούθησε την έκρηξη του ηφαιστείου του Βεζούβιου. Τέλος, στην θαλάσσια περιοχή της Λιγουρίας, τα Tsunamis που εκδηλώθηκαν οφειλόταν σε σεισμούς , με πιο χαρακτηριστικό συμβάν του 1887.

Χαρακτηριστικές επίσης είναι οι περιπτώσεις Tsunami που έχουν προκληθεί στις ακτές της Μικράς Ασίας, με την πλειοψηφία τέτοιων περιστατικών να συγκεντρώνονται χρονικά μετά τον τέταρτο αιώνα. Η πιο σημαντική εμφάνιση αντίστοιχου φαινομένου εντοπίζεται στην θάλασσα του Μαρμαρά . (Antonopoulos, 1980)

Όσον αφορά τις ακτές της Ισπανίας και της Αφρικής στο παρελθόν έχουν παρατηρηθεί αποσπασματικά φαινόμενα δημιουργίας και εκδήλωσης Tsunami. Αντίστοιχα φαινόμενα έχουν παρατηρηθεί και στην Κύπρο, όπου η ζώνη γένεσης και εκδήλωσης τέτοιων κυμάτων εκτείνεται βορειοανατολικά με κατεύθυνση τον κόλπο του Iskenderun. (Soloviev, 1989)

Tsunamis στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

Ιστορική Αναδρομή

Στον ελλαδικό χώρο έχουν κατά καιρούς εκδηλωθεί αρκετά τσουνάμι. Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται ορισμένα από αυτά .

Ένας σεισμός που έλαβε χώρα στην Κρήτη το 365 μΧ. και οδήγησε στην καταστροφή της Κνωσού και άλλων αρχαίων οικισμών δημιούργησε κύμα Tsunami το οποίο έπληξε την Κρήτη, τη νοτιοδυτική ακτή της Πελοποννήσου, τον κόλπο της Βενετίας, το νησί της Σικελίας, τη Λιβύη, την Αλεξάνδρεια καθώς και τις ακτές της Ασίας. Κατά το έτος 1303 μ.Χ. και μετά από καταστροφικό σεισμό που έπληξε την Ανατολική Μεσόγειο, εντός των ορίων του Ελληνικού Νησιωτικού Τόξου και οδήγησε στην καταστροφή της Ρόδου, της Κρήτης, της νότιας Πελοποννήσου και της Μικράς Ασίας, δημιουργήθηκε μεγάλο κύμα Tsunami που προκάλεσε καταστροφές στις ακτές της Κρήτης, της Μικράς Ασίας και έφτασε έως το νησί της Ρόδου, την Πελοπόννησο και την Αδριατική Θάλασσα. Στο Αιγαίο Πέλαγος τα Tsunamis που δημιουργήθηκαν οφείλονται όχι τόσο σε σεισμικά φαινόμενα, αλλά σε ηφαιστειακές εκρήξεις. Σύμφωνα με ιστορικές πηγές, η γιγαντιαία έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης στο νησί της Θήρας, συνοδεύτηκε από ένα κολοσσιαίων διαστάσεων Tsunami και πιθανώς να συντέλεσε στην παρακμή του Μινωικού Πολιτισμού κατά την

εποχή του Χαλκού. Στο Αιγαίο Πέλαγος εκδηλώθηκε επίσης ένα από τα δυο πιο έντονα Tsunamis της Μεσογείου Θάλασσας κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. (Soloviev,1989) Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των Tsunami που δημιουργήθηκαν στις 30 Σεπτεμβρίου 1650 στη Θήρα και στις 9 Ιουλίου 1956 στην Αμοργό. Στην περίπτωση της Θήρας, το Tsunami οφειλόταν σε ξαφνική υποθαλάσσια ηφαιστειακή έκρηξη που έλαβε χώρα στο ηφαιστειακό τόξο της Σαντορίνης, ενώ στην περίπτωση της Αμοργού το Tsunami που εκδηλώθηκε οφειλόταν σε μεγάλο σεισμό έντασης 7,5 της κλίμακας Ρίχτερ. Το ύψος του συγκεκριμένου Tsunami στην περιοχή που εκδηλώθηκε, έφτασε τα 20 μέτρα. Στις ακτές της Κρήτης το κύμα έφτασε σε ύψος 2 μέτρων και προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές στις παράκτιες περιοχές, καταστρέφοντας μεγάλο μέρος των παραθαλάσσιων υποδομών. (Paradourou & Dermentzopoulos,1998) (Soloviev, 2000)

Στις ακτές λοιπόν της Ελλάδας, αλλά και της ευρύτερης περιοχής έχει παρατηρηθεί ένας αξιοσημείωτος αριθμός από Tsunamis μέσα σε μια χρονική περίοδο που εκτείνεται από την αρχαιότητα έως το πρόσφατο παρελθόν, πολλά εκ των οποίων ή αν και ιδιαίτερα καταστροφικά. Η πλειοψηφία αυτών των Tsunamis έχει δημιουργηθεί από σεισμούς έντασης της κλίμακας Ρίχτερ που κυμαίνεται από 5,2 έως 8,3. Η συντριπτική πλειοψηφία αυτών των σεισμών έχουν μεγέθη από 6,5 έως 7,1 της κλίμακας Ρίχτερ, με πιο συνηθισμένο μέγεθος αυτό των 7 Ρίχτερ. Οι περισσότεροι από αυτούς τους σεισμούς που προκάλεσαν Tsunamis είχαν ως επίκεντρο μικρό εστιακό βάθος που έφτανε μέχρι 70 χιλιόμετρα. Μικρός αριθμός από Tsunamis είχε ηφαιστειακή προέλευση (Ηφαιστειο Σαντορίνης), και μόνο ένα Tsunami αναφέρεται ότι δημιουργήθηκε από εδαφική κατολίσθηση, η οποία όμως δεν συνοδεύτηκε από σεισμική δραστηριότητα. Είναι προφανές ότι η βασική αιτία δημιουργίας Tsunami στον ελληνικό χώρο είναι η σεισμική δραστηριότητα, που είτε προκαλεί μετατόπιση του πυθμένα μήκος του ρήγματος που ενεργοποιείται από σεισμό, είτε πυροδοτεί υποθαλάσσια κατολίσθηση. (Paradourou, 2003). Πολλοί μελετητές συμφωνούν ότι τα επίκεντρα αυτών των σεισμών που πραγματοποιούνται σε μικρά βάθη, στην Ελλάδα και την ευρύτερη περιοχή, διαμορφώνονται σε δυο κύριες σεισμικές ζώνες. Η πρώτη, η εξωτερική σεισμική ζώνη έχει σχήμα τοξοειδές, επεκτείνεται παράλληλα προς το Ελληνικό τόξο, έχει ως αφετηρία την Αλβανία, περικλείει Δυτική Ελλάδα, Κρήτη και Δωδεκάνησα και καταλήγει στη Νοτιοδυτική Τουρκία. Η δεύτερη ζώνη που αποκαλείται εσωτερική, καλύπτει όλη την υπόλοιπη περιοχή και διακρίνεται σε άλλες σεισμικές υποζώνες. (Soloviev, 1989)

Χάρτης 5 Επίκεντρα σεισμών που οδήγησαν σε εκδήλωση Tsunami στο Ελληνικό Νησιωτικό Τόξο, το Ιόνιο Πέλαγος, τη Δυτική Ελλάδα, το Αιγαίο Πέλαγος και τον Κορινθιακό Κόλπο. (Soloviev, 1989)



Μελετώντας την χωρική κατανομή των σεισμικών επικέντρων που οδήγησαν στην γένεση Tsunami, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία αυτών των επικέντρων εντοπίζεται σε θαλάσσιες ή παράκτιες περιοχές. Αξίζει να επισημανθεί ότι μέχρι το 1981, από το σύνολο όλων των μεγάλων σεισμικών γεγονότων, άνω του 6,5 της κλίμακας Ρίχτερ, ένας στους τέσσερις οδήγησε στην δημιουργία κύματος Tsunami. Από μελέτη και έρευνα των ιστορικών δεδομένων, προκύπτει ότι ένα στα δεκαπέντε Tsunamis που εκδηλώθηκαν έως το 1981 απέβησαν ιδιαίτερος καταστροφικά. Με βάση αυτό ακριβώς το κριτήριο εντοπίστηκαν ως περιοχές μεγάλης επικινδυνότητας οι ακτές της Αλβανίας, το Ιόνιο Πέλαγος, η Νότια Πελοπόννησος, η Βόρεια Κρήτη, τα νοτιοδυτικά παράλια της Τουρκίας, τα Δωδεκάνησα, το Ανατολικό Αιγαίο, ο βόρειος Ευβοϊκός κόλπος, ο Μαλιακός, ο Παγασητικός, ο Πατραϊκός, ο Κορινθιακός, το στενό των Δαρδανελλίων και η θάλασσα του Μαρμαρά. (Paradopoulos & Chalkis, 1983).

Τσουνάμι στον ελλαδικό χώρο

Η Ελλάδα όπως αναφέρθηκε έχει από καιρό πληγεί από τσουνάμι και περισσότερα από 160 περιστατικά έχουν καταγραφεί κατά τα τελευταία 3500 χρόνια. Εξαιτίας της αλλαγής στο ύψος και την πυκνότητα της κατοχής και χρήσης της παράκτιας ζώνης έχει πρόσφατα διατυπωθεί ότι οι πιθανότητες εκδήλωσης των αρνητικών επιπτώσεων ενός τέτοιου καταστροφικού γεγονότος έχουν αυξηθεί κατά πολύ. Επομένως κρίνεται επιτακτική η ανάγκη να καθοριστεί σε ποιο επίπεδο επιλεγμένα τμήματα της παράκτιας ελληνικής ζώνης βρίσκονται σε κίνδυνο και είναι ευάλωτα σε πλημμύρες από τσουνάμι και στις επιπτώσεις τους. Η έρευνα για την προ ιστορική εμφάνιση γεγονότων τσουνάμι μπορεί να θεωρηθεί ως ο πλέον κατάλληλος τρόπος για την μέτρηση και αξιολόγηση του κινδύνου εκδήλωσης τσουνάμι.

Πρέπει αρχικά να διερευνηθεί η πιθανότητα ότι ένα τσουνάμι ενός συγκεκριμένου μέγεθος ενδέχεται να συμβεί μέσα σε μια δεδομένη χρονική περίοδο του χρόνου. Κατά τα τελευταία σαράντα χρόνια περίπου, αρκετοί ερευνητές έχουν συλλέξει μεγάλο αριθμό δεδομένων και έχουν δημοσιεύσει καταλόγους για την ανατολική Μεσόγειο και Ελληνικό χώρο (π.χ. Αντωνόπουλος, 1980, Παπαδόπουλος, 1998, Soloviev et al., 2000). Κατά την ίδια περίοδο πολύ λεπτομερείς καταλόγους των σεισμών, οι οποίοι περιέχουν αναφορές σε συνυφασμένα γεγονότα τσουνάμι, συντάχθηκαν και δημοσιεύθηκαν (Parazachos, B. C. and Parazachou C., 1997)

Από τους ιστορικούς καταλόγους, παρατηρείται ότι οι ελληνικές ακτές έχουν επανειλημμένα πληγεί από μεγάλα σεισμικά φαινόμενα και από γεγονότα τσουνάμι τα οποία συνδέονται άμεσα με αυτούς. Το σεισμικά ενεργό ελληνικό τόξο όπως έχει ήδη αναφερθεί, όπου η αφρικάνική λιθοσφαιρική πλάκα τοποθετείται κάτω από την μικρόπλακα του Αιγαίου, θεωρείται ως μια από τις πιο χαρακτηριστικές τσουνάμο-γενείς περιοχές στην ευρύτερη περιοχή. (Tefatos A. Et al, 2005)

Από αυτούς τους καταλόγους κατέστη δυνατόν να υπολογιστεί η πιθανότητα (περίοδοι επαναφοράς) για διαφορετικού μεγέθους τσουνάμι. Από την ανάλυση των συνολικών δεδομένων αυτών, οι (Parazachos, B. C. and Parazachou C., 1997) και (Dominey & Howes, 2002) αναφέρουν ότι το τσουνάμι στην Ελλάδα και στην ευρύτερη περιοχή με μέγιστη ένταση ή (Κο) (στο Ambraseys-Sieberg) έξι βαθμού κλίμακα έντασης (Ambraseys, 1962) από III ή μεγαλύτερο, συμβαίνουν κατά μέσο όρο, κάθε 4 χρόνια. Η περίοδος επαναφοράς των τσουνάμι με ένταση IV ή μεγαλύτερη είναι 26 χρόνια, ενώ τα τσουνάμι με V ένταση ή μεγαλύτερο συμβαίνουν σε κατά μέσο όρο, κάθε 170 χρόνια. Τσουνάμι με ένταση VI ή μεγαλύτερη, έχουν μέση περίοδο

επαναφοράς 1100 χρόνια. Εφάμιλλης σημασίας είναι η εκτίμηση του πιθανού ύψους κύματος για τα τσουνάμι της έντασης III, IV, V και VI. Soloniev (1978) .

Πίνακας 7 Ύψος κύματος, σύμφωνα με Soloniev (1978) και σύμφωνα με την Ελληνικά αρχεία για κάθε βαθμό έντασης τσουνάμι και τον αριθμό των εκδηλώσεων ανά τάξη Ko.

Κατηγορία κύματος	Μέσο Ύψος κύματος(m)	Ύψος κύματος για την Ελλάδα (m)	Περίοδος εμφάνισης (χρόνια)	Συχνότητα εμφάνισης μέσα στα χρόνια
III	+2m	1.6m	4	55
IV	+4m	4.8m	26	25
V	+8m	11.5m	170	10
VI	+16m	20m	1100	2

Δεδομένου ότι οι υπολογισμοί αυτοί είναι από δεδομένα περισσότερο από είκοσι χρόνια παλιά και αφορούν τα τσουνάμι από όλο τον κόσμο, η μέση $H(m)_{max}$ για όλα τα τσουνάμι ((Ko) III έως VI) από τον ελληνικό χώρο υπολογίζεται από τα δεδομένα του Παπαδόπουλου (1998) η οποία είναι το πιο ολοκληρωμένο σύνολο δεδομένων με 159 καταγραφές. Υπολογίζεται ότι η $H(m)_{max}$ για την ένταση ((Ko)) III είναι 1,6 m, για (Ko) IV είναι 4,8 m, για (Ko) V είναι 11,5 m και για (Ko) VI είναι 20 μ. Όπως μπορεί να φαίνεται στον Πίνακα οι τιμές για (Ko) III και IV είναι σε γενικές γραμμές παρόμοιες με αυτές των Soloniev (1978), αλλά είναι κάπως μεγαλύτερες για (Ko) V και VI. Αυτό οφείλεται: (1) σε ένα μικρότερο σύνολο δεδομένων για στον ελληνικό χώρο μόνο και (2) η παρουσία των δύο πολύ μεγάλων τσουνάμι στο εγγύς πρόσφατη περίοδο που οδηγούν σε πιθανή στρέβλωση των δεδομένων. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται παραπάνω είναι σημαντικά δεδομένου ότι προτείνουν ότι το τσουνάμι με μέγιστο ύψος κύματος 5 m έχουν περίοδο εμφάνισης μόλις 26 έτη. Δεδομένου ότι οι παράκτιες περιοχές στην Ελλάδα έχουν βιώσει σημαντική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 χρόνων στα οποία δεν έχουν παρουσιαστεί εκδηλώσεις του φαινομένου, η πιθανότητα για τη εκδήλωσή τους και των ζημιών που θα προκάλεσαν είναι πολύ υψηλή. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι το τελευταίο μεγάλο τσουνάμι (Ko) VI συνέβη στις 21 Ιουλίου το 365 μ. (1.637 χρόνια πριν) το οποίο συνδέεται με ένα μεγάλο σεισμό καταβύθισης κάτω από την εξωτερική πλευρά του Ελληνικού Τόξου. Ως εκ τούτου, ένα σοβαρό γεγονός τσουνάμι από τεκτονικά αίτια δεν έχει εμφανιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και είναι πολύ πιθανό να συμβεί (Parathoma M., Dominey-Howes D., 2003)

Παλαιότερες αντίστοιχες μελέτες

Στον ελληνικό χώρο, στο παρελθόν πραγματοποιήθηκαν αντίστοιχες με την παρούσα, μελέτες επικινδυνότητας από εκδήλωση κύματος Tsunami, με πιο σημαντική αυτή που αφορούσε την περιοχή του Ηρακλείου στην Κρήτη (H.J.Bruins et al., 2008). Στα πλαίσια αυτής της μελέτης διατυπώθηκε σενάριο εκδήλωσης Tsunami σε μια παράκτια περιοχή στα δυτικά της πόλης του Ηρακλείου, συνολικού μήκους 6 χιλιομέτρων. Το υποθετικό αυτό σενάριο βασίστηκε σε ιστορικά δεδομένα και πηγές και η μαθηματική προσομοίωση και επεξεργασία βασίστηκε στο μεγάλης έντασης Tsunami που εκδηλώθηκε στην Αμοργό κατά το 1956. ((Ko)utitas - Papadopoulos, 1998).

Το μέγιστο ύψος του Tsunami προσδιορίστηκε σε 6 μέτρα, ενώ το πλάτος της οριζόντιας παράκτιας διείσδυσης καθορίστηκε στα 500 μέτρα. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κινήθηκε σε 3 επίπεδα :

α) Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων που σχετίζονται με τον Φυσικό Σχεδιασμό.

β) Ημι-ποσοτική περιγραφή της επίδρασης ενός χαρακτηριστικού μεγέθους Tsunami

γ) Διαμόρφωση διαφορετικών προσεγγίσεων για την πρόληψη και αντιμετώπιση του φαινομένου.

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης επικινδυνότητας παρουσιάστηκαν τα χαρακτηριστικά και τα στοιχεία του φυσικού σχεδιασμού της περιοχής, αποτυπώθηκε το γεωγραφικό υπόβαθρο της περιοχής μελέτης, προσδιορίστηκαν οι φυσικοί παράμετροι και η υπάρχουσα κατάσταση της περιοχής μελέτης, οι χαρακτηριστικές επιπτώσεις του Tsunami στην παράκτια ενδοχώρα και τέλος διατυπώθηκε η πρόβλεψη και η προοπτική για τις ενδεχόμενες επιπτώσεις μιας τέτοιας καταστροφής. Παράλληλα διατυπώθηκαν προτάσεις για την λήψη συγκεκριμένων μέτρων όπου αυτό κρινόταν αναγκαίο. (H.J.Bruins et al., 2008).

Αντίστοιχη μελέτη επικινδυνότητας πραγματοποιήθηκε και στις ακτές της Θεσσαλονίκης. Η μελέτη αυτή αποτέλεσε τμήμα μιας γενικότερης προσπάθειας προσδιορισμού μορφολογικών στοιχείων που σχετίζονται με εμφάνιση παλαιότερων Tsunamis, στις ακτές της Ελλάδας και δημιουργίας θεματικών χαρτών όπου αποτυπώνονται οι παράκτιες ζώνες υψηλής επικινδυνότητας. Εντοπίστηκαν και παρουσιάστηκαν οι περιοχές της χώρας όπου βρίσκονται σε ύψος κάτω των 20 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας και αποτελούν ζώνες υψηλής επικινδυνότητας για έκθεση σε καταστροφικό Tsunami. Τα στοιχεία παρήχθησαν από δορυφορικές εικόνες (Landsat Etm, Digital Elevation Model, Shuttle Radar Topography Mission) και μέσω ψηφιακών μεθόδων επεξεργασίας και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) παρουσιάστηκαν χάρτες με λεπτομερή περιγραφή και ανάλυση μορφολογικών, τοπογραφικών, γεωλογικών και σεισμολογικών δεδομένων παράκτιων περιοχών που μπορεί να πληγούν από καταστροφικά Tsunamis. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης και πιο συγκεκριμένα στο μέρος της που αφορά τις ακτές της Θεσσαλονίκης, μέσω χαρτών που παρήχθησαν από επεξεργασία και ανάλυση δορυφορικών εικόνων, εντοπίζονται μέσω των ισοϋψών καμπύλων οι παράκτιες περιοχές που επεκτείνονται σε χαμηλότερα ύψη και επομένως βρίσκονται εντός της ζώνης υψηλής επικινδυνότητας, καθώς και λίμνες και ποτάμια που η ύπαρξή τους και μόνο συνεισφέρει θετικά στην εκδήλωση κύματος Tsunami. (Willige, 2006).

