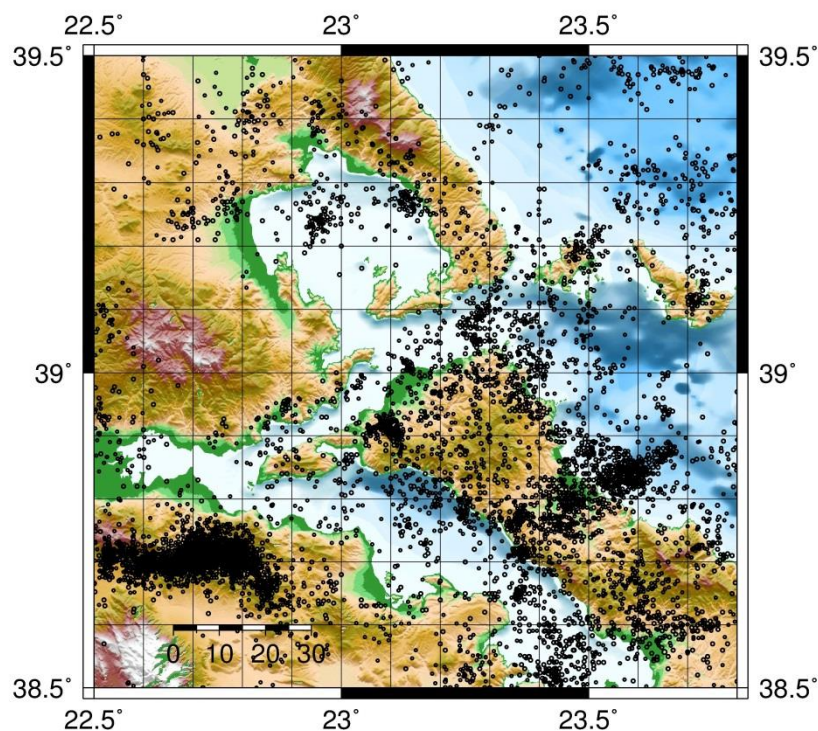


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*ΜΙΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΙΑΥΛΟΥ ΤΩΝ ΩΡΕΩΝ*

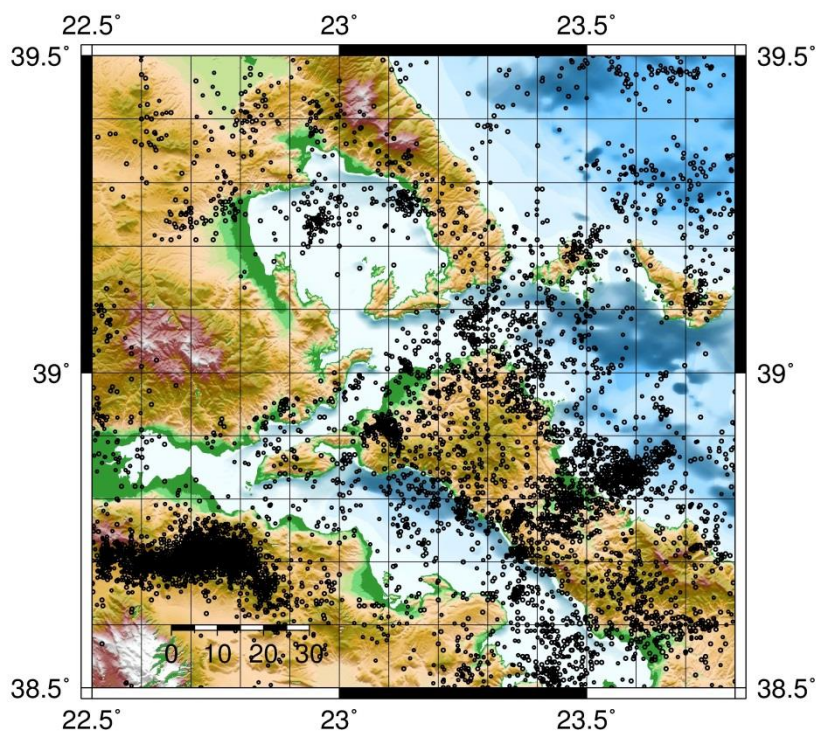


Εκπόνηση: Γρένδας Ιωάννης, Προπτυχιακός Φοιτητής Γεωλογίας Α.Π.Θ.
Επίβλεψη: Παπαδημητρίου Ελευθερία, Καθηγήτρια Σεισμολογίας Α.Π.Θ
Συνεπίβλεψη: Μεσημέρη Μαρία, Υποψήφια Διδάκτωρ Σεισμολογίας Α.Π.Θ
Ακαδημαϊκό έτος 2014-2015

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*ΜΙΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΔΙΑΛΟΥ ΤΩΝ ΩΡΕΩΝ*



Εκπόνηση: Γρένδας Ιωάννης, Προπτυχιακός Φοιτητής Γεωλογίας Α.Π.Θ.

Επίβλεψη: Παπαδημητρίου Ελευθερία, Καθηγήτρια Σεισμολογίας Α.Π.Θ

Συνεπίβλεψη: Μεσημέρη Μαρία, Υποψήφια Διδάκτωρ Σεισμολογίας Α.Π.Θ

Ακαδημαϊκό έτος 2014-2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία, πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος προπτυχιακών σπουδών του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το αντικείμενο μελέτης της εργασίας επιλέχθηκε έπειτα από προσωπική μου θέληση για ενασχόληση με τον κλάδο της Σεισμολογίας, σε συνεννόηση με την καθηγήτρια Σεισμολογίας του Α.Π.Θ. κα Παπαδημητρίου Ελευθερία, η οποία παράλληλα με καθοδήγησε στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας με τις γνώσεις, την εμπειρία και τις υποδείξεις της πάνω στο αντικείμενο αυτό, ως επιβλέπουσα, για την πτυχιακή εργασία, καθηγήτρια. Για το λόγο αυτό, για το οικείο κλίμα συνεργασίας το οποίο δημιούργησε καθόλη τη διάρκεια της διεκπεραίωσης της εργασίας αυτής, αλλά και για τη σημαντική και ουσιαστική διδασκαλία μαθημάτων κατά τη διάρκεια των σπουδών μου, θα ήθελα την ευχαριστήσω.

Θέλω ακόμη να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα σεισμολογίας του Α.Π.Θ. Μεσημέρη Μαρία, η συμβολή της οποίας στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας, μέσω της συλλογής των δεδομένων και της διδασκαλίας του προγραμματιστικού περιβάλλοντος GMT, ήταν ανεκτίμητη. Επίσης, ευχαριστώ τους διδάσκοντες του Τμήματος Γεωλογίας για τις γνώσεις που μου μεταβιβάσανε καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου, που ήταν αρωγοί, ο κάθε ένας με το δικό του τρόπο, στην προσπάθεια μου για την εκπόνηση της εργασίας αυτής, αλλά και στην ολοκλήρωση των σπουδών μου γενικότερα.

Όσον αφορά το περιεχόμενο της πτυχιακής αυτής εργασίας, στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στα χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης για την καλύτερη κατανόηση του γεωμορφολογικού – σεισμοτεκτονικού καθεστώτος που επικρατεί, αλλά και για τη συνεισφορά στις τελικές παρατηρήσεις.

Στο 2^ο κεφάλαιο καταγράφονται όλα εκείνα τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα παρατήρησης στην μελέτη που ακολούθησε για τον καθορισμό των ενεργών δομών.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται καθορισμός των ενεργών δομών στην περιοχή μελέτης με βάση τα ιστορικά στοιχεία που διατίθενται για αυτήν.

Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται καθορισμός ιδιοτήτων των ενεργών δομών στην περιοχή μελέτης με βάση τα ενόργανα στοιχεία της σεισμικότητας που έλαβε χώρα στο διάστημα 2008-2013.

Τέλος το 5^ο κεφάλαιο αποτελείται από τις παρατηρήσεις που έγιναν με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πειραματικά κεφάλαια 3 & 4 σε συνδυασμό με τα στοιχεία του 1^{ου} κεφαλαίου.

Για την δημιουργία των σχημάτων, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον Generic Mapping Tools version 4.5.3 (www.soest.hawaii.edu/gmt, Wessel and Smith, 1998).

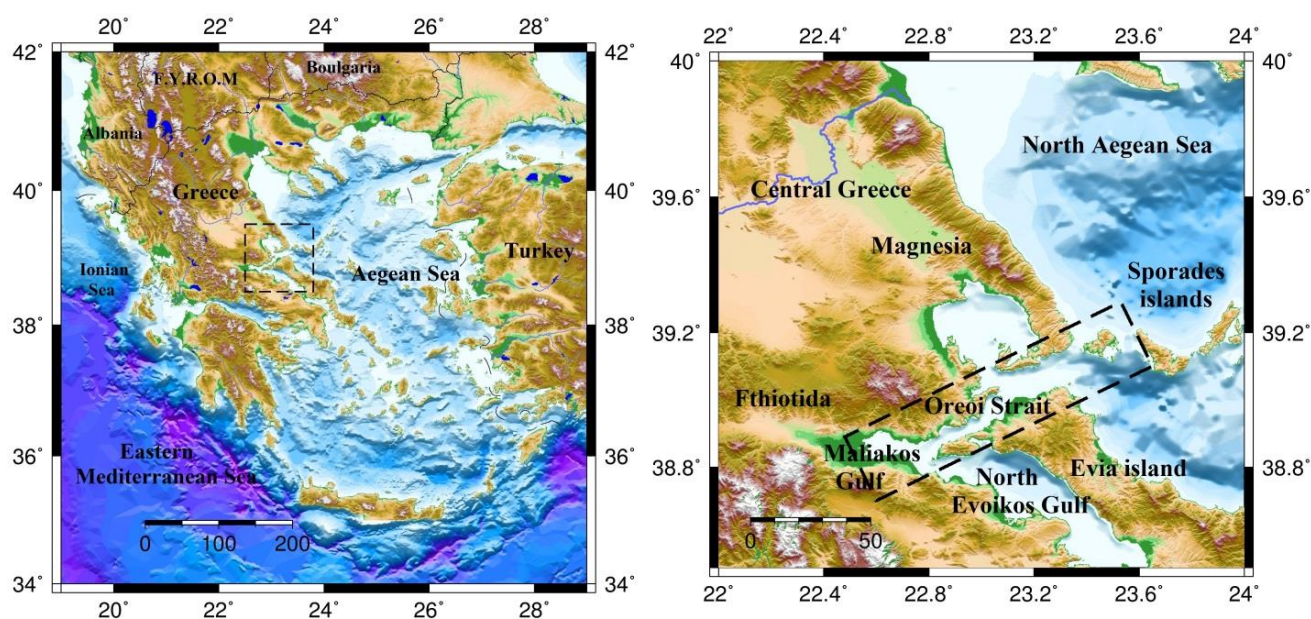
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1ο	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	7
1.2	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ.....	8
1.3	ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ.....	9
1.4	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	16
Κεφάλαιο 2ο	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ.....	19
2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	19
2.2	ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΩΝ	19
2.3	ΕΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	27
Κεφάλαιο 3ο	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΔΟΜΩΝ ΒΑΣΕΙ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	29
3.1	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΡΗΓΜΑΤΩΝ	29
3.2	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	30
3.3	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΜΕ ΤΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	37
Κεφάλαιο 4ο	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΔΟΜΩΝ ΒΑΣΕΙ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	40
4.1	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	40
4.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΔΟΜΩΝ.....	41
Κεφάλαιο 5ο	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΠΙΝΑΚΕΣ)		53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		65

Κεφάλαιο 1ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης της εργασίας αυτής, αποτελεί τμήμα της κεντρικής Ελλάδας, περιλαμβάνοντας το **βόρειο** τμήμα της **Εύβοιας**, τη **Δυτική Φθιώτιδα**, τη **Νότια Μαγνησία**, τα νησιά **Σκιάθο** και **Σκόπελο** (22.5° - 23.8° , 38.5° - 39.5°) (Σχ. 1.1). Ειδικότερα η ανάλυση και η ερμηνεία των ιστορικών και ενόργανων δεδομένων που πραγματοποιείται στα επόμενα κεφάλαια, αφορούν αποκλειστικά τον **διάυλο των Ωρεών** μέχρι το νησί της **Σκοπέλου**, καθώς και δυτικά αυτού μέχρι το **δυτικό** τμήμα του **Μαλιακού κόλπου** (Σχ. 1.1). Η **θέση** της είναι ιδιαίτερα σημαντική και αξιοσημείωτη, αφού βρίσκεται σε μία περιοχή όπου υπάρχουν σημαντικά γειτονικά κανονικά ρήγματα, τα οποία είναι γνωστό ότι έχουν δώσει ισχυρούς σεισμούς στο παρελθόν κατά τη διάρκεια της ενόργανης σεισμολογίας, όπως αυτό της Αταλάντης που προκάλεσε τη σεισμική ακολουθία του 1894 (Ganas et al. 1998) και αυτό της Μαγνησίας που προκάλεσε τον ισχυρό σεισμό μεγέθους 7.0 το 1954 (PapaStamatiou & Mouyaris 1986) και το σεισμό με μέγεθος 6.5 στη σεισμική ακολουθία του 1980 (Papazachos et al. 1983, Drakos et al. 2001).



Σχ. 1.1. Με διακεκομμένη μαύρη γραμμή ορίζονται: η ευρύτερη περιοχή μελέτης με συντεταγμένες 22.5° - 23.8° , 38.5° - 39.5° (αριστερό μέρος) και η κύρια περιοχή όπου εξετάζεται ειδικότερα στην παρούσα μελέτη (δεξί μέρος).

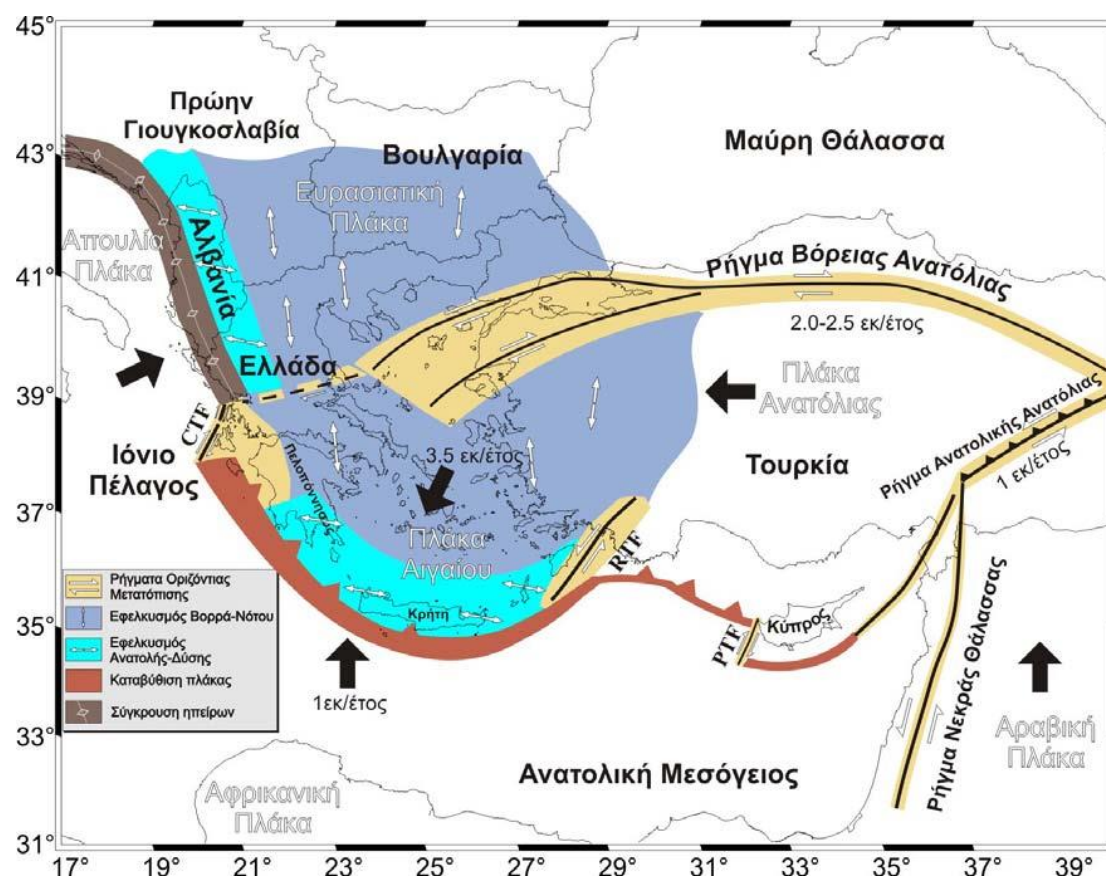
Η περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί **σεισμικά ενεργή**, αφού ισχυροί σεισμοί ($M \geq 6.0$) έχουν συμβεί κατά το παρελθόν για τους οποίους διατίθεται κατάλογος με τις ιστορικές καταγραφές απ' όπου προέκυψαν και με τα χαρακτηριστικά τους (Παπαζάχος και Παπαζάχου 2003), καθώς και χάρτες ισόσειστων καμπλών που βασίζονται στις μακροσκοπικές αυτές ιστορικές περιγραφές (Papazachos et al. 1982), αλλά και λόγω της

σύγχρονης σεισμικότητας κατά το διάστημα 2008-2013. Πάνω σε αυτά τα στοιχεία είναι βασισμένη η παρούσα εργασία.

Τέλος η περιοχή χαρακτηρίζεται από **ιδιαίτερη μορφολογία**, η οποία με συνεχείς κορυφογραμμές, που οριοθετούν μία επιμήκη λεκάνη, αυτή του διαύλου των Ωρεών (*Γαλανάκης 1997*), υποδεικνύουν την ύπαρξη ευρύτερων ρηξιγενών δομών που προκάλεσαν τη δημιουργία της σημερινής μορφολογίας. Όλα αυτά σε συνδυασμό με την ύπαρξη **κατοικήσιμων περιοχών** στην ευρύτερη περιοχή, είναι οι λόγοι που καθιστούν την περιοχή αυτή σημαντική για μελέτη.

1.2 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Η περιοχή μελέτης ανήκει γεωτεκτονικά στην ευρύτερη οπισθοτόξια λεκάνη εφελκυσμού, που λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό του Ελληνικού τόξου (*Σχ. 1.2*), το οποίο ορίζεται από τα ανάστροφα ρήγματα που ακολουθούν με παράλληλη διεύθυνση τις ακτές της Αδριατικής Θάλασσας στην πρώην Γιουγκοσλαβία και στην Αλβανία, συνεχίζοντας μέχρι τις ακτές του βορείου Ιονίου πελάγους (*Papazachos et al. 1998*).



Σχ. 1.2. Γεωδυναμικό μοντέλο της περιοχής του Αιγαίου και των γύρω περιοχών, το οποίο δείχνει τις βασικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που επηρεάζουν την ενεργό τεκτονική στον Ελληνικό χώρο (μαύρα βέλη), τις ταχύτητες μετατόπισης αυτών, καθώς και τις διευθύνσεις της εσωτερικής παραμόρφωσης πάνω στην περιοχή του Αιγαίου (άσπρα βέλη) (Από *Παπαζάχο και Παπαζάχου 2003*).

Εκεί η ζώνη αυτή διακόπτεται από την ζώνη οριζόντιας δεξιόστροφης διάρρηξης δυτικά της Πελοποννήσου, στα Ιόνια νησιά, με χαρακτηριστικό ρήγμα το δεξιόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς (CTF) (*Scordilis et al. 1985, Sachpazi et al. 2000*), καθώς και το πλησίον αυτού ρήγμα δυτικά της Λευκάδας (*Louvari et al. 1999, Karakostas et al. 2004*), που αποτελεί συνέχεια του ρήγματος της Κεφαλονιάς. Έπειτα η ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων συνεχίζεται Δυτικά της Πελοποννήσου, Νότια της Κρήτης, μέχρι και Νότιο-ανατολικά της Ρόδου (*Papazachos et al. 1998*). Στην οπισθοτόξια αυτή λεκάνη επικρατούν κυρίως εφελκυστικές τάσεις, διεύθυνσης B-N (*Ambraseys and Jackson 1990*) με δημιουργία κανονικών ρηγμάτων με παράταξη Α-Δ. Ωστόσο, σήμερα εσωτερικά της ζώνης κατάδυσης, καθώς και στο χώρο του Αιγαίου, το γεωτεκτονικό καθεστώς που επικρατεί είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης δύο επάλληλων συστημάτων, αυτό του εφελκυσμού σε διεύθυνση B-N εξαιτίας της βαρυτικής κατάρρευσης της λιθόσφαιρας του Αιγαίου και αυτό της οριζόντιας μετατόπισης του δεξιόστροφου ρήγματος της βόρειας Ανατολίας (NAF) (*Taymaz et al. 1991, Armijo et al. 2003, Flerit et al. 2004, Philippon et al. 2014*).

