

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΣΤΕ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΤΣΟΥΝΑΜΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΟΥ ΚΟΛΠΟΥ: ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΓΙΔΑΚΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΤΣΙΤΣΙΡΗ ΜΑΡΙΑ

ΚΑΝΕΛΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΥΣΗ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΛΥΚΟΥΡΓΙΩΤΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ

Διμελής Επιτροπή:

ΣΑΡΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΣ

ΠΑΤΡΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
1.Εισαγωγή.....	6
2.Χαρακτηριστικά των Τσουνάμι.....	8
2.1.Συντονισμός.....	9
3.Σεισμική δραστηριότητα.....	9
3.1.Κατολισθήσεις.....	10
3.2.Ηφαιστειακή δραστηριότητα.....	10
4.Πλάκα Κορινθιακού.....	11
5.Ρήγματα.....	11
5.1.Ενεργά ρήγματα.....	12
5.2.Αναγνώριση ρηγμάτων.....	12
5.3.Ταξινόμηση ρηγμάτων.....	12
6.Κορινθιακός Κόλπος.....	13
6.1.Ρήγματα στον θαλάσσιο χώρο.....	19
6.2.Ρήγματα στο χερσαίο τμήμα του Κόπλου.....	20
7.Τα τσουνάμι στην Ελλάδα.....	21
7.1.Τα μεγαλύτερα καταγεγραμμένα φαινόμενα στη περιοχή του Κορινθιακού Κόλπου.....	25
8.Μετρήσεις.....	29
9.Βιβλιογραφία.....	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τσουνάμι	8
Εικόνα 2: Τσουνάμι.....	9
Εικόνα 3:Ρήγματα.....	11
Εικόνα 4: Χάρτης των γεωτεκτονικών κινήσεων στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου.....	13
Εικόνα 5: Δημιουργία τσουνάμι.....	14
Εικόνα 6: Με άσπρο χρώμα φαίνονται οι σημερινές λεκάνες βύθισης του Κορινθιακού Κόλπου έτσι όπως διαμορφώθηκαν και εξελίσσονται τα τελευταία 500.000 χρόνια περίπου.....	16
Εικόνα 7: Οι φωτογραφίες δείχνουν χαρακτηριστικές δομές υποθαλάσσιων ολισθήσεων στην πλαγιά του Κορινθιακού Κόλπου σε βάθος 200-300 μέτρων από το βαθυσκάφος ΘΕΤΙΣ του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών.....	18
Εικόνα 8: Δορυφορική φωτογραφία Landsat της περιοχής του Κορινθιακού Κόλπου με τα κυριότερα ρήγματα στη στεριά και υποθαλάσσια	20
Εικόνα 9: Πότε χτύπησαν τα τσουνάμι και πώς δημιουργείται.....	24
Εικόνα 10: Η Ελική μετά το τσουνάμι.....	25
Εικόνα 11: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της τάφρου της Κορίνθου στον οποίο αποτυπώνονται τα ιστορικά σεισμικά γεγονότα και τα επίκεντρό τους.....	28
Εικόνα 12: Μέτρηση 1, Google Earth.....	29
Εικόνα 13: Μέτρηση 1, Max Sea.....	29
Εικόνα 14: Μέτρηση 2, Google Earth.....	30
Εικόνα 15: Μέτρηση 2, Max Sea.....	30
Εικόνα 16: Παράδειγμα εύρεσης βαθών στη θάλασσα.....	31
Εικόνα 17: Παράδειγμα εύρεσης υψομέτρων στη στεριά.....	32
Εικόνα 18: Κατανομή υψομέτρων και βαθών στον κόλπο 1.....	35
Εικόνα 19: Κατανομή υψομέτρων και βαθών στον κόλπο 2.....	38

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό την μελέτη των τσουνάμι και μας ανατέθηκε από τον καθηγητή του τμήματος Τοπογραφίας και Ειδικών Θεμάτων Τοπογραφίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος κ.Σωτήρη Λυκουργιώτη, τον Ιούνιο του 2012.

Η εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη του καθηγητή μας,ο οποίος μας παρείχε όλη την απαραίτητη βιβλιογραφία για την επισκόπηση του θέματος από πάσα πλευρά. Τέλος,ευχαριστούμε θερμά όλους τους διδάσκοντες και το προσωπικό του Ιδρύματος για τις γνώσεις που μας μετέδωσαν και που συντέλεσαν στην αρμονική φοίτησή μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη της φύσης και των χαρακτηριστικών των τσουνάμι (ή αλλιώς κύματα βαρύτητας) επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση της σημασίας τους ως φυσικά φαινόμενα, καθώς και των επιπτώσεων που μπορούν να προκαλέσουν στην ολοένα αυξανόμενη σε πληθυσμό παράκτια ζώνη. Με την παρούσα εργασία γίνεται μία έρευνα για τον κίνδυνο από την εμφάνιση τσουνάμι στον Κορινθιακό Κόλπο.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε αφορά τη συλλογή ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας που αφορά το τσουνάμι ως φαινόμενο. Μέσα από την ανάλυση της φύσης των τσουνάμι έγινε προσπάθεια να γίνουν κατανοητά: η δημιουργία του, τα χαρακτηριστικά του, τα ρήγματα που υπάρχουν, καθώς και τα ιστορικά τσουνάμι που έχουν γίνει στην περιοχή.

Για το σκοπό αυτό καταγράφηκαν οι μετρήσεις υψομέτρων σε δύο περιοχές του Κορινθιακού Κόλπου (με την χρήση MaxSea και του Autocad). Στη συνέχεια κάναμε προσομοίωση (animation) του τι θα συμβεί σε αυτές τις περιοχές αν έρθει το τσουνάμι. Τέλος, μελετήσαμε τα αποτελέσματα των παραπάνω διαδικασιών.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κύματα βαρύτητας είναι μία ακολουθία θαλάσσιων κυμάτων (trainwaves), που δημιουργούνται στο σώμα του νερού, εξαιτίας μιας σφοδρής διαταραχής, που προκαλεί την κατακόρυφη μετατόπιση της υπερκείμενης στήλης του νερού.

Από το 1963 για τα κύματα βαρύτητας υιοθετήθηκε και χρησιμοποιείται στη διεθνή βιβλιογραφία και ορολογία ο όρος τσουνάμι (tsunami). Η λέξη τσουνάμι είναι μια ιαπωνική λέξη, η μετάφραση της οποίας αποδίδεται ως <<κύμα στο λιμάνι>>. Το τσουνάμι πολλοί το αποκαλούν παλιρροϊκό κύμα ή «θαλάσσιο σεισμικό κύμα». Ο πρώτος όρος είναι εντελώς λανθασμένος, καθώς αφορά την 6-ωρη περιοδική μετατόπιση υδάτινων μαζών της Γης λόγω των βαρυτικών επιδράσεων από τη Σελήνη και τον Ήλιο που τείνουν να παραμορφώνουν τη Γη και το καταφέρνουν στο ευκίνητο μέρος της, την υδρόσφαιρα. Ο δεύτερος όρος αποδίδει πιο σωστά το φαινόμενο, καθώς το τσουνάμι είναι παράγωγο οδεύον κύμα θραύσης, μεγάλης κλίμακας και μελετάται με σεισμολογικούς όρους.

Αν και η εμφάνιση των τσουνάμι είναι αρκετά σπάνια, οι επιπτώσεις αυτών όταν συμβαίνουν είναι εξαιρετικά σημαντικές. Όταν προσκρούσουν στις ακτές μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα στις ανθρώπινες δραστηριότητες, σε εγκαταστάσεις, δίκτυα, υποδομές και να προκαλέσουν καταστροφές στα παράκτια οικοσυστήματα.

Τα τσουνάμι εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα στο Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό πλήττοντας κυρίως την Αλάσκα και την Ιαπωνία καθώς και στις δυτικές ακτές της Βόρειας Αμερικής πλήττοντας κυρίως τις ακτές της Χιλής.

Πίνακας 1. Τα πιο θανατηφόρα τσουνάμι στον κόσμο

Θάνατοι	Περιοχή	Έτος
228,000-310,000	Indian Ocean (Indonesia, India, Thailand, Somalia and other countries)	2004
100,000	Lisbon	1755
70,000	Messina, Italy	1908
40,000	South China Sea	1782

30,000	Tokaido-Nankaido,Japan	1707
27,000	Japan	1826
25,674	Chile	1868
22,070	Sanriku,Japan	1896
13,486	Ryukyu Trench	1771
5,233	Tokaido-Kashima,Japan	1703
5,000	Nankaido,Japan	1605
5,000	Moro Gulf,Philippines	1976
4,000	Borneo,Indonesia	1952
3,000	Papua New Guinea	1998
3,008	Sanriku,Japan	1993
2,000	U.S.(Hawaii),Philippines and Japan	1960
2,000	United Kingdom	1607
165	Aleutian Island,U.S.	1946
122	Alaska and Hawaii	1964
27or 51	Placentia Bay,Newfoundland,Canada	1929
23	Nice,France	1979

Η πιο συνηθισμένη αιτία για να δημιουργηθεί ένα τσουνάμι είναι οι υποθαλάσσιοι σεισμοί που ξεπερνούν τις 6,5 μονάδες της κλίμακας Richter. Όμως,είναι δυνατό σεισμοί μικρότερης έντασης να προκαλέσουν υποθαλάσσιες κατολισθήσεις ικανές να δημιουργήσουν τσουνάμι.

Τσουνάμι μπορεί να παραχθεί όταν ο πυθμένας της θάλασσας παραμορφώνεται απότομα και κατακόρυφα εκτοπίζει το νερό υπερκείμενη. Τεκτονικοί σεισμοί είναι ένα ιδιαίτερο είδος σεισμού που σχετίζονται με παραμόρφωση του φλοιού της Γης. Όταν αυτοί οι σεισμοί συμβαίνουν κάτω από τη θάλασσα, το νερό πάνω από την παραμορφωμένη περιοχή μετατοπίζεται από τη θέση ισορροπίας του. Πιο συγκεκριμένα, ένα τσουνάμι μπορεί να

δημιουργηθεί όταν τα όρια των πλακών κινούνται απότομα, με αποτέλεσμα τον εκτοπισμό του νερού. Το βάρος του νερού είναι αρκετό για να κατασρέψει εμπόδια που βρίσκονται στο δρόμο του, να κατεδαφίσει κτίρια ακόμα και να μετακινήσει μεγάλους ογκόλιθους και να διαβρώσει το μητρικό πέτρωμα ,αφού πρώτα παρασύρει το έδαφος (Bryant, 2001).

Τα τσουνάμι συμπεριφέρονται πολύ διαφορετικά από τα τυπικά ανεμογενή κύματα. Διανύουν μεγάλες αποστάσεις με ελάχιστη απώλεια ενέργειας. Κατά συνέπεια μπορεί να προκαλέσει ζημιές σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων από την πηγή δημιουργίας του, δηλαδή μπορούν να μεσολαβήσουν αρκετές ώρες από την γέννησή του μέχρι την άφιξή του στην ακτή.



Εικόνα 1:Τσουνάμι

2.Χαρακτηριστικά των Τσουνάμι

Η ορολογία που έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται για να αποδώσει τα χαρακτηριστικά ενός τσουνάμι είναι η ίδια που χρησιμοποιείται για τα συνήθη ανεμογενή κύματα. Τα τσουνάμι στα βαθιά νερά των ωκεανών (μέσο βάθος 4.500 μέτρα) οδεύουν με μέση ταχύτητα 210 μέτρων/δευτερόλεπτο ή 756 χιλιομέτρων/ώρα (παραπάνω από το μισό της ταχύτητας του ήχου στην ατμόσφαιρα της Γης). Διαδίδονται με μέτωπα κυμάτων, που μπορούν, να πλησιάσουν σε πλάτος, ακόμα και τη γήινη περίμετρο κι οδεύουν με σύνηθες μήκος κύματος της τάξης των 50-400 χιλιομέτρων και ύψος που κυμαίνεται,

συνήθως, από μερικά εκατοστά, έως 1 μέτρο. Εξαιτίας του πεπερασμένου βάθους των ωκεανών, η απόσταση δύο διαδοχικών κορυφών ενός τσουνάμι κυμαίνεται μεταξύ 10-500 km.

2.1.Συντονισμός (resonance)

Τα τσουνάμι έχοντας μεγάλη περίοδο, μπορούν να εμφανίζουν μεγάλα ύψη κύματος μέσα σε λιμάνια και κόλπους αν η συχνότητά τους είναι ίδια με την ιδιοσυχνότητα της λεκάνης. Λόγω αυτού του φαινομένου προέκυψε η Ιαπωνική λέξη tsunami, που σημαίνει <<κύμα στο λιμάνι>>. Μέσα σε λεκάνες τα κύματα του τσουνάμι μπορούν να ταλαντεύονται μπρος και πίσω για πάνω από 24 ώρες.