Τα τσουνάμι στην Περιοχή Μελέτης (Νομός Ηλείας)

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής γίνεται αναφορά στα στοιχεία εκείνα που αποδεικνύουν την ύπαρξη τσουνάμι στην περιοχή της Φείας στη δυτική Πελοπόννησο, ένα από τα λιμάνια που βρίσκονταν κοντά στην αρχαία Ολυμπία, σύμφωνα με τα αποτελέσματα γεω-αρχαιολογικών ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή. Σύμφωνα με γεωαρχαιολογικές και γεωχημικές αναλύσεις αποκαλύπτεται ότι υλικά τα οποία πιθανότατα έχουν μεταφερθεί από κύματα βαρύτητας, βρίσκονται σε αρκετά μεγάλη απόσταση από την ακτογραμμή. Από τα ευρήματα αυτά και από την τοποθέτησή τους στο χώρο, φαίνεται ότι η διοχέτευση των υδάτινων μαζών στο στενό πέρασμα του Κατάκολου και στις παρακείμενες πεδιάδες οφείλεται σε κύματα ύψους 18-20 μέτρα πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. (Vott, 2007)

Με μεθόδους ραδιοχρονολόγησης και την αρχαιολογική εκτίμηση της ηλικίας των αποθέσεων

των τσουνامي και των κεραμικών θραυσμάτων ,τοποθετήθηκε η εμφάνιση τριών διακριτών γεγονότων τσουνامي. Η πρώτη περίοδος αναφέρεται στον 5ο αιώνα πχ, στο χρονικό διάστημα του 4300+- 200 πχ, Η δεύτερη στη βυζαντινή μεταβυζαντινή περίοδο, και η τελευταία στην οποία οφείλεται και η ολοκληρωτική καταστροφή του λιμανιού της Φείας, προσδιορίζεται πιθανώς τον 6ο αιώνα μ Χ. (G-A. Tselentis, 2010)

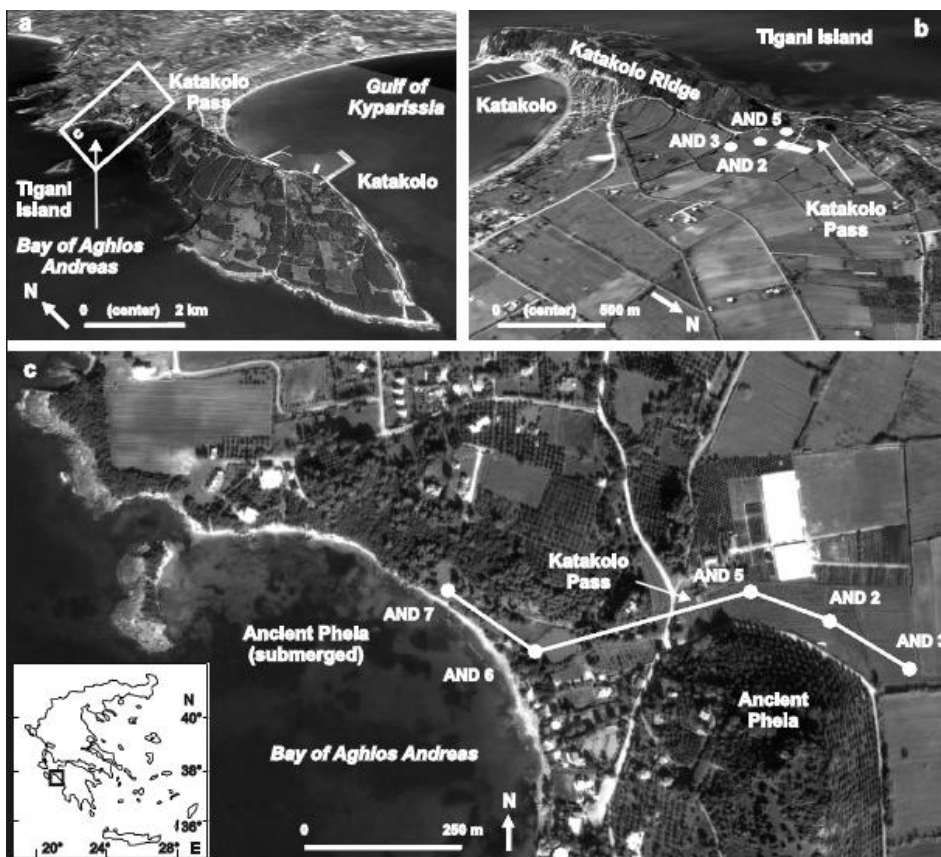
Στη συγκεκριμένη μελέτη (Vott et all 2011) κύρια αποτελέσματα είναι μέσα από την ραδιοχρονολόγηση των ευρημάτων και δειγμάτων για την ανίχνευση ιζημάτων που αποτελούν αποθέσεις τσουνامي στην περιοχή ,η σύσταση ενός καταστροφικού πλαισίου με σκοπό να ανακατασκευαστεί η δυναμική της ροής των τσουνامي και να αξιολογηθεί η συνολική σημασία των επιπτώσεων στην παράκτια ζώνη του νομού Ηλείας. Τα στοιχεία αυτά , αποτέλεσαν την εναρκτήρια υπόθεση για την έκθεση της πολύ αναπτυσσόμενης παράκτιας ζώνης του νομού Ηλείας ,τέτοιας μορφής καταστροφικά φαινόμενα. (Vott et all 2011)

Τέλος ακόμα μία μελέτη για την περιοχή της Ηλείας έχει εκπονηθεί από(E.Doukakis, 2005)

και αφορά την παράλια τρωτότητα και τις παραμέτρους κινδύνου της Δ. Πελοποννήσου στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας λόγω ευστατικών αλλά και μετεωρολογικών αιτιών. Χρησιμοποιώντας τον δείκτη τρωτότητας CVI υπολόγισε για τις περιοχές αυτές οι οποίες επηρεάζονται από μία ενδεχόμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας, δίνοντας έμφαση στο παράκτιο φυσικό πλούτο της περιοχής (Vott et all 2011).

Η επαναληψιμότητα γεγονότων τσουνامي ανεξάρτητα από το μέγεθος τους βρέθηκε πολύ υψηλή για την δυτική Ελλάδα και θεωρείται ότι κυμαίνεται μεταξύ 8 και 11 ετών μόνο. Η κύρια πηγή γέννησης τσουνامي είναι η ελληνική τάφρος περίπου 1200 χλμ μήκους και περίπου 5000 μέτρα βάθους κατά μήκος του οποίου η αφρικανική πλακά καταβυθίζεται κάτω από την ευρασιατική.

Χάρτης 6 Χάρτες Επικινδυνότητας στην περιοχή της Ηλείας (Vott et all 2011)



Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Περιοχής Μελέτης

Γενικά χαρακτηριστικά νομού Ηλείας

Ο Νομός Ηλείας βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου και συνορεύει βόρεια με τον Ν. Αχαΐας, ανατολικά με τον Αρκαδίας, νότια με τον Ν. Μεσσηνίας, ενώ δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος. έχει συνολική έκταση 2,620 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 179,429 κατοίκους, που μεταφράζεται σε 69 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, σε όρους πληθυσμιακής πυκνότητας, σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛ.ΣΤΑΤ του 1991 .Σύμφωνα με την απογραφή που πραγματοποιήθηκε το 2001, ο πληθυσμός του Νομού ανέρχεται σε 193,288 κατοίκους δηλαδή 74 κατοίκους ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (ΕΣΥΕ).

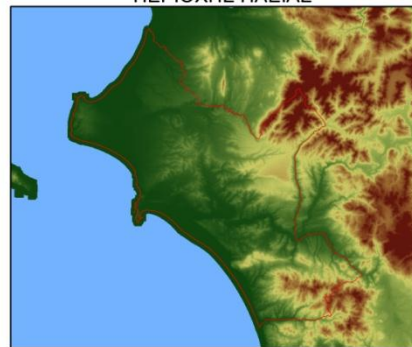
Ο Νομός είναι χωρισμένος διοικητικά σε 2 Επαρχίες, στην Επαρχία Ηλείας με έδρα τον Πύργο και στην Επαρχία Ολυμπίας με έδρα την Ανδρίτσαινα (Καποδίστρια) Η Επαρχία Ηλείας αποτελεί το βόρειο τμήμα του Νομού. Συνορεύει βόρεια με την επαρχία Πατρών του Ν. Αχαΐας, βορειανατολικά με την επαρχία Καλαμών επίσης του Ν. Αχαΐας, ανατολικά με την επαρχία Γορτυνίας του Αρκαδίας, νότια με την επαρχία Ολυμπίας, ενώ δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος. Καταλαμβάνει τη μεγάλη πεδιάδα της Ηλείας που εκτείνεται στο βόρειο, νότιο και δυτικό τμήμα της επαρχίας με τις επιμέρους πεδιάδες της Μανολάδας, των Λεχαινών, της Ανδραβίδας, της Γαστούνης, της Αμαλιάδας και του Πύργου. Η επαρχία Ηλείας περιλαμβάνει 7 Δήμους (Αμαλιάδας, Ανδραβίδας, Αρχαίας Ολυμπίας, Βαρθολομιού , Γαστούνης . Λεχαινών και Πύργου) και 148 Κοινότητες ενώ η επαρχία Ολυμπίας περιλαμβάνει 3 Δήμους (Ανδρίτσαινας, Ζαχάρως και Κρεστένων) και 59 Κοινότητες.



Πηγή: Χαρκόπειο Πανεπιστήμιο, Σωτηρία Ζαφειρίου



ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΗΛΕΙΑΣ



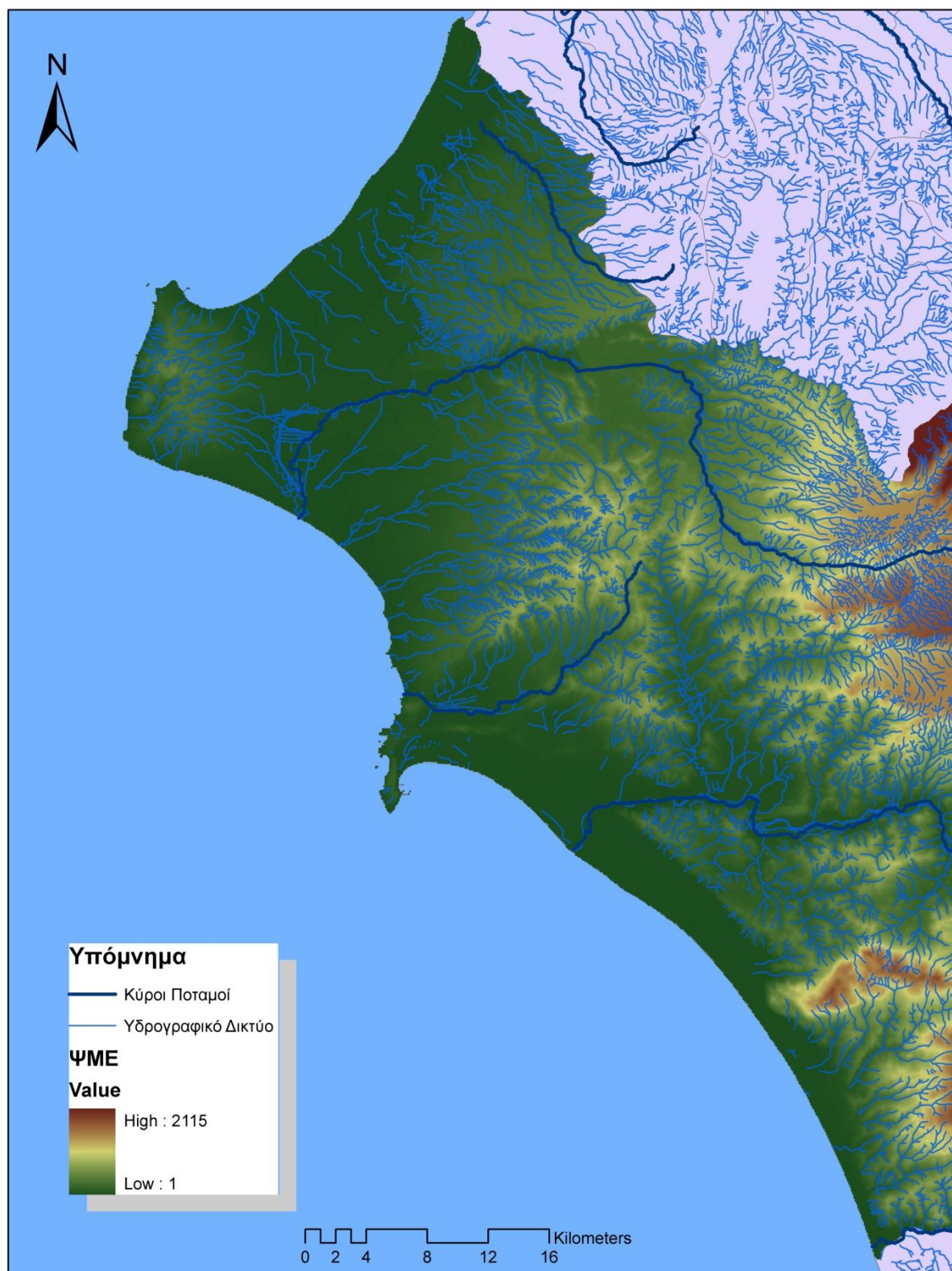
Χάρτης 7 Γεωγραφική Θέση περιοχής Μελέτης Νομός Ηλείας

Ο Νομός χαρακτηρίζεται από ψηλά ποσοστά πληθυσμιακής μείωσης κατά την περίοδο 1951-1971, η οποία πήρε μεγάλες διαστάσεις στη δεκαετία 1961-1971 λόγω της εσωτερικής μετανάστευσης. Η τάση αυτή επιβραδύνθηκε σε μεγάλο βαθμό στην δεκαετία 1971-1981, οπότε οι συνολικές οικονομικές και παραγωγικές εξελίξεις είχαν σαν αποτέλεσμα τη συγκράτηση πληθυσμού και τη χαμηλή καθαρή πληθυσμιακή αύξηση στις πεδινές περιοχές. Η μικρή μείωση κατά την περίοδο αυτή, πρέπει να αποδοθεί στην εσωτερική μετανάστευση από τις μη ευνοημένες ορεινές περιοχές. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι περισσότερο από το 40% του συνολικού πληθυσμού του νομού συγκεντρώνεται στις περιοχές των δήμων και μάλιστα το 35% περίπου συγκεντρώνεται στους Δήμους Πύργου, Αμαλιάδας, Γαστούνης, Ζαχάρως και Κρεστένων που αποτελούν και τα σημαντικότερα αστικά/ημιαστικά κέντρα του νομού. Το μεγαλύτερο αστικό κέντρο είναι ο Πύργος 934,902 κάτοικοι, (απογραφή 2001) ο οποίος παρουσιάζει ιδιαίτερη δυναμική εξέλιξη μετά το 1981, με πληθυσμιακή αύξηση κατά την περίοδο 1981-1991 της τάξης του 30% και κατά την περίοδο 1991-2001 της τάξης του 21,77% (ΕΣΥΕ).

Μορφολογία Περιοχής Μελέτης

Το ανάγλυφο του νομού είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος του πεδινό (58%) και ημιορεινό (21%). Ορεινό είναι μόνο το βορειοανατολικό και ανατολικό τμήμα του, όπου υψώνονται ο Ερύμανθος, η Λαμπεΐα και η Φολόη καθώς και το νότιο όπου υψώνεται η Μίνθη. Οι πεδινές περιοχές του νομού εκτείνονται στο βόρειο και στο δυτικό τμήμα του και συγκροτούν την πεδιάδα της Ηλείας, τη μεγαλύτερη της Πελοποννήσου. Αν και η πεδιάδα της Ηλείας είναι μια ενιαία χαμηλή έκταση, χωρίζεται συνήθως σε μικρότερα τμήματα με διάφορες ονομασίες κατά τόπους, όπως πεδιάδα της Μανολάδας, των Λεχαινών, της Ανδραβίδας, της Γαστούνης, της Αμαλιάδας, του Πύργου, της Ολυμπίας και της Ζαχάρως. Στον Νομό Ηλείας υπάρχουν αρκετοί μεγάλοι ποταμοί. Αυτό οφείλεται τόσο στις άφθονες βροχοπτώσεις που δέχεται η Δυτική Πελοπόννησος, όσο και στην ευρύτατη πεδινή έκταση που μεσολαβεί ανάμεσα στην ορεινή Κεντρική Πελοπόννησο και στην θάλασσα. Στους σημαντικότερους ποταμούς του νομού συγκαταλέγονται ο Πηνειός, ο Αλφειός και ο Νεδας. Ο Αλφειός ή Ροφιάς, είναι ο ποταμός της Πελοποννήσου με το μεγαλύτερο μήκος (χλμ) και τα περισσότερα νερά. Πηγάζει στον νομό Αρκαδίας και εισέρχεται στο έδαφος του νομού Ηλείας βόρεια του Λυκαίου και της Μίνθης. Καθορίζει σημαντικό τμήμα των ορίων του νομού με τον νομό Αρκαδίας και κατά το τμήμα αυτό του ρου του δέχεται τα νερά του ποταμού Ερύμανθου. Ο Πηνειός ή ποταμός της Γαστούνης, με μήκος 70 χιλιόμετρα, πηγάζει στην κοιλάδα μεταξύ του Ερύμανθου και της Λαμπεΐας. Δέχεται μέσω του Λάδωνα (που δεν έχει σχέση με τον Λάδωνα του Αλφειού) και μέσω άλλων μικρότερων παραποτάμων τα νερά από το όρος Σκόλλης και της Φολόη, καθώς και από την πεδιάδα Ανδραβίδας-Γαστούνης. Την πεδιάδα αυτή διασχίζει μέσα σε βαθιά, εγκιβωτισμένη κοίτη. Πριν από το Βαρθολομίο σχηματίζει μια καμπή 90 μοιρών προς Νότο και χύνεται στο Ιόνιο Πέλαγος κοντά στο Παλαιοχώρι. Ανατολικά του χωριού Κέντρο, 20 περίπου χιλιόμετρα ανατολικά της Γαστούνης, έχει κατασκευαστεί μεγάλο χωμάτινο φράγμα μήκους 2.100 μέτρων και ύψους 50 μέτρων με το οποίο σχηματίστηκε η Τεχνητή Λίμνη Πηνειού. Τα νερά της λίμνης, που έχει χωρητικότητα 450,000,000 κυβικά μέτρα, δηλαδή δεκαπλάσια της λίμνης του Μαραθώνα Αττικής, κατέκλυσαν τα χωριά Αγία Άννα και Σούλι τα οποία εγκαταλείφθηκαν από τους κατοίκους τους. Με τα νερά της τεχνητής λίμνης αρδεύονται μεγάλες πεδινές εκτάσεις, μέχρι το αεροδρόμιο του Άραξου στον Βορρά και της Αμαλιάδας στον νότο (Lekkas E, 2000).

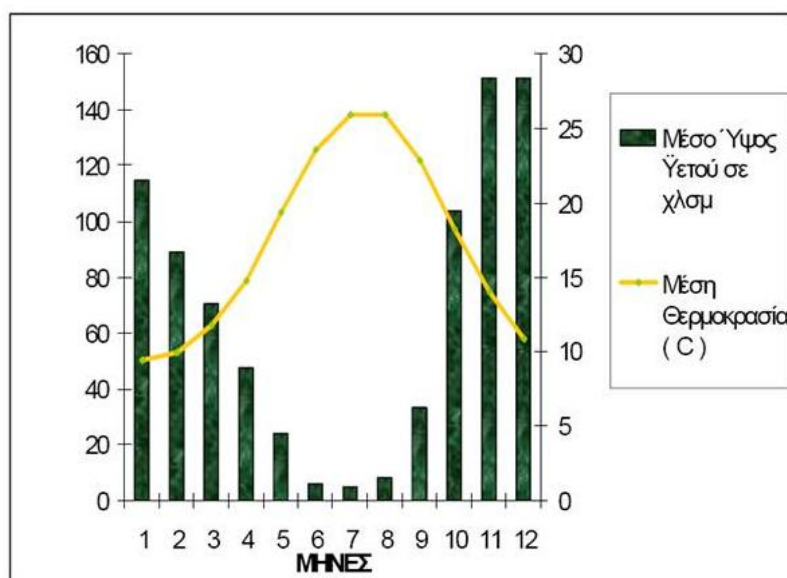
ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΝΟΜΟΥΣ ΗΛΕΙΑΣ



Πηγή: Χαροκόπτιο Πανεπιστήμιο, Σωτηρία Ζαφειρίου

Κλίμα

Λόγω της θέσης του στο δυτικό τμήμα της Πελοποννήσου, το κλίμα στη περιοχή χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, ξηρά και θερμά καλοκαίρια ,άφθονες βροχοπτώσεις, σχετικά μικρή νέφωση και μεγάλη ηλιοφάνεια. Γενικά ο νομός Ηλείας έχει κλίμα μεσογειακό. Χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η μεγάλη ηλιοφάνεια και οι σημαντικές βροχοπτώσεις που οφείλονται κυρίως στους δυτικούς θαλάσσιους ανέμους. Οι βροχές πέφτουν από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο, με μέγιστο βροχομετρικό ύψος τον Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στον Πύργο είναι 18,2 C (Αθήνα 17,4 C) μέση θερμοκρασία Ιανουαρίου 10C και Ιουλίου 27C (Αθήνα 9,1C και 26,9 αντίστοιχα). Το ετήσιο βροχομετρικό ύψος στον Πύργο είναι 833 χιλιοστόμετρα (Αθήνα 384 χιλιοστόμετρα).