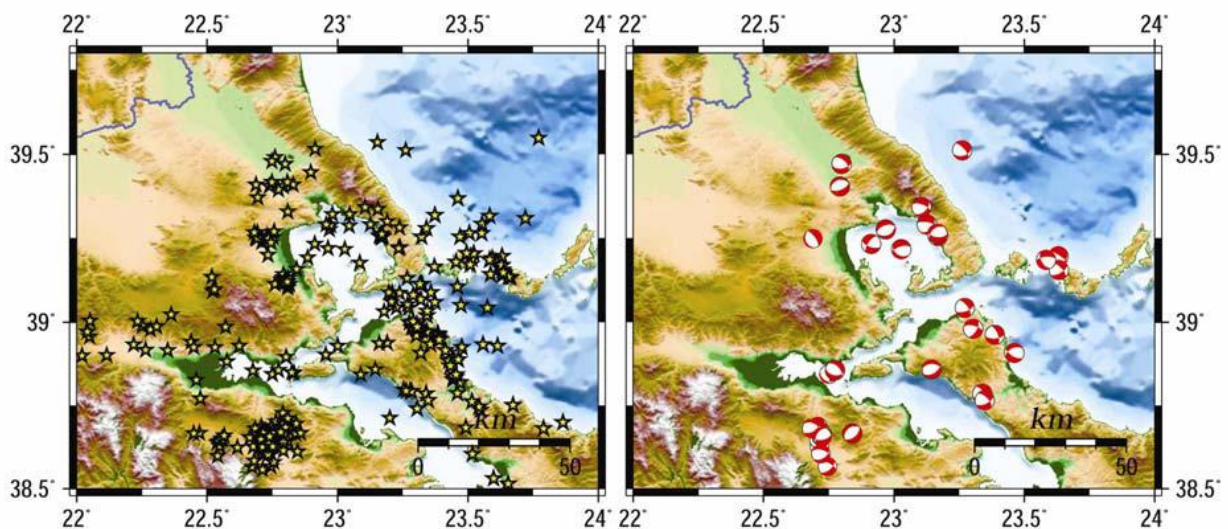
1.3 ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Στην περιοχή μελέτης κατά τη διάρκεια της ενόργανης σεισμολογίας δεν έχει γίνει και καταγραφεί κάποιος ισχυρός σεισμός συνοδευόμενος από σεισμική ακολουθία, με αποτέλεσμα να μην έχει επιβεβαιωθεί η ύπαρξη κάποιου μεγάλου ρήγματος κατά μήκος του διαύλου των Ωρεών, στις Βόρειες ακτές της Βόρειας Εύβοιας, τις Νότιες ακτές της Μαγνησίας ή υποθαλάσσιο μέσα στο δίαυλο. Ακόμη, για τον λόγο αυτό δεν έχουν γίνει γνωστές οι τάσεις που επικρατούν, παρά μόνο μέσα από τους μηχανισμούς γένεσης που προέκυψαν από μικροσεισμικότητα περιφερειακά της περιοχής μελέτης και από τους μηχανισμούς γένεσης ορισμένων ισχυρών γειτονικών σεισμών που συνέβησαν στο παρελθόν (*Hatzfeld et al. 1999, Goldsworthy et al. 2002, Kiratzi 2002, Karakostas et al. 2006*).

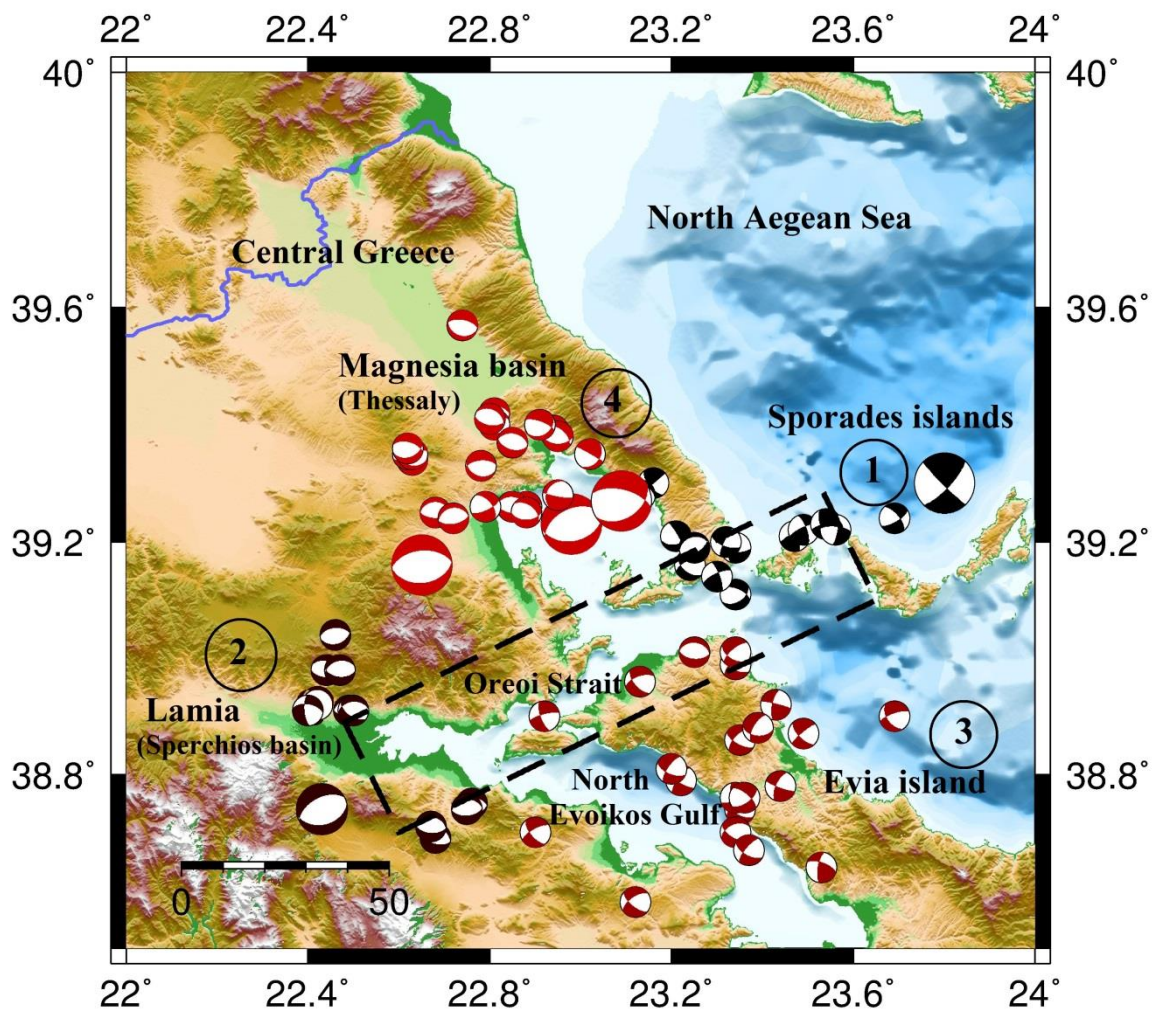
Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του έτους 1992 οι *Hatzfeld et al. (1999)* εγκατέστησαν ένα προσωρινό δίκτυο σειсмоγράφων με το οποίο κατέγραψαν μέσα σε επτά εβδομάδες τη μικροσεισμικότητα που έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή. Καταγραφή μικροσεισμικότητας πραγματοποιήθηκε και κατά τη χρονική περίοδο Νοεμβρίου 2004 - Ιουνίου 2005 (Σχ. 1.3) η οποία καταγράφηκε από ένα άλλο προσωρινό δίκτυο 18 ψηφιακών σειсмоγράφων, οι οποίοι εγκαταστάθηκαν και λειτούργησαν για αυτούς τους μήνες από τους *Karakostas et al. (2006)*.

Βάσει των μελετών που αναφέρθηκαν παραπάνω και σχετίζονται με την περιοχή μελέτης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η περιοχή μελέτης βρίσκεται γεωγραφικά ανάμεσα σε περιοχές που επηρεάζονται από τα δύο γεωτεκτονικά καθεστώτα που αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή αυτό του εφελκυσμού διεύθυνσης B-N και των οριζόντιων διαρρήξεων που σχετίζονται με την δυτική κατάληξη του δεξιόστροφου ρήγματος οριζόντιας μετατόπισης της Βόρειας Ανατολίας (NAF), κατά μήκος της τάφρου του βορείου Αιγαίου (NAT).

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους *Hatzfeld et al. (1999)* και την *Kiratzí (2002)* που μελέτησαν την μικροσεισμικότητα που συνέβη την περίοδο του 1992 μαζί με κάποιους χαρακτηριστικούς ισχυρούς σεισμούς που έγιναν στην ευρύτερη περιοχή (**Παρ. Πίνακας 1, Σχ. 1.4**) προκύπτουν παρατηρήσεις βάσει των οποίων Βόρειο-ανατολικά (1), Ανατολικά και Νότια (3) το γεωτεκτονικό καθεστώς εκφράζεται με δεξιόστροφες **οριζόντιες διαρρήξεις** με μικρή κανονική συνιστώσα ολίσθησης, οι οποίες οφείλονται στην κατάληξη του δυτικότερου τμήματος του δεξιόστροφου ρήγματος μετασχηματισμού της τάφρου του βορείου Αιγαίου (NAT), στα νησιά των Σποράδων, ενώ Δυτικά, Νότιο-δυτικά (2) και Βόρεια (4), οι επικρατούσες **τάσεις** είναι **εφελκυστικές** με διεύθυνση **B-N** χαρακτηριστικές της οπισθοτόξιας λεκάνης που αναφέρθηκε παραπάνω.



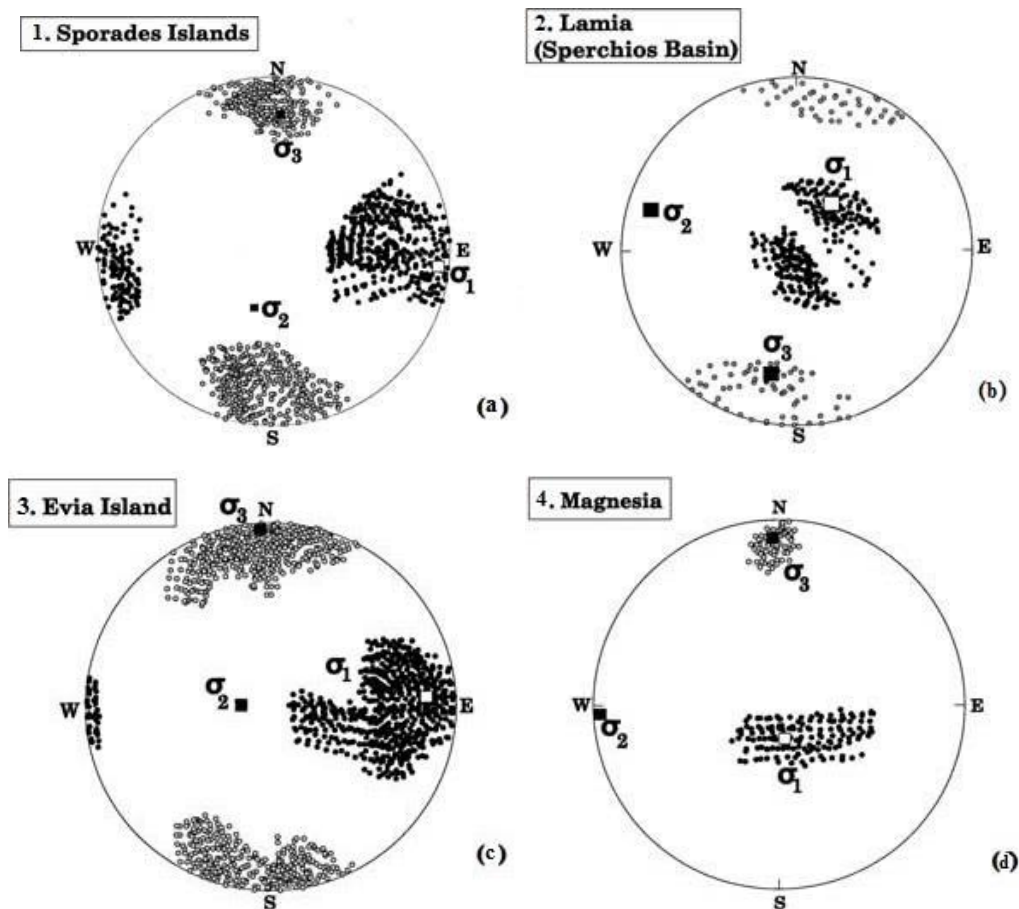
Σχ. 1.3. Χωρική κατανομή της τοπικής σεισμικότητας (αριστερό μέρος) και των μηχανισμών γένεσης που προέκυψαν (δεξιό μέρος) (Από *Karakostas et al. 2006*).



Σχ. 1.4. Κατανομή μηχανισμών γένεσης σεισμών που έγιναν στην ευρύτερη περιοχή μελέτης. Οι διαφορετικού χρώματος απεικονίσεις των μηχανισμών γένεσης χρησιμοποιήθηκαν για να διαχωριστούν οι διαφορετικές περιοχές, οι οποίες αριθμούνται στο **Παρ. Πίνακας 1**. Οι μηχανισμοί γένεσης με το μικρότερο μέγεθος αντιστοιχούν στην μικροσεισμικότητα, εκείνος με ενδιάμεσο μέγεθος σε σεισμό μεγέθους 5.1, ενώ εκείνοι με το μεγαλύτερο μέγεθος σε σεισμούς μεγαλύτερους του 6.0. Οι διακεκομμένες γραμμές οριοθετούν την κύρια περιοχή μελέτης.

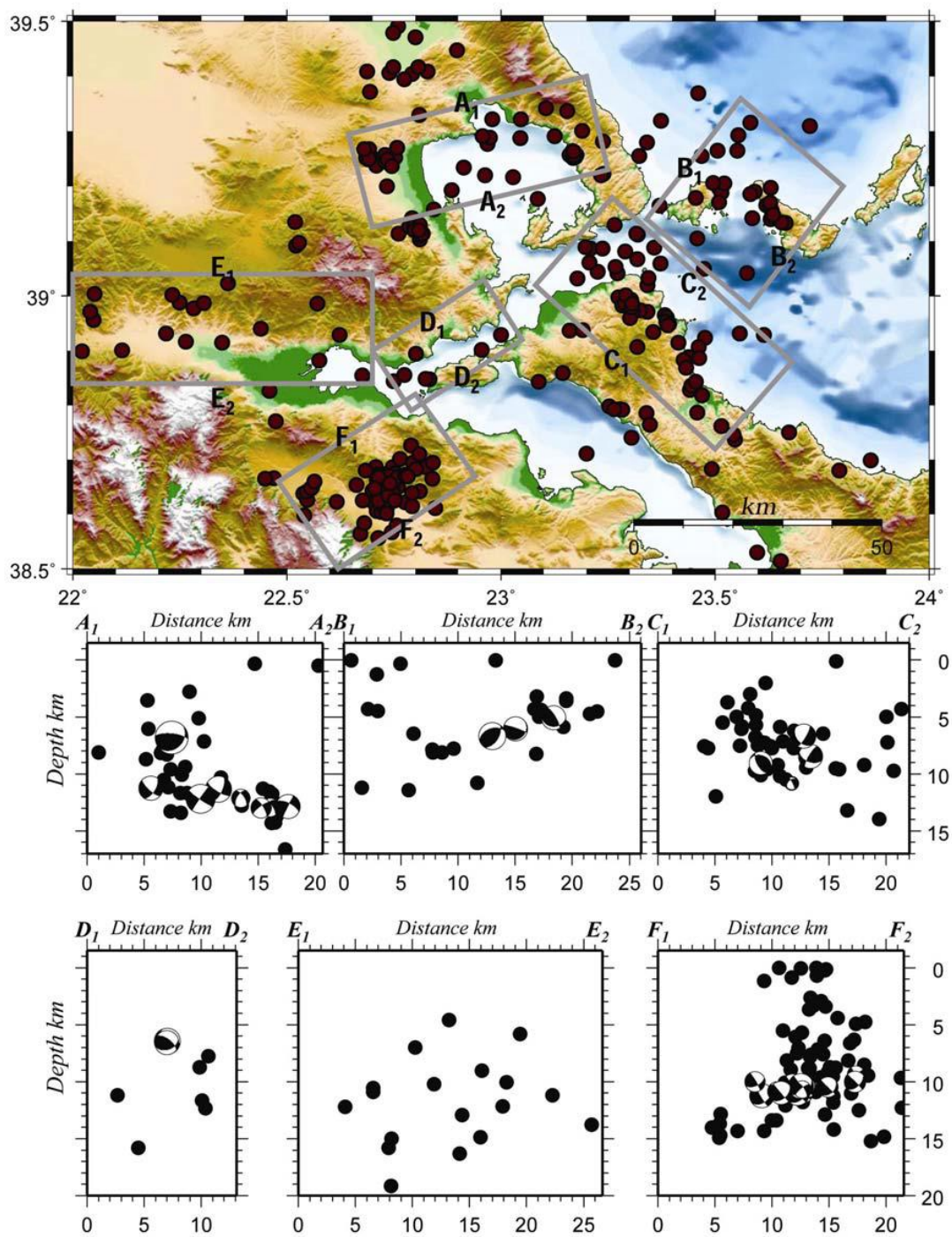
1. **ΝΗΣΙΑ ΣΠΟΡΑΔΕΣ:** Τα νησιά των Σποράδων και πιο συγκεκριμένα η συμβολή της Σκοπέλου και της Αλοννήσου οριοθετούν την Νότιο-δυτική κατάληξη της τάφρου του βορείου Αιγαίου (NAT) (*Papanikolaou et al. 2002*). Τα ρήγματα που κυριαρχούν εκεί έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ με χαρακτηριστικό καθεστώς οριζόντιας μετατόπισης (*Hatzfeld et al. 1999*). Από τους μηχανισμούς γένεσης της περιοχής αυτής (Σχ. 1.4), ο άξονας σ_2 προέκυψε να βυθίζεται απότομα με μέση κλίση 65° , με τους σ_1 και σ_3 να τείνουν να είναι οριζόντιοι και τον μέγιστο άξονα οριζόντιας μετατόπισης $\sigma_{H_{max}}$ να έχει διεύθυνση Α-Δ (Παρ. Πίνακας 2, Σχ. 1.5α) ίδια με αυτή του (ΝΑΦ) (*Kiratzi 2002*). Παρόμοιο καθεστώς φαίνεται ότι προκύπτει και από τους *Karakostas et al. (2006)* (Σχ. 1.3), όπου στην τομή B_1B_2 (Σχ. 1.6) φαίνεται να αντιστοιχούν οι πλαγιοκανονικές διαρρήξεις διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, που είναι σαφώς, αποτέλεσμα της

κυρίαρχης δεξιόστροφης διάρρηξης εξαιτίας του NAF, επηρεαζόμενες ωστόσο σε μεγαλύτερο βαθμό από τον εφέλκυσμό B-N.

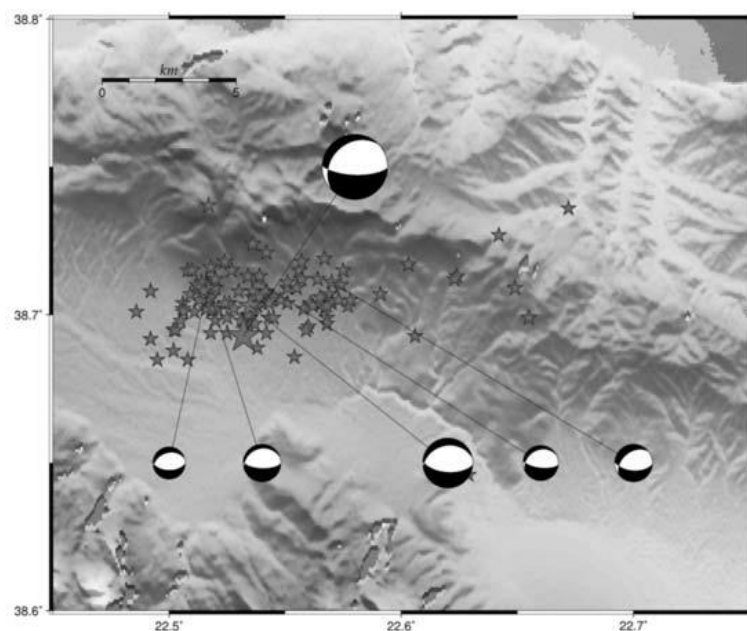


Σχ. 1.5. (a) - (d) Προσανατολισμός των κυρίων τάσεων, για τις περιοχές 1-4 (Σχ. 1.4) μαζί με τα διαστήματα σφάλματος 90%, για τις κύριες τάσεις σ_1 και σ_3 (από *Kiratzí 2002*).