Εικόνα 2:Τσουνάμι

3.Σεισμική δραστηριότητα

Η πιο συχνή αιτία δημιουργίας τσουνάμι είναι η σεισμική δραστηριότητα. Οι υποθαλάσσιοι σεισμοί που προκαλούν τσουνάμι συνήθως συμβαίνουν σε εστιακά βάθη μικρότερα των 100 km και έχουν ένταση μεγαλύτερη των 6.5 βαθμών της κλίμακας Richter. Οι σεισμοί αυτοί συμβαίνουν εκεί όπου υπάρχουν διαρρήξεις κατά μήκος ενεργών ρηγμάτων. Μόνο τριών ειδών ρήγματα μπορούν να προκαλέσουν τσουνάμι. Τα οριζόντια μετατόπισης (strike-slip), τα κανονικά (dip-slip) και τα ανάστροφα (thrust-dip). Από τους τρεις τύπους ρηγμάτων, τα οριζόντια μετατόπισης σπάνια γεννούν τσουνάμι. Στα κανονικά ρήγματα το τμήμα που ανυψώνεται εξισορροπείται με αυτό που βυθίζεται. Τα ανάστροφα ρήγματα βρίσκονται σε βάθος μέχρι 30 km και είναι κυρίως υπεύθυνα για τη γένεση τσουνάμι. Περίπου το 90% των σεισμών σε παγκόσμιο επίπεδο είναι αυτού του είδους ρήγμα.

3.1 Κατολισθήσεις

Οι σεισμοί είναι πολύ πιθανό να διεγείρουν μια κατολίσθηση να συμβεί και ιδιαίτερα τις υποθαλάσσιες που συχνά σχετίζονται με τσουνάμι. Τα χαρακτηριστικά του τσουνάμι που δημιουργούνται από τις κατολισθήσεις είναι διαφορετικά από αυτά που παράγονται από τις μετατοπίσεις του πυθμένα από σεισμούς. Μια σημαντική διαφορά είναι ότι η διεύθυνση της διάδοσης του κύματος που προκλήθηκε από κατολίσθηση είναι περισσότερο εστιασμένη. Το πρώτο κύμα της ακολουθίας χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλό πλάτος και ακολουθείται από μια κοιλία που το βάθος της μπορεί να είναι και τριπλάσιο του πλάτους του πρώτου κύματος. Το δεύτερο κύμα έχει το ίδιο πλάτος με αυτό της κοιλίας που προηγείται αλλά με το πέρασμα του χρόνου εξασθενεί και μετατρέπεται σε τρία ή τέσσερα ξεχωριστά κύματα. Η διαφορά μεταξύ του πλάτους του πρώτου κύματος και του δεύτερου κύματος μπορεί να παράγει μεγάλα υψόμετρα διείδυσης στις ακτές, ιδιαίτερα όταν η ενέργειά του παγιδευτεί μέσα σε μια στενή λεκάνη.

Τα μήκη κύματος και η περίοδος των τσουνάμι που προκαλούνται από υποθαλάσσιες κατολισθήσεις κυμαίνονται μεταξύ ενός και δέκα km και 1-5 λεπτών αντίστοιχα, τιμές μικρότερες από τις αντίστοιχες των τσουνάμι που παράγονται από σεισμούς.

3.2 Ηφαιστειακή δραστηριότητα

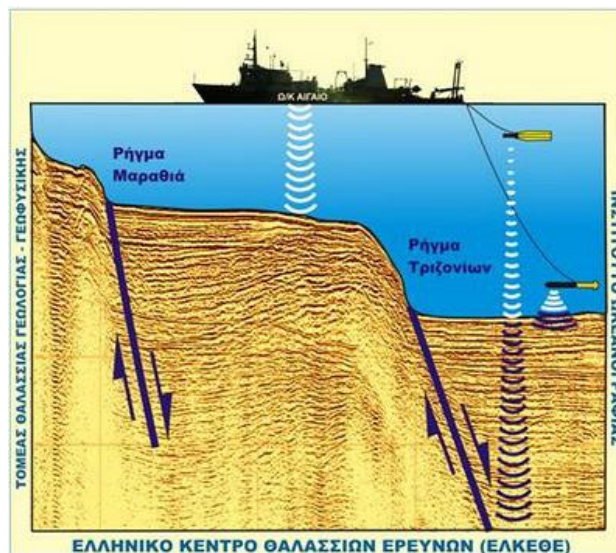
Απαρριθμούνται 10 μηχανισμοί με τους οποίους οι ηφαιστειακές εκρήξεις μπορούν να προκαλέσουν τσουνάμι. Το πιο συχνό από τα συνωδά φαινόμενα που οφείλονται στη γέννηση τσουνάμι είναι η σεισμική δραστηριότητα που προηγείται ή έπεται μιας ηφαιστειακής έκρηξης. Υποθαλάσσιες ηφαιστειακές εκρήξεις, που δεν ξεπερνούν τα 500 μέτρα σε βάθος μπορούν να προκαλέσουν διαταράξεις στη στήλη της θάλασσας μάζας ικανές να προκαλέσουν τσουνάμι. Κάτω από αυτό το βάθος, το βάρος και ο όγκος του νερού καθιστούν αδύνατη τη δημιουργία τσουνάμι. Αυτός ο παράγοντας προκαλεί τσουνάμι που σπάνια μπορούν να ξεπεράσουν τα 150 km από το σημείο της έκρηξης.

Οι ολισθήσεις υλικών από τον ηφαιστειακό κώνο, είναι ακόμα μια αιτία πρόκλησης τσουνάμι. Τα καταρρέοντα υλικά μπορούν να σχηματίσουν μια στοιβάδα, η οποία μπορεί να ολισθήσει με ταχύτητες 100 m/s. Κάποιες από αυτές τις στοιβάδες μπορεί να έχουν όγκο 20 κυβικά χιλιόμετρα και να ταξιδέψουν έως και 100 km από την ηφαιστειακή εστία.

4. Πλάκα Κορινθιακού

Πολλοί ερευνητές, διαφόρων ειδικοτήτων, από ελληνικά, ευρωπαϊκά και αμερικανικά ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια ασχολήθηκαν με την μελέτη των γεωλογικών διεργασιών στον Κορινθιακό Κόλπο τα τελευταία 20-25 χρόνια και ιδιαίτερα μετά τον καταστροφικό σεισμό του Αιγίου το 1995. Το γεγονός αυτό κάθε παρά τυχαίο είναι, αφού ο Κορινθιακός Κόλπος είναι μία από τις πιο σεισμικές περιοχές, με ενεργά ρήγματα, μεγάλες κατακόρυφες και οριζόντιες παραμορφώσεις, χερσαίες και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, τσουνάμι κλπ.

Υπεύθυνα για αυτές τις κατακόρυφες και οριζόντιες μετατοπίσεις είναι τα ενεργά ρήγματα που έχουν χαρτογραφηθεί τόσο στην στεριά όσο και στον βυθό του Κόλπου και δημιουργούν τις απότομες πλαγιές. Τα ρήγματα στη θάλασσα έχουν χαρτογραφηθεί και μελετηθεί με σύγχρονα ηχοβολιστικά όργανα από ερευνητικά σκάφη.



Εικόνα 3: Ρήγματα

5. Ρήγματα

Ρήγμα ονομάζεται μια διάρρηξη, η οποία διαχωρίζει ένα πέτρωμα σε δύο τεμάχη τα οποία έχουν κινηθεί το ένα σε σχέση με το άλλο. Τα ρήγματα συνδέονται άμεσα με την εμφάνιση γεωλογικών φαινομένων όπως οι σεισμοί, η διείσδυση των μαγματικών πετρωμάτων στον φλοιό της γης κατά μήκος ρηγμάτων και η ανάπτυξη διαφορετικών φάσεων ιζηματογένεσης σε ιζηματογενείς λεκάνες.

5.1. Ενεργά ρήγματα

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τα ενεργά ρήγματα. Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος ορισμός είναι: ενεργό ρήγμα είναι εκείνο το οποίο έχει προκαλέσει τουλάχιστον ένα σεισμό κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δέκα χιλιάδων χρόνων (Ολόκαινο). Η ιστορική και η παλαιοσεισμολογική έρευνα βοηθούν στο χρονικό καθορισμό του τελευταίου μεγάλου σεισμού σε ένα ρήγμα καθώς και του ρυθμού επανάληψης σεισμικών γεγονότων.

5.2 Αναγνώριση ρηγμάτων

Σε ένα γεωλογικό χάρτη, η ύπαρξη ρήγματος αναγνωρίζεται από τη διακοπή και μετάθεση των επαφών των σχηματισμών. Το ίχνος του ρήγματος είναι μία γραμμή πάνω στην οποία διακόπτονται και μετατοπίζονται τα ίχνη των επαφών των στρωμάτων. Ιδεατά, ένα ρήγμα είναι μια επίπεδη επιφάνεια διάρρηξης, δηλαδή ένα στοιχείο που μπορούμε να προσεγγίσουμε και με γεωμετρικά κριτήρια.

Επιγραμματικά, η μελέτη των ρηγμάτων περιλαμβάνει τέσσερις γενικές κατηγορίες αναλύσεων:

1. Γεωμετρική ανάλυση
2. Κινηματική ανάλυση
3. Δυναμική ανάλυση
4. Χρονική ανάλυση

5.3 Ταξινόμηση ρηγμάτων

♦ Γενετική Ταξινόμηση ρηγμάτων

Πρόκειται για ευρύτατα χρησιμοποιούμενη ταξινόμηση και βασίζεται στη σχετική θέση που έχουν αποκτήσει τα ρηξιτεμάχη μετά τη διάρρηξη. Υπάρχει πληθώρα προσεγγίσεων και απόψεων σχετικά με την ονοματολογία, την ακρίβεια και γενικότερα το χαρακτηρισμό των ρηγμάτων από γενετική άποψη. Εδώ όμως θα αρκεστούμε στο ν' αναφερθούμε στις βασικές και πλέον αποδεκτές κατηγορίες.

- Κανονικά Ρήγματα: ρήγματα στα οποία η οροφή φαίνεται να έχει κατέλθει σε σχέση με τη βάση ή το δάπεδο.
- Ανάστροφα ρήγματα: ρήγματα στα οποία η οροφή φαίνεται να έχει ανέλθει σε σχέση με τη βάση ή το δάπεδο.
- Οριζόντιας ολίσθησης ρήγματα:

τα οποία διακρίνονται με τη σειρά τους σε αριστερόστροφα ή δεξιόστροφα στα οποία έχουμε οριζόντια μετατόπιση των τεμαχών τους. Δεξιόστροφα είναι αυτά στα οποία αν θεωρήσουμε το ένα τέμαχος σταθερό το άλλο έχει μετατοπιστεί προς τα δεξιά του. Το αντίθετο ισχύει για τα αριστερόστροφα.

Με βάση το είδος της κίνησης διακρίνονται σε:

- Ρήγματα με ολίσθηση κατά κλίση
- Ρήγματα με ολίσθηση κατά παράταξη
- Ρήγματα με πλάγια ολίσθηση

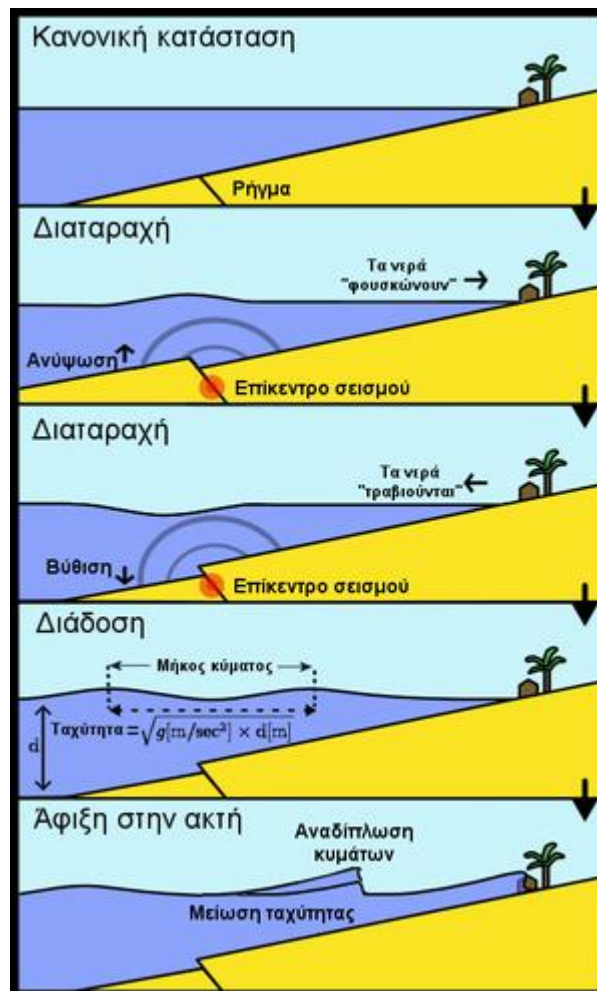
6. Κορινθιακός Κόλπος

Ο Κορινθιακός Κόλπος είναι κλειστή και πολύ βαθιά θάλασσα που σχηματίζεται ανάμεσα στην Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο και δυτικά του Ισθμού της Κορίνθου. Αρχίζει από το Ιόνιο πέλαγος, δυτικά, και καταλήγει στον ισθμό της Κορίνθου, ανατολικά. Ο σχηματισμός του γενικά θεωρείται ως αποτέλεσμα της διαστολής που υφίσταται η Αιγιακή μικροπλάκα λόγω της καταβύθισης και οπισθοχώρησης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από αυτήν. Διακρίνεται σε δύο επιμέρους τμήματα, τον Πατραϊκό και τον Κορινθιακό, με συνολικό μήκος 127 χιλιόμετρα.