Διάγραμμα 1 Μέσο ύψος βροχής και θερμοκρασίας περιοχής μελέτης Ηλίας το 2011 (EMY)

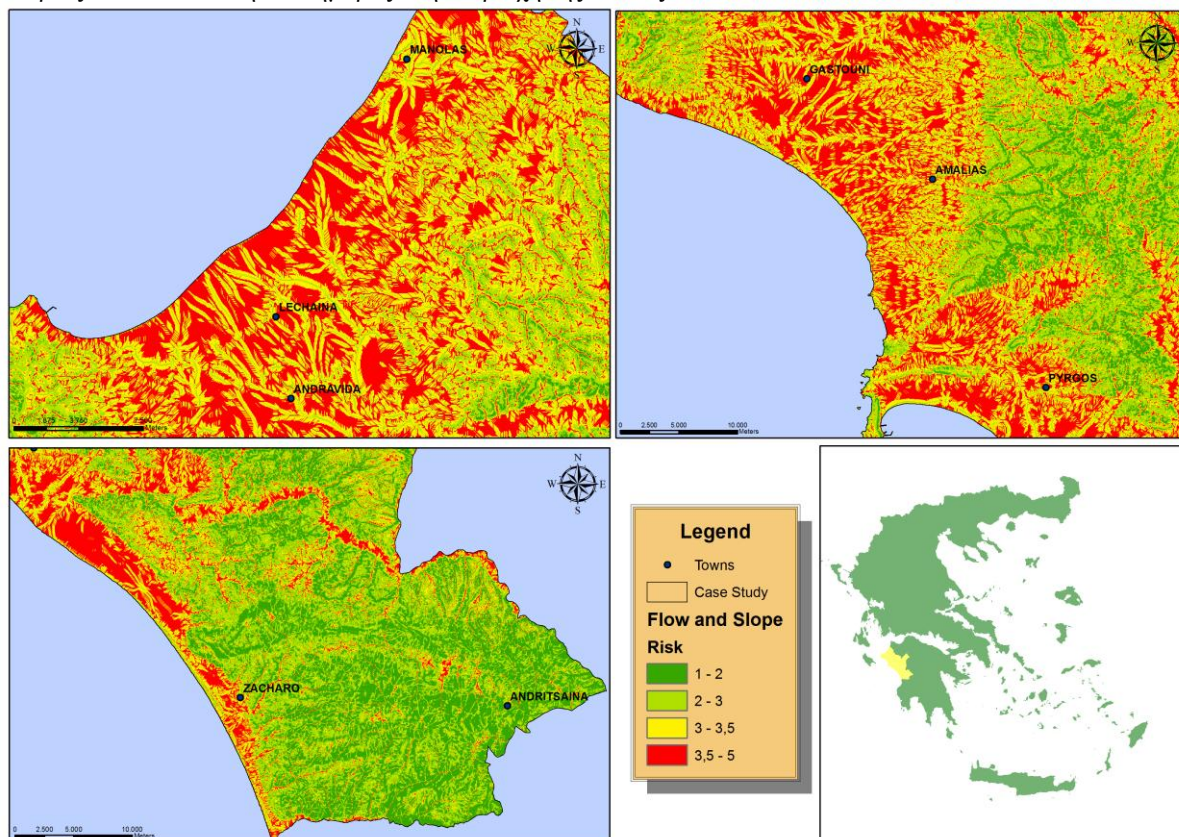
Οι κατακρημνίσεις της περιοχής έχουν σαν αποτέλεσμα την μεγάλη ποσότητα νερού και την δημιουργία μεγάλου αριθμού χειμάρρων και ποταμών ,όπως αναφέρθηκε, σταθερής ή εποχιακής ροής, στην περιοχή μελέτης.

Πλημμυρικός κίνδυνος

Όταν μια βροχόπτωση έχει μεγάλη ένταση και διάρκεια προκαλεί ραγδαία αύξηση της παροχής στις κοίτες των ποταμών του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης, προκαλεί δηλαδή πλημμυρικές παροχές των οποίων το σημείο αιχμής μπορεί υπό συνθήκες να παίρνει ακρότατες τιμές. Η παροχή στο υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης απορροής εμφανίζει μεταβολές τόσο στο χώρο όσο και στον χρόνο. Οι μεταβολές στον χώρο οφείλονται σε γεωλογικούς, μορφολογικούς καθώς και κλιματικούς παράγοντες όπως αναφέρεται παραπάνω, ενώ οι γεωλογικοί παράγοντες σχετίζονται κυρίως με τη φύση των γεωλογικών σχηματισμών (διαπερατοί, ημιπερατοί ή αδιαπέρατοι) που καταλαμβάνουν τα επιμέρους τμήματα της λεκάνης απορροής. Οι μορφολογικοί με την μορφολογική κλίση των κλιτύων (μεγάλες κλίσεις ευνοούν την επιφανειακή απορροή – παροχή και περιορίζουν την κατείσδυση) ενώ οι κλιματικοί με το ποσό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και τις απώλειες εξαιτίας της εξάτμισης που θα είναι μεγαλύτερες όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή. Σε αρκετές περιπτώσεις είναι αναγκαία

η γνώση των ακραίων τιμών των πλημμυρικών παροχών τόσο για θεωρητικούς όσο και για πρακτικούς λόγους που σχετίζονται άμεσα με την αντιμετώπιση των πλημμύρων και τον περιορισμό των αρνητικών τους αποτελεσμάτων. Με βάση την παραπάνω ανάλυση για την πλημμυρική παροχή θα ήταν παράληψη να μην τονιστεί η θέση του νομού Ηλείας σε σχέση με τον υδροκρίτη ολόκληρου του δυτικού τμήματος της Πελοποννήσου η οποία είναι τέτοια που σε συνδυασμό με τις κλίσεις του ανάγλυφου την καθιστά πιο επιρρεπή σε πλημμυρικά φαινόμενα.

Χάρτες 9 Επικινδυνότητα πλημύρας στην περιοχή της Ηλείας



Πηγή: ENSURE

Τη θεωρία αυτή έρχεται να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα του προγράμματος ensure για την έκθεση της περιοχής μελέτης στον πλημμυρικό κίνδυνο, σύμφωνα με το οποίο όπως φαίνεται και από τον παραπάνω χάρτη ολόκληρος ο νομός Ηλείας βρίσκεται σε πολύ υψηλή ζώνη επικινδυνότητας. Κυρίως οι χαμηλές παράκτιες και παραποτάμιες περιοχές εμφανίζουν υψηλή επικινδυνότητα στις ποτάμιες πλημύρες. Τα αποτελέσματα του προγράμματος προέκυψαν λαμβάνοντας υπόψη τις κατακρημνίσεις σε ολόκληρη την Πελοπόννησο και την κλίση (dem) της περιοχής, η οποία προέκυψε από ψηφιακό μοντέλο εδάφους και την συγκέντρωση ροής κατά μήκος των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου, λαμβάνοντας υπόψη μια ενιαία χωρικά ραγδιότητας βροχή σε όλη την έκταση των λεκανών απορροής, και παρόλο που δεν υπήρξε πολύπλευρη βάση δεδομένων, η σημασία του αποτελέσματος ενισχύθηκε με τα πρόσφατα πλημμυρικά φαινόμενα στην περιοχή. Όπως παρατηρείται μεγάλοι αστικοί ιστοί της παράκτιας ζώνης όπως ο Πύργος που συγκεντρώνουν και τα μεγαλύτερα πληθυσμιακά ποσοστά βρίσκονται εντός αυτής της ζώνης. Παράλληλα όπως θα γίνει αντιληπτό παρακάτω, παρατηρείται ότι η συγκεκριμένη ζώνη επικινδυνότητας έχει σχεδόν τα ίδια όρια με αυτή η οποία οριοθετεί τις

περιοχές οι οποίες είναι εκτεθειμένες σε παράκτιους κινδύνους, όπως τα κύματα βαρύτητας.

Γεωλογία – Τεκτονισμός

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή διαχωρίζονται στις παρακάτω ενότητες :

α. Στην ενότητα των Μεταλλικών σχηματισμών που κυρίως αποτελούνται από

- Ιζηματογενείς ακολουθίες παράκτιων, αλλουβιακών (ποταμοχειμάρριων), πλευρικών κορημάτων και κολλουβιακών αποθέσεων του Τεταρτογενούς και από
- Νεογενείς λιμναίες και θαλάσσιες αποθέσεις

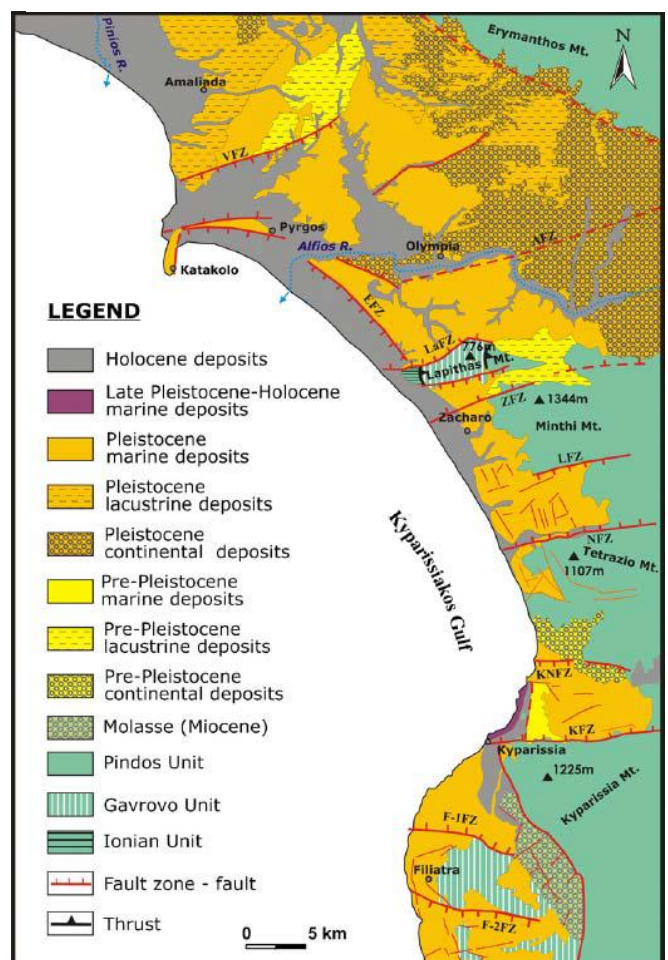
β. Στην Ενότητες των αλπικών σχηματισμών που διαδοχικά και χωρικά ανήκουν

- Στην Ιόνια ζώνη
- Στη ζώνη Γαβρόβου -Τρίπολης, και
- Στη ζώνη Ωλονού – Πίνδου.

Οι Αλπικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν το ορεινό τμήμα της περιοχής, τα Πλειοκαινικά και Πλειστοκαινικά ιζήματα την ημιορεινή περιοχή και οι πρόσφατες χαλαρές Ολοκαινικές αποθέσεις καλύπτουν τις πεδινές εκτάσεις των λεκανών των ποταμών και την παράκτια ζώνη.

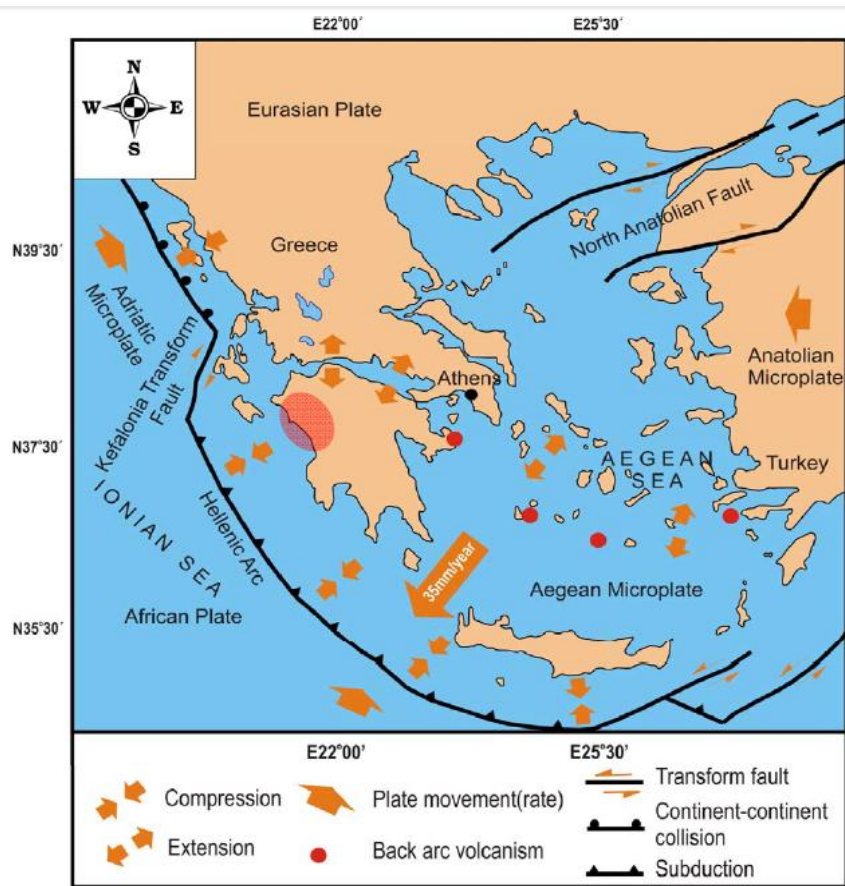
Γενικά η Δυτική Πελοπόννησος χαρακτηρίζεται από την παρουσία μεγάλων νεοτεκτονικών δομών που εντοπίζονται σε τεκτονικά βυθίσματα [Χάρτης 10 Γεωλογικός Χάρτης Ηλείας](#)

(graben) και σε τεκτονικά κέρατα (horsts). Οι μορφές αυτές οριοθετούνται από ζώνες διάρρηξης με διεύθυνση Α-Δ και ΒΒΔ-ΝΝΑ. Η περιοχή της Ηλείας εκτείνεται σε ένα μεγάλο τεκτονικό βύθισμα πρώτου βαθμού κοντά σε μια ζώνη καταβύθισης και οριοθετείται στο βόρειο τμήμα της από το τεκτονικό κέρατο του Ερύμανθου ανατολικά και νότια από το τεκτονικό κέρατο της Τρόπεας και Λάπηθα. Η ζώνη καταβύθισης κατέχει σημαντικό ρόλο στο κομμάτι των φυσικών καταστροφών, που μπορούν ή έχουν πλήξει την περιοχή της δυτικής Πελοποννήσου ,όπως επίσης αποτελεί και βασική γενεσιουργό αιτία για το μέγεθος και την ένταση τουλάχιστον για δυο είδη κινδύνων ,τους σεισμούς και αρκετές κατηγορίες παράκτιων καταστροφών ,όπως τα τσουνάμι. Πιο συγκεκριμένα το γεγονός ότι η περιοχή της δυτικής Πελοποννήσου είναι τόσο σεισμικά ενεργή οφείλεται στην καταβύθιση της αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από



την ευρασιατική κατι στο οποίο οφείλει τη δημιουργία του το ονομαζόμενο ελληνικό σεισμικό τόξο (Papanikolaou et al 2007) (Koukouvelas I, et al 1996)

Χάρτης 11 Τεκτονικός Χάρτης Ελλάδας



Πηγή: Papanikolaou D. et al 2007

Όπως φαίνεται παραπάνω ο νομός Ηλείας βρίσκεται σε θέση αρκετά εκτεθειμένη σε οποιαδήποτε εκδήλωση σεισμικού φαινομένου και μάλιστα το γεγονός αυτό έρχονται να επιβεβαιώσουν μια πληθώρα αριθμητικών καταγραφών που έχουν εμφανιστεί στην περιοχή . Στον παρακάτω χάρτη εμφανίζονται καταγραφές σεισμικών φαινομένων και τα εστιακά τους βάθη που αποτελούν σημαντική ένδειξη της επικινδυνότητας της περιοχής στον κίνδυνο ,όπως επίσης και για την επίδραση από δευτερογενείς κινδύνους , όπως τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας που προκαλούνται από σεισμούς. Ο συνδυασμός του εστιακού βάθους ενός σεισμού και η πιθανότητα γένεσης ενός τέτοιου κύματος θα εξεταστεί παρακάτω πιο αναλυτικά (Lekkas E, 2000 Papanikolaou et al 2007).

Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Ο συνολικός πληθυσμός του Ν. Ηλείας ,σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ του 1991, ανέρχεται σε 179,429 κατοίκους και αντιπροσωπεύει το 1,8% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας. Ο πληθυσμός της Ηλείας ανέρχεται σε 1933.288 κατοίκους και αυτός του Δήμου Πύργου σε 34,902 κατοίκους (απογραφή 2001). Όπως παρουσιάζεται στον πίνακα ,κατά την περίοδο 1971-81 ο πληθυσμός του Νομού μειώθηκε κατά 2,3%.

Πίνακας 8 Πληθυσμιακή εξέλιξη Ν. Ηλείας , Πύργου και συνόλου της χώρας(1971-2001)

Περιοχή	Πληθυσμός 1971	Πληθυσμός 1981	Μεταβολή (%) 1971-81	Πληθυσμός 1991	Μεταβολή (%) 1981-91	Πληθυσμός 2001	Μεταβολή (%) 1991-01
Δήμος πύργου	20599	22491	9,2	28660	27,4	34902	21,8
Ν .Ηλείας	164061	160257	-2,3	179429	12	193288	7,7
Ελλάδα	8768372	9739589	11,7	10259900	5,34	10964020	6,8

Πηγή: ΕΣΥΕ

Την επόμενη δεκαετία 1981-91 σημειώνεται ανάκαμψη στην εξέλιξη του πληθυσμού του Νομού ο οποίος αυξήθηκε κατά 12%. Το μεγαλύτερο αστικό κέντρο και πρωτεύουσα του Νομού είναι ο Πύργος με πληθυσμό 28,660 κατοίκους το 1991.Το 1971 συμμετείχε στον πληθυσμό του Νομού κατά 12,6%,το 1981 κατά 14%, το 1991 συγκέντρωνε το 16% και το 2001 το 18% του συνολικού πληθυσμού του.

Πίνακας 9 Πληθυσμιακή πυκνότητα(απογραφή 2001)

Περιοχή	Έκταση (τετρ.χλμ)	Πληθυσμός (κάτοικοι)	Πυκνότητα (κατ./τετρ.χλμ)
Ν .Ηλείας	2620	193298	73,77
Ελλάδα	131957	10964020	83,08

Πηγή: ΕΣΥΕ

Παρατηρείται επίσης ότι η πληθυσμιακή πυκνότητα του νομού είναι αρκετά υψηλή 73,77 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χλμ. , σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα ,κάτι που από την συγκεκριμένη σκοπιά μελέτης που εξετάζεται η περιοχή ,δηλώνει μια ενδεχόμενη δυσλειτουργία του μηχανισμού αντιμετώπισης των αναγκών κατά την διάρκεια των φάσεων της έκτακτης ανάγκης ή της αποκατάστασης, σε μια ενδεχόμενη φυσική καταστροφή όπως είναι η εκδήλωσης κυμάτων βαρύτητας ή τσουνάμι .Επιπλέον η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού κατοίκων στους δήμους με χαμηλή τοπογραφία που βρίσκονται κατά μήκος των ακτών αποτελεί ένδειξη αυξημένης τρωτότητας του νομού στους παράκτιους κινδύνους .