2. **ΛΑΜΙΑ** (λεκάνη Σπερχειού): Αν και δεν έχουν καταγραφεί αρκετοί ισχυροί σεισμοί κατά τη διάρκεια της ενόργανης Σεισμολογίας, ωστόσο η ύπαρξη μικροσεισμικότητας το έτος 1992 και ο καθορισμός μηχανισμών γένεσης, καθώς και ο σεισμός της 19 Σεπτεμβρίου 1983 μεγέθους 5.1 (Σχ. 1.4) προσδιορίζουν ένα μοντέλο γεωτεκτονικού καθεστώτος στο οποίο επικρατούν κανονικές διαρρήξεις (*Hatzfeld et al. 1999*), με τον άξονα εφέλκυσμού σ_3 να έχει διεύθυνση B-N και το μέγιστο άξονα οριζόντιας μετατόπισης $\sigma_{H_{max}}$ A-Δ (Παρ. Πίνακας 2, Σχ. 1.5β) (*Kiratzí 2002*). Ίδιο καθεστώς φαίνεται ότι επικρατεί και λίγο νοτιότερα, το οποίο προκάλεσε την ισχυρή σεισμική ακολουθία τον Δεκέμβριο του 2008 στη λεκάνη του Βοιωτικού-Κηφισού κοντά στην πόλη της Αμφίπολης στην κεντρική Ελλάδα με κύριο σεισμό μεγέθους $M=5.2$. Η ανάλυση του κύριου σεισμού και των πέντε μεγαλύτερων μετασεισμών επιβεβαιώνει το εφέλκυστικό καθεστώς διεύθυνσης B-N με τον κύριο σεισμό να υποδεικνύει και μικρή αριστερόστροφη συνιστώσα κίνησης (Σχ. 1.7) (*Karamanos et al. 2010*).



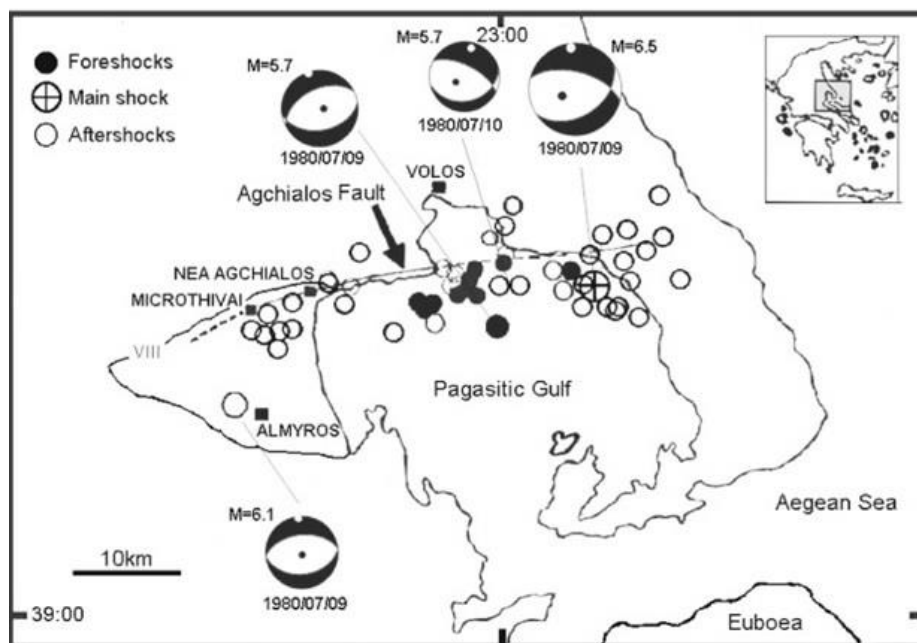
Σχ. 1.6. Χάρτης επικέντρων και μηχανισμών γένεσης σε κατακόρυφες εγκάρσιες τομές στα έξι ορθογώνια παραλληλόγραμμα που φαίνονται στο επάνω μέρος του σχήματος. (από *Karakostas et al. 2006*).



Σχ. 1.7. Μηχανισμοί γένεσης του κύριου σεισμού και των 5 μεγαλύτερων μετασεισμών, της σεισμικής ακολουθίας του Δεκεμβρίου του 2008 στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας στην λεκάνη του Βοιωτικού-Κηφισού. (από *Karamanos. et al. 2010*)

3. **ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ:** Τα δεδομένα των μηχανισμών γένεσης (Σχ. 1.4) προέρχονται από μικροσεισμικότητα, αφού δεν έχει καταγραφεί κάποιος ισχυρός σεισμός κατά τη διάρκεια της σύγχρονης σεισμολογίας. Οι μηχανισμοί γένεσης που προέκυψαν αφορούν χαρακτηριστικές οριζόντιες κινήσεις σε συνδυασμό με κανονική συνιστώσα ολίσθησης. Το γεωτεκτονικό αυτό καθεστώς οριζόντιας μετατόπισης φαίνεται ότι διασχίζει τον βόρειο Ευβοϊκό κόλπο φθάνοντας μέχρι τις ακτές της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (*Hatzfeld et al. 1999*). Ο άξονας σ_2 βυθίζεται απότομα με μέση κλίση 75° με το μέγιστο άξονα οριζόντιας μετατόπισης $\sigma_{H_{max}}$ να έχει διεύθυνση Α-Δ (Παρ. Πίνακας 2, Σχ. 1.5γ), όπως και αυτός των Σποράδων (*Kiratzi 2002*). Αναλύοντας τη μικροσεισμικότητα για τα έτη 2004-2005 και τους μηχανισμούς γένεσης (*Karakostas et al. 2006*) (Σχ. 1.3) που προέκυψαν για τις ανατολικές ακτές της βόρειας Εύβοιας στην τομή C_1C_2 (Σχ. 1.6), η ύπαρξη οριζόντιας κίνησης πάνω σε διαρρήξεις ΒΔ-ΝΑ παράταξης ενισχύεται, ωστόσο με αριστερόστροφη ολίσθηση. Η ολίσθηση των διαρρήξεων αυτών παραμένει ακόμη ένα ερώτημα για τη διεύθυνση της κίνησης και για το καθεστώς από το οποίο επηρεάζονται. Ακόμη, από την τομή F_1F_2 (Σχ. 1.6) ενισχύεται και η υπόθεση των δεξιόστροφων διαρρήξεων οριζόντιας μετατόπισης στις ανατολικές ακτές της στερεάς Ελλάδας στο Βόρειο Ευβοϊκό κόλπο, όπου απεικονίζονται τα πλαγιοκανονικά ρήγματα ΒΑ-ΝΔ παράταξης με σημαντική δεξιόστροφη συνιστώσα κίνησης.
4. **Λεκάνη ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ (Θεσσαλία):** Η περιοχή της Μαγνησίας αποτελεί μία σεισμικά έντονα ενεργή περιοχή της Ελλάδας με χαρακτηριστικούς σεισμούς τόσο

κατά την διάρκεια της ενόργανης σεισμολογίας όσο και κατά του ιστορικούς χρόνους (Papadimitriou & Karakostas 2003). Στην περιοχή της Μαγνησίας κυριαρχεί καθεστώς κανονικής διάρρηξης σύμφωνα τόσο με τους μηχανισμούς γένεσης μεγάλων χαρακτηριστικών σεισμών στο ρήγμα της Νέας Αγχιαλού (Σχ. 1.8) (Papazachos et al. 1983, Caputo 1996, Drakos et al. 2001), όσο και με τους μηχανισμούς γένεσης που προέκυψαν από τη μικροσεισμικότητα του έτους 1992 (Hatzfeld et al. 1999) (Σχ. 1.4), με τον άξονα εφελκυσμού σ_3 να έχει τη χαρακτηριστική B-N διεύθυνση, τον άξονα σ_1 να βυθίζεται απότομα με μεγάλη κλίση και το μέγιστο άξονα οριζόντιας μετατόπισης $\sigma_{H_{max}}$ να έχει διεύθυνση Α-Δ (Παρ. Πίνακας 2, Σχ. 1.5δ) όπως και στη Λαμία (λεκάνη Σπερχειού) (Kiritzi 2002).



Σχ. 1.8. Κατανομή επικέντρων της σεισμικής ακολουθίας στον Αλμυρό το 1980, το ίχνος του ρήγματος της Αγχιάλου (λεπτή γραμμή), η ισόσειστη περιοχή (σημειωμένη με $I_{MM} = VIII$ περίγραμμα) και οι μηχανισμοί γένεσης των τεσσάρων ισχυρότερων σεισμών της ακολουθίας, βασισμένοι στους Papazachos et al. (1981) & Eleutheriou and Mouyaris, (1981) (από Drakos et al. 2001).

Σύμφωνα με τους Karakostas et al. (2006) στην τομή A_1A_2 (Σχ. 1.6), στις Βόρειες ακτές του Παγασητικού κόλπου η μικροσεισμικότητα και οι μηχανισμοί γένεσης φαίνεται να συμφωνούν και αυτοί με το χαρακτηριστικό ρήγμα της Νέας Αγχιάλου διεύθυνσης ΑΝΑ-ΔΝΔ και με το μηχανισμό γένεσης του κύριου σεισμού ($M=6.5$) της σεισμικής ακολουθίας του 1980 (Σχ. 1.8). Μάλιστα η μικροσεισμικότητα μεταξύ της Σκιάθου και του ρήγματος της Νέας Αγχιάλου υποδηλώνει και τη μετάβαση από τη δεξιόστροφη οριζόντια κίνηση, σε ένα καθαρά εφελκυστικό καθεστώς διεύθυνσης B-N της λεκάνης της Μαγνησίας (Hatzfeld et al. 1999). Την ίδια άποψη, ότι δηλαδή υπάρχει συνέχεια μεταξύ της Νότιας λεκάνης της Θεσσαλίας, της λεκάνης του Αλμυρού και του Παγασητικού κόλπου, με την κατάληξη του δεξιόστροφου ρήγματος οριζόντιας μετατόπισης της τάφρου του βορείου Αιγαίου (NAT)

υποστηρίζουν και οι **Goldsworthy et al. (2002)**, παρά το γεγονός ότι τα 15 km πλάτος της οροσειράς του Πηλίου που βρίσκεται ανάμεσα προκαλούν ασάφεια στη συσχέτιση αυτή.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το καθεστώς διάρρηξης στην ειδικότερη περιοχή μελέτης, δηλαδή από το δυτικότερο τμήμα του Μαλιακού κόλπου μέχρι τη Σκόπελο διαμέσου του διαύλου των Ωρεών, δεν έχει εκφραστεί με τη διάρρηξη κάποιου μεγάλου ρήγματος. Ωστόσο επίσης από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η ειδικότερη αυτή περιοχή βρίσκεται στο κέντρο μίας ευρύτερης, ενεργής σεισμικά περιοχής, η οποία μάλιστα έχει φιλοξενήσει αρκετούς ισχυρούς σεισμούς στο παρελθόν. Οι **Makris et al. (2001)** έδειξαν ότι ο φλοιός κατά μήκος της λεκάνης του Μαλιακού κόλπου μέχρι αυτής των Σποράδων λεπταίνει από τα 34 στα 22 χλμ με το πάχος βόρεια της Εύβοιας και στα στενά του Τρικεριού να κυμαίνεται από 30 μέχρι 32 χλμ. Το πάχος αυτό του ηπειρωτικού φλοιού, αν και δεν είναι πολύ λεπτό έτσι ώστε να μπορεί να υποδείξει και να ενισχύσει με ακρίβεια τη λειτουργία ενός καθεστώτος αποκλειστικά εφελκυσμού, ωστόσο είναι αρκετά λεπτό έτσι ώστε να αποτελεί ένδειξη της δραστηριότητας της περιοχής υπό την επίδραση γεωτκτονικού καθεστώτος, το οποίο επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από εφελκυστικές τάσεις.

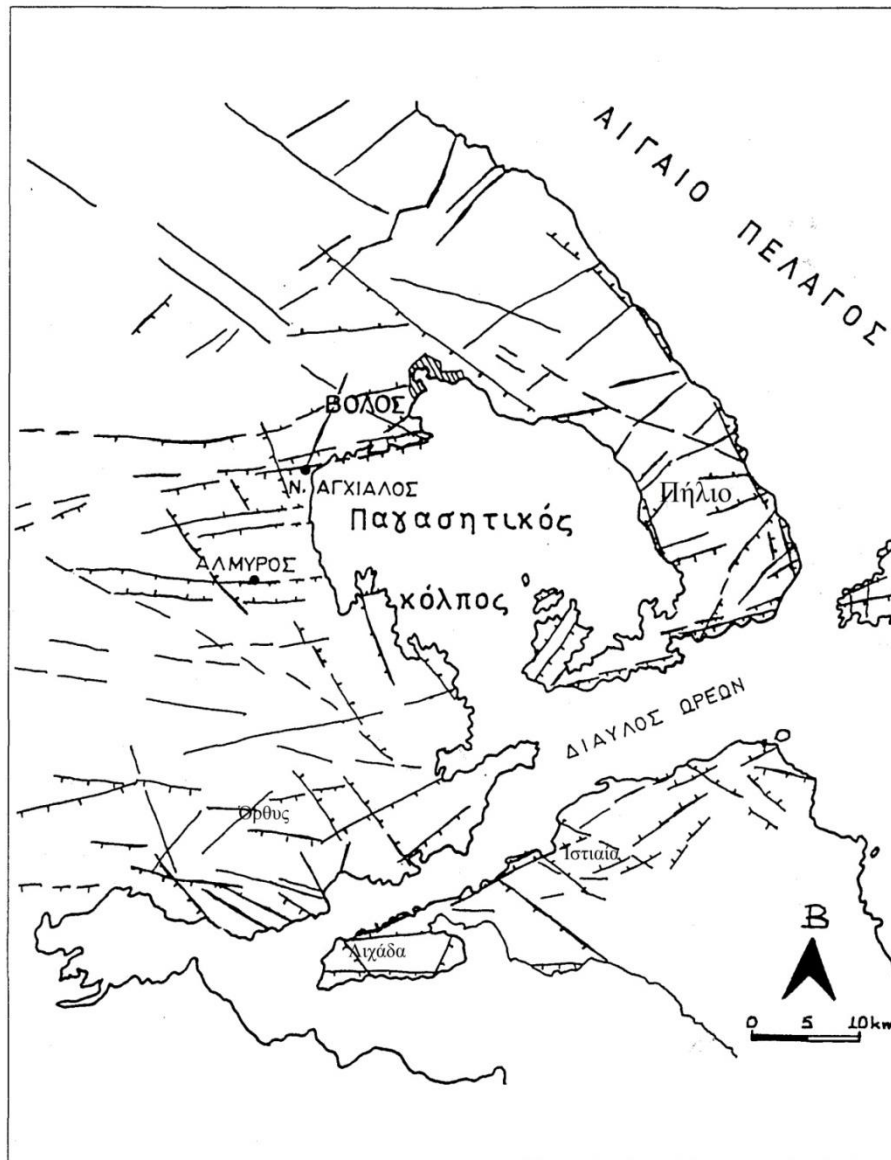
1.4 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ

Ίσως το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο που υποδεικνύει σεισμικότητα στην περιοχή μελέτης κατά το παρελθόν αποτελεί σήμερα η ίδια η μορφολογία της περιοχής εκατέρωθεν του διαύλου των Ωρεών. Σύμφωνα με τον **Γαλανάκη (1997)** η περιοχή που ορίζει το διάυλο των Ωρεών και ειδικότερα το βόρειο τμήμα της Εύβοιας χαρακτηρίζεται από μία ώριμη μορφολογία, η οποία διαμορφώθηκε σε πρώτη φάση πριν το Νεογενές με δράση ρηγμάτων διεύθυνσης BBD-NNA έως B-N και τεμαχίστηκε μετέπειτα με τη δράση νέων ρηγμάτων διεύθυνσης ABA-ΔΝΔ έως Α-Δ κατά τη διάρκεια του Νεογενούς –Τεταρτογενούς. Τα ρήγματα αυτά δημιούργησαν ένα πολύπλοκο σύστημα με τεκτονικά τεμάχια τα οποία είτε βυθίστηκαν ανομοιόμορφα σχηματίζοντας έτσι ασύμμετρες ταφρολεκάνες, όπως και η ίδια η λεκάνη του διαύλου των Ωρεών, είτε ανυψώθηκαν σχηματίζοντας ορεινά εξάρματα, όπως χαρακτηριστικά εξάρματα και κορυφογραμμές εκατέρωθεν του διαύλου.

Η μορφολογία της χερσονήσου της Λιχάδας, καθώς και της περιοχής της Ιστιαίας στις ακτές της βόρειας Εύβοιας με την ύπαρξη απότομων πρανών και καλά διατηρημένων κατοπτρικών επιφανειών, καθώς και του νοτιότερου άκρου της χερσονήσου του Πηλίου, ενισχύει την ύπαρξη και τη λειτουργία μίας ενεργού ρηξιγενούς ζώνης κατά μήκος του διαύλου των Ωρεών.

Πιο συγκεκριμένα στη χερσόνησο της Λιχάδας η μορφολογία είναι πολύ έντονη αφού είναι έντονα καταπονημένη, δεδομένου ότι τοποθετείται στη διασταύρωση δύο μεγάλων τεκτονικών βυθισμάτων, αυτό του Βόρειου Ευβοϊκού κόλπου και αυτού του διαύλου των Ωρεών. Παρατηρήσεις υπαίθρου από κατοπτρικές επιφάνειες ρηγμάτων στις βόρειες ακτές της χερσονήσου (**Γαλανάκης 1997**) έδειξαν μεγάλα άλματα κατά την ενεργοποίησή τους. Σε αντίθεση με τις ρηξιγενείς επιφάνειες που εντοπίστηκαν στις απέναντι ακτές της Νότιας Όθρυος οι κλίσεις είναι αρκετά μεγαλύτερες και κυμαίνονται μεταξύ 80°-90°. Ακόμη η

ύπαρξη χαρακτηριστικών πρηνών με έντονες κλίσεις προς το διάυλο ενισχύουν την ύπαρξη των ρηξιγενών αυτών δομών (Σχ. 1.9).



Σχ. 1.9. Τεκτονικός χάρτης της περιοχής μελέτης από στοιχεία υπαίθρου. Στα ρήγματα με οδόντωση έχουν προσδιοριστεί τα γεωμετρικά τους στοιχεία, η οδόντωση δείχνει το πάνω τέμαχος (από Γαλανάκη 1997).

Ακόμη, στην ευρύτερη περιοχή της Ιστιαίας, δυτικά της Λιχάδας, στη βόρεια Εύβοια, φαίνεται ότι το ανάγλυφο είναι περισσότερο ομαλό απ' ό τι στη Λιχάδα με μικρότερη τεκτονική καταπόνηση. Τα ρήγματα που μελετήθηκαν από τον Γαλανάκη (1997) φαίνεται ότι έχουν αρκετά μεγάλο μήκος με διευθύνσεις ΑΒΑ-ΔΒΔ και ΒΔ-ΝΑ με μικρά ωστόσο άλματα (Σχ. 1.9). Η κλίση τους είναι και εδώ πολύ μεγάλη και κυμαίνεται μεταξύ 80° - 90° με τη σχετική κίνηση ολίσθησης, να φαίνεται ότι είναι σχεδόν κατακόρυφη, με κλίση γράμμωσης (pitch) 70° - 85° .

Όμοια στις βόρειες ακτές του διαύλου των Ωρεών, η μεγάλη ρηξιγενής ζώνη που δεσπόζει στο νότιο άκρο της χερσονήσου του Πηλίου (Σχ. 1.9) οριοθετεί το βορειότερο άκρο του βυθίσματος του διαύλου έχοντας διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ έως Α-Δ.

Επίσης οι υποθαλάσσιες έρευνες, που έχουν γίνει από την υπηρεσία υποθαλάσσιας γεωλογίας του Ι.Γ.Μ.Ε στην περιοχή του διαύλου των Ωρεών έδειξαν ότι, τα ολοκαινικά ιζήματα που καλύπτουν τον πυθμένα της λεκάνης που δημιουργεί ο διάυλος, έχουν επηρεασθεί από τη δράση κανονικών ρηγμάτων παράλληλων στη ρηξιγενή αυτή γραμμή που δημιουργείται από τη χερσόνησο της Λιχάδας και συνεχίζει φαινομενικά σε εκείνη στη βόρεια ακτή της Εύβοιας στην Ιστιαία. (Σχ. 1.10). Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα επιπλέον στοιχείο που ενισχύει τη σύγχρονη δραστηριότητα της ρηξιγενούς αυτής γραμμής.



Σχ. 1.10. Τεκτονικός και μορφολογικός χάρτης κλίμακας 1:500.000 της ευρύτερης περιοχής μελέτης, όπου φαίνεται η τοπογραφία και η βαθυμετρία του θαλάσσιου χώρου που περιβάλλει την περιοχή μελέτης (οι σκιασμένες, ή με σύμβολα περιοχές δείχνουν την κατανομή πρόσφατων υποθαλάσσιων ιζημάτων), στοιχεία από *Περισσράτη (1990)* (από *Γαλανάκη 1997*).

Κεφάλαιο 2ο ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό των ενεργών δομών και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, περιλαμβάνουν τόσο ιστορικά στοιχεία σεισμών μέσω μακροσεισμικών περιγραφών και ισόσειστων καμπυλών, όσο και στοιχεία σεισμών που προέρχονται από την καταγραφή της σύγχρονης σεισμικότητας, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΩΝ

Παρακάτω δίνονται στοιχεία για 15 (01-12 & 15-17) ισχυρούς ιστορικούς σεισμούς ($M \geq 6.0$) από ιστορικές περιγραφές (**Παπαζάχος και Παπαζάχου 2003**) και 4 σεισμών ($5.5 \leq M < 6.0$) (13, 14, 18, 19) από χάρτες ισόσειστων καμπυλών (**Papazachos et al. 1997**) (**Πίνακας 2.1**). Τα στοιχεία των επικέντρων και των μεγεθών για κάθε έναν από τους ιστορικούς σεισμούς προέρχονται έπειτα από ανάλυση στοιχείων από τις ισόσειστες καμπύλες που δημιουργήθηκαν (**Papazachos et al. 1997**).