Εικόνα 4:Χάρτης των γεωτεκτονικών κινήσεων στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου

Ο Κορινθιακός Κόλπος περιβάλλεται από τα ακόλουθα νομαρχιακά διαμερίσματα: Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας στα βόρεια, Βοιωτίας στα βορειοανατολικά, Αττικής στα ανατολικά, Κορινθίας στο νοτιοανατολικό μέρος και Αχαΐας στο νοτιοδυτικό. Ο κόλπος είναι μια από τις πιο σεισμογενείς περιοχές στην Ευρώπη. Στους μεσαιωνικούς χρόνους ο κόλπος ήταν γνωστός ως κόλπος Λεπάντο από την τότε ονομασία της Ναυπάκτου. Στην τρίτη μάχη του Λεπάντο, το 1571 έγινε η ιστορική ναυμαχία στην οποία καταστράφηκε ο οθωμανικός στόλος. Οι εμπορικές οδοί μεταξύ της Αθήνας και των λιμένων του υπόλοιπου κόσμου, συμπεριλαμβανομένων των μεσογειακών λιμένων, περνούν κατά μήκος αυτού του κόλπου. Οι διαδρομές πορθμείων συνδέουν Αίγιο με Άγιο Νικόλαο στο δυτικό μέρος του κόλπου. Επίσης η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου, έμπνευση του Μεσολογγίτη Πρωθυπουργού Χαρίλαου Τρικούπη, από τις 12 Αυγούστου 2004 εξυπηρετεί καθημερινά χιλιάδες περαστικούς και ντόπιους ταξιδιώτες.



Εικόνα 5: Δημιουργία τσουνάμι

Ο Κορινθιακός Κόλπος είναι μια βαθιά ασύμμετρη τεκτονική λεκάνη μεταξύ της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου. Έχει μήκος περίπου 140 χλμ. και πλάτος περίπου 40 χλμ., με μέγιστο βάθος μέχρι -940,00 μέτρα και συνήθη βάθη 600 - 700 μέτρα. Προς τα δυτικά ο κόλπος χωρίζεται από τον Πατραϊκό Κόλπο μέσω των στενών του Ρίου - Αντιρρίου πλάτους 1.800,00 μ. και βάθος 65,00 μ. Προς τα ανατολικά, ο Ισθμός της Κορίνθου χωρίζει τον Κορινθιακό από τον Σαρωνικό Κόλπο, οι οποίοι ενώνονται μόνο τεχνητά με την Διώρυγα της Κορίνθου. Λόγω του μεγάλου βάθους και των ρευμάτων εξασφαλίζεται η ανανέωση των υδάτων έτσι ώστε ο Κορινθιακός Κόλπος έχει ωκεανογραφικό χαρακτήρα ανοικτής θαλάσσης και όχι κλειστού κόλπου. Ο κόλπος αυτός είναι αποτέλεσμα γεωλογικών διεργασιών που άρχισαν από το Ολιγόκαινο, 30.000.000 χρόνια πριν, με την δημιουργία της Ελληνικής Γης η οποία ήταν μια συμπαγής ξηρά από το Ιόνιο Πέλαγος μέχρι την Μικρά Ασία. Είναι γνωστή με το επιστημονικό όνομα Αιγαίς. Περίπου 15.000.000 χρόνια πριν - έγιναν ποικίλες γεωλογικές μεταβολές, καταποντίσεις και υπήρξε σημαντική ηφαιστειακή δραστηριότητα. Έτσι καταλήφθηκαν από τη θάλασσα χαμηλότερες περιοχές και δημιουργήθηκαν λιμνοθάλασσες, θάλασσες, λίμνες. Μεταξύ των λιμνών και η Κορινθιακή, με νερά τα οποία εισχώρησαν από τα στενά του Ρίου - Αντιρρίου. Η Κορινθιακή τάφρος αναπτύσσεται επί ηπειρωτικού φλοιού μπροστά από το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου, σε μια περιοχή που χαρακτηρίζεται ως μία από τις περισσότερο ενεργές περιοχές διαστολής, παγκοσμίως.

Η διαστολή του Αιγαίου θεωρείται ότι συντελείται από το Μειόκαινο και ακολούθησε την μετανάστευση του ορογενετικού μετώπου από την κεντρική προς τη δυτική Ελλάδα. Ο σημερινός ρυθμός διαστολής της Αιγαϊκής μικροπλάκας είναι ταχύτατος και υπολογίζεται σε 30 mm/χρόνο συγκριτικά ως προς την Ευρασιατική πλάκα.

Οι δυνάμεις που είναι υπεύθυνες για την παρατηρούμενη διαστολή, εξακολουθούν να αποτελούν θέμα έντονης επιστημονικής συζήτησης.

(α) την προς νότο υποχώρηση της επωθούμενης πλάκας λόγω κατάρρευσής της, προς την τάφρο καταβύθισης (*roll-back of the subducting slab due to trench suction*)

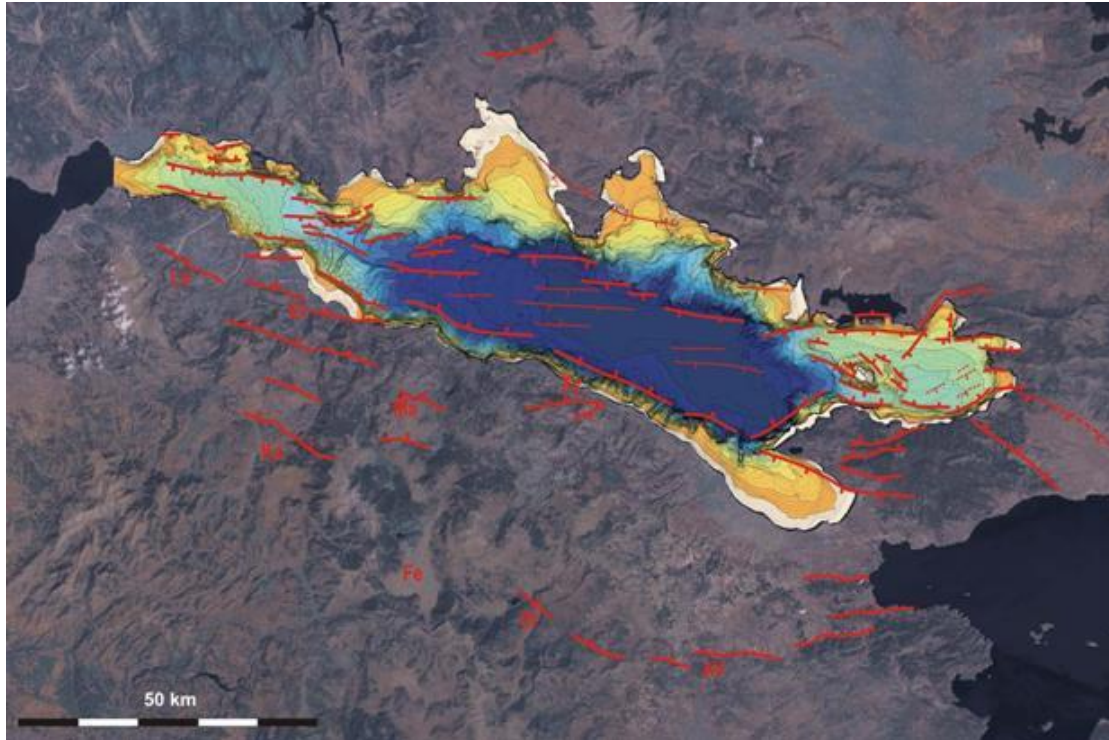
(β) την πλευρική εξώθηση (*lateralextrusion*) που προκαλεί η προς τα δυτικά μετανάστευση της πλάκας της Ανατολίας κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας καθώς και

(γ) σε βαρυτική κατάρρευση ενός πεπαχυσμένου λόγω ορογένεσης φλοιού. Απαιτείται συνδυασμός των παραπάνω δυνάμεων προκειμένου να εξηγηθεί η παρατηρούμενη διαστολή στο νοτιοδυτικό τμήμα της Αιγαϊκής μικροπλάκας. Η συνδυαστική δράση των παραπάνω δυνάμεων για τη διαστολή της Κορινθιακής τάφρου οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για μια μεγάλης κλίμακας λεκάνης διαγώνιου εφελκυσμού (*transtentional 'pullapart'*) δομής .

Οι Γεωλογικές μεταβολές συνεχίσθηκαν, υψώθηκε ο Ισθμός της Κορίνθου, καταβυθίσθηκε η βόρεια πλευρά του Κορινθιακού Κόλπου και πρόβαλλαν οι απότομες πλευρές της Βοιωτίας και Φωκίδας. Αναδύθηκαν από τη θάλασσα οι βορινές πλευρές της Πελοποννήσου, οι ακτές

της Αργολικής Χερσονήσου και αποχωρίστηκε η Αίγινα από την Στερεά Ελλάδα.

Είναι λοιπόν ο Κορινθιακός Κόλπος μια ενεργή λεκάνη η οποία εξελίσσεται συνεχώς από το Νεογενές μέχρι σήμερα σε ένα τεκτονικό περιβάλλον εφελκυστικών - επεκτατικών τάσεων.



Εικόνα 6: Με άσπρο χρώμα φαίνονται οι σημερινές λεκάνες βύθισης του Κορινθιακού Κόλπου έτσι όπως διαμορφώθηκαν και εξελίσσονται τα τελευταία 500.000 χρόνια περίπου.

Η λεκάνη αυτή οριοθετείται προς Νότο από ένα σύστημα πολλών διακριτών υποθαλάσσιων ρηγμάτων, τα οποία είναι περίπου παράλληλα προς τις ακτές του κόλπου και διατάσσονται κλιμακωτά κατά μήκος αυτού. Τα ρήγματα, 19 στον αριθμό, είναι διακριτά και διακοπτόμενα μεταξύ τους. Γενικά τα κύρια ενεργά ρήγματα μέσα στον κόλπο έχουν μήκος της τάξης των 10-15 km και η πλειοψηφία αυτών βυθίζονται προς βορρά με γωνίες της τάξης των 50°- 60°. Μέσα σε αυτό το τεκτονικό πλαίσιο, ο Κορινθιακός κόλπος θεωρείται ότι είναι αποτέλεσμα είτε της οπισθοχώρησης της καταβυθιζόμενης Αφρικανικής πλάκας ή ότι διαμορφώθηκε στην απόληξη του ρήγματος μετασχηματισμού της Ανατολίας που προελαύνει προς την Ελληνική ηπειρωτική μάζα τα τελευταία 5 εκ. χρόνια, λόγω της προς δυσμάς εξώθηση της πλάκας της Ανατολίας, ή ότι οφείλεται σε ένα συνδυασμό αυτών των δυο κύριων μηχανισμών.

Η τεκτονική των ανωτέρων ρηγμάτων όχι μόνο επιδρά αλλά κυριαρχεί και στην παράκτια και υποθαλάσσια γεωμορφολογία, ως και στην μεταφορά και στην απόθεση ιζημάτων και στην κατανομή των ιζηματογενών φάσεων, σε μια σύγχρονη “εν εξελίξει” τεκτονική λεκάνη του Κορινθιακού.

Η ακτογραμμή στο Νότιο Κορινθιακό είναι σχετικά ευθύγραμμη. Δεν παρουσιάζει εγκολπώσεις και διακόπτεται μόνο από αποθέσεις κορημάτων και προϊόντα λατομείων αποθέσεων .

Στη νότια πλευρά η ηπειρωτική κατωφέρεια είναι απότομη. Η παράκτια ζώνη είναι στενή και διασχίζεται από πλήθος χαραδρών με διεύθυνση Βόρεια και Βορειοανατολική. Πολλές από αυτές είναι βαθιές με απότομες πλαγιές τύπου Canyon.

Η μορφολογική εικόνα της βόρειας πλευράς του Κόλπου είναι τελείως διάφορος. Απουσιάζει η βαθμιδωτή διάταξη των αναβαθμών του ανάγλυφου και οι βαθιές κοιλάδες με απότομη κλίση, ενώ η ακτογραμμή είναι οδοντωτή σχηματίζουσα μάλλον μεγάλους Κόλπους (Αντίκυρα, Ιτέα).

Από την μελέτη των μηχανισμών γένεσης των σεισμών προκύπτει ότι κατά μήκος του Κορινθιακού Κόλπου επικρατούν εφελκυστικές τάσεις διεύθυνσης B-N, γεγονός που επιβεβαιώνεται με την γεωδαιτικά μετρηθείσα απομάκρυνση κατά 1 cm/χρόνο μεταξύ της βόρειας και της νότιας ακτής του Κόλπου και την κατά 1 mm/χρόνο βύθιση της βόρειας ακτής ως προς την νότια.

Τα προαναφερθέντα μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά του Κορινθιακού Κόλπου μαζί με το υδρογραφικό δίκτυο που έχει διαμορφωθεί στο έντονο ανάγλυφο της περιβάλλουσας χέρσου καθιστούν τον Κορινθιακό Κόλπο, ένα μοναδικό περιβάλλον, σε παγκόσμια κλίμακα Μελέτης.

Η Γεωλογία του Κορινθιακού σχετίζεται και με την εμφάνιση των σεισμικών γεγονότων λόγω της ύπαρξης ενεργών ρηγμάτων κυρίως στο νότιο περιθώριό του καθώς και στο εσωτερικό του κόλπου. Η σεισμική ιστορία των περιοχών που περιβάλλουν τον Κορινθιακό Κόλπο είναι από τα πιο πυκνά κεφάλαια της γενικότερης γεωλογικής ιστορίας του ελληνικού χώρου. Αριθμεί πολλά ισχυρά σεισμικά επεισόδια που επέφεραν καταστροφές.