Παραγωγική δομή

Από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα , προκύπτει ότι το εργατικό δυναμικό του Ν. Ηλείας παρουσιάζει συνεχή μείωση στην περίοδο 1961-1981 ενώ αρχίζει σημαντική ανάκαμψη στην δεκαετία 1981-1991. Το 1981, ο ενεργός πληθυσμός του Νομού παρουσιάζει επίσης μείωση σε σχέση με το 1971, υπολείπεται όμως σε μέγεθος της αντίστοιχης μείωσης της περιόδου 1961-1971,περίοδος κατά την οποία συντελέστηκε εκτεταμένη μετανάστευση προς την υπόλοιπη Ελλάδα και το εξωτερικό. Η ανάκαμψη και η σημειωθείσα αύξηση της δεκαετίας 1981-1991 εξακολουθεί να εμφανίζει μείωση σε σχέση με το 1961, πλην όμως η ανάκαμψη αυτή θεωρείται σημαντική και προσεγγίζει τον αντίστοιχο δείκτη της χώρας.

Πίνακας 10 Οικονομικά ενεργός πληθυσμός Ηλείας(1961-1991)

Έτος	Ο.Ε.Π. Ηλείας	Δείκτης συμμετοχής Ηλείας	Δείκτης συμμετοχής στο σύνολο της Ελλάδας
1961	68406	36,4	42,5
1971	63606	38,7	37
1981	61253	38,2	36,3
1991	65433	36,5	37,9
2001	67433	38,5	36,9

Πηγή: ΕΣΥΕ

Παρατηρώντας τον πίνακα, διαπιστώνουμε ότι ο δείκτης εργατικού δυναμικού στο Νομό είναι χαμηλότερος σε σύγκριση με τον αντίστοιχο συνολικό δείκτη σε επίπεδο χώρας κατά το 1961.Χαμηλότερος είναι επίσης κατά το έτος 1991.Η σύνθεση της απασχόλησης κατά τομέα παραγωγής χαρακτηρίζεται από την υψηλή συγκέντρωση απασχολούμενων στον πρωτογενή τομέα, η οποία το 1981 ανήλθε σε 57,4% έναντι 29,1%της χώρας. Το 1991 η σχέση αυτή, ως προς το σύνολο της χώρας επιδεινώθηκε ακόμα περισσότερο και ανήλθε σε 41,8% έναντι 17,3% της χώρας, δηλαδή υπερδιπλασιάστηκε Όσον αφορά τον δευτερογενή τομέα η απασχόληση παραμένει σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα. Ο νομός Ηλείας είναι σε θέση, όπως φαίνεται και παρακάτω να απασχολεί το εργατικό δυναμικό στο πρωτογενή τομέα ,κάτι που αναδεικνύει την αξία και την σημαντικότητα αυτού του τομέα για την οικονομία της περιοχής ,ενώ παράλληλα ενισχύει την ανάγκη για την προστασία του σε όλα τα επίπεδα. Οι ανάγκες της εποχής όπως ήταν αναμενόμενο και ακολουθώντας και τα πρότυπα της ανάπτυξης των πόλεων ,καθώς επίσης και η ανάγκη για παροχή υπηρεσιών είχε αυξηθεί, οδήγησαν σε ανάπτυξη και του τριτογενή τομέα της παραγωγής. Όπως όμως παρατηρείται τα ποσοστά του δευτερογενή τομέα είναι συγκριτικά πολύ χαμηλά ,κάτι που δηλώνει την αδυναμία του νομού και την οικονομική του στενότητα ,εξαιτίας της μονοτομεακής ανάπτυξής του, όπως επίσης και τα υψηλά επίπεδα της οικονομικής τρωτότητας σε μια ενδεχόμενη καταστροφή ,που θα μπορούσε να πλήξει τον πρωτογενή τομέα.

Πίνακας 11 Ποσοστιαία διάρθρωση απασχόλησης κατά τομέα παραγωγής

1971				1981			1991		
Ηλείας	1ογενής	2ογενής	3ογενής	1ογενής	2ογενής	3ογενής	1ογενής	2ογενής	3ογενής
	66,7	14,2	19,1	57,4	15,1	27,5	41,8	6,7	51,5

Πηγή: ΕΣΥΕ

Από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει ότι η αποδέσμευση εργατικού δυναμικού από τον πρωτογενή τομέα στο Νομό δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη μεγέθυνση του δευτερογενούς. Το δυναμικό αυτό προφανώς είτε κατευθύνεται προς την μετανάστευση, είτε απορροφάται από τον τριτογενή, ο οποίος στην διάρκεια της δεκαετίας 1971-81 αυξήθηκε από 19,1% στο 27,5% της συνολικής απασχόλησης, ενώ στην δεκαετία 1981-91 σημείωσε νέα σημαντική αύξησή και διαμορφώθηκε σε 51,5% υπερβαίνοντας τα αντίστοιχα ποσοστά σε επίπεδο χώρας (48,3%).

Μεγάλη μείωση της απασχόλησης στον δευτερογενή τομέα σημειώθηκε στην δεκαετία 1981-91. Τα συγκεκριμένα στοιχεία παίζουν καθοριστικό ρόλο στη ανάλυση του οικονομικού επιπέδου καταστροφής μιας ενδεχόμενης παρουσίας φαινομένου τσουνάμι, καθώς φαίνεται καθαρά η αξία του πρωτογενή τομέα παραγωγής και η δυναμικότητα του στο νομό, ενώ παράλληλα καθώς είναι αυτός ο τομέας ο οποίος θα πληγεί εντονότερα και πιο άμεσα από ένα κύμα βαρύτητας, γίνεται κατανοητή και η αξία εντοπισμού και υλοποίησης μέτρων πρόληψης και προστασίας του συγκεκριμένου τομέα παραγωγής.

Παραγωγικές δραστηριότητες

Ο πρωτογενής τομέας, που περιλαμβάνει τους κλάδους της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, των δασών και της αλιείας και διαδραματίζει, όπως έχει προαναφερθεί, κυρίαρχο ρόλο, ιδιαίτερα με τους κλάδους της γεωργίας και της κτηνοτροφίας στην οικονομική ζωή του Νομού Ηλείας. Οι τομείς αυτοί απασχολούν το μεγαλύτερο μέρος του εργατικού δυναμικού του Νομού και συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στο εμπόριο της περιοχής. Ο νομός Ηλείας είναι Νομός με πλούσιος πόρους, του οποίου ο γεωργικός τομέας αποτελεί τη βάση της οικονομίας. Η γεωργική παραγωγή αντιστοιχεί στο 70% του συνολικού προϊόντος του πρωτογενούς τομέα, έναντι 24% της κτηνοτροφίας και 6 % των υπόλοιπων δραστηριοτήτων του πρωτογενούς τομέα.

Πρωτογενής τομέας παραγωγής

Γεωργία

Στο Νομό Ηλείας οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις ανέρχονται σε 1.352,9 τετρ. χλμ (51,7%). Οι αρδευόμενες εκτάσεις ανέρχονται σε 365.000 στρέμματα και αποτελούν το 26,5% της καλλιεργήσιμης γεωργικής γης. Από την εξέλιξη της επιφάνειας καλλιεργούμενων εκτάσεων παρατηρείται αύξηση της γεωργικής γης που οφείλεται στην αποξήρανση των λιμνών Αγουλινίτσας, Μουριάς, Κάστας. Παράλληλα παρατηρείται αύξηση των δυναμικών καλλιεργειών (οπωροκηπευτικά) που οφείλεται στο ικανοποιητικό βαθμό αξιοποίησης του υδάτινου δυναμικού, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες του για αύξηση της

παραγωγικότητας της γεωργικής Γής. Από το σύνολο του οικονομικά ενεργού πληθυσμού του Νομού και σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του έτους 1991 το 41,8% απασχολείται στον πρωτογενή τομέα και κυρίως στη γεωργία. Το αντίστοιχο ποσοστό της χώρας ανέρχεται σε 17,3%.

Η χωροταξική διάρθρωση της γεωργικής γης στο Νομό περιλαμβάνει τρεις ζώνες

1. Την πεδινή που καταλαμβάνει το 58,3% της συνολικής έκτασης και της οποίας το μεγαλύτερο μέρος αρδεύεται από τα μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα του Πηνειού και του Αλφειού. Η ζώνη αυτή είναι κύρια γεωργική και παρουσιάζει τεράστιες δυνατότητες ανάπτυξης.
2. Την ημιορεινή που καταλαμβάνεται το 20,9% της συνολικής έκτασης με βασικές καλλιέργειες τα αμπελοειδή και τις δενδρώδεις καλλιέργειες και στην οποία οι δυνατότητες ανάπτυξης εμφανίζονται περιορισμένες.
3. Την ορεινή η οποία καταλαμβάνει το 20,9% της συνολικής έκτασης με βασικές καλλιέργειες τα κτηνοτροφικά φυτά. Η ζώνη αυτή καταλαμβάνει το 80% και είναι προβληματική για κάθε γεωργική εκμετάλλευση.

Ο Νομός Ηλείας ως προς τις καλλιέργειες, κατά περιοχή και υψόμετρο διαιρείται σε τρεις τομείς.

1. Στις δυναμικές περιοχές (πεδινές, παραλιακές και λοφώδεις μέχρι υψομέτρου 100m) όπου επικρατούν ο αραβόσιτος, η ελιά, η άμπελος, τα εσπεριδοειδή και τα κηπευτικά υπαίθρου και καλύψεως χαμηλής και υψηλής, καθώς και τα ψυχανθή.
2. Σε βαθύτερες και υψηλότερες των παραπάνω περιοχές (πεδινές και ημιορεινές περιοχές) όπου επικρατούν η ελιά, η άμπελος, τα χειμερινά σιτηρά και ο αραβόσιτος, καθώς και κηπευτικά υπό κάλυψη.
3. Στις ορεινές περιοχές όπου επικρατούν τα χειμερινά σιτηρά, η καρυδιά, η κερασιά.

Κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία σε μεγάλο ποσοστό ασκείται συμπληρωματικά της γεωργίας με μορφή μικρών οικογενειακών μονάδων. Σε σχέση με την παραγωγή σε επίπεδο χώρας η παραγωγή των κτηνοτροφικών προϊόντων στο Ν. Ηλείας είναι χαμηλή. Η κτηνοτροφία συμμετέχει στην διαμόρφωση του συνολικού ακαθάριστου αγροτικού εισοδήματος στο νομό, σε ποσοστό 24%. Για την κτηνοτροφία υπάρχουν σοβαρές δυνατότητες ανάπτυξης, που στηρίζονται στο ευνοϊκό κλίμα, στην κατάλληλη μορφολογία του εδάφους και στην ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων που καλλιεργούνται με κτηνοτροφικά φυτά.

Δάση

Οι δασικές εκτάσεις αφορούν τα 684.100 στρέμματα περίπου το 27% της συνολικής έκτασης του Νομού. Υπάρχουν μάλιστα και δασικές εκτάσεις οι οποίες έχουν οριστεί σαν ζώνες προστασίας, και βρίσκονται κυρίως στο ορεινό ανατολικό τμήμα του νομού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η καταστροφή των δασών από πυρκαγιές. Από το έτος 1960 έως το 1993 εκδηλώθηκαν 1746 πυρκαγιές, που αποτέφρωσαν 327.472 στρέμματα δασών και δασικών εκτάσεων. Από το 1981 έως το 1993 εκδηλώθηκαν στην Ηλεία 947 πυρκαγιές και η καμένη έκταση έφθασε τα 263.500 στρέμματα. Ο μέσος όρος στο Νομό καμένης έκτασης ανά πυρκαγιά είναι 270 στρέμματα. Οι πυρκαγιές των δασών αποτελούν ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα του Νομού και γι' αυτό έχει χαρακτηριστεί πυρόπληκτος, ευρισκόμενος στην ζώνη υψηλής επικινδυνότητας.

Αλιεία

Η περιοχή του Νομού Ηλείας ήταν γνωστή από παλιά για την ποιότητα και την ποσότητα της αλιευτικής της παραγωγής, η οποία στηριζόταν κυρίως στις λιμνοθάλασσες της Αγουλινίτσας και της Μουριάς. Η παραγωγή αυτή ανέρχονταν σε 200-250 τόνους τον χρόνο και έπαυσε να υπάρχει μετά την αποξήρανση των δύο παραπάνω λιμνών. Ο Νομός σε ολόκληρη τη δυτική πλευρά του βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος, διαθέτει σημαντικές εκτάσεις κατάλληλες για ιχθυοκαλλιέργεια και χελιο-καλλιέργεια και άφθονα νερά. Παρά ταύτα δεν υπάρχει σοβαρή αλιευτική δραστηριότητα και η συμβολή της στην οικονομία του νομού είναι ελάχιστη. Τα σημαντικότερα κέντρα θαλάσσιας αλιείας στο Νομό είναι σήμερα το Κατάκολο και η Κυλλήνη, όπου επικρατεί κυρίως η παραδοσιακή παράκτια αλιεία, με μικρό αριθμό αλιευτικών σκαφών (μηχανότρατες). Η αλιεία συμμετέχει στην διαμόρφωση του συνολικού ακαθάριστου αγροτικού εισοδήματος σε ποσοστό μόνο 0,4%.

Δευτερογενής τομέας παραγωγής

Βιομηχανία και βιοτεχνία στο νομό Ηλείας

Σε επίπεδο νομού, το μεγαλύτερο ποσοστό των βιομηχανιών είναι γεωργικές βιομηχανίες επεξεργασίας και τυποποίησης κηπευτικών και λοιπών γεωργικών προϊόντων. Ο δευτερογενής τομέας στην περιοχή αντιμετωπίζει έντονα διαρθρωτικά προβλήματα και η ανάπτυξη είναι εντελώς περιορισμένη. Από τα σχετικά στοιχεία προκύπτει ότι ακολουθεί μάλλον φθίνουσα πορεία, αν ληφθεί υπόψη η πρόσφατη διακοπή της λειτουργίας δύο μεγάλων βιομηχανικών μονάδων. Στην περιοχή σήμερα λειτουργεί περιορισμένος αριθμός βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων, με κυριότερες: Μια βιομηχανία παραγωγής, ειδών κεραμικής, δύο βιομηχανίες παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος, μια μονάδα μεταποίησης τομάτας και ελαιοπυρήνων, μια μονάδα παραγωγής αναψυκτικών, μια μονάδα κατασκευής γεωργικών μηχανημάτων, ένα συνεταιριστικό οινοποιείο, και μια μονάδα παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων. Επίσης στην περιοχή είναι εγκαταστημένος σημαντικός αριθμός μικρότερων βιοτεχνικών μονάδων, όπως ξυλουργεία, μηχανουργεία κατασκευής επίπλων, μεταλλικών κατασκευών, επεξεργασίας μαρμάρων, κλπ.

Τριτογενής τομέας

Ο Νομός Ηλείας στον τριτογενή τομέα παρουσιάζει δραστηριότητες κυρίως τοπικού χαρακτήρα. Οι κύριες δραστηριότητες του τομέα, στις οποίες ο Νομός παρουσιάζει αξιόλογη ειδίκευση, είναι τα καταστήματα πώλησης ειδών διατροφής, τα πρατήρια υγρών καυσίμων, τα εστιατόρια, τα ξενοδοχεία και το χονδρικό εμπόριο κατεργασμένης ξυλείας. Ο Νομός διαμορφώνει χαμηλό επίπεδο εμπορικών δραστηριοτήτων με τοπικό κυρίως χαρακτήρα. Το χαμηλό επίπεδο των μεταφορικών υποδομών στον σιδηροδρομικό τομέα και στις λιμενικές διευκολύνσεις εκμηδενίζει τις διαμετακομιστικές δραστηριότητες.

Η εμπορική δραστηριότητα στον Νομό, όσον αφορά τα καταστήματα και την απασχόληση συμβαδίζει χωροταξικά με τις πληθυσμιακές συγκεντρώσεις. Η διακίνηση και η εμπορία στο Νομό αφορά κυρίως προϊόντα γεωργικά και κτηνοτροφικά και γίνεται τόσο από ιδιώτες, όσο και από τις Ενώσεις Γεωργικών Συνεταιρισμών. Σημαντικό ρόλο στην διακίνηση των εμπορευμάτων μπορεί να

διαδραματίσει το λιμάνι του Κατάκολου, αφού όμως ολοκληρωθούν τα έργα υποδομής και αναβάθμισης του. Στα λοιπά διαμερίσματα της χώρας, η διακίνηση προϊόντων πραγματοποιείται κύρια με φορτηγά οχήματα, ενώ δεν υπάρχει αεροπορική μεταφορική εξυπηρέτηση αφού το αεροδρόμιο της Ανδραβίδας δεν προσφέρεται για κινήσεις εμπορευμάτων. Επίσης ο σιδηρόδρομος δεν εξυπηρετεί επαρκώς τις εμπορευματικές μεταφορές ,αφού δεν υπάρχει απευθείας σύνδεση με το σιδηροδρομικό δίκτυο της υπόλοιπης χώρας ,λόγω διαφορετικού πλάτους γραμμών και μικρών ταχυτήτων. Γενικά υπάρχει έλλειψη υποδομής για την συγκέντρωση και διάθεση των προϊόντων. Η Ηλεία παρότι είναι από τα σπουδαιότερα κέντρα γεωργικής παραγωγής της χώρας, στερείται περιφερικής αγοράς και επαρκούς τερματικής υποδομής διακίνησης των αγροτικών προϊόντων.

Εκπαίδευση

Το επίπεδο εκπαίδευσης του νομού παρουσιάζεται γενικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο του συνόλου της Χώρας. Συγκεκριμένα το 1981, το ποσοστό των αποφοίτων της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και το ποσοστό αποφοίτων δευτεροβάθμιας παρουσιάζεται πιο χαμηλό στο νομό από το αντίστοιχο της Ελλάδας (3,1% του πληθυσμού του Νομού έναντι 5,9% της Ελλάδας και 8,1% του Νομού έναντι 13,6% σε πανελλαδικό επίπεδο αντίστοιχα). Το ποσοστό εκείνων που δεν τελείωσαν τη στοιχειώδη εκπαίδευση στο Νομό είναι υψηλότερο από το εθνικό (17,3% στον Νομό και σε πανελλήνιο επίπεδο 15,6%). Ενώ τέλος ,όσον αφορά το ποσοστό των αναλφάβητων είναι επίσης πιο υψηλό στο Νομό από αυτό της Χώρας (13,8% στην Ηλεία, 8,6% σε ολόκληρη την Ελλάδα).Τα στατιστικά επίσης φανερώνουν πως το επίπεδο εκπαίδευσης των κατοίκων του Νομού Ηλείας το 1991 είναι σαφέστατα βελτιωμένο σε σχέση με το 1981, όμως συγκριτικά με το επίπεδο εκπαίδευσης της Χώρας, ο νομός Ηλείας και κατά το 1991 υστερεί. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 1991 το ποσοστό των αναλφάβητων είναι χαμηλότερο στην Ηλεία (5%), σε σχέση με την χώρα (6,8%). Η βελτίωση της κατάστασης συνεχίστηκε και για το 2001, χωρίς όμως να έχει ουσιαστική διαφοροποίηση σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα.