(01) 426 π.Χ., Καλοκαίρι, 38.85° N, 22.78° E, h = n, M = 7.0, Σκάρφεια

Αυτός είναι ένας από τους καταστρεπτικότερους γνωστούς σεισμούς που έγιναν στην Αρχαία Ελλάδα. Συνοδεύτηκε από μεγάλο θαλάσσιο κύμα καθώς και από σημαντικές εδαφικές μεταβολές και προκάλεσε καταρρεύσεις οικοδομών και πολλούς θανάτους. Οι περιγραφές των συνεπειών του σεισμού από αρχαίους συγγραφείς είναι αρκετά λεπτομερείς ώστε κατέστη δυνατόν να χαραχθούν ισόσειστες του σεισμού (**Σχ. 3.1**). Για το σεισμό αυτόν έχουν γράψει διάφοροι αρχαίοι συγγραφείς όπως ο Θουκυδίδης, ο Καλατιανός (όπως αναφέρεται από το Στράβωνα) και ο Διόδωρος (**Hoff 1840, Γεωργιάδης 1904, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994**).

Ο **Θουκυδίδης** γράφει ότι κατά το καλοκαίρι του 426 π.Χ. οι Πελοποννήσιοι και οι σύμμαχοί τους, υπό την ηγεσία του Άγι του Αρχίδαμου βασιλιά των Λακεδαιμονίων, προχώρησαν μέχρι τον Ισθμό της Κορίνθου για να εισβάλουν στην Αττική αλλά έγιναν πολλοί σεισμοί που τους ανάγκασαν να επιστρέψουν και έτσι δεν έγινε η εισβολή. Ήταν κατά το χρόνο των σεισμών αυτών που η θάλασσα στις Οροβίες (Ροβιές) της Εύβοιας αποσύρθηκε από τις τότε ακτές και επανήλθε ως μεγάλο κύμα επί της πόλης και κατέκλυσε και μέρος αυτής. Μέρος των υδάτων καταδύθηκε και άλλο μέρος εξακολούθησε να κατακλύζει τη γη έτσι ώστε μέρη που ήταν πρώτα ξηρά να είναι τώρα θάλασσα. Φόνευσε τους ανθρώπους που δεν πρόφτασαν να καταφύγουν σε ψηλότερα μέρη. Παρόμοια κύματα παρατηρήθηκαν και στη νήσο Αταλάντη, που βρίσκεται έξω από τις ακτές της γης των Οπουντίων Λοκρών, όπου μέρος του φρουρίου των Αθηναίων κατέρρευσε και κατέστρεψε το ένα από τα δύο πλοία που ήταν κοντά στην παραλία. Έγινε επίσης απόσυρση της θάλασσας στην Πεπάρηθο (Σκόπελο) αλλά όχι πλημμύρα και ο σεισμός κατέστρεψε μέρος του τείχους, το Πρυτανείο (δημόσιο κτίριο συνεδρίασης των αρχόντων) και μερικά σπίτια.

Σύμφωνα με τον **Στράβωνα**, ο Δημήτριος ο **Καλατιανός**, ο οποίος έγραψε βιβλίο για τους σεισμούς της Ελλάδας (το οποίο χάθηκε και μόνο τμήμα του διασώθηκε στα έργα του Στράβωνα), αναφέρει ότι ένα μεγάλο μέρος των νήσων Λιχάδων και του Κηναίου καταδύθηκαν και οι θερμές πηγές της Αιδηψού και των Θερμοπυλών στέρεψαν για τρεις ημέρες και επανήλθαν και της Αιδηψού άρχισαν να αναβλύζουν και από άλλες θέσεις. Στους Ωρεούς το προς τη θάλασσα τείχος και περί τα 700 σπίτια κατέρρευσαν. Ένα μεγάλο μέρος του Εχινού, των Φαλάρων και της Ηράκλειας της Τραχιναίας κατέπεσε αλλά τα κτίσματα στα Φάλαρα καταστράφηκαν μέχρι τα θεμέλια. Παρόμοια συνέβησαν στη Λαμία και τη Λάρισα (η οποία βρισκόταν κοντά και βορειοανατολικά του Εχινού). Η Σκάρφεια καταστράφηκε εκ θεμελίων και θάφτηκαν εκεί κάτω από τα ερείπια όχι λιγότεροι από 1700 άνθρωποι και στο Θρόνιο σκοτώθηκαν πάνω από τους μισούς αυτών που σκοτώθηκαν στη Σκάρφεια. Εμφανίστηκε ένα τριπλό κύμα του οποίου το ένα μέρος κατευθύνθηκε προς την Τάρφη και το Θρόνιο (προς νότο), το άλλο προς τις Θερμοπύλες (προς δυσμάς) και το τρίτο προς το Δαφνούντα της Φωκίδας (προς νοτιοανατολικά). Πηγές ποταμών στέρεψαν για μερικές ημέρες, ο Σπερχειός άλλαξε κοίτη και έκανε πλωτές τις οδούς. Ο ποταμός Βοάγριος άλλαξε φαράγγι ροής. Πολλά μέρη της Αλόπης, του Κύνου και του Οπούντα βλάφτηκαν σοβαρά ενώ το Οίον, δηλαδή το κάστρο που υπέρκειται του Οπούντα, καταστράφηκε εντελώς. Μέρος των τειχών της Ελάτειας κατέρρευσαν. Στην Άλπωνα (κοντά στις Θερμοπύλες), όπου γινόταν η γιορτή των Θεσμοφορίων (γιορτή προς τιμή της Θεσμοφόρου Δήμητρος που γινόταν περί το τέλος Οκτωβρίου), εικοσιπέντε κορίτσια τα οποία ανέβηκαν σε πύργο για να βλέπουν καλύτερα, έπεσαν στη θάλασσα μαζί με τον πύργο. Λέγεται ότι το μέσα μέρος της Αταλάντης χωρίστηκε στα δύο σε τέτοιο βαθμό ώστε μπορούσαν να περάσουν πλοία και μερικές πεδιάδες πλημμύρισαν μέχρι είκοσι στάδια (~4km) μέσα στην ξηρά και μια τριήρης εκσφενδονίστηκε πάνω στο τείχος. Ο **Διόδωρος** αναφέρει επίσης για την επιστροφή των Πελοποννησίων από τον Ισθμό λόγω του σεισμού και προσθέτει ότι οι σεισμοί ήταν ισχυροί σε πολλά μέρη της Ελλάδας και το θαλάσσιο κύμα που προκλήθηκε σάρωσε πολλές παραθαλάσσιες πόλεις. Στη Λοκρίδα μια λωρίδα γης που σχημάτιζε μία χερσόνησο κόπηκε και σχηματίστηκε το νησί Αταλάντη. Επειδή η γιορτή των Θεσμοφορίων γινόταν περί το τέλος Οκτωβρίου και όχι το καλοκαίρι που έγινε ο μεγάλος σεισμός, η καταστροφή στην Άλπωνα μπορεί να οφείλεται σε ισχυρό μετασεισμό με άλλο επίκεντρο.

(02) 226 π.Χ., 38.6° N, 22.7° E, h = n, M = (6.4), Κυτίνιο

Σε μια επιγραφή, που βρέθηκε στην Ξάνθο της Λυδίας, περιέχεται γράμμα από τους Δωριείς του Κυτινίου (ηγετική πόλη της αρχαίας Δωρίδας κείμενη στις βόρειες πλαγιές του Παρνασσού), στο οποίο μνημονεύεται σεισμός και ζητούν οικονομική ενίσχυση από τους εξ αίματος αδελφούς στην Ξάνθο. Γράφουν ότι εκείνο τον καιρό, που ο Αντίγονος εισέβαλε στη Φωκίδα, μέρος από τα τείχη όλων των πόλεων της περιοχής κατέρρευσαν από σεισμούς και οι νέοι άνδρες έτρεξαν για βοήθεια στο μαντείο του Απόλλωνα στους Δελφούς. Είναι πιθανόν ο σεισμός αυτός να αποτελεί μέρος της ευρύτερης έξαρσης, όπου περιλαμβάνονται οι σεισμοί που κατέστρεψαν τα τείχη της Μελιταίας (που βρισκόταν στη βόρεια πλευρά της Όθρυος) για την οποία ο βασιλιάς των Αθαμάνων έδωσε δέκα ασημένια τάλαντα για να ανοικοδομηθούν τα τείχη αυτά. Είναι επίσης πιθανόν σεισμοί της ίδιας ευρύτερης έξαρσης να συνδέονται με μια υποχώρηση της θάλασσας στην περιοχή της Λάρυμνας. Γι' αυτήν, ο **Πολύβιος** αναφέρει ότι όταν ο Αντίγονος (γιος του Δημητρίου) έπλεε προς τη Λάρυμνα

πραγματοποιήθηκε ασυνήθιστη υποχώρηση της θάλασσας, έτσι ώστε τα πλοία του βρέθηκαν στη στεριά (*Bousquet 1988, Guidoboni et al. 1994*).

(03) 105 μ.Χ., 38.8° N, 23.0° E, h = n, M = (6.4), Οπούς

Ένας σεισμός κατά τη διάρκεια του 105 -106 π.Χ. κατέστρεψε τις πόλεις Οπούς και Ορίας στην Ελλάδα. Η πόλη των Οπουτιανών κατελάμβανε την ανατολική Λοκρίδα, στις νότιες ακτές του Ευβοϊκού κόλπου και εκτεινόταν από την πόλη Αλάι στα νότιο-ανατολικά, μέχρι τον ποταμό Βοάγριο στα βόρειοδυτικά. Η γη των Οριτανών, ή των Ορειτέων ήταν τοποθετημένη απέναντι από αυτή των Οπουτιανών, στις βόρειες ακτές του Ευβοϊκού κόλπου, στην περιοχή της Ιστιαίας.

Καμία περαιτέρω λεπτομέρεια δε μπορεί να βρεθεί σε μετέπειτα συγγραφείς που να αναφέρει αυτόν τον σεισμό. Ωστόσο, είναι ενδιαφέρον ότι η επηρεασμένη περιοχή αυτή, συμπίπτει με αυτή των καταστροφικών σεισμών του 427 π.Χ. και 1894 μ.Χ. και επιπλέον παλαιοσεισμολογικές τομές στην τοποθεσία του σεισμού της Αταλάντης του 1894 εμφάνισαν επιφανειακές εμφανίσεις ρηγμάτων που συνέβησαν κατά τη διάρκεια των ύστερων Ρωμαϊκών χρόνων μεταξύ 50 π.Χ. και 230 μ.Χ. (*Pantosti et al. 2004*), πιο πιθανό στο 105 μ.Χ.

(04) 551, 38.8° N, 22.8° E, h = n, M = (6.8), Εχινός

Ο Προκόπιος ο Καισαρεύς αναφέρει ότι εκείνο τον καιρό έγιναν ασυνήθιστοι σεισμοί στην Ελλάδα, οι οποίοι δόνησαν τη Βοιωτία, την Αχαΐα και την περιοχή γύρω από τον Κρισαίο κόλπο (κόλπος της Ιτέας). Πολυάριθμα χωριά και 8 πόλεις ισοπεδώθηκαν, ανάμεσα σ' αυτές η Χαιρώνεια, η Κορώνεια, η Πάτρα και ολόκληρη η Ναύπακτος όπου πολλοί άνθρωποι σκοτώθηκαν. Το έδαφος άνοιξε σε πολλά μέρη και σχηματίστηκαν χάσματα. Μερικά από τα χάσματα εξαφανίστηκαν αλλά σε άλλες περιοχές αυτά παρέμειναν ανοιχτά. Στον κόλπο ανάμεσα στη Θεσσαλία και τη Βοιωτία (Μαλιακός κόλπος) ένα ξαφνικό θαλάσσιο κύμα (τσουνάμι) έπληξε τις πόλεις του Εχινού και της Σκάρφειας και προχώρησε αρκετά πάνω στη στεριά όπου κατάκλυσε τα γύρω χωριά, ισοπεδώνοντάς τα ακαριαία. Αυτό το θαλάσσιο κύμα πλημμύρισε την ενδοχώρα μέχρι τα βουνά και όταν αποσύρθηκε στην αρχική θέση του διάφορα θαλάσσια ζώα παρέμειναν στο έδαφος. Σε μια περιοχή όπου βρίσκεται η ονομαστή τοποθεσία Σχίσμα, ο τρομερός σεισμός κόστισε σε ανθρώπινες ζωές όσο σ' όλα τα υπόλοιπα μέρη. Αυτό έγινε γιατί είχε τότε μαζευτεί εκεί πολύς κόσμος από όλη την Ελλάδα για κάποια γιορτή (*Hoff 1840, Perrey 1848, Mallet 1854, Schmidt 1867a, Γεωργιάδης 1904, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994, Παπαϊοαννου et al. 1994*).

Η περιγραφή του Προκοπίου αναφέρεται σε μια σεισμική έξαρση στην ευρύτερη περιοχή της Κεντρικής Ελλάδας, που μπορεί να αποδοθεί σε τρεις σεισμικές ακολουθίες με τρεις αντίστοιχους κύριους σεισμούς, στο Μαλιακό κόλπο, στο βορειοανατολικό Κορινθιακό κόλπο (Κρισαίο κόλπο, Χαιρώνεια, Κορώνεια) και στον Πατραϊκό κόλπο (Πάτρα, Ναύπακτος). Η ερμηνεία αυτή είναι σε συμφωνία με τη σχετική άποψη των *Παπαϊοαννου et al. (1994)*. Για το λόγο αυτό δίνονται στη συνέχεια χωριστά στοιχεία για το σεισμό στον Κρισαίο κόλπο και το σεισμό του Πατραϊκού κόλπου.

(05) 1726, 38.5° N, 23.6° E, h = n, M = 6.0, Χαλκίδα

Ο σεισμός έβλαψε τα τείχη και την οροφή ενός τζαμιού της Χαλκίδας (*Ambraseys and Finkel 1999*)

(06) 1740, Οκτώβριος 5, 38.9° N, 22.6° E, h = n, M = 6.6, Θερμοπύλες

Σε διήγηση του περιηγητή **Pocque** αναφέρεται ότι, όταν αυτός έφθασε στο Ζητούνι (Λαμία), που είχε τότε 300 – 400 σπίτια, ένας σεισμός έγινε τη νύχτα στις 23 Σεπτεμβρίου. Όλα τα ελληνικά σπίτια, που ήταν κατασκευασμένα με λάσπη, κατέρρευσαν και φόνευσαν μερικούς ανθρώπους. Δεν κατέρρευσαν Τουρκικά σπίτια γιατί αυτά ήταν φτιαγμένα με ασβεστοκονίαμα. Κατέστρεψε τα γειτονικά χωριά (Θερμοπύλες, Μόλο, Ρεγγίνιο, Παλαιόπατρα (Υπάτη)). Από το σεισμό αυτό κατέρρευσε και η Μονή Αγάθωνος κοντά στην Υπάτη. Ρωγμές έξι ιντσών πλάτους παρατηρήθηκαν στην πεδιάδα. Σύμφωνα με ενθύμηση που γράφτηκε στη **Μονή Ταξιαρχών** της Ζαγοράς, ο σεισμός ήταν μεγάλος και με βοή και στις περιοχές της Εύβοιας και της Λαμίας έριξε πολλά σπίτια και εκκλησίες και κατεδάφισε χωριά. Σύμφωνα με άλλη ενθύμηση της **Μονής Βαρλαάμ** των Μετεώρων ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στη Ζαγορά. Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός και στα Γιάννενα (*Κωνσταντινίδης 1939, Σιμόπουλος 1973, Βέης 1984, Παπαϊωάννου 1993b, Ambraseys and Jackson 1997*).

(07) 1743, Φεβρουάριος 12, 39.4° N, 22.6° E, h = n, M = 6.6, Αλμυρός

Σε ενθύμηση της **Άνω Μονής της Ξενιάδος** (περιοχή Αλμυρού) αναγράφεται ότι κατέρρευσαν πολλά σπίτια στα χωριά του Αλμυρού, της Λάρισας και του Τιρνάβου. Τα τζαμιά και τα καμπαναριά των εκκλησιών ράγισαν και έπεσαν και τα δένδρα λύγισαν στο έδαφος (εβάρησαν) όπως αναφέρεται σε δημοσίευμα του Ν. Γιαννόπουλου στο «Δελτίο της Ιστορικής Εθνολογικής Εταιρείας» (1985). Σε ενθύμηση μοναχού της **Μονής της Ολυμπιώτισσας** (κοντά στην Ελασσόνα) καθώς επίσης και σε ενθύμηση της μονής του **Αγίου Στεφάνου** των Μετεώρων αναφέρεται ότι έγινε σεισμός (*Σκουβαράς 1967, Παπαϊωάννου 1988c*).

(08) 1758, Μάϊος, 38.9° N, 22.9° E, h = n, M = (6.6), Μαλιακός Κόλπος

Όπως αναφέρει ο Berryat, το Μάϊο του 1758 το νησί Pondilo (Μανολιά) και άλλα μικρότερα γειτονικά νησιά που βρίσκονταν στον κόλπο της Λαμίας (Ζητούνι), κοντά στην Εύβοια (Negreponte) βυθίστηκαν ξαφνικά στη θάλασσα (*Schmidt 1867a, Παπαϊωάννου 1993b*). Δεν αναφέρουν οι πηγές ρητώς ότι πρόκειται για σεισμό.

(09) 1773, Μάρτιος 15, 08h, 39.4° N, 22.7° E, h = n, M = (6.4), Αλμυρός

Ο σεισμός έγινε στις 4 Μαρτίου (παλαιά ημερομηνία) την 3 ώρα της ημέρας. Στον Αλμυρό ο πύργος σωριάστηκε στο έδαφος και όλα τα σπίτια και η εκκλησία της Ευαγγελίστριας βλάφτηκαν. Η γη νύχτα και μέρα δεν σταματούσε να σείεται. Στις 14 Μαρτίου (παλαιά ημερομηνία) την 4^η ώρα της νύχτας έγινε ξανά ένας φρικτός σεισμός καθώς όλοι οι άνθρωποι βρίσκονταν στην εκκλησία. Σε ενθύμηση μοναχού της μονής **Δούσικου** (περιοχή Τρικάλων) αναφέρεται ότι πολλοί και συνεχείς σεισμοί γίνονταν τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο (*Λάμπρος 1910, Μαραβελάκης 1938*).

(10) 1864, Οκτώβριος 21, 39.2° N, 23.2° E, h = n, M=6.0, Μαγνησία

Σε ενθύμηση που βρέθηκε στο χωριό Συκιά αναφέρεται ότι ο φοβερός σεισμός έγινε στις 8h και 30min το απόγευμα και κράτησε 24 ώρες. Οι κάτοικοι αναγκάστηκαν να βγουν από τα σπίτια τους και να παραμείνουν στο ύπαιθρο όλο το βράδυ. Πολλά σπίτια κατέρρευσαν (σε χωριά του Πηλίου). Ο σεισμός έγινε πολύ βίαια αισθητός στο Βόλο, Ιστιαία, Αρτεμίσιο και έντονα στη Λαμία και Λιβαδειά. Έγινε αισθητός στην Αθήνα, σ' ολόκληρη την Αττική και το Αίγιο. Ακολουθήθηκε από μετασεισμούς που κράτησαν δύο μήνες (Schmidt 1879, Παπαϊωάννου 1993a). Όπως προκύπτει από ενθύμηση που βρέθηκε στη Μονή Ταξιαρχών της Ζαγοράς προηγήθηκε ισχυρός σεισμός λίγο μικρότερου μεγέθους στην ίδια ευρύτερη περιοχή, του οποίου η σεισμική ακολουθία κράτησε ολόκληρο το μήνα Αύγουστο του 1864 (Κωνσταντινίδης 1939, Παπαϊωάννου 1999).

(11) 1868 Οκτώβριος 3, 39.2° N, 23.6° E, h = n, M = 6.3, Σκιάθος

Έντονη σεισμική δραστηριότητα παρατηρήθηκε στις βόρειες Σποράδες μεταξύ 26 Αυγούστου και το τέλος Νοεμβρίου 1867 με ισχυρές δονήσεις που προκάλεσαν εκτεταμένες βλάβες στην Σκόπελο. Δονήθηκε και η Β. Εύβοια. Μετά από ένα χρόνο η σεισμική δράση είχε ελαττωθεί και στις 3 Οκτωβρίου έγινε ένας πολύ ισχυρός σεισμός στο δυτικό μέρος των Β. Σποράδων που προκάλεσε την κατάρρευση 150 σπιτιών στην Σκιάθο. Βλάβες προκλήθηκαν επίσης στον Βόλο και τη Σκόπελο. Δονήθηκε βίαια η Εύβοια και έγινε αισθητός με μέτρια ένταση στη Χαλκίδα και μικρή στην Αθήνα. Οι μετασεισμικές δονήσεις κράτησαν δύο μήνες και η μεγαλύτερη από αυτές που έγινε στις 9 Οκτωβρίου προκάλεσε πρόσθετες βλάβες στα σπίτια της Σκιάθου (Schmidt 1879a, Καλλιός 1897, Παπαϊωάννου 1993a, 1999).