Η παραμόρφωση του Κορινθιακού Κόλπου, του ηπειρωτικού φλοιού του Αιγαίου ξεκίνησε στο Πλειόκαινο, ενώ η ανύψωση του νοτίου ηπειρωτικού τμήματος της τεκτονικής τάφρου ξεκίνησε στην αρχή της Πλειστοκαινικής περιόδου. Είναι μια σχετικά πρόσφατη γεωλογική δομή – άρχισε να δημιουργείται πριν από 4-5 εκατομμύρια χρόνια – που κόβει σχεδόν κάθετα την ορεινή ραχοκοκαλιά της Ελλάδας. Πριν τη δημιουργία του Κορινθιακού, η Πελοπόννησος ήταν ενωμένη με την Κεντρική Ελλάδα και οι οροσειρές της Κεντρικής Ελλάδας ήταν συνεχόμενες με αυτές της Πελοποννήσου. Αυτή η εφελκυστική παραμόρφωση φιλοξενήθηκε από τα ΔΒΔ-ΑΝΑ κυρίως κανονικά ρήγματα. Πολλοί συγγραφείς θεωρούν τον κόλπο ως μία ασύμμετρη τεκτονική ημι-τάφρο με τα σημαντικά ρήγματα συγκεντρωμένα στη νότια ακτογραμμή αλλά αυτή η υπόθεση έχει τεθεί υπο αμφισβήτηση τον τελευταίο καιρό, κυρίως λόγω πρόσφατων υποθαλάσσιων σεισμικών προφίλ. Οι νέες παρατηρήσεις που έχουν γίνει συμπεριλαμβάνουν εκτός των υποθαλάσσιων και ηπειρωτικά ρήγματα, στην βόρεια ακτή, όπως τα ρήγματα των Δελφών και του Μαραθιά, τα οποία δείχνουν σημαντικές μετατοπίσεις τόσο στα αρχικά στάδια εξέλιξης του Κορινθιακού όσο και σήμερα. Το βύθισμα

του Κορινθιακού άρχισε να διαμορφώνεται όταν τα πρώτα ρήγματα, αυτά που σήμερα βρίσκονται νότια, στις βόρειες πλαγιές των βουνών της Πελοποννήσου, πριν 4-5 εκατομμύρια χρόνια, έκοψαν κάθετα τις οροσειρές. Στο αρχικό βύθισμα υπήρχαν μεγάλες κοιλάδες, στις οποίες έρεαν ορμητικά ποτάμια και πεδιάδες με μεγάλες ή μικρότερες λίμνες. Τα ποτάμια έφερναν αδρό υλικό, κροκάλες και άμμους στην πεδινή περιοχή ενώ οι λίμνες γέμιζαν με λεπτό υλικό.



Εικόνα 7:Οι φωτογραφίες δείχνουν χαρακτηριστικές δομές υποθαλάσσιων ολισθήσεων στην πλαγιά του Κορινθιακού Κόλπου σε βάθος 200-300 μέτρων από το βαθυσκάφος ΘΕΤΙΣ του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών.

Τα υλικά αυτά αποτίθενται στον βυθό του Κόλπου με ρυθμό 2,5 μέτρα στα χίλια χρόνια περίπου. Έτσι τελικά ο βυθός του κόλπου βαθαίνει με ρυθμό 1-1,5 μέτρο στα χίλια χρόνια. Στον βυθό του Κορινθιακού Κόλπου έχουν αποτεθεί ιζήματα συνολικού πάχους 2.200 μέτρων. Αν υπολογισθεί και το βάθος των 940 μέτρων του βυθού, τότε η συνολική βύθιση της λεκάνης είναι περίπου 3140 μέτρα στα τελευταία 1-1,5 εκατομμύρια χρόνια. Τα ιζήματα του αρχικού βυθίσματος, του λεγόμενου «Πρωτο-Κορινθιακού Κόλπου», βρίσκονται σήμερα στην Βόρεια Πελοπόννησο, από την περιοχή της Κορίνθου και της Νεμέας μέχρι το Ξυλόκαστρο, την περιοχή των Καλαβρύτων και το Αίγιο. Στο πρώτο στάδιο της δημιουργίας του Κορινθιακού η Πελοπόννησος χωρίστηκε από την Στερεά Ελλάδα και άρχισε να απομακρύνεται προς νότια. Πριν 1,5 εκατομμύριο χρόνια τα πρώτα, νοτιότερα ρήγματα σταμάτησαν να λειτουργούν και δημιουργήθηκαν νέα ρήγματα, πιο βόρεια από αυτά. Τα νέα ρήγματα στη περιοχή της Περαχώρας, του Ξυλόκαστρου και του Αιγίου άλλαξαν ριζικά την

μορφολογία της περιοχής του Πρωτο-Κορινθιακού Κόλπου. Οι περιοχές νότια από τα νέα ρήγματα άρχισαν να ανυψώνονται, ενώ οι περιοχές βόρεια από αυτά να βυθίζονται. Το αποτέλεσμα ήταν η αρχή της δημιουργίας της σημερινής μορφής του Κορινθιακού Κόλπου.

Πριν 500.000 χρόνια δημιουργήθηκε μια νεώτερη γενιά ρηγμάτων, βορειότερα από τη προηγούμενη. Τα ρήγματα αυτά συνεχίζουν να είναι ενεργά μέχρι σήμερα και έχουν δημιουργήσει την βαθιά λεκάνη του Κορινθιακού Κόλπου, τον Κόλπο των Αλκυονίδων και τον Δυτικό Κορινθιακό Κόλπο.

Ο Κόλπος του Λέχαιου φτάνει τα 400μ. κοντά στο ακρωτήριο Ηραίο. Οι απότομες υποθαλάσσιες πλαγιές του Κορινθιακού Κόλπου ευνοούν την εκδήλωση υποθαλάσσιων κατολισθήσεων και αυτές με τη σειρά τους την δημιουργία τσουνάμι. Πολλές υποθαλάσσιες κατολισθήσεις έχουν χαρτογραφηθεί και πολλά τσουνάμι έχουν καταγραφεί από τους ιστορικούς χρόνους μέχρι πρόσφατα. Το μεγαλύτερο τσουνάμι στον Κορινθιακό Κόλπο ήταν αυτό που ακολούθησε τον σεισμό του 373 π.Χ. και κατέστρεψε την Αρχαία Ελίκη στην περιοχή μεταξύ Αιγίου και Διακοφτού. Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και παράκτιες ολισθήσεις έγιναν και με τον σεισμό του Αιγίου, τόσο στην περιοχή του Ελαιώνα Αιγίου όσο και στην Ερατεινή.

Στη διάρκεια της τελευταίας παγετώδους περιόδου η στάθμη της θάλασσας ήταν 120-125 μέτρα χαμηλότερα από την σημερινή στάθμη. Η αντίστοιχη στάθμη του νερού στον Κορινθιακό Κόλπο την ίδια εποχή ήταν 77-78 μέτρα χαμηλότερα από την σημερινή. Το βάθος του βυθού στο στενό Ρίου-Αντίρριου είναι 60 μέτρα. Επομένως ο Κορινθιακός την τελευταία παγετώδη περίοδο είχε μετατραπεί σε λίμνη αποκλεισμένη από την θάλασσα. Πυρηνοληψίες στο βυθό του Κόλπου αποκάλυψαν τα λιμναία ιζήματα κάτω από 13 μέτρα θαλάσσιων ιζημάτων. Ο Κόλπος ενώθηκε με το Ιόνιο Πέλαγος πριν από 12-13 χιλιάδες χρόνια, όταν η άνοδος της στάθμης της θάλασσας κάλυψε τον «ισθμό» Ρίου-Αντιρρίου και τα νερά εισχώρησαν στον Κορινθιακό.

6.1 Ρήγματα στον θαλάσσιο χώρο

Κατά τη διάρκεια των 2 τελευταίων δεκαετιών έχουν γίνει πολλές παράκτιες μελέτες. Η ακρίβεια της χαρτογράφησης του μήκους του ίχνους του ρήγματος, είναι μεταξύ 100 και 600 μ. Στην περιοχή μεταξύ του Ξυλοκάστρου και των Αντίκυρων, που γεωγραφικά αντιστοιχεί στο κεντρικό κομμάτι του κόλπου, τα δεδομένα φαίνεται να περιέχουν λιγότερα ρήγματα, που μπορεί να είναι είτε τεχνητό προϊόν λόγω έλλειψης πυκνού δικτύου σεισμικών γραμμών, ή λόγω πραγματικής έλλειψης ρηγμάτων μικρού μήκους. Το μήκος των παράκτιων ρηγμάτων κυμαίνεται μεταξύ 1.1 και 15.1 km.

6.2 Ρήγματα στο χερσαίο τμήμα του Κόλπου

Τα ηπειρωτικά ρήγματα εξετάζονται όπως και τα παράκτια ακολουθώντας τα ίδια κριτήρια. Σε περιοχές με λίγα δεδομένα, η λήψη αεροφωτογραφιών μπορεί να αποδειχθεί πολύ χρήσιμη. Σε συγκεκριμένα σημεία του Κορινθιακού όπως το ανατολικό τμήμα που παρουσιάζει πολύπλοκη δομή, είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση γεωλογικών χαρτών κλίμακας 1:5000 για να επιτευχθεί η μέγιστη ακρίβεια. Για το δυτικό τμήμα του κόλπου η κλίμακα 1:50.000 είναι αρκετά ικανοποιητική με την εξαίρεση κάποιων περιοχών όπου χρειάζεται λεπτομερέστερη ανάλυση. Συνήθως οι δημοσιευμένες τεκτονικές αναλύσεις μέσα στον Κορινθιακό κόλπο προσδιορίζουν τη μετατόπιση των ρηγμάτων. Μερικά από τα ρήγματα εμφανίζουν μικρή κατακόρυφη μετατόπιση σε σχέση με το μεγάλο επιφανειακό τους ίχνος, άρα και ασυνήθιστο λόγο κατακόρυφης μετατόπισης προς μήκος d/L , και αυτό οφείλεται κυρίως σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ή την έντονη διάβρωση των πρηνών (π.χ. εκτεταμένη οικιστική δραστηριότητα και αγροτική καλλιέργεια των περιοχών). Οι γεωμετρικές και κινηματικές πληροφορίες δείχνουν ότι τα ρήγματα είναι χωρισμένα σε διακριτά τμήματα κατά μήκος της πορείας τους. Επιπλέον, παλαιοσεισμολογικά δεδομένα σε συνδυασμό με πρόσφατη ιστορική σεισμικότητα, δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια ισχυρών σεισμών στον κόλπο, κάθε διαφορετικό τμήμα ρήματος παραμένει διακριτό και αναγνωρίσιμο. Παρόλα αυτά, βασιζόμενοι σε d/L γεωμετρία και στη διασπορά των σεισμών, τα ρήγματα του Αιγίου, της δυτικής και ανατολικής Ελίκης, των Κεχριών, των Πισίων και του δυτικού και ανατολικού Καπαρελίου, παρόλο που είναι τεμαχισμένα, μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα ρήγμα.



Εικόνα 8: Δορυφορική φωτογραφία Landsat της περιοχής του Κορινθιακού Κόλπου με τα κυριότερα ρήγματα στη στεριά και υποθαλάσσια

7.Τα τσουνάμι στην Ελλάδα

Στον Κορινθιακό κόλπο έχουν υπάρξει αρκετές αναφορές για γεγονότα τσουνάμι που σχετίζονται τόσο με τη σεισμικότητα της περιοχής (Papadopoulos, 2002) όσο και με τις υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που προκαλούνται από το συνδυασμό της υψηλής στερεοπαροχής των υδρογραφικών δικτύων του νότιου τμήματος Κορινθιακού κόλπου μετά από έντονη βροχόπτωση, των απότομων κλίσεων του θαλάσσιου πυθμένα και των σεισμών (Papadopoulos, 2002, ParathomaandDominey-Howes, 2003). Παρά τη μικρή έκταση της περιοχής, έχει αναφερθεί ένας μεγάλος αριθμός από τσουνάμι από τον 4^οπ.Χ. αιώνα έως σήμερα. Παρότι τα τσουνάμι που συμβαίνουν στον Κορινθιακό κόλπο χαρακτηρίζονται ως τοπικά φαινόμενα μικρής έκτασης, ορισμένα από αυτά έχουν προκαλέσει σημαντικές καταστροφές. Όπως αναφέρουν οι Parathoma και Dominey-Howes (2003), τα περισσότερα και ισχυρότερα γεγονότα τσουνάμι, περίπου το 45% αυτών, έχουν καταγραφεί στο δυτικό τμήμα του κόλπου. Όσον αφορά στη χρονική κατανομή εμφάνισης των τσουνάμι η εκδήλωση τους δεν ακολουθεί κάποια διακριτή συχνότητα εμφάνισης. Αντίθετα, η πιθανή ένταση των τσουνάμι είναι δυνατόν να εκτιμηθεί καθώς υπάρχουν έγκυρες ιστορικές βάσεις δεδομένων που δίνουν σαφείς περιγραφές για το μέγεθος αυτών. Βάσει του καταλόγου που έχει εκδώσει ο Παπαδόπουλος (Papadopoulos, 2003) έχουν καταγραφεί 17 γεγονότα τσουνάμι από το 373 π.Χ. έως το 1996μ.Χ. Σύμφωνα με αυτόν τον κατάλογο, η πιο συχνή αιτία γέννησης τσουνάμι είναι οι υποθαλάσσιοι σεισμοί μικρού εστιακού βάθους, χωρίς όμως να είναι γνωστό αν οι ίδιοι προκάλεσαν το τσουνάμι ή αν διέγειραν κάποιον άλλο μηχανισμό, όπως οι κατολισθήσεις, που με τη σειρά τους δημιούργησαν κύμα τσουνάμι. Τέσσερις περιπτώσεις τσουνάμι προκλήθηκαν από παράκτιες κατολισθήσεις που διεγέρθηκαν από σεισμούς το 1794, 1861, 1965 και 1984. Ακόμα, τα γεγονότα του 1963 και 1996 προκλήθηκαν από βαρυτικές υποθαλάσσιες κατολισθήσεις χαλαρών ιζημάτων. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η συχνότερη αιτία που σχετίζεται με τη δημιουργία τσουνάμι είναι οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που προκαλούνται από σεισμούς ή από την υψηλή παροχή ιζημάτων στις απότομες υποθαλάσσιες κλιτύες.