Ροές στον νομό

Στον Νομό Ηλείας υπάρχει αναπτυγμένο οδικό δίκτυο καλής ποιότητας ιδίως στις πεδινές περιοχές. Η περιοχή συνδέεται επίσης με το σιδηροδρομικό δίκτυο της Πελοποννήσου το οποίο είναι μικρότερου πλάτους από το Ευρωπαϊκό πρότυπο. Υπάρχει επίσης διασύνδεση μέσω των λιμανιών της Κυλλήνης και του Κατάκολου. Το οδικό δίκτυο του Νομού Ηλείας αποτελεί η Εθνική Οδός Πάτρα-Πύργος – Κυπαρισσία και Πύργος – Ολυμπία. Το Εθνικό δίκτυο διασταυρώνεται με ένα πυκνό δίκτυο επαρχιακών οδών , οι οποίες συνδέουν με τα παράλια και το εσωτερικό ανατολικό τμήμα της Πελοποννήσου. Οι επαρχιακές αυτές οδοί παρουσιάζουν αυξημένη κίνηση ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο και οι αφύλακτες διασταυρώσεις τους με το εθνικό δίκτυο υποβιβάζουν την κυκλοφοριακή ικανότητα του εθνικού δικτύου και συντελούν στην εμφάνιση μεγάλου αριθμού ατυχημάτων κατά τις περιόδους αιχμής. Κατά μήκος της εθνικής οδού Πάτρας-Πύργου, η μέση κυκλοφορία είναι της τάξης των 5.600οχημάτων. Στην εθνική οδό Πύργου-Ολυμπίας η μέση κυκλοφορία είναι 5.880 οχήματα και στην εθνική οδό Πύργου Κυπαρισσίας 2.760 οχήματα. Κατά την θερινή περίοδο μεγάλος αριθμός τουριστών επιβιβάζονται στο Κατάκολο με σκοπό να επισκεφθούν την Αρχαία Ολυμπία. Την περίοδο αυτή, η επαρχιακή οδός

Κατάκολου-Πύργου παρουσιάζει υψηλή κίνηση και σημαντικό αριθμό ατυχημάτων. Η σιδηροδρομική υποδομή είναι υποβαθμισμένη λόγω της παλιάς χάραξης και του μετρικού πλάτους της γραμμής, στοιχεία που περιορίζουν τις δυνατότητες του μέσου. Την περιοχή εξυπηρετεί η κύρια σιδηροδρομική γραμμή Πάτρας-Πύργου-κυπαρισσίας με δευτερεύουσες διακλαδώσεις όπως αυτή του Πύργου-Αρχαίας Ολυμπίας, Πύργου-κατακόλου, Πύργου -Κυλλήνης. Το στρατιωτικό αεροδρόμιο της Ανδραβίδας εξυπηρετούσε και πτήσεις τσάρτερ προς την περιοχή από το 1964 έως το 1986, όμως σήμερα οι πτήσεις αυτές έχουν σταματήσει, λόγω των στρατιωτικών εναγών και της ανεπαρκούς υποδομής στην τερματική υποδομή εξυπηρέτησης των επιβατών. Μια δεύτερη τερματική αεροπορική εγκατάσταση στην περιοχή είναι το αεροδρόμιο του Επιταλίου, στην αποξηραμένη περιοχή της Αγουλινίτσας. Οι ανάγκες εξυπηρέτησης των πτήσεων τσάρτερ που έχουν προορισμό την Ηλεία καλύπτονται σήμερα κυρίως από το αεροδρόμιο του Αράξου. Με δεδομένο όμως την μεγάλη τουριστική κίνηση ιδιαίτερα της Περιοχής της Αρχαίας Ολυμπίας, η οποία απέχει σημαντικά από το αεροδρόμιο του Αράξου, το αεροδρόμιο αυτό δύσκολα μπορεί να θεωρηθεί ότι καλύπτει τις ανάγκες της περιοχής. Είναι όμως αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η Ηλεία υποδέχεται το 60% περίπου των αφικνούμενων τουριστών στον Άραξο. Είναι αξιοσημείωτο ότι στην περιοχή της Ηλείας όπου εκτός των άλλων υπάρχει η περιοχή της Αρχαίας Ολυμπίας η οποία συγκεντρώνει την μεγάλη πλειοψηφία (90% περίπου) των αλλοδαπών επισκεπτών του Νομού και το 50% των συνολικών επισκεπτών του Νομού, η αεροπορική εξυπηρέτηση βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Με δεδομένο ότι η συμβολή της αεροπορικής μεταφοράς στην τουριστική βιομηχανία είναι διεθνώς αναγνωρισμένη, η έλλειψη αεροπορικών μεταφορών στο νομό δεν μπορεί παρά να έχει σημαντικές συνέπειες στην τουριστική ανάπτυξη της περιοχής.

Στην περιοχή του Νομού Ηλείας υπάρχουν δύο λιμάνια της Κυλλήνης και του Κατάκολου. Το λιμάνι της Κυλλήνης εξυπηρετεί κύρια της διακίνηση προς τα Ιόνια Νησιά, ενώ το λιμάνι του Κατάκολου εξυπηρετεί κύρια θαλαμηγούς και κρουαζιερόπλοια που επισκέπτονται την περιοχή κατά την θερινή περίοδο με κύριο προορισμό την Αρχαία Ολυμπιακού λιμάνι της Κυλλήνης εξαιτίας των σημαντικών φόρτων που δέχεται ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο απαιτεί μια βελτίωση του επιπέδου υποδομών.

Οι ροές λοιπόν σε ολόκληρο το νομό αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι της βιωσιμότητας του καθώς επίσης συντελούν και στην ενδυνάμωση και ανάπτυξή του. Είναι κατανοητό άρα ,πως οι συνέπειες από μια πιθανή κατάργηση , για μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα ,όπως για παράδειγμα το χρονικό πλαίσιο μιας καταστροφής που θα μπορούσε να τα επηρεάσει ,θα καθιστούσε το νομό σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, και τα αποτελέσματα από κάτι τέτοιο θα τον επηρέαζαν σε εύρος χρόνου.

Τουρισμός

Ένα βασικό κομμάτι του τριτογενούς τομέα παραγωγής στη περιοχή είναι ο τουρισμός και κυρίως ο εποχιακός. Η μικρή απόσταση του νομού από μεγάλα αστικά κέντρα όπως είναι η Πάτρα και η Αθήνα , όπως επίσης και το μεγάλο παράκτιο τμήμα του, καθιστά την περιοχή πόλο έλξης για εποχιακή παραθεριστική δραστηριότητα .

Το ξενοδοχειακό δυναμικό του Ν. Ηλείας ανέρχεται σε 7.008 κλίνες, από τις οποίες οι 5.431 (77,5%), ανήκουν σε ξενοδοχεία διαφόρων κατηγοριών και ξενώνες, ανήκουν σε τουριστικά

καταλύματα επιπλωμένων διαμερισμάτων και ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων και ενοικιαζόμενων δωματίων σε ιδιωτικά σπίτια ή ανεξάρτητα. Τα τουριστικά καταλύματα του Νομού κατανέμονται κυρίως στις περιοχές του Ολυμπίας, της Κυλλήνης, του Πύργου, της Ζαχάρως και της Αμαλιάδας. Ο μεγαλύτερος αριθμός διαθέσιμων κλινών ενοικιαζόμενων καταλυμάτων του Νομού το 2001 συγκεντρώνεται στην πόλη του Βαρθολομίου (402 κλίνες), στον οικισμό Αρκουδίου της Κοινότητας Λυγιάς (141 κλίνες), στη Ζαχάρω (340 κλίνες), στον Κακόβατο (160 κλίνες), στο Κάστρο (179 κλίνες), στον Πύργο (198 κλίνες), στην Κυλλήνη (108 κλίνες) και στο Ξηροχώρι Ολυμπίας (81 κλίνες). Οι υπόλοιπες περιοχές, το Κατάκολο, η Κάτω Παναγιά και τα Κρέστενα διαθέτουν 39,28,22 κλίνες αντίστοιχα. Γενικά λοιπόν παρατηρείται μια συνεχής και χρόνια κινητικότητα στο νομό στο τουριστικό κομμάτι κάτι το οποίο όπως είναι φυσικό συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη του νομού καθώς είναι ένας από τους βασικούς κλάδους απασχόλησης του εργατικού δυναμικού της περιοχής. Είναι μια δραστηριότητα η οποία παρουσιάζεται και αναπτύσσεται κυρίως στο παράκτιο τμήμα του νομού το οποίο παράλληλα αποτελεί και την πιο εκτεθειμένη περιοχή, στην πιθανότητα εκδήλωσης τσουνάμι και στην προέλαση του κύματος.

Δεδομένα

Οι πηγές και η φύση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της εργασίας αυτής προέκυψαν από μία σειρά ενεργειών. Αρχικά προσδιορίστηκαν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν απαραίτητα για τον προσδιορισμό του σεναρίου επιπτώσεων του τσουνάμι στην περιοχή μελέτης. Αφού έγινε η καταγραφή αυτών των πρωτογενών δεδομένων, στην συνέχεια προσδιορίστηκαν και δημιουργήθηκαν τα παραγόμενα γεωγραφικά δεδομένα για την ανάλυση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Τα πρωτογενή γεωγραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα γεωαναφερμένα φύλλα των τοπογραφικών χαρτών της περιοχής μελέτης, νομού Ηλείας, από την Γ.Υ.Σ (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού), το DEM - ΨΜΕ Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας που αντλήθηκε από τις δορυφορικές εικόνες ASTER (Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI), The NASA Shuttle Radar Topographic Mission SRTM, <http://srtm.csi.cgiar.org/>). Βασικό γεωγραφικό υπόβαθρο αποτέλεσαν τα διοικητικά όρια του νομού σε όλα τα επίπεδα, η κατανομή των χρήσεων Γής από το πρόγραμμα corine καθώς και οι περιοχές NATURA από το αντίστοιχο πρόγραμμα. Τα δεδομένα αυτά αντλήθηκαν από το δικτυακό server ανοικτών και ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων GEOFabrik (<http://download.geofabrik.de/osm/europe/>) και τον ελληνικό εναποθετήρα γεωγραφικών δεδομένων (<http://geodata.gov.gr/maps/>).

Τα παραγόμενα δεδομένα που δημιουργήθηκαν από την επεξεργασία των πρωτογενή, παρείχαν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για τον εντοπισμό των περιοχών που θα υποστούν τις αρνητικές επιπτώσεις ενός ενδεχόμενου γεγονότος τσουνάμι που θα έπληττε την περιοχή μελέτης. Αρχικά ψηφιοποιήθηκαν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά από τους τοπογραφικούς χάρτες για την περιοχή (ισοϋψείς, ακτογραμμή, Υδρογραφικό δίκτυο, Οδικό δίκτυο και οικισμοί). Στην συνέχεια ψηφιοποιήθηκε η «πιθανή» περιοχή προέλασης του κύματος σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές στην περιοχή μελέτης. Ενώ ταυτόχρονα προσδιορίστηκαν οι μορφολογικές κλίσεις της επιφάνειας καθώς και η σκίαση του αναγλύφου για την καλύτερη ανάγνωση της περιοχής.

Πίνακας 12 Γεωγραφικά Δεδομένα

Αρχικά Επίπεδα	Τοπολογία	
Πρωτογενή		Πηγή Χωρικών Διδομένων
Τοπογραφικός Χάρτης	Raster (geotif)	Γ.Υ.Σ (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού)
DEM	Raster	(Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI), The NASA Shuttle Radar Topographic Mission SRTM
Διοικητικά όρια	Πολυγωνική	Ελληνικός εναποθετήρας γεωγραφικών δεδομένων (http://geodata.gov.gr/maps/).
Χρήσεις Γής	Πολυγωνική	Server ανοικτών και ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων GEOFabrik
Περιοχές NATURA	Πολυγωνική	Server ανοικτών και ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων GEOFabrik
Οικοδομικά n τετράγωνα	Πολυγωνική	Server ανοικτών και ελεύθερων γεωγραφικών δεδομένων GEOFabrik
Παραγόμενα		
Υδρογραφικό δίκτυο	Γραμμική	
Οδικό δίκτυο	Γραμμική	
Ισοϋψείς	Γραμμική	
Οικισμοί	Πολυγωνική	
Ακτογραμμή	Γραμμική	

Τέλος για την καλύτερη ανάλυση και ερμηνεία της περιοχής μελέτης εντοπίστηκαν οι πληγείσες περιοχές με τεχνικές τηλεπισκόπηση και φωτοερμηνείας. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν εικόνες quickbird από τον δικτυακό server της Google για τις περιοχές μελέτης.

Μεθοδολογία - Αποτελέσματα

Η ανάπτυξη της γεωγραφικής επιστήμης στον τομέα της γεωπληροφορικής τα τελευταία έτη έχει κάνει ραγδαία βήματα. Η επιστημονική ενότητα της γεωπληροφορικής και οι πολυπληθείς κλάδοι της έχουν αναδείξει ένα μεγάλο φάσμα τεχνικών για την ανάλυση και τον προσδιορισμό πολλών φαινομένων σε όλη την κοινωνική σφαίρα των ανθρώπων με ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Βασικοί πυλώνες των τεχνικών αυτών είναι οι επιστημονικοί κλάδοι των GIS και της Τηλεπισκόπησης που με τις κατάλληλες τεχνικές παράγουν ένα μεγάλο εύρος αποτελεσμάτων σε όλα τα επίπεδα γεωγραφικής κλίμακας. Οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν και στην

παρούσα εργασία ώστε να αποδώσουν την απαιτούμενη γεωγραφική πληροφορία. (Κουτσόπουλος Κ. και Ανδρουλάκης Ν., 2003)

Στο στάδιο αυτό αναλύονται οι ενέργειες προσδιορισμού και ανάλυσης για την αναφερόμενη γεωγραφική περιοχή και την εκτίμηση των ενδεχόμενων επιπτώσεων από το κύμα τσουνάμι. Αρχικά αναλύονται οι τεχνικές και τα εργαλεία προσδιορισμού της ενδεχόμενα πληγείσας περιοχής. Στην συνέχεια προσδιορίζονται τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά με σκοπό την καλύτερη ανάλυση και αποτύπωση του σεναρίου. Τέλος με τα κατάλληλα εργαλεία γίνεται ο εντοπισμός και η ποσοτικοποίηση των ανθρωπογεωγραφικών χαρακτηριστικών στις περιοχές αυτές με αποτέλεσμα τον προσδιορισμό των πιθανών κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων.

Το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας αποτέλεσε τον προσδιορισμό της έκτασης προέλασης του κύματος. Ο προσδιορισμός αυτής της έκτασης προέκυψε από παλαιότερα καταγραφές προέλασης κυμάτων βαρύτητας (Vott, 2011) για την περιοχή μελέτης της Ηλείας. Από αυτές τις καταγραφές που αναλήφθηκαν ήδη στο κεφάλαιο για το τσουνάμι στην Ελλάδα προέκυψε η πληροφορία ότι η προέλαση του κύματος σε μία υποθετική επανεμφάνιση ενός ανάλογου φαινομένου θα είναι της τάξεως των 20μ. υψομετρικά από την ακτογραμμή. Αυτή η γεωγραφική πληροφορία στην συνέχεια ήταν ικανή να προσδιοριστεί χωρικά και να αποδοθεί από τα παραγόμενα δεδομένα. Συγκεκριμένα ο εντοπισμός και η αποτύπωση της ισοϋψούς των 20 μ. και της ακτογραμμής σε ένα πολυγωνικό αρχείο ήταν ικανή να αποδώσει την γεωγραφική πληροφορία του στην έκταση που ενδεχομένως πληγεί από ένα ισχυρό κύμα. Για την καλύτερη αποτύπωση και ερμηνεία της περιοχής του σεναρίου των 20μ. δημιουργήθηκε από το ΨΜΕ η γεωγραφική πληροφορία του σκιασμένου αναγλύφου και των κλίσεων. Τα παραπάνω δύο δεδομένα αποτελούν βασικά παράγωγα ενός ΨΜΕ μέσα από της διαδικασίες χωρικής ανάλυσης ενός DEM (Spatial Alysis).

Η λειτουργία του Hillshade αποτελεί τον υποθετικό ορισμό φωτισμού της επιφάνειας μίας περιοχής. Συγκεκριμένα καθορίζοντας με μία αναλυτική διαδικασία οι τιμές φωτισμού για κάθε κελί σε ένα ράστερ. Αυτό επιτυγχάνεται με τον καθορισμό μιας υποθετικής πηγής φωτός και τον υπολογισμό των τιμών φωτισμού του κάθε κυττάρου σε σχέση με τα γειτονικά κύτταρα. Η συγκεκριμένη τεχνική μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απεικόνιση της επιφάνειας για την ανάλυση ή την γραφική απεικόνιση. (ArcGIS Help, ESRI)

Η παραγόμενη πληροφορία της κλίσης υπολογίζει το μέγιστο ρυθμό μεταβολής ανάμεσα σε κάθε κύτταρο pixel και τα γειτονικά τους, για παράδειγμα, η απότομη υψομετρική διάφορα μεταξύ δύο κελιών αποτυπώνει μεγάλη κλίση. Ενώ η τιμή ράστερ της κλίσης εξόδου μπορεί να υπολογίζεται ως ποσοστό της κλίσης ή του βαθμού κλίσης. (ArcGIS Help, ESRI)

Το αποτέλεσμα από όλη αυτή την διαδικασία είναι ο παρακάτω χάρτης με την περιοχή επικινδυνότητας σε τσουνάμι (βλέπε χάρτη εκτιμώμενης επικινδυνότητας ζώνης 20μ.) Στον συγκεκριμένο χάρτη παρατηρούνται οι περιοχές κατάλυσης που θεωρήθηκε ότι είναι αυτές με υψόμετρο μικρότερο των 20μ. [ΧΑΡΤΗΣ 12. ΖΩΝΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ 20μ (Προέλαση ενδεχόμενου κύματος βαρύτητας)]

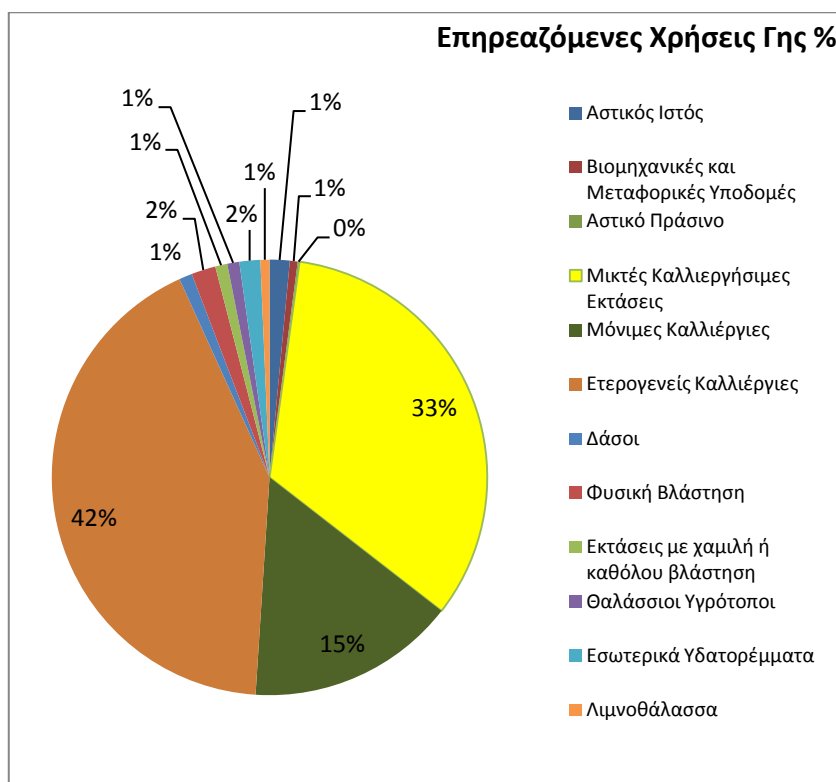
Στην συνέχεια αφού προσδιορίστηκε η εκτιμώμενη περιοχή κατάκλισης με την χρήση κατάλληλων εργαλείων, επιλέχθηκαν σε αυτή όλα τα άνθρωπο-φυσικό-γεωγραφικά χαρακτηριστικά με σκοπό να αναδείξουν το μέγεθος των επιπτώσεων μιας πιθανής εμφάνιση του φαινομένου. Συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας ως «μάσκα» ΑΟΙ (Area of Interest) το πολύγωνο που προέκυψε από την παραπάνω διαδικασία αποκόπηκαν όλα τα γεωγραφικά υπόβαθρα που αφορούν τόσο τα φυσικόγεωγραφικά όσο τα άνθρωπο γεωγραφικά χαρακτηριστικά τη περιοχής

του πολυγώνου (της χαμηλής δηλαδή παράκτιας ζώνης). Έτσι εστιάζοντας στα παραγόμενα γεωγραφικά δεδομένα που είχαν προκύψει, αποδόθηκαν πιθανά πληγείσες περιοχές ανάλογα με τις χρήσεις γης, τις περιοχές natura και τον αστικό ιστό. Τέλος από αυτό το βήμα της μεθοδολογίας προέκυψε ένας θεματικός χάρτης με τις πιθανά πληγείσες περιοχές. [ΧΑΡΤΗΣ 13. ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ – Της χαμηλής παράκτιας ζώνης που βρίσκεται κάτω από το υψόμετρο των 20μ.]