(12) 1894, Απρίλιος 27, 19:21, 38.56° N, 23.24° E, h = n, M = 7.0, Φθιώτιδα

Του κυρίου σεισμού, ο οποίος έγινε στις 27 Απριλίου, προηγήθηκε καταστρεπτικός προσεισμός στις 20 Απριλίου (h = 16h 52m, 38.4° N, 23.3° E, h = n, M = 6.6, I₀ = X Μαλεσίνα, Μαρτίνο). Για το λόγο αυτό, δίνονται κοινές πληροφορίες και για τους δύο αυτούς μεγάλους σεισμούς. Αυτοί οι σεισμοί ερήμωσαν όλες τις ανατολικές κοινότητες της Λοκρίδας. Η περιοχή της μέγιστης έντασης περιλαμβάνει τη χερσόνησο της Λάρυμνας και τη γειτονική περιοχή της Αταλάντης. Τις μεγαλύτερες βλάβες από τον πρώτο σεισμό έπαθαν τα χωριά Πρόσκυνα, Μαλεσίνα και Μαρτίνο, όπου οι κάτοικοι στο τέλος του σεισμικού κραδασμού ένοιωσαν το έδαφος να βουλιάζει κάτω από τα πόδια τους. Από το δεύτερο σεισμό καταστράφηκε ο Άγιος Κωνσταντίνος. Στη Μαλεσίνα καταστράφηκε και το Μοναστήρι του Αγίου Γεωργίου, του οποίου η εκκλησία κτίστηκε το 1512. Στη Λάριμνα (στη θέση Μπουκουρίρα) υπήρχε ένας θαυμάσιος ναός του Αγίου Νικολάου, ο οποίος εθεωρείτο βυζαντινό μνημείο (11^{ου} – 12^{ου} αιώνα) καταστράφηκε από το σεισμό. Το συνολικό αποτέλεσμα των δύο σεισμών είναι 255 νεκροί και η καταστροφή 3.783 σπιτιών σε 69 οικισμούς. Παρατηρήθηκε επιφανειακό ίχνος κανονικού ρήγματος συνολικού μήκους 55km και διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ (από το Σκορπονέρι μέχρι το Μώλο της Λαμίας) με βύθιση του βόρειο - ανατολικού τμήματος και μικρή αριστερόστροφη συνιστώσα. Ολόκληρη η χώρα των Οπούντων Λοκρών έπαθε καθίζηση 1m ως 1,5m. Παρατηρήθηκαν πολλές κατολισθήσεις και μεταβολές στα νερά των πηγαδιών. Παρατηρήθηκε επίσης θαλάσσιο κύμα στη θέση Αλμυρά, κοντά στο χωριό Κυπαρίσσι, ύψους 3m, το οποίο προχώρησε μέσα

περίπου 1km και κατέκλυσε τον εθνικό δρυμό. Η περιοχή των καταστροφών περιλαμβάνει την Αταλάντη, Σκεντέρ – Αγά, Αρκίτσα και τις Λειβανάτες. Η περιοχή της μερικής καταστροφής περιλαμβάνει τις επαρχίες Λιβαδειάς, Θήβας, Χαλκίδας και Ξηροχωρίου, ενώ η περιοχή των ελαφρότερων βλαβών σχηματίζει μια έλλειψη από τον Πειραιά μέχρι την Στυλίδα και από την Άμφισσα μέχρι την Αγία Άννα της Εύβοιας. Στη Χαλκίδα οι σεισμοί προκάλεσαν σημαντικές βλάβες. Ο μεγαλύτερος προσεισμός ήταν εκεί ισχυρότερος του κυρίου σεισμού και φονεύτηκαν απ' αυτόν δύο άτομα και τραυματίστηκαν τέσσερες. Προηγήθηκε αυτού τρομερός κρότος. Ο κύριος σεισμός ήταν στην Χαλκίδα κυματοειδής, ασθενέστερος του προσεισμού αλλά μεγαλύτερης διάρκειας. Στην Αθήνα ο σεισμός προκάλεσε πολύ μεγάλο φόβο και μερικά σπίτια και άλλα κτίρια έπαθαν ρωγμές (Πανεπιστήμιο, κλπ). Έγινε αισθητός μέχρι τη Θεσσαλονίκη, Μυτιλήνη και Κρήτη. Δεν προηγήθηκαν σεισμοί του πρώτου σεισμού της 20 Απριλίου. Όμως, ένας αγρότης που εργάζονταν στο κτήμα του στον κόλπο του Σκορπονερίου (περιοχή Θεολόγου), άκουγε ολόκληρη τη μέρα, πριν από το σεισμό, ανεξήγητους θορύβους, σαν κανονιοβολισμούς, να έρχονται μέσα από τον κόλπο (*Mitzopoulos 1894, Skouphos 1894, Καλλίας 1897, ΑΟΑ 1899, Richter 1958, Μίχας 1978*). Ισόσειστες του κυρίου σεισμού και του μεγαλύτερου προσεισμού παρατίθενται από τους *Ambraseys and Jackson (1990)* καθώς και από τους *Papazachos et al. (1997)* στον Άτλαντα του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του ΑΠΘ.

(13) **1916 Φεβρουάριος 6, 39.1° N, 23.5° E, h = n, M = 5.8, Σκιάθος**
Περιγραφή από ισόσειστες καμπύλες ([Σχ. 3.2](#)) (*Papazachos et al. 1997*)

(14) **1916 Σεπτέμβριος 27, 38.9° N, 23.0° E, h = n, M = 5.9, Λιχάδες**
Περιγραφή από ισόσειστες καμπύλες ([Σχ. 3.3](#)) (*Papazachos et al. 1997*)

(15) **1930, Μάρτιος 31, 12:33:48, 39.47° N, 23.03° E, h = n, M = 6.1, Μαγνησία**
Ο σεισμός ανέτρεψε πολλά παλιά σπίτια στο χωριό Πουρί. Στη Ζαγορά, στο Χορευτό και στο Σκλήθρο πολλά σπίτια έγιναν ακατοίκητα. Στη Μακρυράχη δύο σπίτια ανατράπηκαν και 5 έγιναν ακατοίκητα ενώ στο Νεοχώρι μερικά σπίτια ρηγματώθηκαν ελαφρά. Στο Βόλο μερικώς κατέρρευσαν ορισμένα σπίτια και πολλά ρηγματώθηκαν. Το Δημοτικό θέατρο, το Λιμεναρχείο και η εκκλησία της Αναλήψεως βλάφτηκαν σοβαρά. Η αποβάθρα στο λιμάνι ρηγματώθηκε και ειδικότερα στο σημείο όπου ενώνεται το παλαιό με το καινούργιο μέρος. Ο σεισμός έγινε αισθητός έντονα σ' ολόκληρη τη Θεσσαλία μέχρι το Μέτσοβο στην Ήπειρο, στην Κατερίνη, Λαμία, Άμφισσα, Αθήνα, Ιστιαία της Εύβοιας και Σκιάθο (ΑΟΑ 1932). Ακολούθησαν μικρές δονήσεις κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας. Οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί έγιναν στις 31 Μαρτίου (22:44, M = 4.6) και την 1 Απριλίου (00:55, M = 4.6). Ισόσειστες παρατίθενται στον Άτλαντα του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του ΑΠΘ (*Papazachos et al. 1997*).

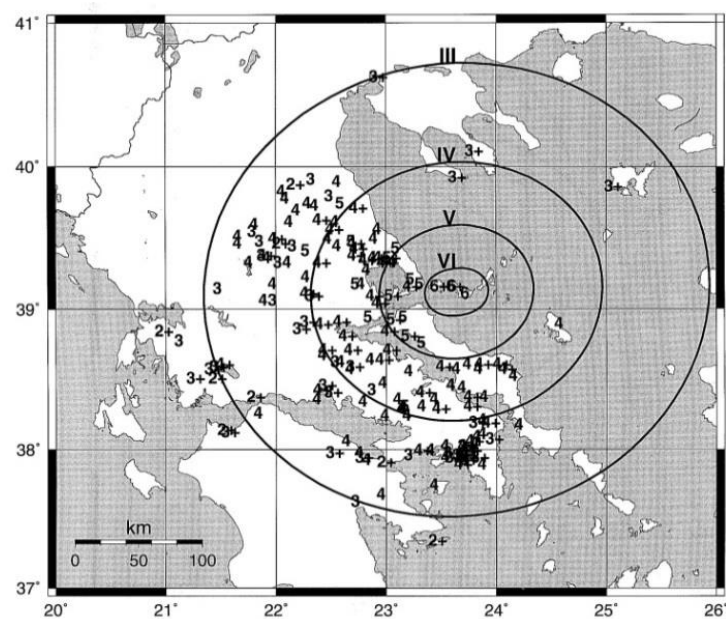
(16) **1955, Απρίλιος 19, 16:47:19, 39.27° N, 23.00° E, h = n, M = 6.2, Μαγνησία**
Ο σεισμός προκάλεσε εκτεταμένες βλάβες στην περιοχή του Βόλου, όπου, από τα 10047 σπίτια, τα 459 καταστράφηκαν, σοβαρές βλάβες έπαθαν τα 6068 και 2284 ελαφρές. Σκοτώθηκε ένα (1) άτομο και τραυματίστηκαν 41. Οι εκτεταμένες βλάβες αποδίδονται σε εξασθένηση των οικοδομών από το σεισμό των Σοφάδων (M = 7.0) της 30 Απριλίου 1954

και από τον προσεισμό της 21 Φεβρουαρίου καθώς επίσης και στο γεγονός ότι το έδαφος θεμελίωσης των κτιρίων ήταν ακατάλληλο (αλλούβιο διαποτισμένο με νερό και τεχνητές επιχωματώσεις). Βλάβες παρατηρήθηκαν και σε 61 χωριά του νομού Μαγνησίας όπου 449 οικοδομές καταστράφηκαν, 7609 έπαθαν σοβαρές ζημιές και 3540 ελαφρότερες. Οι περισσότερες από τις βλάβες αυτές παρατηρήθηκαν στα χωριά του Πηλίου, όπου κακές οικοδομές ήταν κτισμένες πάνω σε χαλαρά ιζήματα, τα οποία κατολίσθησαν πάνω σε απότομες πλαγιές. Ο σεισμός προκάλεσε ελαφρές βλάβες και στη βόρεια Εύβοια. Οι μεγαλύτερες εντάσεις παρατηρήθηκαν στη Δράκεια, Αγριά, Άνω και Κάτω Λεχώνια (VIII+), Βόλο, Άνω Βόλο, Άλλη Μεριά, Πορταριά (VIII) (BGINOA 1955). Του σεισμού προηγήθηκαν μικρές δονήσεις, η μεγαλύτερη από τις οποίες έγινε στις 21 Φεβρουαρίου (19:46, $M = 4.9$) και προκάλεσε βλάβες κυρίως στα Λεχώνια (VIII). Ο κύριος σεισμός ακολουθήθηκε από πολλούς μετασεισμούς, ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 21 Απριλίου (07:18, $M = 5.8$). Ισόσειστες του κύριου σεισμού καθώς και του μεγαλύτερου μετασεισμού παρατίθενται στους Άτλαντες του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του ΑΠΘ (Papazachos et al. 1982, 1997).

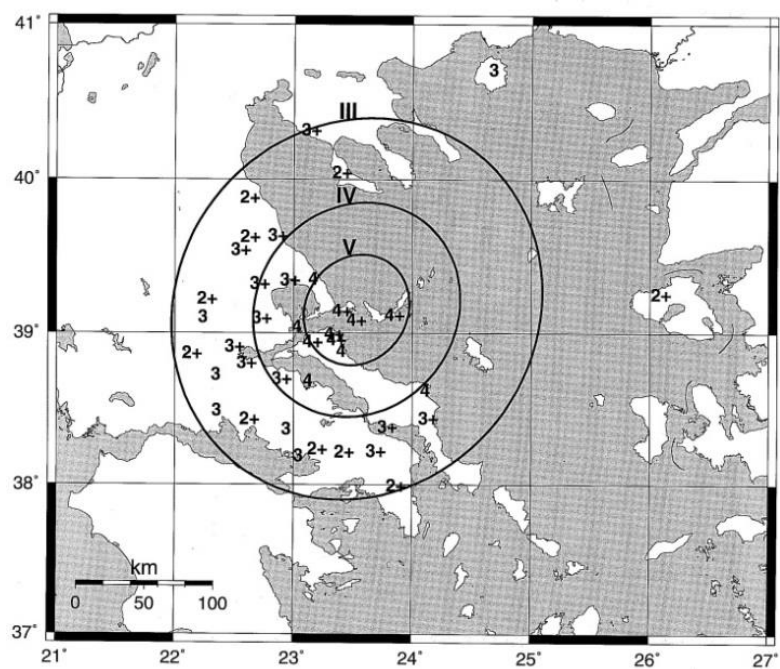
(17) 1957, Μάρτιος 8, 12:21:13, 39.38° N, 22.63° E, $h = n$, $M = 6.8$, Μαγνησία
Επτά λεπτά πριν από τον κύριο σεισμό έγινε μεγάλος προσεισμός (12:14, $M=6.5$), του οποίου οι συνέπειες δεν μπορούν να διακριθούν από τις συνέπειες του κύριου σεισμού. Ακολούθησε μεγάλος αριθμός μετασεισμών, ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε ένδεκα ώρες μετά την κύρια δόνηση (23:35, $M = 6.0$). Οι σεισμοί αυτοί προκάλεσαν σοβαρές καταστροφές στους νομούς Μαγνησίας, Λάρισας, Καρδίτσας και Τρικάλων. Καταστράφηκαν 32701 κτίρια, από τα οποία κατέρρευσαν 6934, 10847 έπαθαν σοβαρές βλάβες και 14920 ελαφρές. Σκοτώθηκαν 2 άτομα και 71 τραυματίστηκαν. Οι μεγαλύτερες εντάσεις παρατηρήθηκαν στο Χαϊδάρι, Αγ. Γεδεών, Χλόη, Βλέσσα, Κόκκινα, Στεφανοβίκι, Κοκαλέϊκα, Ανθότοπο, Κελεμένη, Βελεστίνο, Μαυρόλοφο, Μικρό Περιβολάκι, Αερινό, Αγ. Γεώργιο, Φερρό (IX-X), Μελισάτικα, Αγγελοχώρι, Ελευθεροχώρι, Κουγιάτικα, Πέρδικα, Παλιούρι, Άγιος Ονούφριος, Σέσκλο, Κεραμίδι, Άνω Βόλος, Κοκκοτοί, Διμήνιο, Περίβλεπτο (VIII-IX) του νομού Μαγνησίας, Μεγάλο Μοναστήρι, Αγναντερή, Μεγάλο Χαλίτσι, Άγιος Κωνσταντίνος, Αγριοσυκές, Βασιλικά, Πολυδάμιο (IX-X), Κυψέλη, Χατσόμπασι, Μοσχοχώρι, Κυπάρισσο, Δρίσκολη (VIII-IX) του νομού Λάρισας (BGINOA 1957). Ισόσειστες του σεισμού παρατίθενται στους Άτλαντες του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του ΑΠΘ (Papazachos et al. 1982, 1997).

(18) 1964, Απρίλιος 29, 39.12° N, 23.64° E, $h = n$, $M = 5.6$, Σκόπελος
Περιγραφή από ισόσειστες καμπύλες (Σχ. 2.1) (Papazachos et al. 1997).

(19) 1988, Μάρτιος 19, 39.15° N, 23.53° E, $h = n$, $M = 5.5$, Σκιάθος
Περιγραφή από ισόσειστες καμπύλες (Σχ. 2.2) (Papazachos et al. 1997)



Σχ. 2.1. Χάρτης ισόσειστων καμπυλών για το σεισμό (18) (από *Papazachos et al. 1997*).



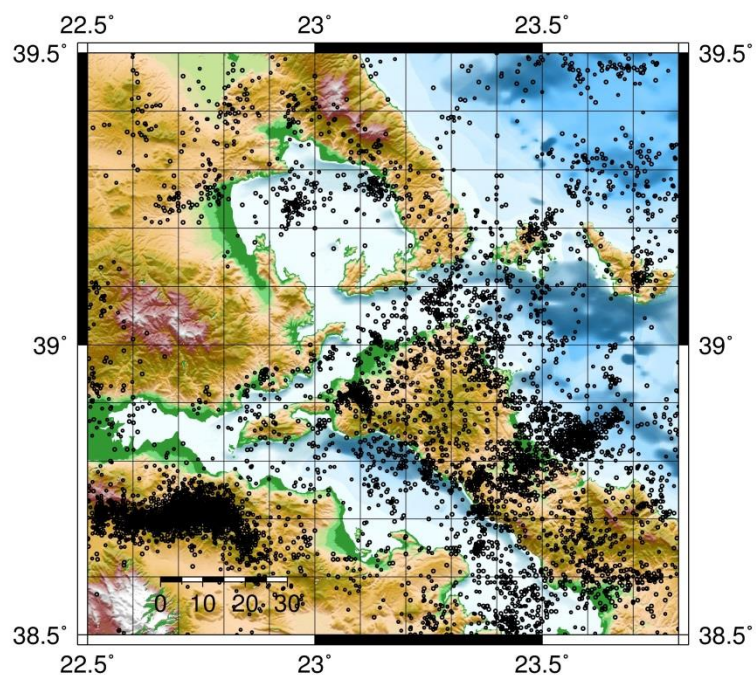
Σχ. 2.2. Χάρτης ισόσειστων καμπυλών για το σεισμό (19) (από *Papazachos et al. 1997*).

Πίνακας 2.1. Στοιχεία των 19 ιστορικών σεισμών στην περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία.

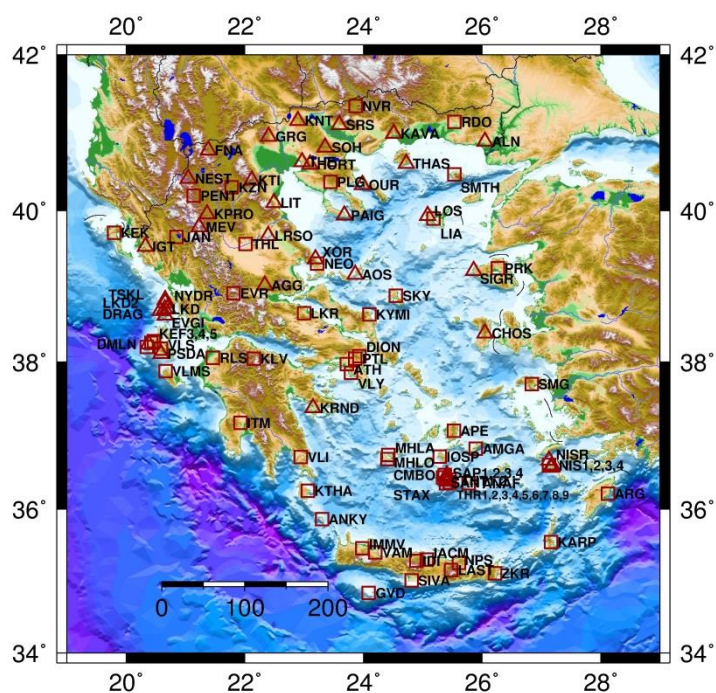
A/A	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°E)	ΜΕΓΕΘΟΣ (Mw)	ΠΕΡΙΟΧΗ
01	-426	38.85	22.78	7.0	ΣΚΑΡΦΕΙΑ
02	-226	38.60	22.70	6.4	ΚΥΤΙΝΙΟ
03	-105	38.80	23.00	6.4	ΟΠΟΥΣ
04	551	38.80	22.80	6.8	ΕΧΙΝΟΣ
05	1726	38.50	23.60	6.0	ΧΑΛΚΙΔΑ
06	1740	38.90	22.60	6.6	ΘΕΡΜΟΠΥΛΕΣ
07	1743	39.40	22.60	6.6	ΑΛΜΥΡΟΣ
08	1758	38.90	22.90	6.6	ΜΑΛΙΑΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
09	1773	39.40	22.70	6.4	ΑΛΜΥΡΟΣ
10	1864	39.20	23.20	6.0	ΜΑΓΝΗΣΙΑ
11	1868	39.20	23.60	6.3	ΣΚΙΑΘΟΣ
12	1894	38.56	23.24	7.0	ΦΘΙΩΤΙΔΑ
13	1916	39.10	23.50	5.8	ΣΚΙΑΘΟΣ
14	1916	38.90	23.00	5.9	ΛΙΧΑΔΕΣ
15	1930	39.47	23.03	6.1	ΜΑΓΝΗΣΙΑ
16	1955	39.27	23.00	6.2	ΜΑΓΝΗΣΙΑ
17	1957	39.38	22.63	6.8	ΜΑΓΝΗΣΙΑ
18	1964	39.12	23.64	5.6	ΣΚΟΠΕΛΟΣ
19	1988	39.15	23.53	5.5	ΣΚΙΑΘΟΣ

2.3 ΕΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Τα στοιχεία της σύγχρονης σεισμικότητας που χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα στην παρούσα εργασία, αφορούν τη σεισμική δραστηριότητα που χαρακτήρισε την ευρύτερη περιοχή μελέτης κατά το διάστημα 2008-2013 (Σχ. 2.3). Τα δεδομένα αυτά προήλθαν έπειτα από επεξεργασία των καταγραφών των σεισμών αυτών που συλλέχθηκαν από το μόνιμο δίκτυο σειсмоγράφων του τομέα Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του σεισμολογικού σταθμού της Θεσσαλονίκης, καθώς επίσης και από το μόνιμο δίκτυο σειсмоγράφων που διατηρεί το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο (Σχ. 2.4). Ο κατάλογος σεισμικότητας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο δεδομένα σεισμών όπως προέκυψαν από τον Σεισμολογικό Σταθμό του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και βρίσκονται στους μηνιαίους καταλόγους σεισμικότητας, καθώς και δεδομένα τα οποία δεν αναλύθηκαν από τον Σταθμό αυτό και προήλθαν από τους καταλόγους σεισμικότητας του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.