Κατάλογος γεγονότων τσουνάμι στο Κορινθιακό Κόλπο		
Έτος	Μηχανισμός Δημιουργίας	Περιοχή
-373	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1402	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Κεντρικός Κορινθιακός Κόλπος
1742	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1748	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1769	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Ανατολικός Κορινθιακός Κόλπος
1794	Παράκτια Κατολίσθηση που Οφείλεται σε Σεισμούς	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1817	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1861	Παράκτια Κατολίσθηση που Οφείλεται σε Σεισμούς	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1887	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1888	Υποθαλάσσια Κατολίσθηση που Οφείλεται σε Σεισμούς	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1898	Σεισμός	Κορινθιακός Κόλπος
1963	Υποθαλάσσια Βαρυτική Κατολίσθηση	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1965	Παράκτια Κατολίσθηση που Οφείλεται	Δυτικός Κορινθιακός

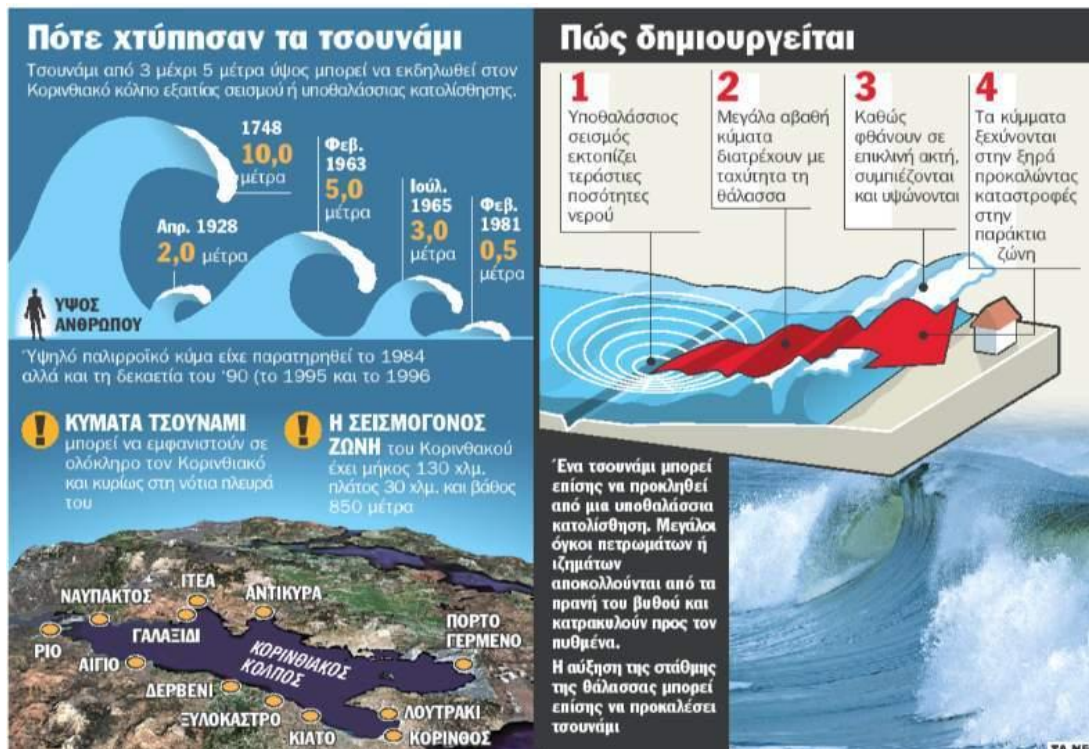
	σε Σεισμούς	Κόλπος
1981	Υποθαλάσσιος Σεισμος	Ανατολικός Κορινθιακός Κόλπος
1984	Υποθαλάσσια Κατολίσθηση που Οφείλεται σε Σεισμούς	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1995	Παράκτια Κατολίσθηση που Οφείλεται σε Σεισμούς	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος
1996	Υποθαλάσσια Βαρυτική Κατολίσθηση	Δυτικός Κορινθιακός Κόλπος

Πηγή.Papadopoulos,2003

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών γίνεται προσπάθεια από πολλούς ερευνητές να καταγραφούν οι σεισμοί και τα τσουνάμι στον ελληνικό χώρο και να δημοσιευθούν κατάλογοι με αυτά τα γεγονότα. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για να συνταχθούν αυτοί οι κατάλογοι προέρχονται από πηγές όπως αρχαιολογικά ευρήματα, συγγράμματα, μύθοι, τοπικές και διεθνής βιβλιοθήκες, δημόσια και ιδιωτικά αρχεία και συλλογές, ινστιτούτα, πανεπιστήμια και μοναστήρια. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση των καταλόγων περιλαμβάνει τρία στάδια. Πρώτον, την συλλογή των διαθέσιμων και ταυτόχρονα αξιόπιστων δεδομένων, στα οποία εμφανίζονται στοιχεία και περιγραφές για την εμφάνιση σεισμού ή τσουνάμι. Δεύτερον, την ανάλυση αυτών των πληροφοριών και την προσπάθεια να εκτιμηθεί ποιο από τα δεδομένα είναι αξιόπιστο και ταυτόχρονα χρήσιμο για την καταγραφή του γεγονότος που συνέβη σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή. Τέλος, στο τρίτο στάδιο, τον συσχετισμό της σεισμικότητας και της υποθαλάσσιας μορφολογίας ώστε να εκτιμηθεί αν αυτή η περιοχή δύναται να παράγει ένα τσουνάμι. Ακόμα, για να χρονολογηθεί η εμφάνιση ενός τσουνάμι χρησιμοποιούνται πολλές φορές αρχαιολογικά ευρήματα.

Ο Dominey-Howes (2002) θεωρεί ότι ο πιο λεπτομερής, εκτεταμένος, αξιόπιστος και ενημερωμένος κατάλογος με τα τσουνάμι στον ελληνικό χώρο είναι αυτός που εξέδωσε ο Παπαδόπουλος. Η σύνταξη του καταλόγου χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτελεί τμήμα του ενοποιημένου Ευρωπαϊκού καταλόγου για τα τσουνάμι. Ο κατάλογος περιλαμβάνει 159 περιπτώσεις τσουνάμι που συνέβησαν, μεταξύ του 1628π.Χ. και του 1996μ.Χ.. Από αυτές τις περιπτώσεις, οι πέντε σχετίζονται με ηφαιστειακή δραστηριότητα, 112 σχετίζονται με σεισμούς που το μέγεθος τους δεν έχει εκτιμηθεί, τρεις σχετίζονται με μετακινήσεις μαζών ιζημάτων, ενώ για τα υπόλοιπα έντεκα γεγονότα δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για τον μηχανισμό γέννησης τους. Ακόμα, ο Dominey-Howes (2002) αναφέρει

πως σύμφωνα με αυτόν τον κατάλογο μεταξύ του 1628π.Χ. και του 550π.Χ. έχουν ταυτοποιηθεί 2 γεγονότα τσουνάμι, από το 550π.Χ. μέχρι το 300μ.Χ. 14 τσουνάμι, από το 300μ.Χ. έως το 1550μ.Χ. 29 τσουνάμι, από το 1550μ.Χ. έως το 1845μ.Χ. 37 τσουνάμι και τέλος από το 1847μ.Χ. έως τη στιγμή που δημοσιεύτηκε ο κατάλογος αναφέρονται 77 περιπτώσεις τσουνάμι. Από το παραπάνω προκύπτει ότι το 71,8% όλων των περιπτώσεων τσουνάμι συνέβησαν κατά τη διάρκεια του τελευταίου 12,3% της χρονικής περιόδου που καλύπτει ο κατάλογος.



Εικόνα 9: Πότε χτύπησαν τα τσουνάμι και πώς δημιουργείται

Όσον αφορά τις επιπτώσεις του τσουνάμι του 1956 στα υπόλοιπα νησιά των Δωσεκανήσων, ο Ambraseys (1960) αναφέρει τα εξής: Στους Λειψούς η θάλασσα προχώρησε 700 γιάρδες (640 μέτρα) στην ενδοχώρα και δημιούργησε ζημιές σε πολλά σπίτια. Στο λιμάνι η προβλήτα και η προκουμαία καταστράφηκαν, ενώ προκλήθηκαν ζημιές στις εγκαταστάσεις του λιμανιού. Στην Φοινίκη στην Κάρπαθο, το κύμα ήταν τόσο σφοδρό που κατεδάφισε τον κυματοθραύστη και το αγκυροβόλιο του λιμανιού. Στο νοτιοδυτικό ακρωτήριο της Ρόδου, η βραχονησίδα Πρασσόνησος συνδεόταν με το νησί από μία στενή λωρίδα γης 1000 ποδιών (304 μέτρα) σε μήκος. Λίγο μετά τον σεισμό, η λωρίδα αυτή βυθίστηκε κατά 30 πόδια (9 μέτρα) και έτσι αποκολλήθηκε από το νησί. Δεν είναι σαφές αν η αποκόλληση οφείλεται στη σεισμική δόνηση.

7.1 Τα μεγαλύτερα καταγεγραμμένα φαινόμενα στη περιοχή του Κορινθιακού Κόλπου.

Τον χειμώνα του 373 π.Χ. έγινε στον Κορινθιακό ο καταστρεπτικότερος ίσως σεισμός της ελληνικής ιστορίας. Χάθηκαν δύο σπουδαίες πόλεις: η Ελίκη (περί τα 7 χιλιόμετρα ΝΑ του Αιγίου) και η Βούρα. Τότε καταστράφηκε και ο ναός του Απόλλωνος στους Δελφούς. Ο σεισμός αποδόθηκε στην οργή του Ποσειδώνα που είχαν προκαλέσει οι Ελικαείς γιατί σκότωσαν Ίωνες ικέτες που κατέφυγαν στο ιερό του Ελικωνίου Ποσειδώνας. Πέντε μέρες προ του καταποντισμού τα ζώα εγκατέλειψαν το έδαφος της Ελίκης.



Εικόνα 10: Η Ελίκη μετά το τσουνάμι

Ο τρομερός σεισμός έγινε ξαφνικά και νύχτα, και ταυτόχρονα η ξηρά κατακλύστηκε από τη θάλασσα και η Ελίκη που απείχε 12 στάδια, δηλαδή 2,16 χιλιόμετρα από τη θάλασσα παρασύρθηκε αύτανδρη. Από το άλσος του Ποσειδώνας φαίνονταν μόνο οι κορφές των δέντρων. Κατά τον Ερατοσθένη, το χάλκινο άγαλμα του Ποσειδώνας, που κρατούσε ιππόκαμπο, βρισκόταν όρθιο στον βυθό ενάμιση αιώνα αργότερα και έσκιζε τα δίκτυα των ψαράδων. Δέκα λακωνικά πλοία αγκυροβολημένα εκεί βυθίστηκαν. Οι δύο χιλιάδες άνδρες που έστειλαν οι Αχαιοί για βοήθεια δεν κατόρθωσαν ούτε να περισυλλέξουν τους νεκρούς. Από τη Βούρα, που απείχε 40 στάδια (7,2 χιλιόμετρα) από τη θάλασσα, σώθηκαν μόνον όσοι έλειπαν από την πόλη. Το 1402 μ.Χ. ο σεισμός είχε επίκεντρο το σημερινό Διακοφτό και μέγεθος 7 Ρίχτερ. Κατέστρεψε το φρούριο της Βοατίτσας (σημερινό Αίγιο), το οχυρό της Ζάχολης (σημερινή Ευρωστίνα) κατέρρευσε μαζί με το βουνό, ενώ στο