Επίσης με τα κατάλληλα εργαλεία των ΣΓΠ έγινε μια στατιστική επεξεργασία και υπολογίστηκε το μέγεθος της έκτασης για την ενδεχόμενα κατακλυσθήσα περιοχή, με τα εργαλεία χωρικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα εκτιμήθηκαν από τις ταξινομημένες χρήσεις γης η συνολική έκταση κάθε χρήσεις στην χαμηλή παράκτια ζώνη και στην συνέχεια προσδιορίστηκαν ξεχωριστά οι εκάστοτε χρήσεις γης σε ποσοστό επί του συνόλου της χαμηλής έκτασης του νομού. Αντίστοιχη λειτουργία εκπονήθηκε για της περιοχές φυσικού πλούτου natura και τον αστικό ιστό.

Πίνακας 13 Ποσοστό έκταση χρήσεων γης επί του συνόλου της χαμηλής (<20μ) παράκτιας ζώνης στο νομό Ηλείας.

Χρήσεις Γής	Ποσοστό επί της πληγείσας επιφάνειας
Αστικός Ιστός	1,49%
Βιομηχανικές και Μεταφορικές Υποδομές	0,58%
Αστικό Πράσινο	0,14%
Μικτές Καλλιεργήσιμες Εκτάσεις	33,31%
Μόνιμες Καλλιέργειες	15,51%
Ετερογενείς Καλλιέργειες	42,20%
Δάση	0,97%
Φυσική Βλάστηση	1,80%
Εκτάσεις με χαμηλή ή καθόλου βλάστηση	0,90%
Θαλάσσιοι Υγρότοποι	0,89%
Εσωτερικά Υδατορέμματα	1,55%
Λιμνοθάλασσα	0,67%



Πίνακας 14 Ποσοστό έκτασης οικισμών και μήκους οδικού δικτύου ,σε σχέση με που αναμένεται να επηρεαστεί από ένα ενδεχόμενο κύμα που θα προκαλέσει κατάκλιση μέχρι τη υψομετρική των 20 μ.

Αστικό Δίκτυο	Ποσοστό επί της πληγείσας επιφάνειας προς το συνολικό
Οικισμοί και Κύριες πόλεις	35%
Κύριο Οδικό Δίκτυο	18%
Επαρχιακό Οδικό Δίκτυο	22%

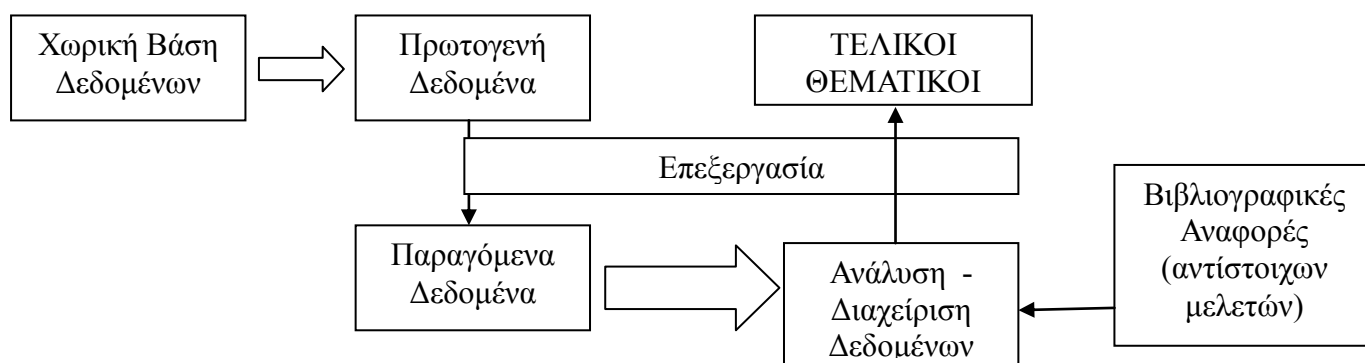
Πίνακας 15 Ποσοστό έκτασης οικολογία σημαντικών περιοχών natura που αναμένετε να υποστούν συνέπιες ενός θαλάσσιου κύματος βαρύτητας που θα προκαλούσε την κατάκλιση της χαμηλής (<20μ) παράκτιας ζώνης.

Natura	Ποσοστό επί της πληγείσας επιφάνειας
Παράκτια Natura	100%
Συνολικά Natura	70%

Στο τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας έγινε μια λεπτομερέστερη ανάλυση σε μεγαλύτερη κλίμακα εστιάζοντας στην πληθυσμιακή κατανομή της περιοχής που βρίσκεται στην χαμηλή παράκτια ζώνη του νομού καθώς και στα αστικά κέντρα και στην συγκεκριμένη έκταση μέσα σε αυτά. Συγκεκριμένα προσδιοριστικό ο πληθυσμός της περιοχής που ενδεχομένως ενώ με την χρήση οικοδομικών τετραγώνων αναδείχθηκε σε μεγαλύτερη κλίμακα το μέγεθος της επικινδυνότητας στα αστικά κέντρα. [ΧΑΡΤΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ & ΔΟΜΗΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ Της χαμηλής παράκτιας ζώνης που βρίσκεται κάτω από το υψόμετρο των 20μ.]

Μία ακόμη δυνατότητα των εργαλείων της γεωπληροφορικής είναι η μετατροπή των δεδομένων σε άλλες γεωγραφικές δομές με σκοπό της αξιοποίησης τους από άλλες γεωγραφικές εφαρμογές. Μια τέτοια λειτουργία είναι η μετατροπή των γεωγραφικών δομών shp σε kml (Keyhole Markup Language) και η εισαγωγή τους στην διαδικτυακή εφαρμογή Google earth με τα ποιοτικά χαρτογραφικά υπόβαθρα των εικόνων quickbird. Στην περίπτωση της μελέτης εντοπίστηκαν μέσα από το Google earth οι περιοχές των κύριων οικισμών που επλήγιασαν, εισάγοντας την γεωγραφική πληροφορία με την περιοχή επικινδυνότητας σε τσουνάμι (χωρικό δεδομένο εκτιμούμενης επικινδυνότητας ζώνης 20μ.) στην διαδικτυακή εφαρμογή Google earth σε μορφή kml αρχείου. [Εικόνες 15,16,17 Google earth για τους κύριους οικισμού]

Διάγραμμα ροής ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ



Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

Οριοθετώντας με τεχνικές GIS και τηλεπισκόπησης ,μία ζώνη μεταξύ της ακτογραμμής της και της ισοϋψούς των 20μ , με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες της περιοχής και το ΨΜΕ, παρατηρούμε ότι η έκταση των πληγέντων περιοχών που αναμένετε να κατακλυσθούν και να υποστούν τις

αρνητικές συνέπειες ενός ενδεχόμενου ισχυρού κύματος τσουνάμι, είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την συνολική έκταση του νομού, και συμπεριλαμβάνει σημαντικά οικιστικά κέντρα καθώς επίσης επηρεάζει και ένα πολύ σημαντικό τμήμα των σημαντικών χρήσεων γης της περιοχής και επομένως θα μπορούσε να την αλλοιώσει από κοινωνικό οικονομική άποψη. Η δημιουργία της ζώνης αυτής έγινε με βάση τις προηγούμενες καταγραφές για αντίστοιχα φαινόμενα στην περιοχή ,δηλαδή από ιστορικές καταγραφές και από τους συγκεκριμένους πίνακες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Επιπρόσθετα μια ακόμη μελέτη (Vott, 2011), συντέλεσε στην επιλογή αυτού του υψομέτρου στο νομό Ηλείας, καθώς σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μελέτη το κύμα τσουνάμι που έπληξε την περιοχή έφτασε και κατέστρεψε στους ιστορικούς χρόνους την αρχαία πόλη της Ολυμπίας η οποία βρίσκεται σε αρκετά μεγαλύτερο υψόμετρο.

Στο χάρτη ζώνης υψηλής επικινδυνότητας μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς των 20μ παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο παράκτιο τμήμα του νομού Ηλείας βρίσκεται εντός της χωρικής εμβέλειας του ενδεχόμενου κύματος και εκτείνεται σε επιφάνεια 989τ.χλμ.. Οι κύριοι οικισμοί οι οποίοι επηρεάζονται δεν βρίσκονται μόνο στο όριο της ακτογραμμής αλλά και εσωτερικότερα. Τέτοιοι είναι η Βάρδα, τα Λεχαινά , η Ανδραβίδα , η Γαστούνη , το Βαρθολομιό , ο Πύργος, το Επιτάλιο και η Ζαχάρω., ενώ ο καθαρά παράκτιος οικισμός είναι η Κυλλήνη. Στο εκτιμώμενο όριο της περιοχής υψηλής επικινδυνότητας συμπεριλαμβάνονται επίσης υλικοτεχνικές υποδομές όπως το στρατιωτικό αεροδρόμιο της Ανδραβίδας και το λιμάνι του Κατάκολου και της Κυλλήνης όπως επίσης και ένα μεγάλο τμήμα του κύριου και επαρχιακού οδικού δικτύου. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η υπερυψωμένη παράκτια περιοχή του Βαρθολομιού σε ενδεχόμενο του συγκεκριμένου φαινομένου μοιάζει να αποκόπτεται από το υπόλοιπο ηπειρωτικό κομμάτι και να σχηματίζει μια στρογγυλής μορφής νησί κατά τη διάρκεια της επέλασης του νερού στην περιοχή.

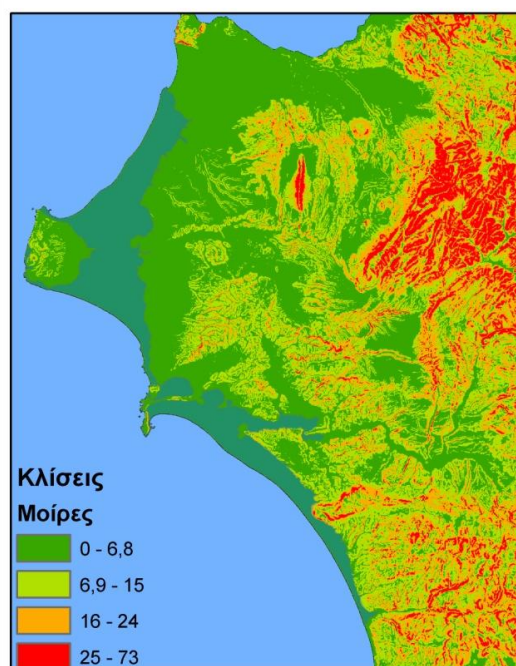
**ΧΑΡΤΗΣ ΖΩΝΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ 20μ
(Προέλαση ενδεχόμενου κύματος βαρύτητας)**



ΨΜΕ – DEM
ΠΕΡΙΟΧΗ ΗΛΕΙΑΣ



ΧΑΡΤΗΣ ΚΛΙΣΕΩΝ



Υπόμνημα

Σκίαση Αναγλύφου

High : 254

Low : 0

Ισουψείς 20μ

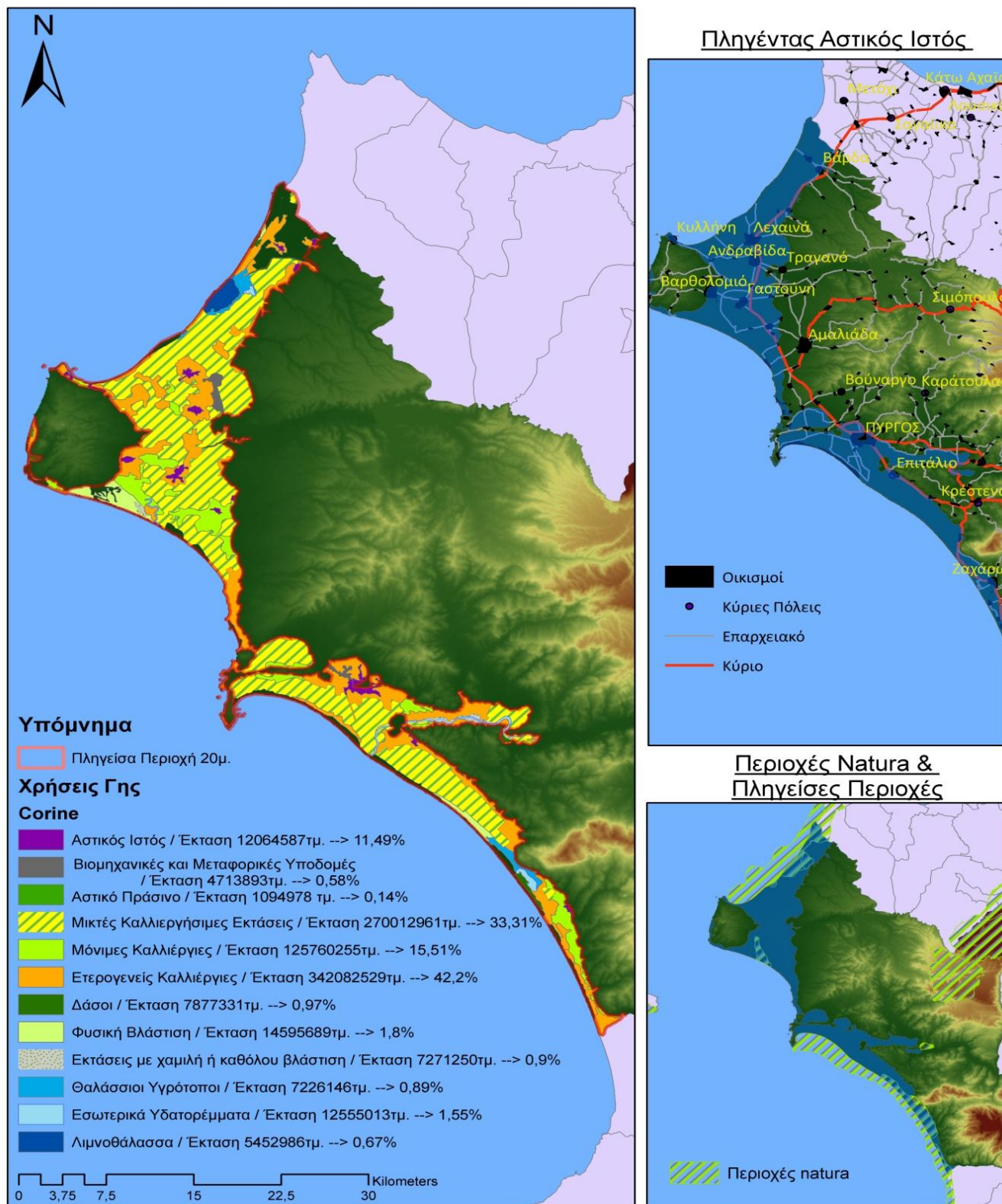
ΕΚΤΙΜΟΜΕΝΗ ΖΩΝΗ
ΕΠΙΚΥΝΔΗΝΟΤΗΤΑΣ 20μ.

Πηγή: Χαρικόπειο Πανεπιστήμιο, Σωτηρία Ζαφειρίου

Χάρτης 12

Συνεχίζοντας την επεξεργασία των δεδομένων της περιοχής μελέτης, όπως ήδη αναφέρθηκε δόθηκε έμφαση στις χρήσεις Γής (corine 2002), της περιοχής φυσικού πλούτο και τον αστικό ιστό που καταλύουν την περιοχή κάτω από την ισοϋψείς των 20μ..

ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ – Της χαμηλής παράκτιας ζώνης που βρίσκεται κάτω από το υψόμετρο των 20μ.



Πηγή: Χαροκόπείο Πανεπιστήμιο, Σωτηρία Ζαφειρίου

Εκτός λοιπόν από τις αναμενόμενες λόγω θέσης χρήσεις, που εξαιτίας της εγγύτητας με την ακτογραμμή και τον θαλάσσιο χώρο είναι προβλεπόμενο ότι θα επηρεαστούν, και τέτοιες είναι για παράδειγμα τα λιμάνια και οι παράκτιες περιοχές όπως επίσης και τουριστικά θέρετρα όπως τα λουτρά της Κυλλήνης, παρατηρείται ότι σε μια ενδεχόμενη κατάκλιση θα πληγούν και μεγάλης οικονομικής σημασίας καλλιεργήσιμες εκτάσεις όπως επίσης και περιοχές natura ιδιαίτερης οικολογικής και περιβαλλοντικής σπουδαιότητας.

Πιο συγκεκριμένα οι χρήσεις γης οι οποίες επηρεάζονται από την ενδεχόμενη κατάλυση του κύματος είναι οι αστικές χρήσεις οι οποίες καταλαμβάνουν ένα σχετικά μικρό ποσοστό στο σύνολο των χρήσεων της περιοχής της τάξεως περίπου του 2 % και οι βιομηχανικές χρήσεις με ακόμη μικρότερο ποσοστό της τάξης των 0,58%. Μικρή έκταση βιομηχανικών χρήσεων είναι αναμενόμενη και προκύπτει από τη παρουσίαση των στοιχείων της ΕΣΥΕ για τον νομό που προηγήθηκε, όπου ο ρόλος του δευτερογενή τομέα παραγωγής στην περιοχή είναι πολύ περιορισμένος. Αντίθετα ο πρωτογενής τομέας και η δυναμικότητα του στο νομό, επιβεβαιώνονται από το μεγάλο ποσοστό αντίστοιχων χρήσεων δηλαδή των καλλιεργήσιμων εκτάσεων μεικτών, μόνιμων και ετερογενών που καταλαμβάνουν το 33%, 15% και 42% αντίστοιχα. Μια πιθανή κατάκλιση από θαλασσινό νερό των χαμηλών αυτών περιοχών ενδέχεται να επιφέρει την αλμύριση των εδαφών καθώς επίσης και την ηφαλμύριση των υπόγειων νερών, επηρεάζοντας για ένα μακρύ χρονικό διάστημα την αγροτική δραστηριότητα στον νομό.