Σχ. 2.3. Επίκεντρα σεισμών που έγιναν στο διάστημα 2008-2013 στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.



Σχ. 2.4. Οι σταθμοί του Ενιαίου Εθνικού Δικτύου Σεισμογράφων. Με κόκκινο τρίγωνο σημειώνονται οι σταθμοί που ανήκουν στον Τομέα Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ενώ με κόκκινο τετράγωνο εκείνοι που ανήκουν στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Με μαύρα γράμματα σημειώνεται η κωδική ονομασία του κάθε σταθμού.

3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Η γνώση της γένεσης ενός σεισμού από **ιστορικές καταγραφές** αρχαίων, ή απλά παλαιότερων χρόνων από την αρχή της ενόργανης σεισμολογίας, καθιστά σαφές, ότι αν και πιθανό να μη μπορεί να δώσει ακριβείς πληροφορίες για τις ιδιότητες του ρήγματος, μπορεί ωστόσο να δώσει μία εξαιρετικά σημαντική πληροφορία. Το σχετικό χρόνο γένεσης του καθώς και την περιοχή που έχει πληγεί. Στις περιπτώσεις που οι ιστορικές περιγραφές των σεισμών ήταν αρκετές για διαφορετικές περιοχές, κατέστη ικανή η δημιουργία **χαρτών ισόσειστων καμπυλών**, βασισμένη σε μακροσεισμικές εντάσεις σεισμών χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη κλίμακα Mercalli (MM) (*Papazachos et al. 1997*). Έτσι στην παρούσα εργασία παρατίθενται χάρτες ισόσειστων καμπυλών για 5 χαρακτηριστικούς ιστορικούς σεισμούς (01, 13, 14, 18, 19), αφού κρίθηκε απαραίτητη η συνεισφορά τους για τον καθορισμό των ενεργών δομών. Οι χάρτες αυτοί αφορούν σεισμούς με μεγέθη $M \geq 5.5$, όπου $M=M_w$, τα οποία προέκυψαν από τη σχέση αναλογίας μεταξύ μεγέθους M και επικεντρικής έντασης (μέγιστης έντασης) I_0 , όπου $I_0 = \alpha + \beta M$ με α, β σταθερές τιμές οι οποίες για επιφανειακούς σεισμούς στον Ελληνικό χώρο βρέθηκαν να είναι $\alpha=1.23$ και $\beta=1.18$ (*Παπαϊωάννου, 1984*).

Για τον καθορισμό των ρηγμάτων θεωρήθηκε ότι η ισόσειστη καμπύλη που περιλαμβάνει την πλειόσειστη περιοχή δηλαδή την περιοχή με τη μέγιστη ένταση είναι εκείνη που περιβάλλει και το ρήγμα συμμετρικά, με τη διεύθυνση του ρήγματος να ακολουθεί τη διεύθυνση του μέγιστου άξονα της έλλειψης που δημιουργεί η εσωτερική αυτή καμπύλη. Το ρήγμα αν και αποτελεί μία ολόκληρη επιφάνεια στην παρούσα εργασία, θα παρασταθεί σε χάρτη ως μία ευθεία γραμμή που θα αντιπροσωπεύει την προβολή αυτής της επιφάνειας. Το μήκος αυτής της γραμμής υπολογίζεται προσεγγιστικά, έτσι ώστε να περιβάλλεται από την εσωτερικότερη ισόσειστη καμπύλη, χωρίς ωστόσο να την τέμνει.

Έτσι, είτε αποκλειστικά αυτή τη διαδικασία, είτε ο συνδυασμός με στοιχεία της **μορφολογίας**, που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο και με τις ήδη προσδιορισμένες επιφανειακές διαρρήξεις από τον *Γαλανάκη (1997)* (**Σχ 1.11**), γίνεται επιπλέον προσδιορισμός της πιθανής θέσης του ρήγματος, πάλι με μία **ευθεία γραμμή**. Η ευθεία αυτή **προσεγγίζει το πραγματικό ρήγμα**, αφού είναι προφανές ότι η διάρρηξη δεν αποτελεί ευθεία γραμμή, αλλά μία τεθλασμένη γραμμή που αποτελείται από πολλαπλές ρήξεις με παράλληλη, ή υποπαράλληλη διεύθυνση. Ουσιαστικά το φαινομενικό ρήγμα που θα προκύψει από τις ισόσειστες καμπύλες θα πρέπει να προσαρμοστεί στη μορφολογία, αφού η μορφολογία και το ανάγλυφο είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα της δράσης του ρήγματος στην επιφάνεια της Γης. Έτσι τα ρήγματα δε θα διακόψουν τη συνέχεια που παρουσιάζει η λεκάνη του διαύλου των Ωρεών, όπως αναφέρθηκε σε παραπάνω κεφάλαιο (**Σχ. 1.10**), αλλά θα χαραχθούν με τρόπο τέτοιο, ώστε να ταιριάζουν σε αυτήν.

Είναι σαφές ακόμη ότι αν και αναφερόμαστε σε ένα ρήγμα, στην πραγματικότητα πρόκειται για δύο ρήγματα συζυγή, όπου κατά τη γένεση κάποιου σεισμού ενεργοποιείται κυρίως το

ένα από τα δύο. Έτσι στην προκειμένη περίπτωση όπου προέκυψαν οι ισόσειστες των ιστορικών σεισμών, δε γνωρίζουμε ποιο από τα δύο ρήγματα ενεργοποιήθηκε και έδωσε το σεισμό με τη γραμμή που σχεδιάζεται να ορίζει το ρήγμα, να μην υποδεικνύει την πραγματική του επιφανειακή διάρρηξη αλλά την προβολή στην επιφάνεια της Γης, της πιθανής διάρρηξης που έγινε σε βάθος.

3.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Παρακάτω ορίζονται σύμφωνα με τον τρόπο καθορισμού της ενεργού δομής που αναφέρθηκε παραπάνω και με βάση τους χάρτες ισόσειστων καμπυλών που παρατίθενται επίσης παρακάτω, εκείνα τα ρήγματα τα οποία φαίνεται να φιλοξένησαν σεισμούς στο παρελθόν και αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας (1, 2, 3, 4). Ακόμη αναφέρονται για την πληρέστερη κατανόηση της ευρύτερης περιοχής τα δύο μεγάλα γειτονικά ρήγματα της Μαγνησίας και της Αταλάντης (5, 6)

1. **ΣΚΑΡΦΕΙΑ**: Σύμφωνα με τις καταγραφές για τον ισχυρό σεισμό (01) το 426 π.Χ., στα δυτικά του Μαλιακού κόλπου με επίκεντρο 22.78° A, 38.85° N, έγινε δυνατή η δημιουργία χάρτη με τις ισόσειστες καμπύλες αυτού του σεισμού (Σχ. 3.1). Η ισόσειστη με ένταση 9-10 «φωτογράφησε» ουσιαστικά το ίχνος του ρήματος με τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω. Ωστόσο ακολουθώντας τη διαδικασία καθορισμού των ρηγμάτων που αναφέρθηκε επίσης παραπάνω και με βάση τη συνέχεια που παρουσιάζει η λεκάνη του διαύλου των Ωρεών (Σχ. 1.10) καθώς και με τα ήδη χαραγμένα ρήγματα από τον Γαλανάκη (1997) (Σχ. 1.11) στο μέρος που καταλαμβάνει η πλειόσειστη περιοχή (Σχ. 3.1), γίνεται καθορισμός του ρήματος αυτού με άκρα τα σημεία με συντεταγμένες 22.52° A, 38.85° N και 22.9° A, 38.89° N, μήκος 33 χλμ. και παράταξη 80° (Σχ. 3.1, Πίνακας 3.1).
2. **ΛΙΧΑΔΕΣ**: Όπως και στην περίπτωση του σεισμού της Σκάρφειας, και εδώ οι περιγραφές του σεισμού (14) στις 27 Σεπτεμβρίου 1916, κοντά στο χωριό Λιχάδες συνέβαλαν στη δημιουργία χάρτη με ισόσειστες καμπύλες (Σχ. 3.2), και εδώ το ρήγμα θα περιβάλλεται συμμετρικά από την εσωτερικότερη ισόσειστη καμπύλη έντασης 8-7+ που ορίζει την πλειόσειστη περιοχή. Ακόμη το ρήγμα αυτό δε θα πρέπει να επικαλύπτει το πιθανό ρήγμα της Σκάρφειας που ορίστηκε μόλις παραπάνω, αλλά να αποτελεί συνέχεια του. Έτσι ακολουθώντας τη διαδικασία καθορισμού των ρηγμάτων που αναφέρθηκε παραπάνω σύμφωνα και με τη μορφολογία της λεκάνης (Σχ. 1.10) καθώς και με τα ήδη καθορισμένα ρήγματα από τον Γαλανάκη (1997) (Σχ. 1.11) στην πλειόσειστη περιοχή του χάρτη ισόσειστων καμπυλών (Σχ. 3.2), το ρήγμα των Λιχάδων, προσδιορίστηκε με άκρα τα σημεία με συντεταγμένες 22.91° A, 38.89° N και 23.1° A, 39.03° N, μήκος 23 χλμ. (Σχ. 1.11) και παράταξη 47° (Σχ. 3.2, Πίνακας 3.1).
3. **ΣΚΙΑΘΟΣ**: Με βάση τις καταγραφές του σεισμού (13) στις 6 Φεβρουαρίου 1916, κοντά στη Σκιάθο δημιουργήθηκε χάρτης ισόσειστων καμπυλών (Σχ. 3.3). Για τον

καθορισμό του ρήγματος αυτού δε χρειάστηκε να ληφθεί υπόψη η μορφολογία αφού η θέση του ρήγματος όπως προκύπτει από την εσωτερικότερη ισόσειστη καμπύλη με ένταση 8 (Σχ. 3.3) με βάση τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω, δε φαίνεται να τη διακόπτει. Έτσι το ρήγμα αυτό προκύπτει να έχει άκρα τα με συντεταγμένες $23.38^\circ \lambda_1 \text{ A}$, $39.09^\circ \varphi_1 \text{ N}$ και $23.59^\circ \lambda_2 \text{ A}$, $39.16^\circ \varphi_2 \text{ N}$, μήκος 21 χλμ. και παράταξη 64° (Σχ. 3.3, Πίνακας 3.1).

4. **ΩΡΕΟΙ:** Η υποθετική, τουλάχιστον μέχρι στιγμής, ύπαρξη των ρηγμάτων Λιχάδες (2) και Σκιάθου (3), και η σχετική συνέχεια που παρουσιάζει η γεωμορφολογία της Βόρειας Εύβοιας – Νότιας Μαγνησίας μέσω της συνέχειας που παρουσιάζει η ακτογραμμή και η λεκάνη που δημιουργεί ο διάυλος των Ωρεών (Σχ. 1.10) καθώς και η συνέχεια που παρουσιάζουν οι τεκτονικές δομές (Σχ. 1.11) όπως ορίστηκαν από τον *Γαλανάκη (1997)*, οδήγησαν στο συμπέρασμα την ύπαρξη ενός τέταρτου ρήγματος ανάμεσα στα δύο πρώτα ενώνοντάς τα θεωρητικά, και σχηματίζοντας μία ενιαία συνεχή δομή από το ρήγμα της Σκάρφειας (1) μέχρι το ρήγμα της Σκιάθου (3) με μέση διεύθυνση ΔΝΔ – ΑΒΑ. Το ρήγμα (4) αυτό προέκυψε από το χάρτη να έχει άκρα το ανατολικό άκρο του ρήγματος των Λιχάδων και το δυτικό άκρο του ρήγματος της Σκιάθου, δηλαδή άκρα με συντεταγμένες 23.10° A , 39.03° N και 23.38° A , 39.08° N , μήκος 24 χλμ. και παράταξη 78° (Πίνακας 3.1).

Είναι σαφές ότι η διεύθυνση κλίσης των τεσσάρων αυτών ρηγμάτων δεν μπορεί να υποτεθεί και να ορισθεί με ακρίβεια, λόγω μη επάρκειας των στοιχείων – δεδομένων που γνωρίζουμε, γι' αυτό και δεν αναφέρεται σε αυτό το κεφάλαιο. Για τον ίδιο λόγο δε μπορεί προσδιοριστεί απόλυτα το είδος διάρρηξης. Ωστόσο από τις τάσεις που επικρατούν περιφερειακά της περιοχής, οι οποίες δημιουργούν καθεστώτα κανονικής ή οριζόντιας διάρρηξης, ή συνδυασμό αυτών των δύο όπως έχει αναφερθεί σε παραπάνω κεφάλαιο, είναι σαφές ότι και τα ρήγματα αυτά θα λειτουργούν κάτω από αυτά τα γεωτεκτονικά καθεστώτα.

Εναλλακτικά το μήκος, των τεσσάρων πρώτων ρηγμάτων μπορεί να καθορισθεί από σχέσεις αναλογίας μεταξύ μεγέθους σεισμικής ροπής M_w και μήκους ρήγματος L , όπως αυτός των *Papazachos et al. (2004)* ή των *Wells & Coppersmith (1994)* (Πίνακας 3.2). Είναι φανερό ότι τα εξαγόμενα αποτελέσματα για τα μήκη των ρηγμάτων έρχονται σε αντίθεση με τα αντίστοιχα που προκύπτουν από τις ισόσειστες καμπύλες. Πιο συγκεκριμένα για τον σεισμό (01), μεγέθους 7.0, το εξαγόμενο μήκος από τη σχέση των *Papazachos et al. (2004)* είναι περίπου δέκα χιλιόμετρα μεγαλύτερο απ' ό,τι εκείνο από τις ισόσειστες καμπύλες, ενώ το μήκος που προέκυψε από τη σχέση των *Wells & Coppersmith (1994)* είναι περίπου 8.5 χιλιόμετρα μεγαλύτερο. Όσον αφορά τους σεισμούς (13) & (14) από τη σχέση των *Wells & Coppersmith (1994)* φαίνεται ότι τα εξαγόμενα μήκη είναι μικρότερα κατά 10 και 11 περίπου χιλιόμετρα, αντίστοιχα, απ' ό,τι εκείνα που προέκυψαν από τις ισόσειστες καμπύλες. Από τη σχέση των *Papazachos et al. (2004)* δεν προβλέπονται εξαγόμενα μήκη αφού τα μεγέθη των σεισμών δεν ικανοποιούν το κριτήριο του μεγέθους ($6.0 \leq M_w \leq 8.0$). Οι διαφορές αυτές ανάμεσα στα εξαγόμενα μήκη οφείλονται στην διαφορετική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Η έλλειψη της γνώσης του είδους διάρρηξης, τα υπερεκτιμημένα ή υποεκτιμημένα μεγέθη που προέκυψαν από τις ισόσειστες καμπύλες, τα σφάλματα που έχουν

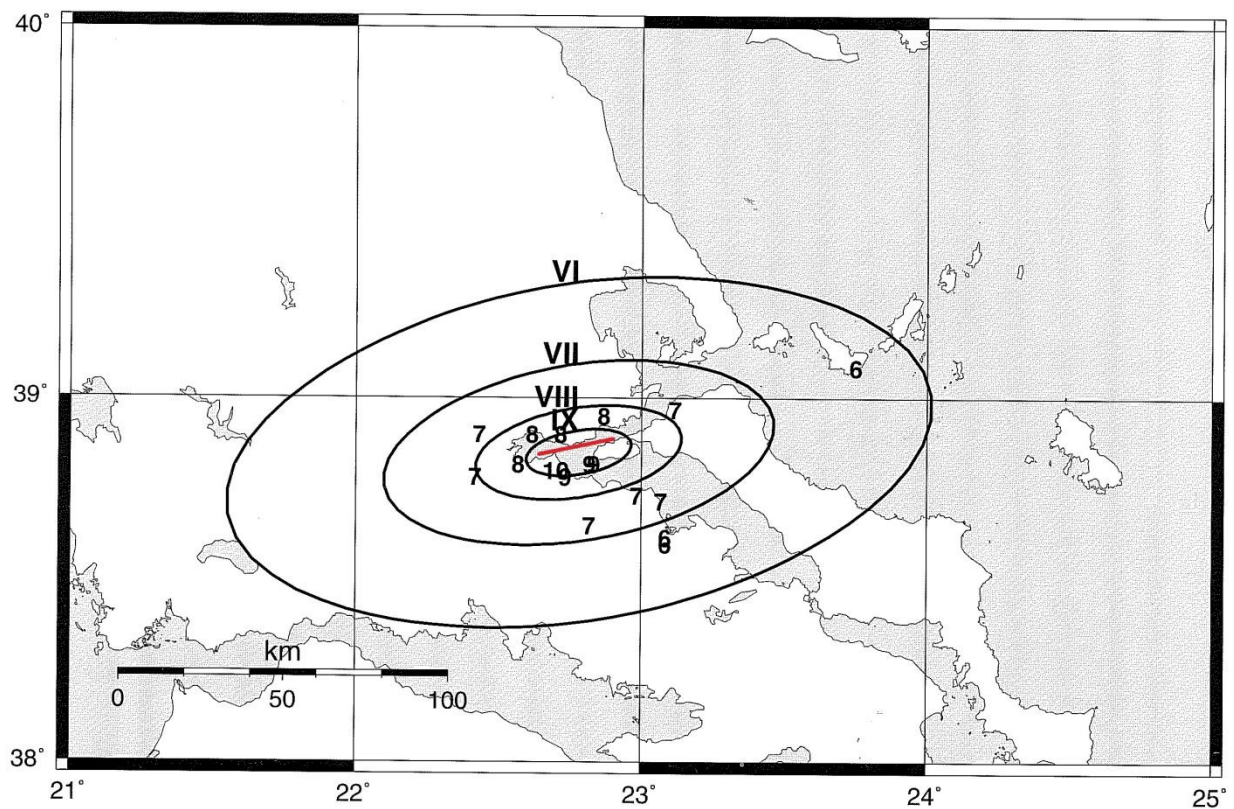
οι καθορισμένες σχέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, καθώς και ο τρόπος χάραξης των ρηγμάτων που εκτελέστηκε παραπάνω είναι οι βασικοί παράγοντες που διαμορφώνουν αυτήν τη διαφορά στα μήκη. Τελικά, η επιλογή των μηκών των ρηγμάτων έγινε από τις ισόσειστες καμπύλες, σε συνδυασμό με τα στοιχεία που προέκυψαν από τη μορφολογία από τη μελέτη του *Γαλανάκη (1997)*, αφού θεωρήθηκαν περισσότερο ακριβή.

Πίνακας 3.1. Στοιχεία των τεσσάρων ρηγμάτων που μελετώνται στην παρούσα εργασία και προέκυψαν από τον καθορισμό τους που έγινε παραπάνω, καθώς και των δύο χαρακτηριστικών, μελετημένων γειτονικών ρηγμάτων (5, 6). Με (N) συμβολίζονται τα κανονικά ρήγματα.