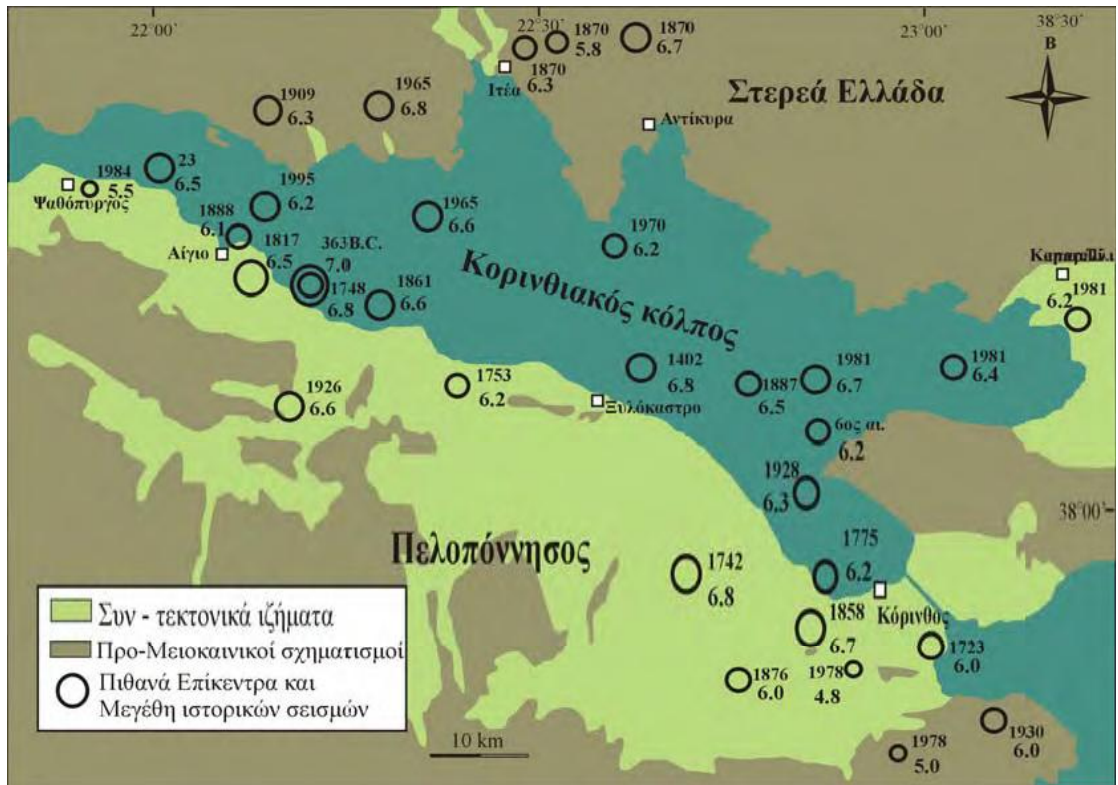
Ξυλόκαστρο χάθηκαν ανθρώπινες ζωές από την κατάρρευση του κάστρου και του βουνού, η οποία συνοδεύτηκε από κύμα μεγάλου ύψους, το οποίο προχώρησε σε βάθος 1200 μέτρων μέσα στην ξηρά. Το ίδιο κύμα έπληξε και την απέναντι ακτή, ιδιαίτερα την Ερατινή, αλλά και τη σημερινή Άμφισσα. Σημειώνεται επίσης ότι δύο φορές τη δεκαετία του 1960, δηλαδή το 1963 και το 1965, δημιουργήθηκαν κύματα τσουνάμι τα οποία είχαν ύψος πέντε και τρία μέτρα αντίστοιχα. Στην πρώτη περίπτωση τα κύματα έπληξαν την περιοχή του Αιγίου, ενώ στη δεύτερη το δυνατό κύμα προκάλεσε ζημιές στην Ερατινή. Πάντως η περιοχή του Αιγίου έχει και στο απώτερο παρελθόν πληγεί από παλιρροϊκά κύματα, όπως για παράδειγμα εκείνο που προκλήθηκε τον Μάιο του 1748 με ύψος περί τα 10 μέτρα.

ΚΟΡΙΝΘΟΥ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΟΡΓΑΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΤΑΦΡΟΥ ΤΗΣ

Έτος	Περιοχή	Μέγεθος	Καταστροφές
373 π.Χ.	Αρχαία Ελίκη	7.0	Καταστροφή των αρχαίων πόλεων Ελίκη και Βούρα, εκτεταμένα κατολισθητικά φαινόμενα και δημιουργία παλιρροϊκού κύματος
23 μ.Χ.	ΒΔ του Αιγίου	6.5	Εκτεταμένες καταστροφές στο Αίγιο
74 ή 77	Κόρινθος	6.3	Αλληπάλληλες καταστροφές της Κορίνθου
524	Κόρινθος	6.4	Αλληπάλληλες καταστροφές της Κορίνθου
543	Κόρινθος	6.2	Αλληπάλληλες καταστροφές της Κορίνθου
580	Κόρινθος	6.3	Αλληπάλληλες καταστροφές της Κορίνθου
1300	Κόρινθος	6.0	Δεν αναφέρονται καταστροφές
1402	Ξυλόκαστρο	6.8	Παλιρροϊκό κύμα πλήττει το Αίγιο, το Διακοπτό και το Δερβέني
1723	Κόρινθος	6.0	Καταστροφές του Πύργου της Κορίνθου και στις Κεγχρεές
1742	Τρίκαλα Κορινθίας	6.7	Υλικές καταστροφές σε μοναστήρια και σε οικίες στην Εβροστίνη, στα Τρίκαλα, στο Ψάρι, στο Κουρτέσι και στο Σοφικό
1748	Αίγιο	6.8	Σημαντικές ζημιές μετά από τη δημιουργία παλιρροϊκού κύματος
1753	Εβροστίνη	6.2	Μικρές ζημιές στην ευρύτερη Αιγιαλεία και κατάρρευση του Προφ. Ηλία της Εβροστίνης
1754 ή 1756	Κορινθιακός κόλπος	7.0	Αισθητός σε όλη την Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα μέχρι την Σικελία
1775	Κόρινθος	6.2	Βλάβες στην ευρύτερη περιοχή της Κορίνθου
1817	Αίγιο	6.5	Καταστροφή των 2/3 του Αιγίου και δημιουργία παλιρροϊκού

			κύματος μήκους περίπου 2 km και ύψους 5 m.
1858	Κόρινθος	6.7	Καταστροφή της Κορίνθου. Μεταφορά της πόλης στη σημερινή της θέση
1861	Αίγιο	6.6	Εκτεταμένες επιφανειακές διαρρήξεις, ρευστοποιήσεις και δημιουργία παλιρροϊκού κύματος
1876	Νεμέα	6.0	Καταρρεύσεις οικιών στον Αγ. Γεώργιο στο Ψάρι και στο Γαλατά και πτώσεις βράχων στη Νεμέα
1887	Ξυλόκαστρο	6.5	Σημαντικές ζημιές στο Ξυλόκαστρο αλλά και στην Περαχώρα και στα Πίσσια. Παρατηρήθηκε επίσης τσουνάμι που εισχώρησε 20m μεταξύ Ξυλοκάστρου και Συκιάς αλλά και πτώσεις βράχων
1888	Αίγιο	6.1	Καταστροφές στο Αίγιο και στα χωριά Βαλιμίτικα, Κουλούρα όπου παρατηρήθηκαν ρωγμές και κατολισθήσεις του εδάφους
1889	Αίγιο	7.0	Σημαντικές καταστροφές στο Αίγιο, τη Φτέρη και το Διακοπτό
1917	Κορινθιακός κόλπος	6.0	Αισθητός σε Καλάβρυτα, Πάτρα, Αίγιο, Μεσολόγγι και Ναύπακτο
1925	Καλάβρυτα	6.6	Ρωγμές σε κτίσματα των Καλαβρύτων
1928	Κόρινθος	6.3	Καταστροφή στην Κόρινθο και γύρω από αυτή. 33 ^η καταστροφή της Κορίνθου από την πρώτη κτίση της
1930	Κορινθιακός κόλπος	6.0	Σημαντικές ζημιές στο Σοφικό, Αλμυρή, Εξαμίλια και Καλαμάκι
1953	Ισθμός	6.0	Βλάβες στο Καλαμάκι, στο Κάτω Λουτρό και στην Κυρά Βρύση
1962	Αρχαία Κόρινθος	6.8	Σεισμός ενδιαμέσου εστιακού βάθους που έγινε αισθητός σε διάφορα μέρη της Ελλάδας με καταστροφές πολλών κατοικιών σε όλη την βόρεια Πελοπόννησο.
1972	Άνω Καλλιθέα Κορινθίας	6.3	Σεισμός ενδιαμέσου βάθους που προκάλεσε βλάβες στην Κορινθία, στην Αχαΐα και στην Αιτωλία
1981	Αλκυονίδες	6.7	Εκτεταμένες καταρρεύσεις σε Κορινθία, Αττική και Βοιωτία
1995	Αίγιο	6.2	Σημαντικές καταρρεύσεις στο Αίγιο

Πίνακας στον οποίο περιγράφονται συνοπτικά τα κυριότερα σεισμικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στον Κορινθιακό κόλπο κατά τους ιστορικούς χρόνους και τη σύγχρονη περίοδο και επηρέασαν τις βόρειες ακτές της Πελοποννήσου. Τα πιθανά επίκεντρα των σεισμών αυτών φαίνονται στην εικόνα 2 .

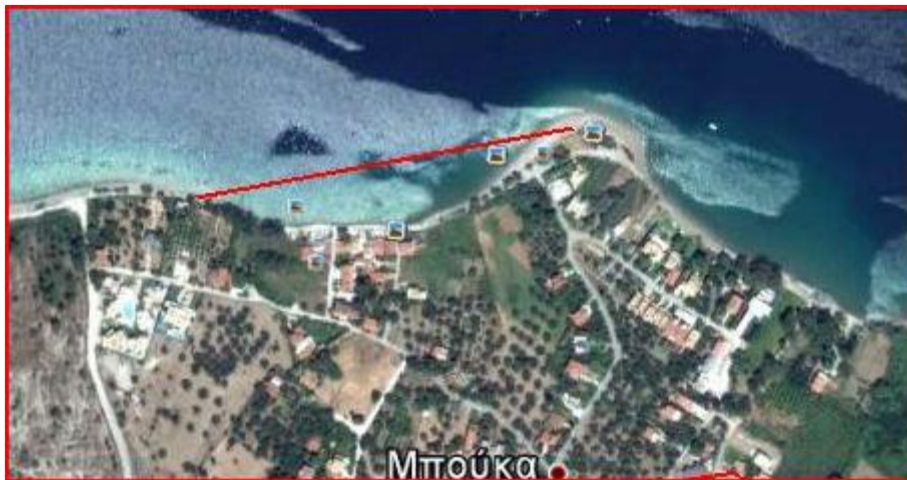


Εικόνα 11: Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της τάφρου της Κορίνθου στον οποίο αποτυπώνονται τα ιστορικά σεισμικά γεγονότα και τα επίκεντρό τους (Κουκουνέλας et al. 2001).

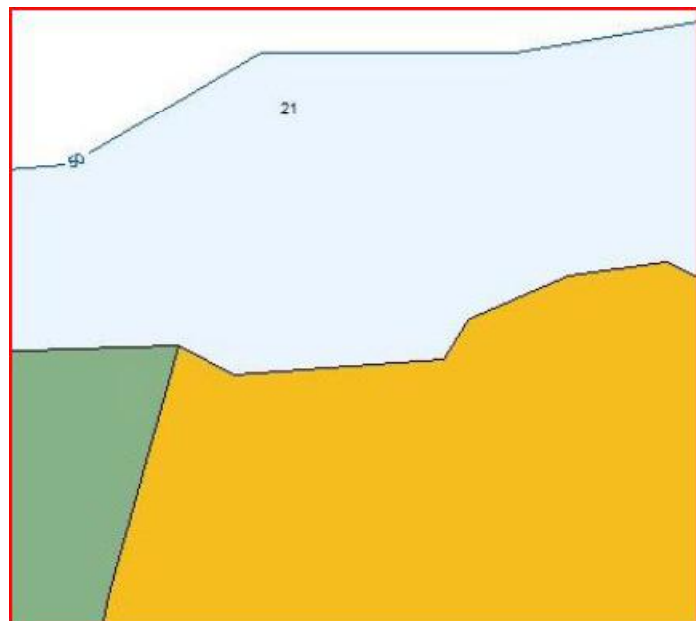
Τέλος, ο Κορινθιακός Κόλπος αποτέλεσε το λίκνο και τη μήτρα για τη συγκρότηση κοινωνιών, την οργάνωση των οικισμών, την αστικοποίηση των πόλεων και γενικά την εξέλιξη των πολιτισμών, από την προϊστορική εποχή μέχρι σήμερα.

8.0 Μετρήσεις

Ο σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός των συνεπειών, κυρίως από φυσικής πλευράς, που θα ακολουθήσουν την εμφάνιση τσουνάμι στον Κορινθιακό Κόλπο. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 2 μικροί κόλποι που θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικοί και ιδανικοί για την προσομοίωση τσουνάμι που καλούμαστε να κάνουμε. Από εδώ και στο εξής θα αναφέρονται ως Μέτρηση 1 και 2. Στις φωτογραφίες που ακολουθούν, διακρίνονται οι δύο κόλποι, όπως αποτυπώθηκαν με χρήση των προγραμμάτων Google Earth και Max Sea.