Επιπρόσθετα επηρεάζεται ο φυσικός πλούτος της περιοχής τα δάση και οι υδάτινες περιοχές το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων μάλιστα, αποτελούν οριοθετημένες περιοχές natura στο νομού. Οι περιοχές του Νομού Ηλείας, που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο «NATURA 2000» και η αντίστοιχη έκτασή τους είναι οι εξής :

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΟΠΟΥ	ΕΚΤΑΣΗ (ha)
178	GR2330002	SCI/SPA	OROPEDIO FOLOIS	ΟΡΟΠΕΔΙΟ ΦΟΛΟΗΣ	9741,96
179	GR2330003	SCI	EKVOLES (DELTA) PINEIOU	ΕΚΒΟΛΕΣ (ΔΕΛΤΑ) ΠΗΝΕΙΟΥ	903,81
180	GR2330004	SCI	OLYMPIA	ΟΛΥΜΠΙΑ	314,83
181	GR2330005	SCI	THINES KAI PARALIA(KO) DASOS ZACHAROS, LIMNI, KAI AFA, STROFYLIA, KA(KO)VATOS	ΘΙΝΕΣ & ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΔΑΣΟΣ ΖΑΧΑΡΩΣ, ΛΙΜΝΗ ΚΑΪΑΦΑ, ΣΤΡΟΦΥΛΙΑ, ΚΑΚΟΒΑΤΟΣ	3274,18
182	GR2330006	SCI	LIMNOTHALASSA (KO)TYCHI, BRINIA	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΚΟΤΥΧΙ, ΒΡΙΝΙΑ	1314,63

183	GR2330007	SCI	ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ ΑΠΟ ΑΚΡ. ΚΥΛΛΙΝΗ ΕΩΣ ΤΟΥΜΠΙ- ΚΑΛΟΓΡΙΑ	ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ ΑΠΟ ΑΚΡ. ΚΥΛΛΙΝΗ ΕΩΣ ΤΟΥΜΠΙ - ΚΑΛΟΓΡΙΑ	13166,35
184	GR2330008	SCI	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ (ΚΟ)ΛΠΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ: ΑΚΡ. ΚΑΤΑ(ΚΟ)ΛΟ- ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ	ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΛΠΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ, ΑΚΡ. ΚΑΤΑΚΟΛΟ - ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ	11042,19
185	GR2330009	SPA	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ (ΚΟ)ΤΥΧΙ - ΑΛΥΚΗ ΛΕΧΑΙΝΩΝ	ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΑ ΚΟΤΥΧΙ - ΑΛΥΚΗ ΛΕΧΑΙΝΩΝ	2337,83

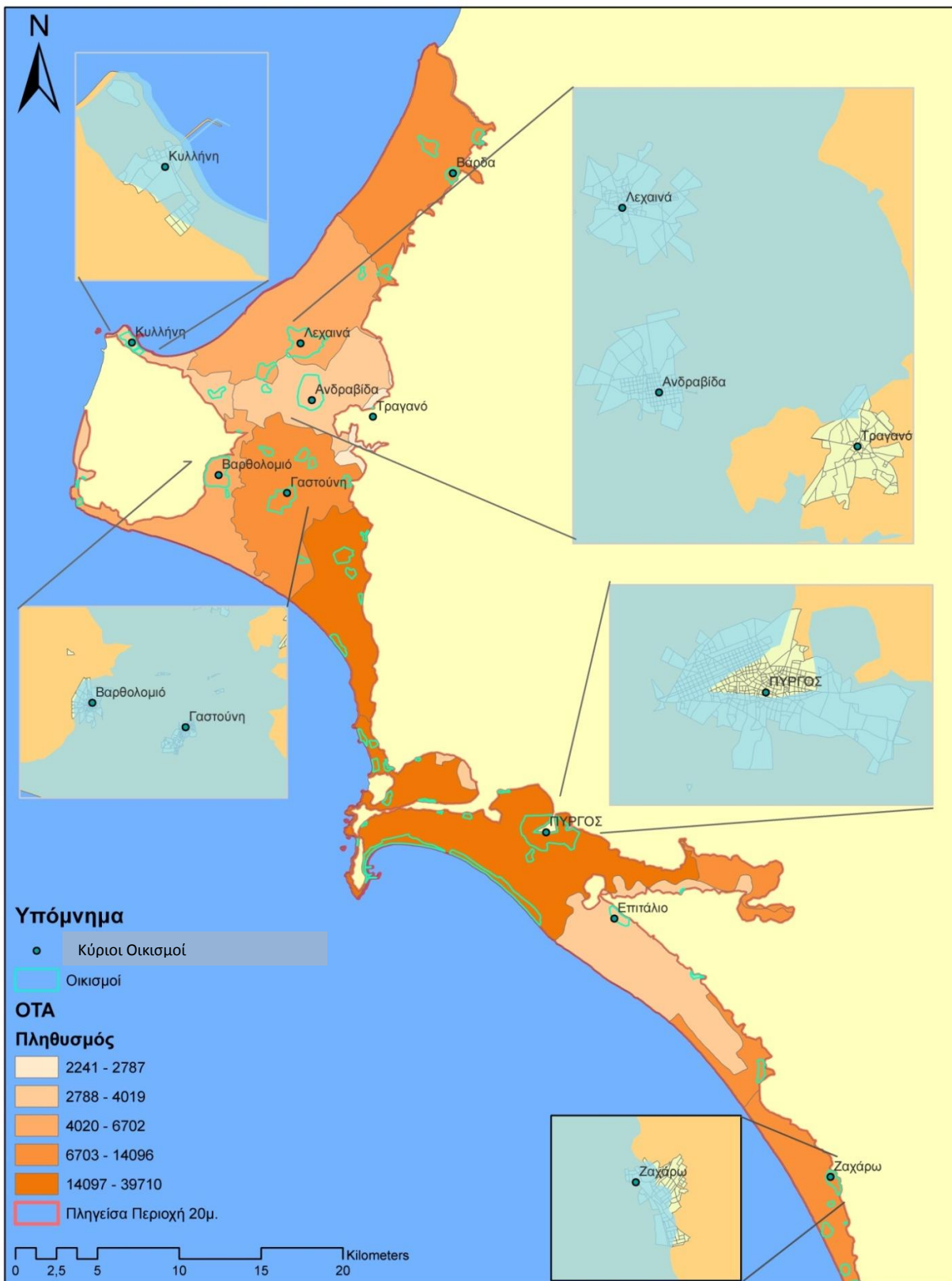
Το μεγαλύτερο τμήμα των περιοχών αυτών εκτείνεται κατά μήκος της παράκτιας ζώνης του νομού Ηλείας, στο βόρειο τμήμα του, στον κόλπο της Κυπαρισσίας, ενώ ένα κομμάτι της κατηγορίας αυτής εκτείνεται και στην ανατολική ορεινή πλευρά του. Πολύ μεγάλη έκταση καθοριστική σημασία για την βιοποικιλότητα της χλωρίδας και της πανίδας του νομού αποτελεί το Εθνικό Πάρκο Υγροτόπων Κοτυχίου-Στροφυλιάς το οποίο περιλαμβάνει δυο Τόπους Κοινοτικής Σημασίας του Δικτύου NATURA 200, την περιοχή GR2330006 «Λιμνοθάλασσα Κοτύχι και την περιοχή GR 2320001 «Λιμνοθάλασσα Καλόγριας, Δάσος Στροφυλιάς και Έλος Λάμιας». Η περιοχή της Στροφυλιάς και του Κοτυχίου, βρίσκεται στη Δυτική Πελοπόννησο, στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας. Η προστατευόμενη περιοχή απλώνεται από τα Μαύρα Βουνά του Αράξου στο βορρά έως την αλυκή Λεχαινών στο νότο και από την Εθνική οδό Πατρών– Πύργου στα ανατολικά έως το θαλάσσιο μέτωπο του Ιονίου πελάγους στη δύση. Την περιοχή διατρέχει ένα σύστημα μόνιμων ή εποχιακών αργά ρεόντων ή στάσιμων υδάτων, απομονωμένων ή σε εποχιακή επικοινωνία, που η έξοδός τους προς τη θάλασσα εμποδίζεται από το τείχος που υψώνουν οι παραλιακοί αμμόλοφοι. Ο κύριος όγκος των νερών δημιουργεί τις λιμνοθάλασσες Κοτυχίου, Προκόπου και Πάππα.¹

Επικεντρώνοντας λοιπόν την προσοχή σε μεγάλα αστικά κέντρα και παρατηρώντας τον θεματικό χάρτη της Google με την περιοχή επικινδυνότητας και το υπόβαθρο των εικόνων quickbird γίνεται κατανοητό πως περιοχές όπως ο Πύργος, η Ανδραβίδα, η Γαστούνη το Βαρθολομίο η Μανολάδα και η νέα Μανολάδα όπου συγκεντρώνονται ο μεγαλύτερος πληθυσμός και η κοινωνική οικονομική δραστηριότητα του νομού, είναι πολύ εκτεθειμένες σε ενδεχόμενα φαινόμενα θαλάσσιων κυμάτων βαρύτητας.

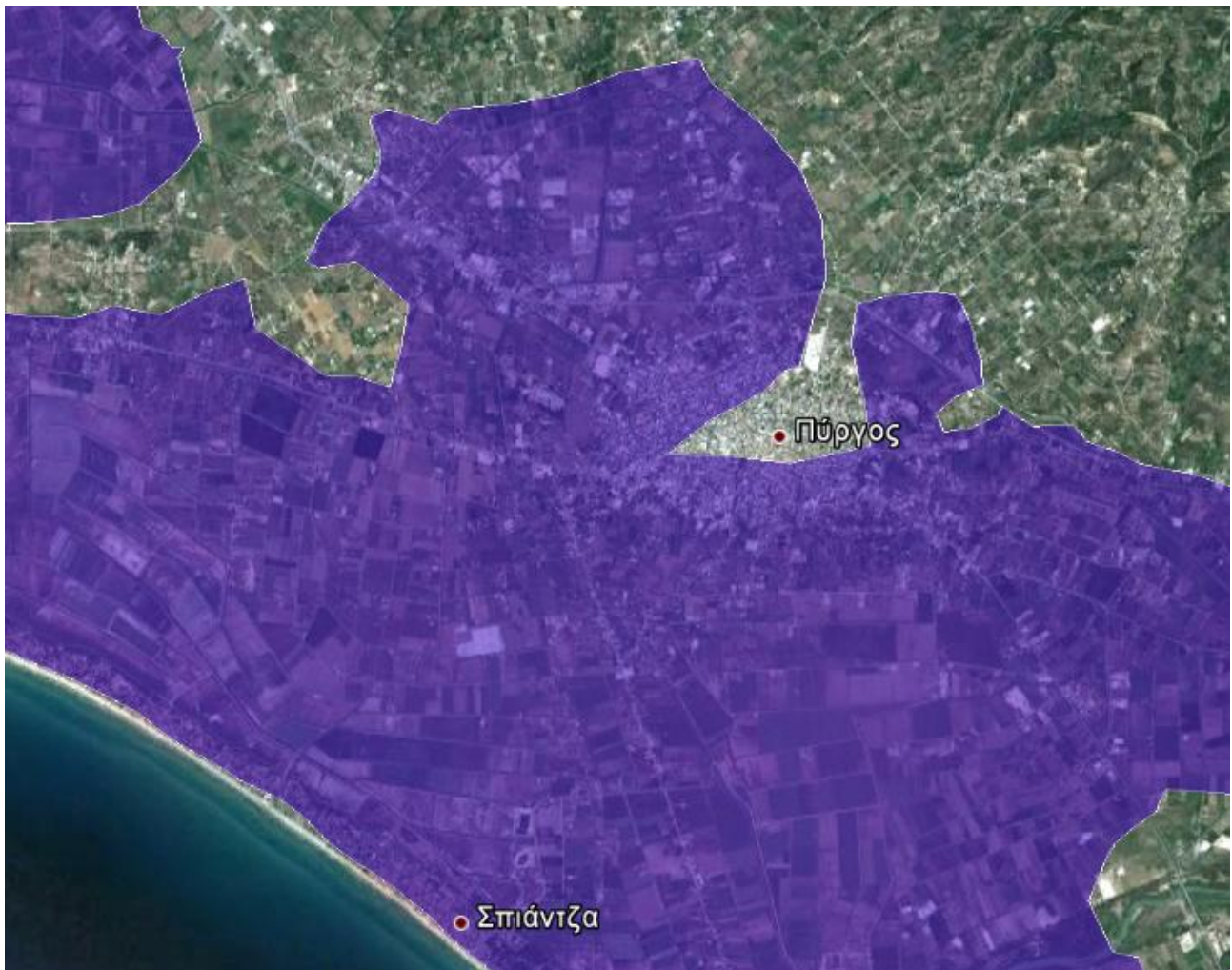
¹ http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/files/file/LIFE02_NAT_GR_008491_LAYMAN_GR.pdf

ΧΑΡΤΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ & ΔΟΜΗΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Της χαμηλής παράκτιας ζώνης που βρίσκεται κάτω από το υψόμετρο των 20μ.

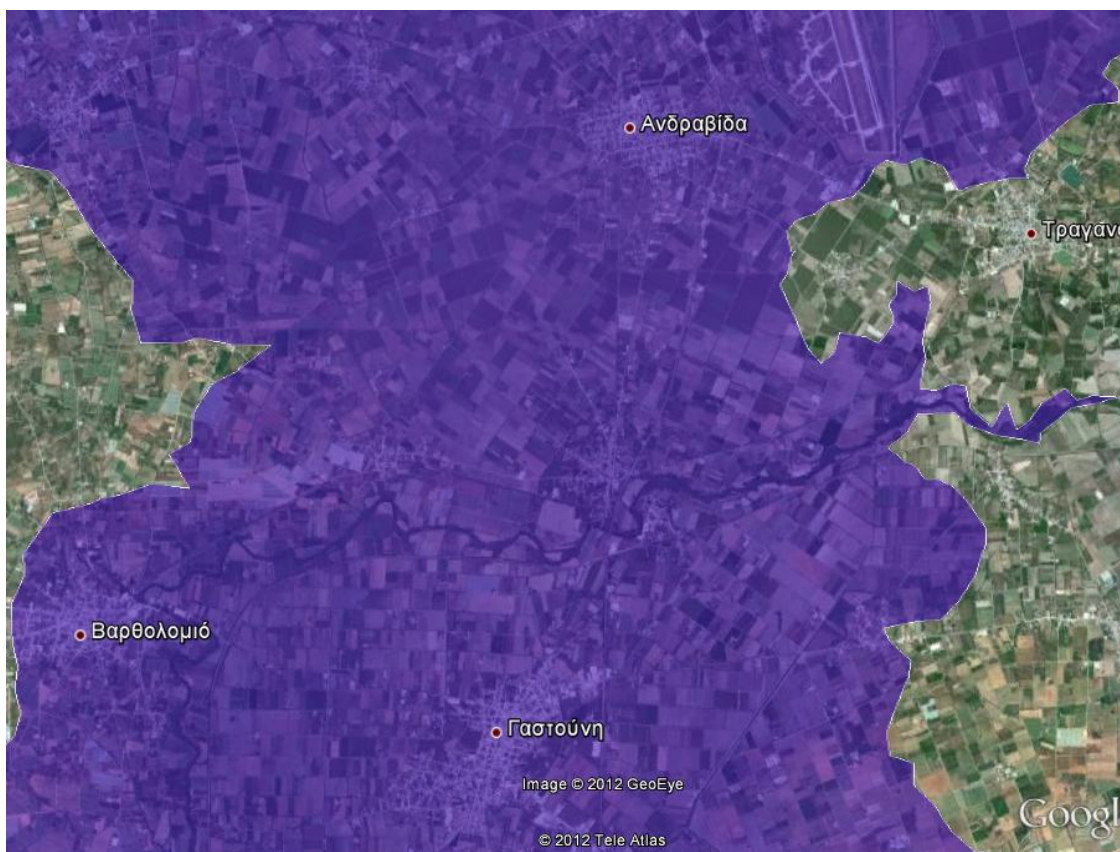


Δηλώνεται ξεκάθαρα ο λόγος της μελέτης του φαινομένου σε αυτή την περιοχή καθώς σε μια ενδεχόμενη εκδήλωση τσουνάμι τέτοιου βεληνεκούς η καταστροφή που θα υποστούν οι περιοχές αυτές είναι πολύ μεγάλη. Ακόμη περιοχές όπως τα Λεχαινά και η Κυλλήνη οι οποίες παίζουν πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στον τομέα του τουρισμού φαίνεται ότι καλύπτονται ολοσχερώς από το νερό. Συνεπώς οι κοινωνικό οικονομικές επιπτώσεις σε ολόκληρο το παράκτιο τμήμα του νομού Ηλείας από ένα τέτοιο κύμα είναι πολλές και επηρεάζουν ενδυνάμη την βιωσιμότητα και ανταγωνιστικότητα του νομού.



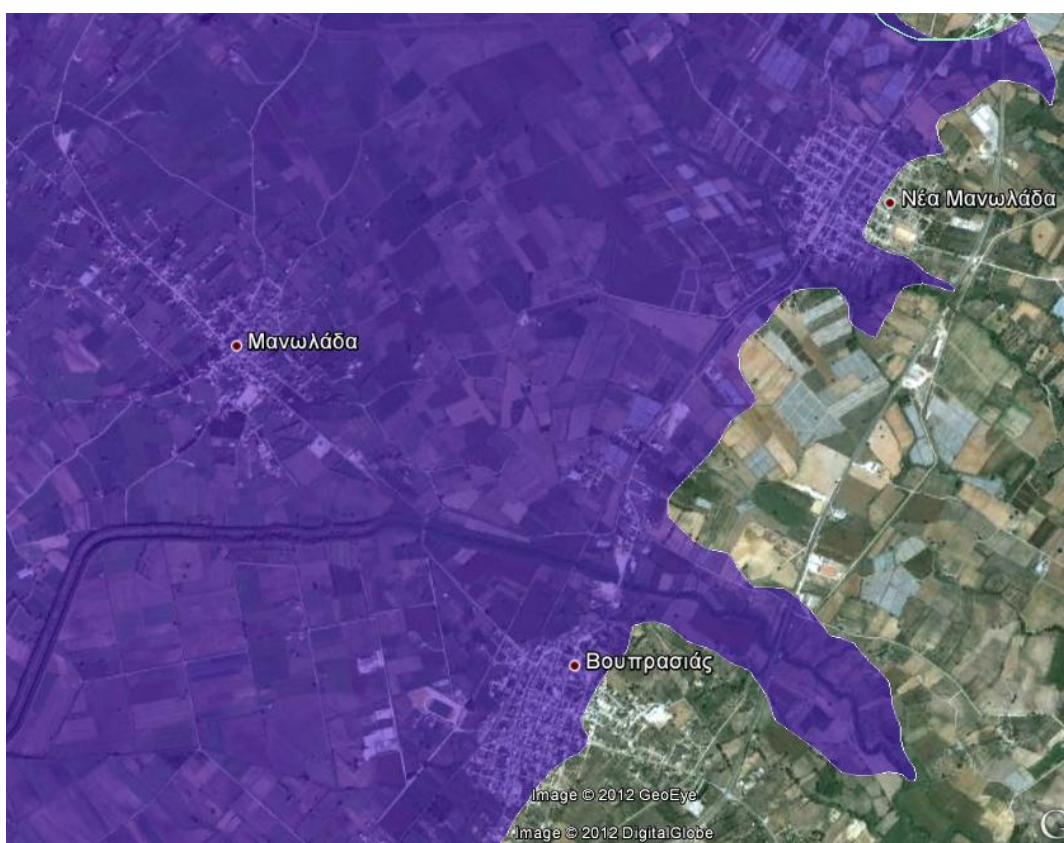
Χάρτης 15 Εικόνα GOOGLE EARTH περιοχής επικινδυνότητας ΠΥΡΓΟΥ

Σχόλιο: Η δομημένη περιοχή του Πύργου επηρεάζεται κατά 60%. Δεν επηρεάζεται το κέντρο της πολύς αλλά οι γύρο περιοχές. Ο οικισμός Σπιάντζα κατακλίσεται 100% από μια πιθανή προέλαση ενός κύματος βαρύτητας



Χάρτης 16 Εικόνα GOOGLE EARTH περιοχής επικινδυνότητας ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ, ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ, ΓΑΣΤΟΥΝΙ

Σχόλιο: Οι οικισμοί Ανδραβίδα Γαστούνη Βαρθολομιό καταλύονται 100% από μια πιθανή προέλαση ενός θαλάσσιου κύματος βαρύτητας. Χαρακτηριστικό δε είναι ότι το στρατιωτικό αεροδρόμιο της Ανδραβίδας θα υπερκαλυφθεί από το νερό



Χάρτης 17 Εικόνα GOOGLE EARTH περιοχής επικινδυνότητας ΜΑΝΩΛΑΔΑΣ , ΝΕΑΣ ΜΑΝΩΛΑΔΑΣ και ΒΟΥΠΡΑΣΙΑΣ

Σχόλιο: Οι οικισμοί Μανωλάδα Νέα Μανωλάδα και Βουπρασιάς καταλύονται 100% από μια πιθανή προέλαση ενός θαλάσσιου κύματος βαρύτητας.

Συμπεράσματα – προτάσεις

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η χαρτογράφηση και αδρή εκτίμηση των αρνητικών επιπτώσεων της χαμηλής παράκτιας ζώνης του νομού Ηλείας από ένα ενδεχόμενο καταστροφικό θαλάσσιο κύμα βαρύτητας. Η μελέτη ενός τόσο σύνθετο και πολυδιάστατο σε πτυχές φαινόμενο επιχειρήθηκε μέσω της παρουσίας των ποσοτικών και ποιοτικών στοιχείων. Εντοπίστηκε η περιοχή υψηλής επικινδυνότητας με την αποτελεσματική χρήση των τεχνολογιών των GIS και της τηλεπισκόπησης. Τα GIS αποτελούν ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απεικόνισης πληροφοριών σχετικών με ζητήματα γεωγραφικής φύσης. Τα GIS με τις πολυάριθμες λειτουργίες και εφαρμογές τους βοήθησαν στην ανάλυση των φαινομένων σε διάφορα γεωγραφικά επίπεδα (οικοδομικά τετράγωνα έως νομό) και με διάφορες μεθόδους όπως οι πολύ-θεματικοί χάρτες που αφορούν την πληγείσα περιοχή.