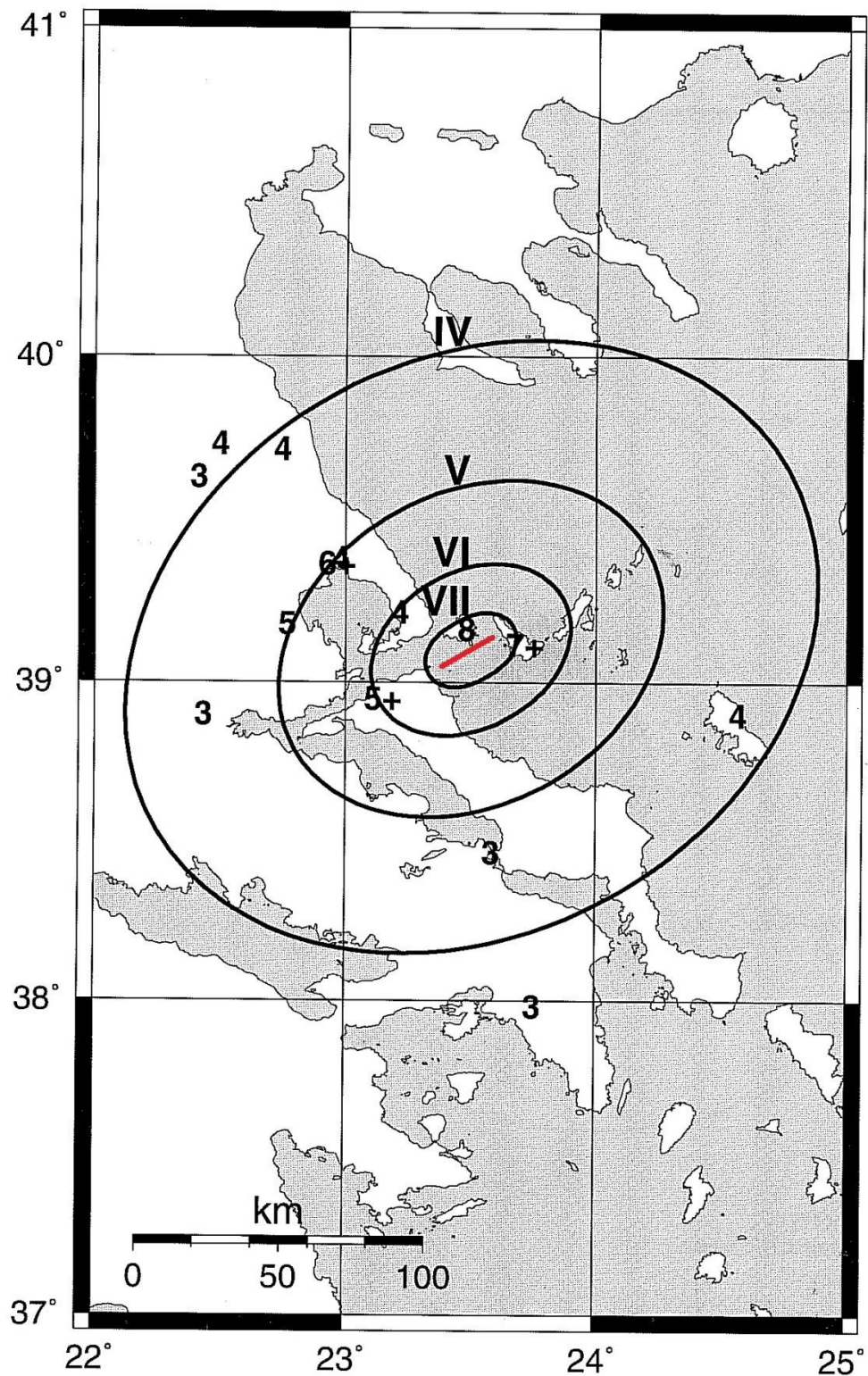
Α/Α	Όνομα Ρήματος/ τοποθεσία	Γεωγραφικές Συντεταγμένες των άκρων της ενεργούς δομής				Παρά- ταξη	Κλίση	Μήκος (km)	Τύπος Διάρρηξης
		φ1°N	λ1°E	φ2°N	λ2°E				
1	Σκάρφεια	38.85	22.52	38.89	22.9	80	-	33	-
2	Λιχάδες	38.89	22.91	39.03	23.1	47	-	23	-
3	Σκιάθος	39.08	23.38	39.16	23.59	64	-	21	-
4	Ωρεοί	39.035	23.105	39.085	23.375	78	-	24	-
5	Αταλάντη	38.665	22.96	38.57	23.32	109-138	66 BBA	34	N
6	Μαγνησία	39.29	22.81	39.32	23.135	75	41-70 NNA	25	N

Πίνακας 3.2. Στον πίνακα αυτόν καταγράφονται τα εξαγόμενα μήκη για τα τέσσερα ρήγματα που ορίστηκαν στο παρόν κεφάλαιο, μέσω των ισόσειστων καμπυλών, και των εμπειρικών τύπων των *Papazachos et al. 2004* και των *Wells & Coppersmith 1994* για τους σεισμούς 01, 14, 13 (**Πίνακας 2.1**) στους οποίους αναφέρονται οι ισόσειστες καμπύλες. Η έλλειψη ορισμένων αποτελεσμάτων για τα μήκη των ρηγμάτων οφείλεται στο κριτήριο του μεγέθους των σεισμών, που αναφέρεται για κάθε τύπο ξεχωριστά, καθώς και λόγω έλλειψης στοιχείων για το ρήγμα των Ωρεών.

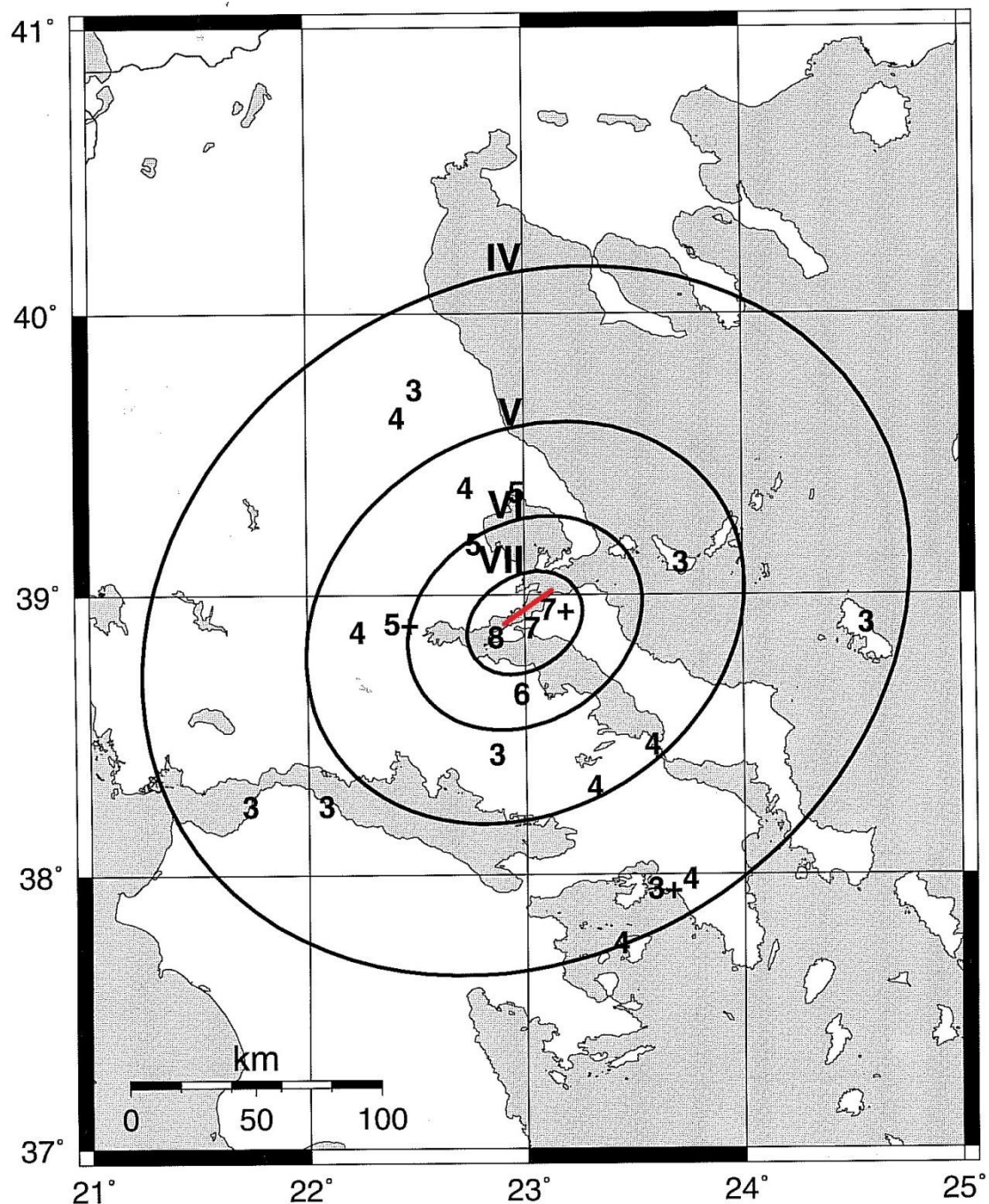
A/A	ΡΗΓΜΑΤΑ	ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΕΙΣΜΟΥ	ΜΕΓΕΘΟΣ	Μήκη ρηγμάτων (L) από ισόσειστες καμπύλες (km)	Papazachos et al. 2004 κανονικά ρήγματα ($\log L = 0,5M_w - 1,86$) $6.0 \leq M_w \leq 8.0$ (km)	Wells & Coppersmith 1994 Κανονικά ρήγματα ($\log L = 0,5M_w -$) $4.8 \leq M_w \leq 8.1$ (km)
1	Σκάρφεια	01	7.0	33	43.65	41.68
2	Λιχάδες	14	5.9	23	-	11.74
3	Σκιάθος	13	5.8	21	-	10.47
4	Ωρεοί	-	-	-	-	-



Σχ. 3.1. Χάρτης ισόσειστων καμπυλών για τον σεισμό (01): 426 π.Χ., Καλοκαίρι, 38.85° N, 22.78° E, h=n, M=7.0, Σκάρφεια. Η κόκκινη γραμμή αποτελεί την αποτύπωση του πιθανού ρήγματος της Σκάρφειας βάσει του τρόπου καθορισμού των ρηγμάτων που αναφέρθηκε παραπάνω (από *Papazachos et al. 1997*).



Σχ. 3.2. Χάρτης ισόσειστων καμπυλών για τον σεισμό (14): 1916 Σεπτέμβριος 27, 38.9° N, 23.0° E, $h = n$, $M = 5.9$, Λιχάδες. Η κόκκινη γραμμή αποτελεί την αποτύπωση του πιθανού ρήγματος των Λιχάδων βάσει του τρόπου καθορισμού των ρηγμάτων που αναφέρθηκε παραπάνω (από *Papazachos et al. 1997*).



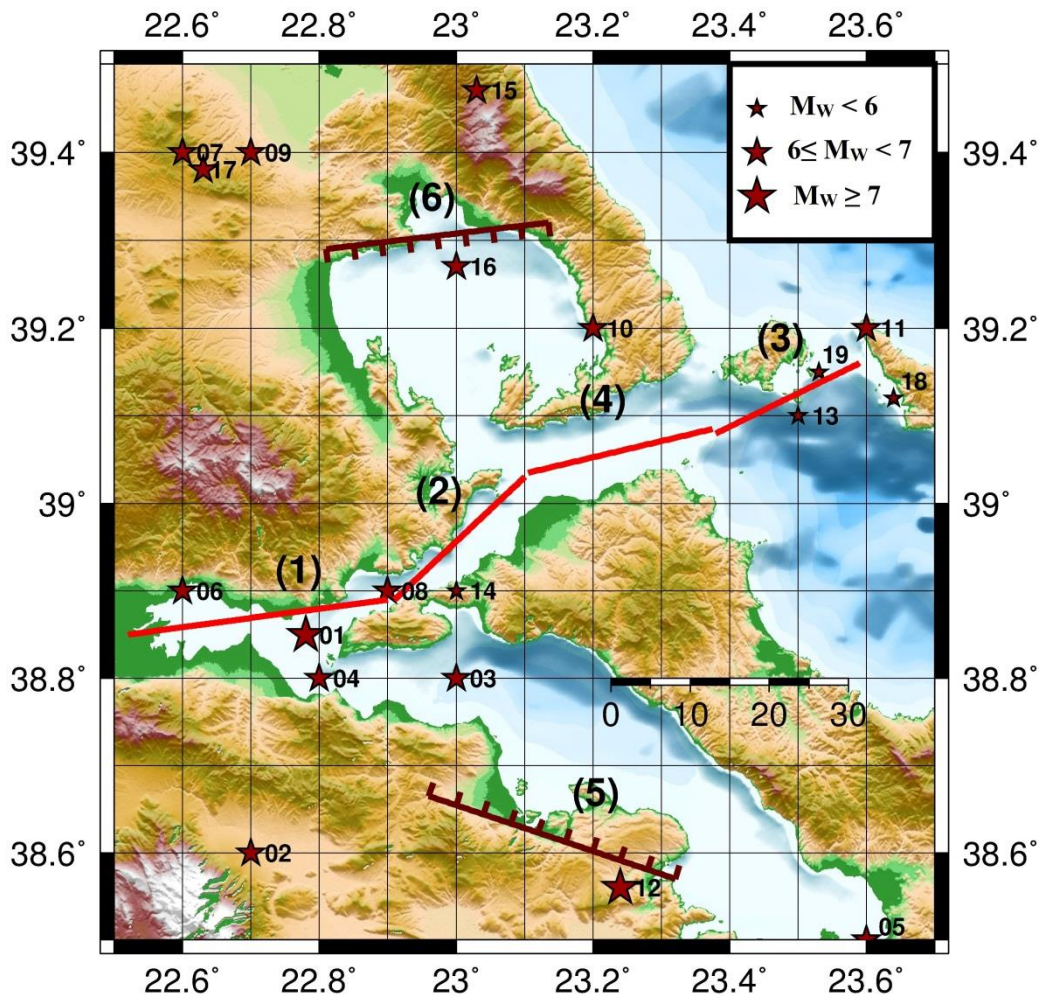
Σχ. 3.3. Χάρτης ισόσειστων καμπυλών για τον σεισμό (13): 1916 Φεβρουάριος 6, 39.1° N, 23.5° E, h=n, M=5.8, Σκιάθος. Η κόκκινη γραμμή αποτελεί την αποτύπωση του πιθανού ρήγματος της Σκάρφειας βάσει του τρόπου καθορισμού των ρηγμάτων που αναφέρθηκε παραπάνω (από *Papazachos et al. 1997*).

Πέρα από τις ενεργές δομές που καθορίστηκαν παραπάνω βάσει ιστορικών καταγραφών των σεισμών και της μορφολογίας, γίνεται παρακάτω αναφορά σε ακόμα δύο ενεργές δομές οι οποίες βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κοντά στον διάυλο των Ωρεών. Τα στοιχεία των ενεργών αυτών δομών είναι ήδη αναγνωρισμένα μέσα από μελέτες που

πραγματοποιήθηκαν έπειτα από έντονες σεισμικές εξάρσεις αυτών των ρηγμάτων στο πρόσφατο παρελθόν.

5. **ΑΤΑΛΑΝΤΗ:** Το ρήγμα της **Αταλάντης** είναι ένα μεγάλο, ενεργό, κανονικό ρήγμα στην κεντρική Ελλάδα, στο εσωτερικό του Ευβοϊκού κόλπου. Αποτελεί τμήμα μίας ευρύτερης ρηξιγενούς ζώνης που αναπτύσσεται στην κεντρική Ελλάδα, εξαιτίας εφελκυστικών τάσεων διεύθυνσης BBA-NNΔ, B-N και που ορίζουν Νεογενείς – Τεταρτογενείς (22.5–1.8 Ma, 1.8– σήμερα) μισές – λεκάνες με διεύθυνση ανάπτυξης ΒΔ-ΝΑ, Α-Δ, στις οποίες έχουν αποθεθεί Νεογενή – Τεταρτογενή αλλουβιακά ιζήματα. Αν και από το σεισμό του 1894 φαίνεται ότι οι σεισμοί προήλθαν από ρήξεις που φτάνουν σε μήκος τα 60 χλμ., η επιφανειακή εμφάνιση, με χαρτογράφηση έδειξε ότι το επιφανειακό μήκος του ρήγματος της Αταλάντης ανέρχεται στα 34 χλμ (*Ganas et al. 1998*) (**Πίνακας 3.1**).
6. **ΜΑΓΝΗΣΙΑ:** Η ερμηνεία των ιδιοτήτων της σεισμικής ακολουθίας (προσεισμοί και μετασεισμοί) του 1980 (*Papazachos et al. 1983*), του κύριου σεισμού μεγέθους $M_w=6.5$, στην περιοχή της Μαγνησίας στην κεντρική Ελλάδα, έδειξε ότι πρόκειται για κανονικό ρήγμα με παράταξη ΑΒΑ-ΔΝΔ και διεύθυνση κλίσης προς τα ΝΝΑ (**Πίνακας 3.1**). Η κλίση αυτού του ρήγματος είναι επιφανειακά 70° όπως παρατηρήθηκε στη χαρτογράφηση, ενώ σύμφωνα με τους μηχανισμούς γένεσης του κύριου σεισμού, αλλά και μετασεισμών φαίνεται ότι η κλίση μειώνεται μέχρι τις 40°. Επιφανειακά χαρτογραφήθηκαν διαρρήξεις – εμφανίσεις του ρήγματος, των οποίων το μήκος κυμαίνεται από 2 km μέχρι λίγα μέτρα. Ωστόσο φαίνεται ότι συνολικά η επιφανειακή εμφάνιση του ρήγματος ανέρχεται στα 15 km με μέση διεύθυνση 75°, η οποία συμφωνεί γενικότερα τόσο με το νεοτεκτονικό ρήγμα που ορίζει την νεογενή λεκάνη, όσο και με λύσεις, προηγούμενων και επόμενων του σεισμού του 1980, μηχανισμών γένεσης άλλων σεισμών. Το ρήγμα οφείλεται κυρίως σε εφελκυστικές τάσεις που δρουν στην περιοχή με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ από το μέσο Πλειστόκαινο (1.8 Ma). Παρατηρήθηκε επίσης μόνο σε μία περιοχή, μικρή οριζόντια μετατόπιση περίπου 1.5 cm.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ένας **χάρτης (Σχ. 3.4)**, ο οποίος περιλαμβάνει τα **19 επίκεντρα των ιστορικών σεισμών** που αναφέρθηκαν παραπάνω (**Πίνακας 2.1**), τα ήδη αναγνωρισμένα ρήγματα της **Αταλάντης** (5) και της **Μαγνησίας** (6), καθώς και τα 4 πιθανά ρήγματα της **Σκάρφειας** (1), των **Λιχάδων** (2), της **Σκιάθου** (3) και των **Ωρεών** (4), τα οποία αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας (**Πίνακας 3.1**).



Σχ. 3.4. Στον χάρτη απεικονίζονται με ανοιχτό κόκκινο τα τέσσερα ρήγματα της μελέτης αυτής, όπως καθορίστηκαν παραπάνω, με σκούρο κόκκινο τα γειτονικά ρήγματα της Αταλάντης (5) και της Μαγνησίας (6) (Πίνακας 3.1), ενώ με αστερίσκους τα 19 επίκεντρα των ιστορικών σεισμών (Πίνακας 2.1).

3.3 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΜΕ ΤΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα δεδομένα επίκεντρα των ιστορικών σεισμών, αν και αντιπροσωπεύουν με σχετικά καλή ακρίβεια την ευρύτερη πληγείσα περιοχή, δεν αποτελούν ωστόσο ένα απόλυτα ακριβές στοιχείο για τη θέση του επικέντρου. Είναι τα μακροσεισμικά επίκεντρα των σεισμών, τα οποία αποτελούν ουσιαστικά το κατά προσέγγιση κέντρο συμμετρίας της πλειόσειστη περιοχής. Έτσι γίνεται σαφές ότι η πραγματική θέση αυτών εμπεριέχει ένα σφάλμα (προσεγγιστικά την τιμή των 10 χλμ), το οποίο περιορίζει το επίκεντρο μέσα στην πλειόσειστη περιοχή. Κατά συνέπεια η συσχέτιση των σεισμών αυτών με τα ρήγματα είναι μία σχετικά προσεγγιστική διαδικασία, η οποία ωστόσο αξιοποιεί τη γνώση των ιστορικών αυτών σεισμών.

Συμπεραίνεται εύκολα λόγω της απόστασης των επικέντρων από τα τέσσερα ρήγματα της μελέτης ότι οι σεισμοί του Κυτίνιου (02), της Χαλκίδας (05), του Αλμυρού (07), (09), της

Μαγνησίας (10), (15), (16), (17) και της Φθιώτιδας (12) δεν οφείλονται στη δράση των τεσσάρων ρηγμάτων που μελετώνται στην παρούσα εργασία (Σχ. 3.4), αλλά στη δράση άλλων γειτονικών ρηγμάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις περιγραφές και τα στοιχεία των υπόλοιπων σεισμών του καταλόγου που παρατέθηκε παραπάνω (Πίνακας 2.1), πραγματοποιήθηκε συσχέτισή τους με τα πιθανά ρήγματα που καθορίστηκαν επίσης παραπάνω (Πίνακας 3.2, Σχ. 3.4).