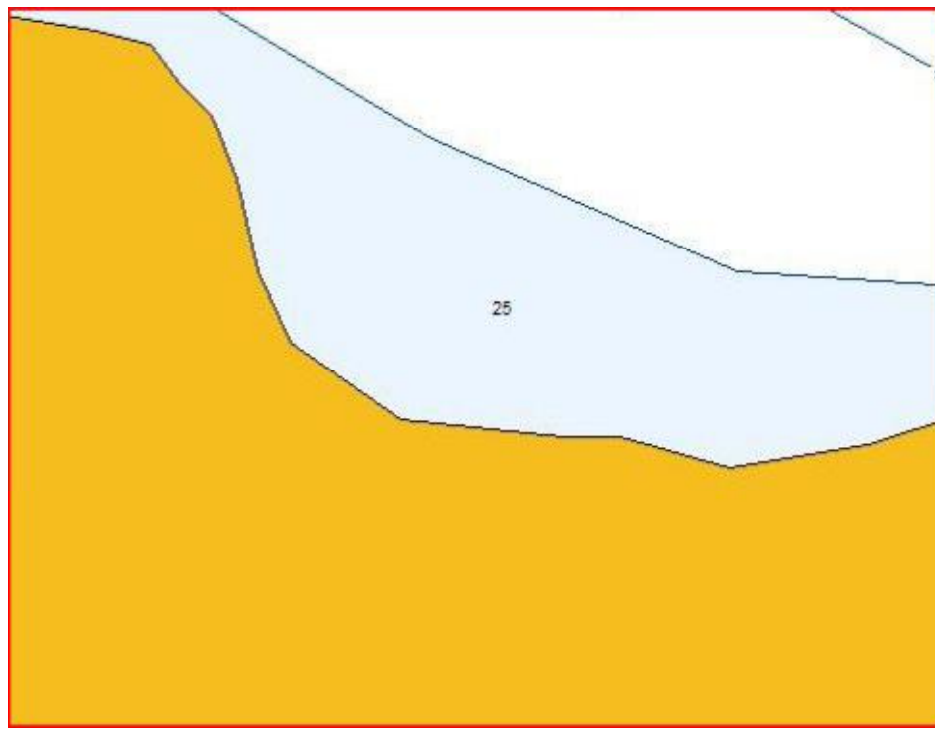
Εικόνα 12:Μέτρηση 1,Google Earth



Εικόνα 13:Μέτρηση 1, Max Sea

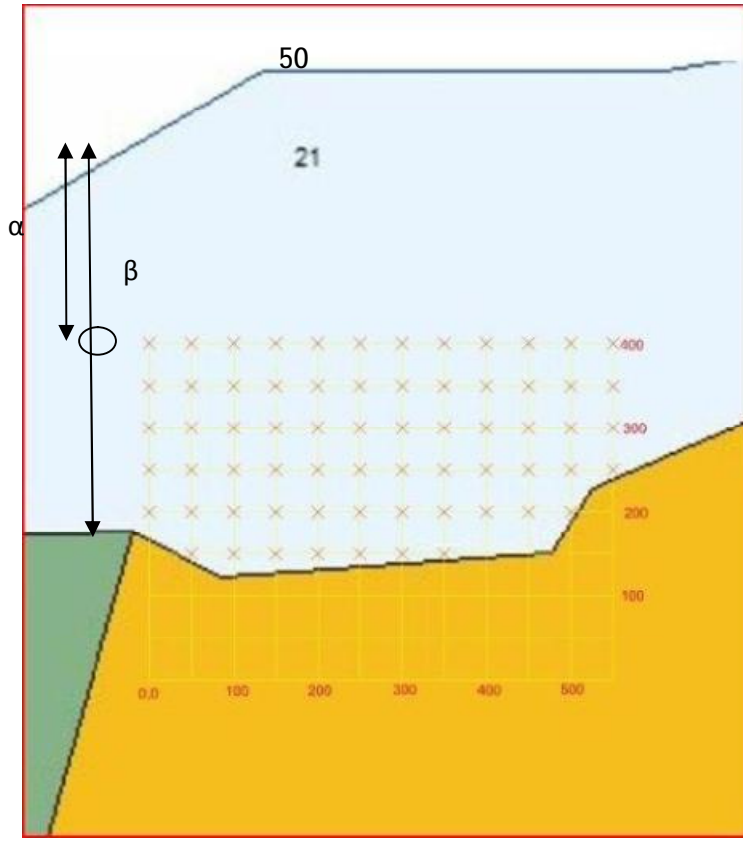


Εικόνα 14:Μέτρηση 2, Google Earth



Εικόνα 15:Μέτρηση 2, Max Sea

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι σχετικά απλή, καθώς βασίζεται κυρίως σε βασικές αρχές αναλογίας (όμοια τρίγωνα κλπ). Πιο συγκεκριμένα, οι φωτογραφίες που τραβήχτηκαν από το πρόγραμμα Max Sea με την προσθήκη και του καννάβου είχαν την παρακάτω μορφή:



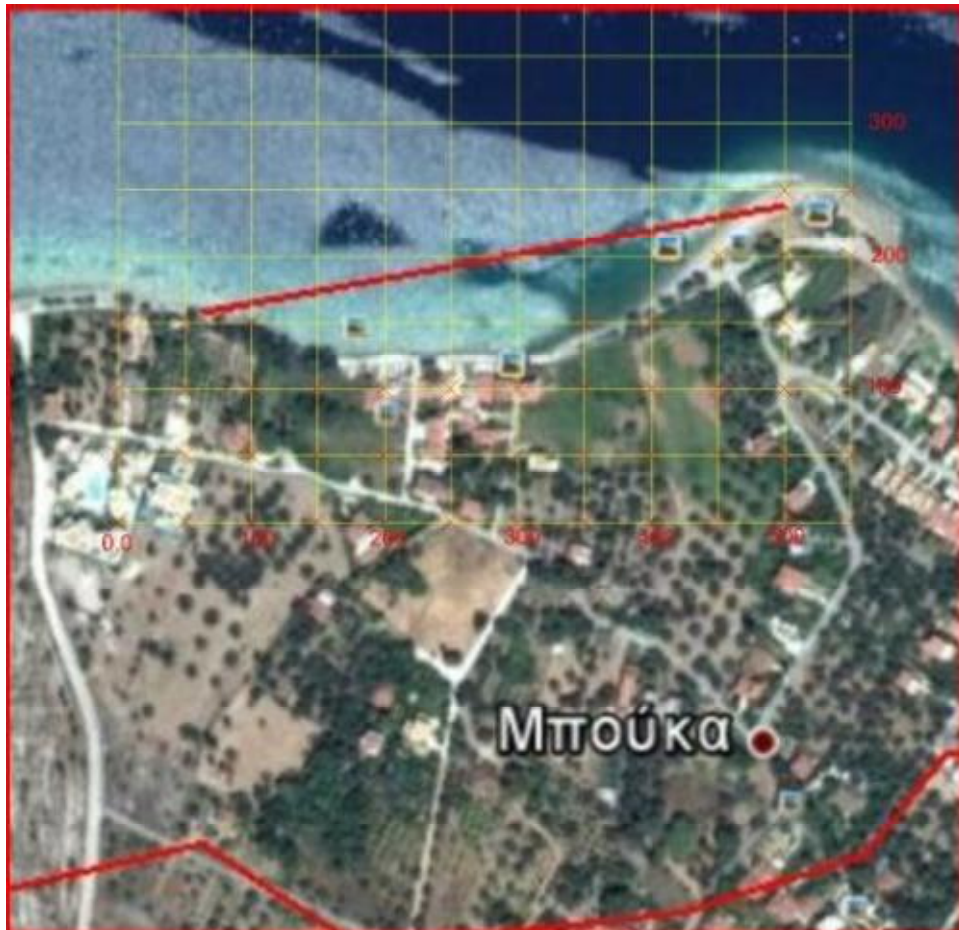
Εικόνα 16: Παράδειγμα εύρεσης βαθών στη θάλασσα.

Βάθος σημείου = $-[(\beta-\alpha)/\beta]*50$ m

Π.χ. Αν $\alpha=\beta$ (σημείο πάνω στο έδαφος), τότε βάθος = 0 m

Ή αν $\alpha=0$ (σημείο πάνω στην ισοϋψή των 50 m) τότε βάθος = 50 m

Για τα υψόμετρα στη στεριά, με τη χρήση του Google Earth η διαδικασία ήταν λίγο πιο περίπλοκη. Το Google Earth για σημεία κοντά στην ακτή δε δίνει το σωστό υψόμετρο, γι' αυτό έπρεπε να θεωρήσουμε κάποιο υψόμετρο αναφοράς σε μεγάλη απόσταση από την ακτή και να βρούμε τα ζητούμενα υψόμετρα, όπως στο Max Sea.



Εικόνα 17: Παράδειγμα εύρεσης υψομέτρων στη στεριά.

Γνωρίζοντας τα υψόμετρα επάνω στη κόκκινη γραμμή, βρέθηκαν με αναλογία τα υψόμετρα στα ζητούμενα σημεία του καννάβου. Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται οι μετρήσεις σε μορφή πίνακα και τέλος ένα τρισδιάστατο διάγραμμα, όπου φαίνονται τα υψόμετρα και τα βάθη στα χαρακτηριστικά σημεία του καννάβου (κάθε 50 m). Τέλος, να σημειωθεί, ότι λόγω της σχετικής ανακρίβειας της μεθόδου αυτής, αλλά και την ασυμφωνία των χαρτών του Google Earth και του Max Sea, τα σημεία που ήταν επάνω στην ακτή, ή πολύ κοντά σε αυτή βρέθηκαν να έχουν και θετική και αρνητική τιμή (ύψος και βάθος). Αυτές οι περιπτώσεις ήταν ελάχιστες, και επιλέχθηκε να βρεθεί το υψόμετρο με απλό μέσο όρο των 2 τιμών.

	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
0	6,4	6,1	6,7	7,6	8	7,85	7,75	7,6	7,4	7,1	6,7	6,5
	11	10,4	10,9	10,8	11,1	11,15	11,2	11,5	11,8	12,6	13	12,8
50	7,8	7,45	8	8,9	9,8	9,15	9	8,85	8,7	8,3	8,1	7,6
	11	10,4	10,9	10,8	11,1	11,15	11,2	11,5	11,8	12,6	13	12,8
100	9	8,7	9,8	10	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	9,7	9,4	9
	11	10,4	10,9	10,8	11,1	11,15	11,2	11,5	11,8	12,6	13	12,8
150	10,3	10	10,8	-	-	-	-	11,5	11,2	11,1	10,6	9,9
	11	10,4	10,9	-	-	-	-	11,5	11,8	12,6	13	12,8
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,2	12	11,7
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,6	13	12,8
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	12,8
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	12,8
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα υψόμετρα, όπως υπολογίσθηκαν από το Google Earth (Μέτρηση 1)

	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
0	2,1	2,5	1,9	1,2	1,4	1,8	1,8	2,0	1,9	2,2	2,4	2,0
50	1,5	1,7	1,3	0,7	0,6	1,1	1,2	1,4	1,3	1,7	1,9	1,6
100	0,9	1,0	0,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	1,2	1,4	1,2
150	0,3	0,2	0,0	-	-	-	-	-	0,3	0,6	0,9	0,9
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,4	0,3
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	13	14,4	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	-	-	-	-
	-	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	-	-	-	-
200	11,5	12,2	12,9	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	-
	12,3	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	14,7	14,6	13,4	-
250	10,2	10,9	11,7	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
	12,3	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	14,7	14,6	13,4	12,25
300	8,9	9,6	10,4	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85
	12,3	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	14,7	14,6	13,4	12,25
350	7,6	8,5	9,2	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55
	12,3	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	14,7	14,6	13,4	12,25
400	6,4	7,7	7,9	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
	12,3	13,5	15	15,2	15,1	15	14,9	14,8	14,7	14,6	13,4	12,25

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα βάθη, όπως υπολογίσθηκαν από το Max Sea (Μέτρηση 1).

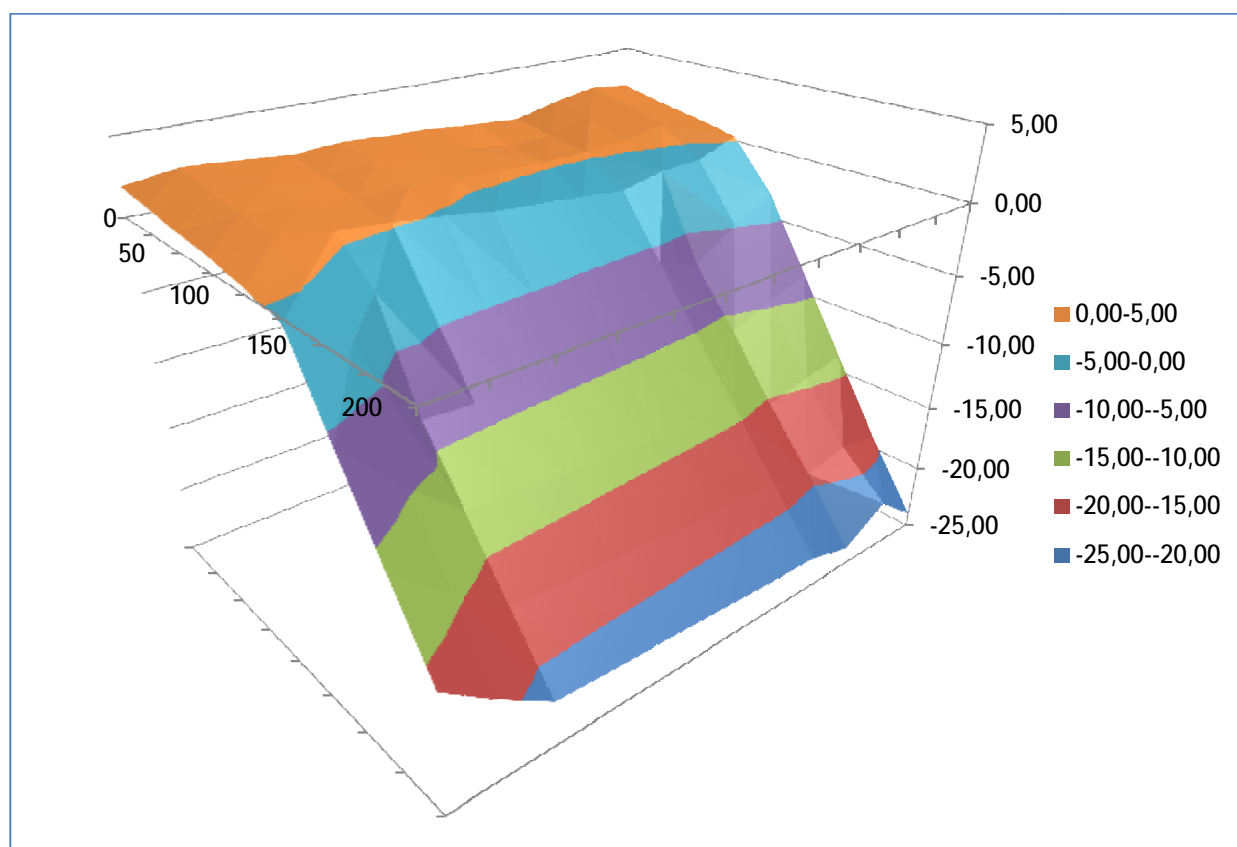
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-1,9	-2,0	-1,6	-1,3	-1,0	-0,7	-0,3	-	-	-	-
200	-3,3	-4,8	-7,0	-5,9	-5,6	-5,3	-5,0	-4,7	-4,4	-4,1	0,0	-
250	-8,5	-9,6	-11,0	-10,2	-9,9	-9,7	-9,4	-9,1	-8,8	-8,6	-4,9	-0,6
300	-13,8	-14,4	-15,3	-14,3	-14,1	-13,8	-13,6	-13,3	-13,1	-12,8	-9,5	-5,7
350	-19,1	-18,5	-19,3	-18,6	-18,4	-18,2	-18,0	-17,7	-17,5	-17,3	-14,4	-11,0
400	-24,0	-21,5	-23,7	-22,7	-22,5	-22,3	-22,1	-22,0	-21,8	-21,6	-19,0	-16,1