Τα Tsunamis μπορούν να προκαλέσουν πολλές, ποικίλες και μεγάλης έκτασης ζημιές. Οι συνέπειες των Tsunami εντοπίζονται στον άνθρωπο, στο ανθρωπογενές περιβάλλον, στο παράκτιο οικοσύστημα και πολύ συχνά ευρύτερα στο οικοσύστημα της τοπικής ενδοχώρας, στις υλικές υποδομές, στη σύσταση του επίγειου και υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα καθώς και στη μορφολογία και την αισθητική των ακτών. Ιδιαίτερα σημαντικές βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποβαίνουν οι οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις ενός τέτοιου πλήγματος. Σε αρκετές περιπτώσεις ένα ενδεχόμενο πλήγμα κύματος Tsunami επιφέρει τεράστια και πολλές φορές ριζική καταστροφή σε παράκτιες βιομηχανίες ή μονάδες παραγωγής, με πιο συνηθισμένη την βιομηχανία αλιείας, ενώ ταυτόχρονα πλήττεται και η τοπική αγροτική παραγωγή, παράγοντες άμεσα συνδεδεμένοι με την οικονομική και κοινωνική σταθερότητα και εξέλιξη των τοπικών κοινωνιών. Τις ήδη σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις που επιφέρει ένα Tsunami, ενισχύει η συγκέντρωση πληθυσμού σε απροστάτευτες παραλιακές τοποθεσίες, σε περιοχές ευάλωτες σε πλημμυρικά φαινόμενα καθώς και σε παράκτιες περιοχές που διακρίνονται από έντονη σεισμική δραστηριότητα.

Για την συγκεκριμένη εργασία ελήφθησαν υπόψη βιβλιογραφικά δεδομένα που αφορούν ιστορικά ,τσουναμι που έχουν κατά καιρούς πλήξει την ευρύτερη περιοχή της δυτικής Ελλάδας καθώς και τον χώρο της ανατολικής μεσογείου. Κρίθηκε σκόπιμη η εκτίμηση των ενδεχόμενων αρνητικών επιπτώσεων από ένα τέτοιο γεγονός να εστιαστεί στο χαμηλό τμήμα της παράκτιας ζώνης ,που εκτείνεται από την ακτογραμμή έως το υψόμετρο των 20 μ.

Διαπιστώθηκε ότι μια σημαντική έκταση που ανέρχεται σε 989τ.χλμ και αντιστοιχεί στο 26% της συνολικής έκτασης του νομού βρίσκεται στη ζώνη υψηλής επικινδυνότητας. Η έκταση αυτή καταλαμβάνεται από κοινωνικό οικονομικά σημαντικές χρήσεις γης καθώς αντιστοιχούν σε οικιστικές περιοχές όπως ο Πύργος, η Ανδραβίδα, το Κατάκολο, η Γαστούνη το Βαρθολομίο η Μανολάδα και η νέα Μανολάδα που φιλοξενούν ένα μεγάλο αριθμό κατοίκων ο οποίος αντιστοιχεί στο 54% του πληθυσμού του νομού. Φυσικές καταστροφές τέτοιου μεγέθους, όπως τα Tsunamis, συνοδεύονται από πολύ σημαντικές μακροοικονομικές επιπτώσεις που συχνά δεν είναι άμεσα εμφανείς. Το μεγάλο πλήγμα μιας τέτοιας καταστροφής αφορά τον τομέα της τοπικής παραγωγής που σχετίζεται άμεσα σε τοπικό επίπεδο με την απασχόληση, τα δημόσια έσοδα. Μια έκταση που αντιστοιχεί στο 90% της χαμηλής παράκτιας ζώνης καταλαμβάνεται από καλλιέργειες Μικτών Καλλιεργήσιμων Εκτάσεων, Μόνιμων και Ετερογενών Καλλιεργειών που αποτελούν

σημαντικό παράγοντα της τοπικής οικονομικής δραστηριότητας. Ο αγροτικός τομέας αναμένεται να πληγεί επιπλέον από την αύξηση της αλατότητας των εδαφών αλλά και υφαλμύριση και την μείωση της ποιότητας των υπόγειων νερών για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μετά το γεγονός της κατάκλισης του κύματος. Το μέγεθος αυτών των δευτερογενών συνεπειών εξαρτάται άμεσα από τη δομή της εκάστοτε τοπικής οικονομίας καθώς και την ελαστικότητά της. Οι επιπτώσεις είναι ισχυρότερες όταν η μορφή της οικονομίας είναι τέτοια, ώστε να υπάρχουν πολλοί τομείς που να εξαρτώνται άμεσα από τον τομέα εκείνο που έχει υποστεί τη μεγαλύτερη ζημιά από την επέλαση του Tsunami. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση εκείνων των οικονομιών που βασίζονται στην τουριστική κίνηση η ακόμη και στον πρωτογενή τομέα, όπως η Ηλεία. Οι πιο ανεπτυγμένες οικονομίες είναι πιο ανθεκτικές απέναντι στις αρνητικές επιπτώσεις ενός Tsunami, σε σχέση με τις λιγότερο αναπτυγμένες. Τα μακροοικονομικά αποτελέσματα φυσικών καταστροφών όπως το Tsunami χαρακτηρίζονται από μικρή χρονική διάρκεια. Η έρευνα έχει αποδείξει ότι είναι ασυνήθιστο φαινόμενο ο εντοπισμός σημαντικών αυξήσεων στο εθνικό εισόδημα αλλά ακόμα και η πτώση του ρυθμού ανάπτυξης μετά από μια ξαφνική φυσική καταστροφή όπως ένα Tsunami. Αντίθετα μάλιστα, σε αρκετές περιπτώσεις όταν μια περιοχή πλήγεται από ένα κύμα Tsunami, συχνά αυτό αποφέρει θετικά αποτελέσματα, διότι λόγω της εκτεταμένης καταστροφής πραγματοποιούνται πολλές επενδύσεις στον τομέα της ανάπλασης των υποδομών. Πέραν των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων σημαντικές αναμένεται να είναι και οι συνέπειες στο περιβάλλον καθώς το 100% των περιοχών natura βρίσκονται κατά μήκος της ακτογραμμής.

Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα είδη φυσικών καταστροφών, των οποίων οι συνέπειες έχουν συνήθως τοπικό χαρακτήρα, τα Tsunamis έχουν τη δυνατότητα να πλήττουν παράκτιες περιοχές σε μεγάλες αποστάσεις από τα σημεία που εκδηλώνονται και για αυτόν τον λόγο έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην πρόβλεψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεών τους. Αν και η εκδήλωση των Tsunamis δεν μπορεί να γίνει αντικείμενο ακριβούς πρόβλεψης, εντούτοις, οι άμεσες συνέπειές τους όσον αφορά τις απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και σε ανθρώπινες περιουσίες, μπορεί να περιοριστούν με τον κατάλληλο σχεδιασμό. Η πιθανότητα εκδήλωσης Tsunami, είναι ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπ' όψιν κατά τη διαμόρφωση και ρύθμιση της παράκτιας ζώνης παγκοσμίως. Χώρες με ευπρόσβλητες και εκτεθειμένες ακτές αντιμετωπίζουν αδιάκοπα την απειλή τέτοιων κινδύνων και την πρόκληση για την απαραίτητη διευθέτησή τους. Οι προσπάθειες αντιμετώπισης τέτοιων φαινομένων δεν θα σταματήσουν την εκδήλωσή τους, αλλά θα ελαχιστοποιήσουν τις καταστροφικές τους συνέπειες, μέσω της προστασίας και της μείωσης της ευπάθειας των παράκτιων περιοχών ανά τον κόσμο. Η καλύτερη στρατηγική σχετικά με την αποφασιστική και αποτελεσματική αντιμετώπιση των Tsunamis, επικεντρώνεται στην αποτροπή της κατοίκησης και της συγκέντρωσης καθοριστικής σημασίας δημόσιων υπηρεσιών στην περιοχή που μπορεί να πληγεί από ένα τέτοιο κύμα. Για την αποτελεσματική και ουσιαστική αντιμετώπιση των συνεπειών ενός Tsunami, είναι απαραίτητη η ακριβής και λεπτομερής προσέγγιση του κινδύνου που προκύπτει, η διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου συστήματος προειδοποίησης, καθώς και η χωροθέτηση περιοχών συγκέντρωσης του πληθυσμού κατά την εκδήλωση του κινδύνου. Για όλες τις περιοχές που πλήττονται από Tsunamis είναι απαραίτητη η αποτίμηση του κινδύνου, η έγκυρη και έγκαιρη προειδοποίηση, καθώς και η ετοιμότητα των αρχών και του πληθυσμού.

Λαμβάνοντας υπόψη την ερμηνεία των αποτελεσμάτων εντοπίζουμε ότι η παρούσα μελέτη αναδεικνύει την αναγκαιότητα μίας σειράς πολιτικών για την αντιμετώπιση του καταστροφικού φαινομένου του τσουνάμι γενικότερα. Με βάση τις ποιοτικές και ποσοτικές εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις ενός κύματος βαρύτητας στην περιοχή και με σκοπό την καλύτερη αντιμετώπιση των αρνητικών τους αποτελεσμάτων σε όλα τα χρονικά στάδια της εκδήλωσης του φαινομένου προτείνονται τα παρακάτω μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των αρνητικών συνεπειών.

- Αρχικά επιβάλλεται η εκτενέστερη μελέτη για την προστασία των παράκτιων περιοχών αφού όπως προέκυψε από την εργασία στην περιοχή δεν υπάρχει αντίστοιχος σχεδιασμός διαχρονική έκθεση σε κύματα βαρύτητας.
- Υπάρχει επιτακτική ανάγκη για την λεπτομερή αποτύπωση των χρήσεων γής και την αναδιάρθρωση τους σύμφωνα και με τον σχεδιασμό μετεγκατάστασης σε ασφαλέστερες υψομετρικά ζώνες.
- Δημιουργία συγκεκριμένου φορέα για την διαχείριση και αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών της παράκτιας ζώνης και την στελέχωση του με αρμόδιο «γεωγραφικό» επιστημονικό προσωπικό που να βρίσκεται σε άμεση και συνεχή συνεργασία με άλλους φορείς.
- Ανάπτυξη της γεωγραφικής πληροφορίας της περιοχής με την δημιουργία χωρικών βάσεων δεδομένων μεγάλης ακρίβειας και την προσομοίωση μοντέλων και σεναρίων αντιμετώπισης και αποφυγής αντιστοιχών παράκτιων καταστροφών με την βοήθεια των γεωπληροφοριακών τεχνολογιών.

Επίσης από τον χάρτη επικινδυνότητας των οικοδομικών τετραγώνων και των χαρτών που κατασκευάστηκαν με υπόβαθρο εικόνες του Google-earth, αναδεικνύετε η αναγκαιότητα μίας ακόμη πολιτικής σχετικής με ένα μελλοντικό χωροταξικό σχεδιασμό. Πιο συγκεκριμένα ο παράκτιος σχεδιασμός, πρέπει οπωσδήποτε να λάβει υπ' όψιν του τα ενδεχόμενα εκδήλωσης Tsunami και τις συνέπειές τους στον παράκτιο χώρο. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της χρήσης αποτελεσματικών όρων δόμησης και της διαμόρφωσης των καταλλήλων χρήσεων γης. Ο περιορισμένος αριθμός καταστροφών και θυμάτων κατά τη διάρκεια των δυο σημαντικότερων Tsunami τα τελευταία εκατό χρόνια στην Ελλάδα, δεν θα πρέπει να αποτελέσει παράγοντα εφησυχασμού. Η σημερινή ξέφρενη και αλόγιστη οικιστική ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης έχει μεταφέρει τον κύριο όγκο του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης στις ακτές, με αποτέλεσμα το ενδεχόμενο εκδήλωσης Tsunami, αντίστοιχων του παρελθόντος στις ίδιες ακριβώς περιοχές, να είχε στις μέρες μας σαφώς τραγικότερες συνέπειες. Εάν ληφθεί υπ' όψιν η σύνθετη μορφολογία των ελληνικών ακτών και των μικρών χρόνων άφιξης στην ακτή, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το πρόβλημα προστασίας από ενδεχόμενο Tsunami είναι πολύ πιο σύνθετο από την απλή εγκατάσταση σταθμών έγκυρης προειδοποίησης στο Αιγαίο και το Ιόνιο Πέλαγος, διότι ενώ ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να προσφέρει προστασία από ένα ενδεχόμενο Tsunami μεγάλου μεγέθους το οποίο θα πλήξει την Ανατολική Μεσόγειο, δεν μπορεί να παρέχει προστασία από τα συνήθη τοπικού χαρακτήρα Tsunami. Η ουσιαστική αντιμετώπιση του κινδύνου των Tsunami επιβάλλει τη διεξαγωγή συγκεκριμένων μελετών ανά περιοχή ενδιαφέροντος. Οποιαδήποτε άλλη βεβιασμένη και πρόχειρη λύση θα αποτελέσει ημίμετρο και θα αυξήσει μακροπρόθεσμα το κόστος αντιμετώπισης ενός τέτοιου φαινομένου.

Βιβλιογραφία

Διεθνή Βιβλιογραφία

Andreas Vott , (2007) ,Relative sea level changes and regional tectonic evolution of seven coastal areas in NW Greece since the mid-Holocene ,Faculty of Geography, Philipps-Universita Marburg, Deutschhaus

Andreas Vött, Georg Bareth, Helmut Brückner, Franziska Lang, Dimitris Sakellariou, Hanna Hadler, Konstantin Ntageretzis and Timo Willershäuser , (2011), Olympia's Harbour Site Pheia (Elis, Western Peloponnese, Greece)Destroyed by Tsunami Impact

Antonopoulos J. , (1980) , Data from investigation on seismic Sea-waves events in the Eastern Mediterranean from the Birth of Christ to 500 A.D. Part 1

Benson C., Clay E. (2004) Beyond the Damage : Probing the Economic and Financial

G.A. Papadopoulos, B.J. Chalkis, (1983), Tsunamis observed in Greece and the surrounding area from antiquity up to the present times, Hellenic Air Force Academy, Dekelia, Athens Greece

G-A. Tselentis, G. Stavrakakis, E. Sokos, F. Gkika, and A. Serpetsidaki, (2010), Tsunami hazard assessment in the Ionian Sea due to potential tsunamogenic sources – results from numerical simulations

Gudie ,A. , Anderson, M . ,T. , Levin ., j. ,Richards , K. ,Whalley ,B. , Worsley , P. , (1981) , Geomorfological techniques .Ed for the British geomorfological reaserch group, G Allen and Unwin , London.

Guillermo Q.Zabios III-Institute of Civil Engineering and National Hydraulic Research Center, University of the Philippines, Diliman

Hendrik J. Bruins, J. Alexander MacGillivray, Costas E. Synolakis, Chaim Benjamini, Jorg Keller, Hanan J. Kisch, Andreas Klugel , Johannes van der Plicht, (2008), Geoarchaeological tsunami deposits at Palaikastro (Crete) and the Late Minoan IA eruption of Santorini, Journal of Archaeological Science 35 (2008) 191-212

International Decade for the Natural Disasters Reduction IDNDR

Jameson M.H -Rrunels C.N-Van Andel , TJ .H , (1994) , A Greek countryside. The southern Argolid from prehistory to the present day, Stanford , California

- Koukouvelas I. Mpresiakas A., Sokos E. & Doutsos T. (1996) The tectonic setting and earthquake ground hazards of the 1993 Pyrgos earthquake, peloponnese, Greece. *Journal of the Geological Society, London*, vol. 153, p. 39-49.
- Lekkas E., Fountoulis I. & Papanikolaou D. (2000) Intensity distribution and neotectonic macro-structure Pyrgos earthquake data (26 March 1993, Greece). *Natural Hazards*, 21, p. 19-33.
- Levin B.W., (2005) *Tsunamis : Causes, Consequences, Prediction and Response*. Natural Disasters
- M.Papathoma & D.Dominey-Howes, (2003) Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal hazard analysis and disaster management planning , gulf of Corinth,Greece. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 3: 733–747
- Papadopoulos, G.A. and Imamura, F. (2001). “A Proposal for a New Tsunami Intensity Scale”, *Proceedings of International Tsunami Symposium 2001, Seattle, U.S.A.*, pp. 569-577.
- Papanikolaou D., Fountoulis I. & Metaxas C. Active faults, deformation rates and Quaternary paleogeography at Kyparissiakos Gulf (SW Greece) deduced from onshore and off-shore data. *Quaternary International*, vol. 171-172, p. 14-30.
- Papathoma, M., Dominey-Howes, D., Zong, Y., Smith, D. , 2003, Assessing tsunami vulnerability, an example from Herakleio, Crete, *Natural Hazards and Earth System Science* 3 (5) , pp. 377-389 2
- Papazachos, B. C. and Papazachou, C., (1997), *The Earthquakes of Greece*, Ziti Editions, Thessaloniki,.
- Papazachos, B. C., Koutitas, C., Hatzidimitriou, P. M., Karakostas, B. C., and Papaioannou, C. A , (1986) , *Tsunami Hazard in Greece and the surrounding area*, *Annales Geophysicae*,.
- Shah B.V., (1983), *Is the environment becoming more hazardous* Aglobal survey 1947-1981Merz B., Plate J.E.2001, *Naturkatastrophen: Ursachen , Auswirkungen, Vorsorge*.schweizebart, Styttgart.
- Smith K., (1992), *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster*. ,Routledge ,London.Guillermo Q Zabios, III-Institute of Civil Engineering and National Hydraulic Research Center, University of the Philippines, Diliman
- Soloviev S.L. (1989) *Tsunamigenic Zones in the Mediterranean Sea*. *Natural Hazards* 3
- Soloviev, S. L. , (1978), *Tsunamis, The assessment and the mitigation of earthquake and risk*, UNESCO.
- Soloviev, S. L., Solovieva, O. N., Go, C. N., Kim, K. S., and Shchetnikov, N. A , (2000), *Tsunamis in*

the Mediterranean Sea 2000BC –2000AD, Kluwer Academic Publishers, .

Supratid S., Shuto N. (2004) The 2004 Sumatra Tsunami : Tsunami Intensity Scale, Damage assessments at the Kamala beach, Phuket, Thailand. United Nations Development Programme, Disaster Reduction Unit. Reducing Risks from Tsunamis : Disaster and Development Wetlands International Indonesia Programme (2004) Tsunami of Aceh and North Sumatra 26 December 2004.

Tefatos A., Charalambakis M., Papatheodorou G., Ghionis G., Ferentinos G. (2005) Potential Tsunami Hazard from Submarine Landslides in the Corinth Gulf, Greece. 22th IUGG International Tsunami Symposium, Chania.

Willige Theilen B. (2006) Tsunami Risk Site Detection in Greece Based on Remote Sensing and GIS Methods. Science of Tsunami Hazards 24, No 1,

Ελληνική Βιβλιογραφία

Λέκκας Ε., (2000) ,Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές , Εκδόσεις Access 1996.

Παπαδόπουλος Γ.Α.,(2000) ,Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα. Αντιμετώπιση Φυσικών και Τεχνολογικών Καταστροφών , Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

Παπαζάχος , Β. ,(1999), Οι σεισμοί στην Ελλάδα , εκδόσεις ΖΗΤΗ , Θεσσαλονίκη

Κ.Σαπουντζάκη, (2007),<<το αύριο εν κινδύνω>>, Αθήνα, εκδόσεις Gutenberg

Ι. Μελέντη –Β. Παπαζάχου, Η σεισμικότητα του ελληνικού χώρου ,(1980) , Θεσσαλονίκη.

Β.Κ. Παπαζάχος , Γ.Φ Καρακαίτης , Π .Μ Χατζηδημητρίου, (2005),Εισαγωγή στη σεισμολογία, Θεσσαλονίκη ,εκδόσεις σύγχρονη παιδεία Μαλλιαρης

Καρύμπαλης Ε.- Παυλόπουλος Κ. , (2004) ,Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας ,πανεπιστημιακές σημειώσεις ,τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου πανεπιστημίου.

Καρύμπαλης Ε. Σημειώσεις παράκτιας γεωμορφολογίας , πανεπιστημιακές σημειώσεις ,τμήμα Γεωγραφίας Χαροκόπειου πανεπιστημίου.

Μαρουκίαν Χ. , Παυλόπουλος Κ. , Γ. Παπαναστασίου , Ζαμάνη Α. , (2001), Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα, Περιοδικό Γεωγραφίες .

Κουτσόπουλος Κ., Ανδρουλάκης Ν. (2003) Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

με χρήση του Λογισμικού ARC GIS. Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Παπαδόπουλος Γ. (2005) Τσουνάμι και μέτρα προστασίας. Άρθρο

Φερεντίνος Γ., Γκιώνης Γ. (1995) Γεωμορφολογία Ακτών. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών

Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

- <http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/basics.html>
- www.oasp.gr
- http://www.biocrawler.com/encyclopedia/2004_Indian_Ocean_earthquake.html
- <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/hazard/tsuintro.html>
- <http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/basics.html>
- <http://wcatwc.arh.noaa.gov/physics.html>
- <http://FLOODSITE.COM>
- www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/1021/2010/