Τα τελικά υψόμετρα και βάθη για κάθε σημείο στον άξονα Χ και Υ.

(Μέτρηση 1)

	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
0	2,09	2,48	1,93	1,19	1,40	1,78	1,85	2,03	1,86	2,18	2,42	1,97
50	1,45	1,70	1,33	0,70	0,59	1,08	1,18	1,38	1,31	1,71	1,88	1,63
100	0,91	0,98	0,50	0,30	0,27	0,40	0,48	0,68	0,72	1,15	1,38	1,19
150	0,32	-0,81	-0,98	-1,64	-1,32	-1,00	-0,67	-0,17	0,25	0,60	0,92	0,91
200	-3,25	-4,81	-7,00	-5,92	-5,63	-5,33	-5,03	-4,73	-4,42	-1,98	0,19	0,34
250	-8,54	-9,63	-11,00	-10,20	-9,93	-9,67	-9,40	-9,12	-8,84	-8,56	-2,43	-0,31
300	-13,82	-14,44	-15,33	-14,31	-14,07	-13,83	-13,59	-13,34	-13,10	-12,84	-9,51	-5,71
350	-19,11	-18,52	-19,33	-18,59	-18,38	-18,17	-17,95	-17,74	-17,52	-17,29	-14,37	-11,02
400	-23,98	-21,48	-23,67	-22,70	-22,52	-22,33	-22,15	-21,96	-21,77	-21,58	-19,03	-16,12



Εικόνα 18: Κατανομή υψομέτρων και βαθών στον κόλπο 1

Μέτρηση 2

	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0	2,6	3	3,4	3,55	3,9	3,9	3,2	2,5	1,5
	15,2	10,8	9	8,4	8,3	8,4	8	8,5	7,4
50	4,2	4,5	4,9	5,15	5,4	5	4,8	4	3,2
	15,2	10,8	9	8,4	8,3	8,4	8	8,5	7,4
100	5,7	6,1	6,4	6,7	7	7,1	6,4	6	4,6
	15,2	10,8	9	8,4	8,3	8,4	8	8,5	7,4
150	7,3	7,7	8,1	8,4	-	-	8	7,4	6,4
	15,2	10,8	9	8,4	-	-	8	8,5	7,4
200	8,8	9,3	-	-	-	-	-	-	-
	15,2	10,8	-	-	-	-	-	-	-
250	10,3	10,8	-	-	-	-	-	-	-
	15,2	10,8	-	-	-	-	-	-	-
300	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-
	15,2	-	-	-	-	-	-	-	-
350	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	15,2	-	-	-	-	-	-	-	-
400	15,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	15,2	-	-	-	-	-	-	-	-

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα υψόμετρα, όπως υπολογίσθηκαν από το Google Earth (Μέτρηση 2).

	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0	78,8	66,4	54,8	46,8	40,8	39,1	38,4	39,5	39,1
50	68,8	53,7	40,1	31,3	26,9	29,5	25,6	29,6	27,8
100	59,4	40,0	25,4	16,4	12,1	11,3	12,8	16,5	18,5
150	49,4	26,4	8,8	0,0	-	-	0,0	7,2	6,6
200	40,0	12,8	-	-	-	-	-	-	-
250	30,6	0,0	-	-	-	-	-	-	-
300	34,4	-	-	-	-	-	-	-	-
350	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
400	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-

	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	11,4	10,6	10	9,5	9	8,6
	-	-	-	11,9	11,8	11,2	10,6	9,8	9
250	-	-	10,1	9,2	8,4	8	7,5	6,8	6,5
	-	-	11,8	11,9	11,8	11,2	10,6	9,8	9
300	-	8,9	8	7	6,3	5,9	5,3	4,8	4,3
	-	10,8	11,8	11,9	11,8	11,2	10,6	9,8	9
350	-	6,6	5,8	5	4,3	3,7	3,2	2,6	2,2
	-	10,8	11,8	11,9	11,8	11,2	10,6	9,8	9
400	5,4	4,7	3,8	2,8	2	1,15	1	0,5	0
	7,6	10,8	11,8	11,9	11,8	11,2	10,6	9,8	9

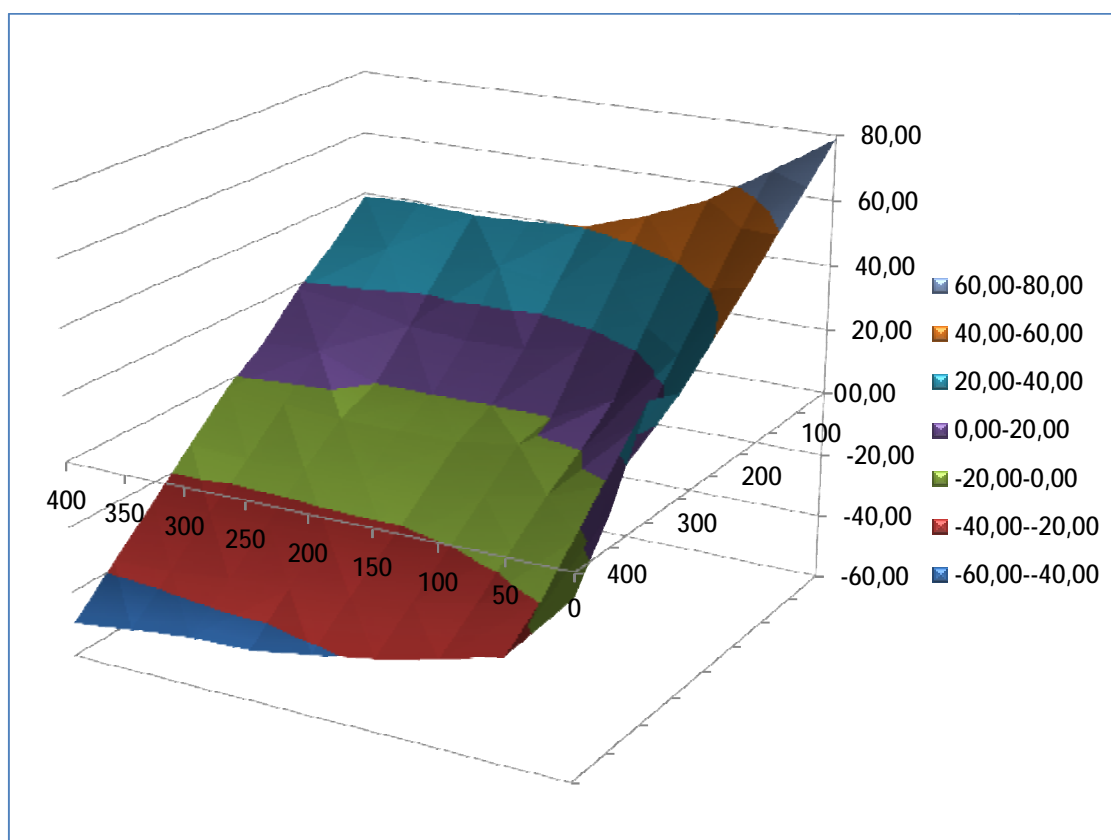
Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα βάθη, όπως υπολογίσθηκαν από το Max Sea (Μέτρηση 2).

	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-2,1	-5,1	-5,4	-5,2	-4,1	-2,2
250	-	-	-7,2	-11,3	-14,4	-14,3	-14,6	-15,3	-13,9
300	-	-8,8	-16,1	-20,6	-23,3	-23,7	-25,0	-25,5	-26,1
350	-	-19,4	-25,4	-29,0	-31,8	-33,5	-34,9	-36,7	-37,8
400	-14,5	-28,2	-33,9	-38,2	-41,5	-44,9	-45,3	-47,4	-50,0

Τα τελικά υψόμετρα και βάθη για κάθε σημείο στον άξονα Χ και Υ.

(Μέτρηση 2)

	0	50	100	150	200	250	300	350	400
0	78,75	66,44	54,76	46,77	40,82	39,11	38,40	39,53	39,07
50	68,75	53,67	40,09	31,34	26,90	29,55	25,60	29,65	27,81
100	59,38	40,04	25,42	16,39	12,06	11,30	12,80	16,47	18,54
150	49,38	26,41	8,80	0,00	0,00	0,00	0,00	7,25	6,62
200	40,00	12,78	0,00	-2,10	-5,08	-5,36	-5,19	-4,08	-2,22
250	30,63	0,00	-7,20	-11,34	-14,41	-14,29	-14,62	-15,31	-13,89
300	34,38	-8,80	-16,10	-20,59	-23,31	-23,66	-25,00	-25,51	-26,11
350	10,00	-19,44	-25,42	-28,99	-31,78	-33,48	-34,91	-36,73	-37,78
400	-7,24	-28,24	-33,90	-38,24	-41,53	-44,87	-45,28	-47,45	-50,00



Εικόνα 19: Κατανομή υψομέτρων και βαθών στον κόλπο 2

10.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) «Τα κύματα βαρύτητας(τσουνάμι) στην Ελλάδα. Μελέτη περίπτωσης: Ο Νότιος Κορινθιακός Κόλπος», Πτυχιακή από Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο (Τμήμα Γεωλογίας).
- 2) «Γεωμετρική και στατιστική ανάλυση των ενεργών ρηγμάτων του Κορινθιακού Κόλπου», Διπλωματική από Πανεπιστήμιο Πατρών (Τμήμα Γεωλογίας).
- 3) "Σύγχρονη Σεισμολογία", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Άκης Τσελέντης, Α΄ τόμος .
- 4) Alexandri M., Nomikou P., Ballas D., Lykousis V. & Sakellariou D. (2003): "SWATH BATHYMETRY AND MORPHOLOGICAL SLOPE ANALYSIS OF THE CORINTH GULF", *International Workshop on Active Tectonics, Earthquake Geology, Archaeology and Engineering, Corinth, Greece (2011)*.
- 5) M. Papathoma¹ and D. Dominey-Howes²: "Tsunami vulnerability assessment and its implications for coastal hazard analysis and disaster management planning, Gulf of Corinth, Greece", *Natural Hazards and Earth System Sciences (2003)*.

Ιστοσελίδες:

- 1) http://www.parakato.gr/2009/06/blog-post_25.html
- 2) <http://efpalio.wordpress.com>
[\(http://efpalio.wordpress.com/2013/05/07/%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B8%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%83-%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CF%80%CE%BF%CF%83-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9/\)](http://efpalio.wordpress.com/2013/05/07/%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B8%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%83-%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CF%80%CE%BF%CF%83-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9/)
- 3) <http://el.wikipedia.org>
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%83%CE%BF%CF%85%CE%BD%CE%AC%CE%BC%CE%B9>
- 4) <http://www.hcmr.gr/gr/indexel.php>
- 5) <http://www.fokidanews.gr>
[\(http://www.fokidanews.gr/8938/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CF%84%CE%B5%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%86%CF%89%CE%BA%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B8%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CF%8C%CE%BB%CF%80/\)](http://www.fokidanews.gr/8938/%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CF%84%CE%B5%CF%82-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%86%CF%89%CE%BA%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B8%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CF%8C%CE%BB%CF%80/)
- 6) <http://www.newsit.gr>
http://www.newsit.gr/default.php?pname=Article&art_id=72851&catid=6
- 7) http://iteanet.blogspot.gr/2010/03/blog-post_31.html
- 8) <http://physics4u.wordpress.com/>

[\(http://physics4u.wordpress.com/2011/03/28/%CE%AC-%CE%AC-2/\)](http://physics4u.wordpress.com/2011/03/28/%CE%AC-%CE%AC-2/)

9) <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Tsunami.htm>