- Στη δράση του ρήγματος της **Σκάρφειας (1)** φαίνεται ότι οφείλεται ο σεισμός (06) στις Θερμοπύλες τον Οκτώβριο του 1740 λόγω της μικρής απόστασης του επικέντρου του από το ρήγμα αυτό και εξαιτίας του μεγάλου σχετικά μεγέθους του ($M=6.6$), ενώ πιο ασαφής είναι η σχέση του σεισμού (04) στον Εχινό το 551 μ.Χ. με το ρήγμα αυτό. Ωστόσο και ο σεισμός αυτός λόγω του μεγάλου μεγέθους ($M=6.8$) θα μπορούσε να οφείλεται στη δράση του ρήγματος αυτού. Η έλλειψη σε μικρή, σχετικά απόσταση, ρηγμάτων με διαστάσεις τέτοιες ώστε να μπορεί να φιλοξενήσει τέτοιους σεισμούς, ενισχύει την άποψη ότι οφείλονται στο ρήγμα της Σκάρφειας (Πίνακας 3.3).
- Ο σεισμός (08) το Μάιο του 1758 εξαιτίας της αντιστοίχισης του σεισμού (06) στις Θερμοπύλες με το ρήγμα της Σκάρφειας, της στενής τους, σχετικά, χρονικής συγγένειας (18 χρόνια διαφορά) και του ίδιου μεγάλου μεγέθους (6.6), θεωρήθηκε ότι ανήκει στο ρήγμα των **Λιχάδων (2)**, το οποίο βρίσκεται ιδιαίτερα κοντά και θα μπορούσε πιθανό να φιλοξενήσει ένα τέτοιο σεισμό. Ο σεισμός (03) το 105 π.Χ. αν και κοντά στην ευρύτερη περιοχή δράσης των ρηγμάτων αυτών, φαίνεται από την περιγραφή του και την απόσταση του επικέντρου του ότι δεν οφείλεται σε κάποιο από τα ρήγματα (1) ή (2) (Πίνακας 3.3).
- Όσον αφορά το ρήγμα της **Σκιάθου (3)** μπορούμε να θεωρήσουμε από την απόσταση των επικέντρων των σεισμών (18) στη Σκόπελο, στις 29 Απριλίου του 1964 και (19) στη Σκιάθο, στις 19 Μαρτίου του 1988, αλλά καλύτερα από τους αντίστοιχους χάρτες ισόσειστων καμπυλών οι οποίοι ταιριάζουν ικανοποιητικά στο ρήγμα της Σκιάθου, ότι οφείλονται στην ενεργοποίηση του. Επίσης και ο σεισμός (11) στη Σκιάθο το 1868 μπορεί να οφείλεται στη δράση αυτού του ρήγματος λόγω της κοντινής του απόστασης από το ρήγμα, με μεγαλύτερη επιφύλαξη από τα υπόλοιπα λόγω της κοντινής παρουσίας, της απόληξης της τάφρου του Βορείου Αιγαίου (NAT) (Πίνακας 3.3).
- Στο ρήγμα των **Ωρεών** φαίνεται ότι δεν αντιστοιχεί κάποιος ιστορικός σεισμός, αφού δεν υπάρχει κάποιος σε αρκετά κοντινή απόσταση.

Είναι σαφές ότι στη συσχέτιση αυτή που πραγματοποιήθηκε παραπάνω, δε συμπεριλήφθηκαν οι σεισμοί εκείνοι μέσω των οποίων καθορίστηκαν άμεσα τα ρήγματα, δηλαδή οι (01), (14) και (13), στη Σκάρφεια, στις Λιχάδες και στο ρήγμα της Σκιάθου αντίστοιχα.

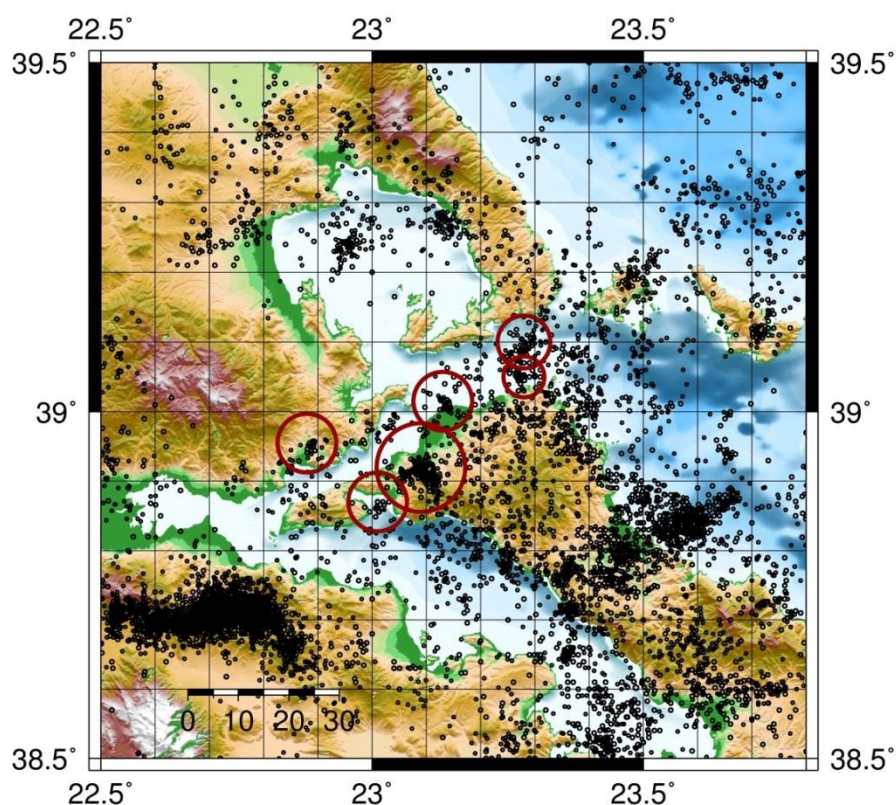
Πίνακας 3.1. Τα τέσσερα ρήγματα που καθορίστηκαν παραπάνω και αποτελούν αντικείμενο της παρούσας μελέτης (Σχ. 3.4) και οι ιστορικοί σεισμοί (Πίνακας 2.1) που συσχετίστηκαν με αυτά παραπάνω, καθώς και ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία των σεισμών αυτών.

A/A	ΡΗΓΜΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕΙΣΜΟΥ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ
01	ΣΚΑΡΦΕΙΑ	01	7.0	426 π.Χ.
		04	6.8	551 μ.Χ.
		06	6.6	1740 μ.Χ.
02	ΛΙΧΑΔΕΣ	08	6.6	1758 μ.Χ.
		14	5.9	1916 μ.Χ.
03	ΣΚΙΑΘΟΣ	11	6.3	1868 μ.Χ.
		13	5.8	1916 μ.Χ.
		18	5.6	1964 μ.Χ.
		19	5.5	1988 μ.Χ.
04	ΩΡΕΟΙ	-	-	-

Κεφάλαιο 4ο ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΔΟΜΩΝ ΒΑΣΕΙ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

4.1 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Όπως αναφέρθηκε ήδη παραπάνω, τα έτη 2008-2013 χαρακτηρίστηκαν από έντονη και συνεχή **μικροσεισμικότητα** στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου περιλαμβάνεται και η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας, με την παρουσία ωστόσο και πληθώρας μεγαλύτερων σεισμών. Αποτυπώνοντας συνολικά τη σεισμικότητα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης για τα έξι αυτά έτη (**Σχ. 2.3**), είναι φανερή με μακροσκοπική παρατήρηση η **συσσώρευση επικέντρων** σε ορισμένες θέσεις. Η συσσώρευση αυτή δεν είναι τυχαία, αλλά οφείλεται στη **δράση μεμονωμένων ρηγμάτων**.



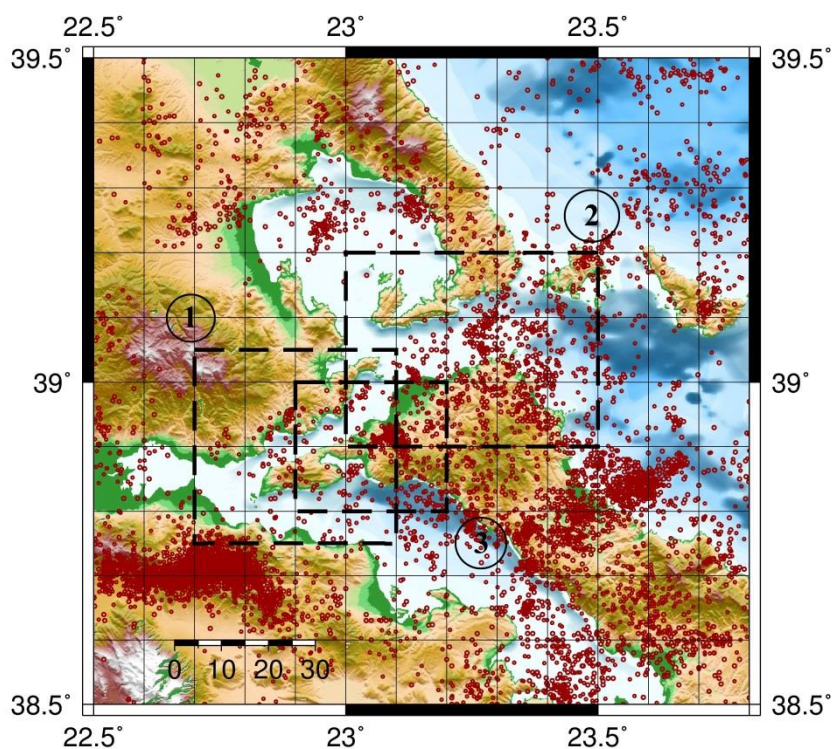
Σχ. 4.1. Σεισμικότητα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κατά το διάστημα 2008-2013. Με σκούρους κόκκινους κύκλους επισυνάπτονται εκείνες οι συγκεντρώσεις επικέντρων οι οποίες μελετώνται στο παρόν κεφάλαιο ως συγκεντρώσεις που πιθανόν υποδεικνύουν ρήγματα ή τμήματα ρηγμάτων, τα οποία βρίσκονται επάνω ή κοντά στην κύρια περιοχή μελέτης που ορίστηκε στο 1^ο κεφάλαιο (Σχ. 1.1).

Ουσιαστικά σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται περαιτέρω **ανάλυση** αυτών των **συγκεντρώσεων** με σκοπό την **εύρεση** των αντίστοιχων **τεκτονικών δομών** και τη χαρτογράφησή τους. Στο **Σχ. 4.1** επισυνάπτονται εκείνες οι συγκεντρώσεις επικέντρων, οι οποίες βρίσκονται είτε επάνω, είτε ιδιαίτερα κοντά στη περιοχή που ορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο τα

τέσσερα ρήγματα της παρούσας εργασίας (Σχ. 3.4). Για τον λόγο αυτό θα μελετηθούν μόνο αυτές οι συγκεντρώσεις σεισμών έτσι ώστε να εξετασθούν σε σχέση με τα παραπάνω τέσσερα ρήγματα.

4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ - ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΔΟΜΩΝ

Η συνολική περιοχή, χωρίστηκε κατάλληλα σε τρεις επιμέρους περιοχές (Σχ. 4.2), έτσι ώστε να μελετηθούν οι συγκεντρώσεις των epicέντρων με μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Οι εγκάρσιες κατακόρυφες τομές που παρουσιάζονται παρακάτω, οι οποίες αποτελούν βασικό κομμάτι της μελέτης αυτής, θεωρήθηκαν οι πλέον κατάλληλες για να υποδείξουν τα ρήγματα στα οποία οφείλονται οι συγκεντρώσεις των σεισμών στην περιοχή που μελετάται (Σχ. 4.1), αφού επιλέχθηκαν μετά από σειρά πειραματικών τομών.



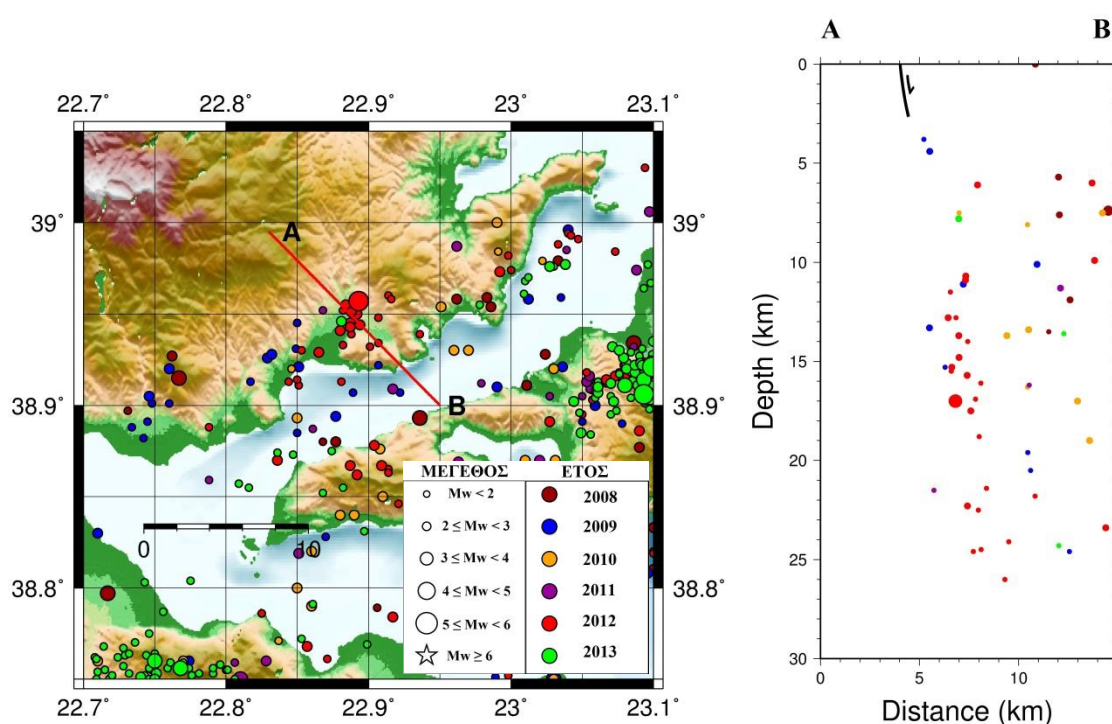
Σχ. 4.2. Σεισμικότητα σε τμήμα της κεντρικής Ελλάδας κατά το διάστημα 2008-2013. Οι διακεκομμένες γραμμές ορίζουν εκείνες τις τρεις περιοχές οι οποίες περιέχουν της κατάλληλες συγκεντρώσεις epicέντρων και επιλέχθηκαν να μελετηθούν ξεχωριστά για μεγαλύτερη διευκόλυνση.

Η επιλογή τους έγινε με τρόπο, τέτοιο ώστε οι συγκεντρώσεις των εστιών των σεισμών σε συνάρτηση με το βάθος, να συνδέονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με τα ρήγματα που αφορούν σε κάθε περίπτωση. Δεδομένου ότι οι τομές είναι εγκάρσιες ως προς τις κατανομές των epicέντρων των σεισμών, τα ρήγματα που προέκυψαν, σχηματίστηκαν με παράταξη κάθετη στις διευθύνσεις των τομών, με μήκος τέτοιο ώστε να μπορεί να φιλοξενήσει την εκάστοτε σεισμική έξαρση ή πλήθος μικροσεισμικών ακολουθιών με σεισμούς σε κοντινή μεταξύ του απόσταση, που θεωρήθηκαν ότι οφείλονται στο αντίστοιχο ρήγμα. Ακόμη τα

ρήγματα καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης θεωρήθηκαν ως απλές δομές, δηλαδή ως μία ευθεία διάρρηξη, η οποία προσεγγίζει τη διεύθυνση της πραγματικής διάρρηξης.

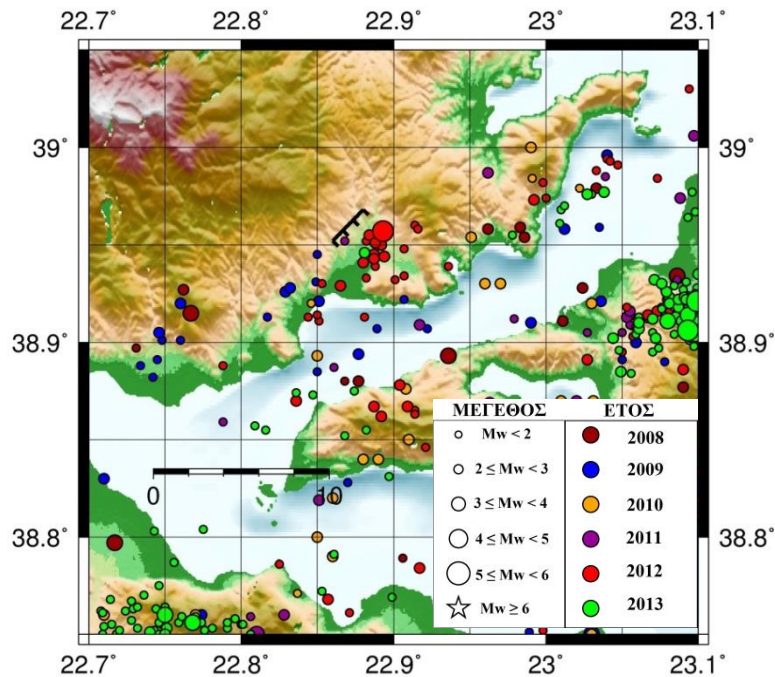
- **ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (1):** Περιλαμβάνει την σεισμικότητα για γεωγραφικό μήκος 22.7 -23.1 και γεωγραφικό πλάτος 38.75 -39.05 (Σχ. 4.2).

ΡΗΓΜΑ ΠΕΛΑΣΓΙΑΣ: Η συσσώρευση των επικέντρων που παρατηρείται μακροσκοπικά (Σχ. 4.1), γίνεται ακόμη πιο ευκρινής παρατηρώντας την από πιο κοντά (Σχ. 4.3). Αναλύοντας την κατανομή αυτή στο χώρο, βλέπουμε ότι πρόκειται για μία μικρή σχετικά, σεισμική ακολουθία (Παρ. Πίνακας 3), αφού μία ομάδα 17 σεισμών, έγιναν σε μικρό χρονικό διάστημα δύο ημερών (26 - 27/10/2012), με δύο ακόμη μικροσεισμούς μέχρι τις 5/11/2012 και με κύριο σεισμό με μέγεθος $M_w=4.8$.



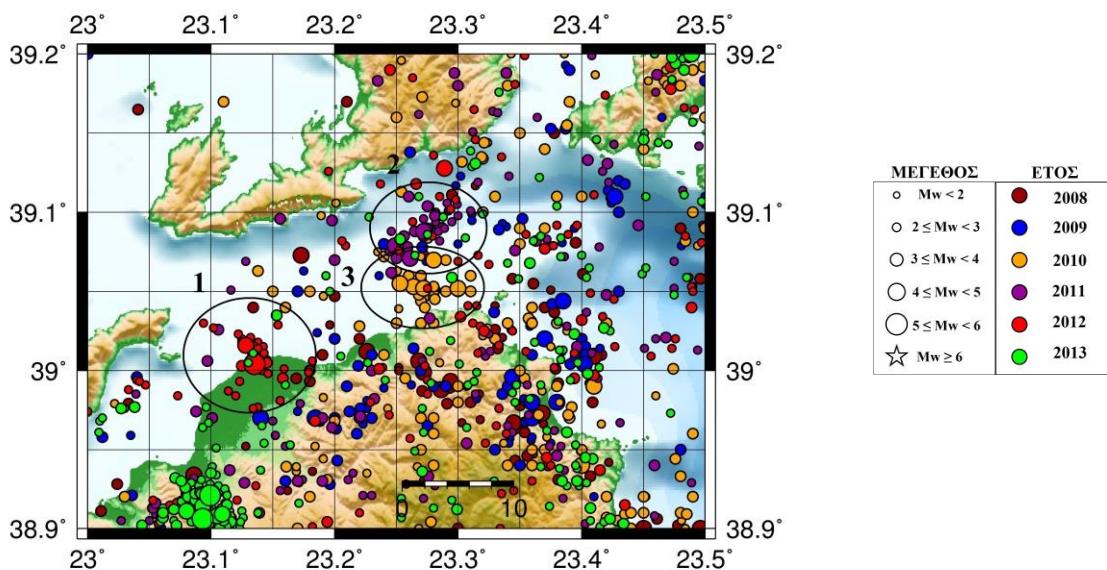
Σχ. 4.3. Στο σχήμα αυτό σημειώνεται η διεύθυνση της εγκάρσιας τομής AB στην περιοχή μελέτης 1 (Σχ. 4.2) (Αριστερό μέρος) και η τομή AB σε σχέση με το βάθος (δεξιό μέρος). Στην κατακόρυφη τομή σημειώνεται με μαύρη γραμμή τμήμα του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών.

Η κατανομή φαίνεται επίσης να παρουσιάζει μία διάταξη, η οποία ακολουθεί **BA-NA** διεύθυνση. Κάνοντας μία εγκάρσια τομή **AB** σε σχέση με το βάθος (Σχ. 4.3), επιβεβαιώνεται η ύπαρξη ενός ρήγματος με **διεύθυνση**, αυτή που ορίζουν τα επίκεντρα δηλαδή **BA-NA** και μέση **κλίση** 78° προς τα **NA**. Από αυτήν την τομή φαίνεται ακόμη ότι το ρήγμα ενεργοποιήθηκε σε βάθος μεταξύ 11.5 και 17 χιλιομέτρων. Το **μήκος (L)** της διάρρηξης φαίνεται να είναι περίπου 2,5 χλμ, όπως φαίνεται από την κατανομή των επικέντρων στην επιφάνεια (Σχ. 4.3). Η επιφανειακή εμφάνιση τμήματος του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών, σύμφωνα με την κατακόρυφη τομή **AB** και την κατανομή των επικέντρων (Σχ. 4.3) φαίνεται στο Σχ. 4.4 με άκρα 38.952° N , 22.86° E , 38.968° N , 22.88° E και παράταξη 47° (Πίνακας 4.1).



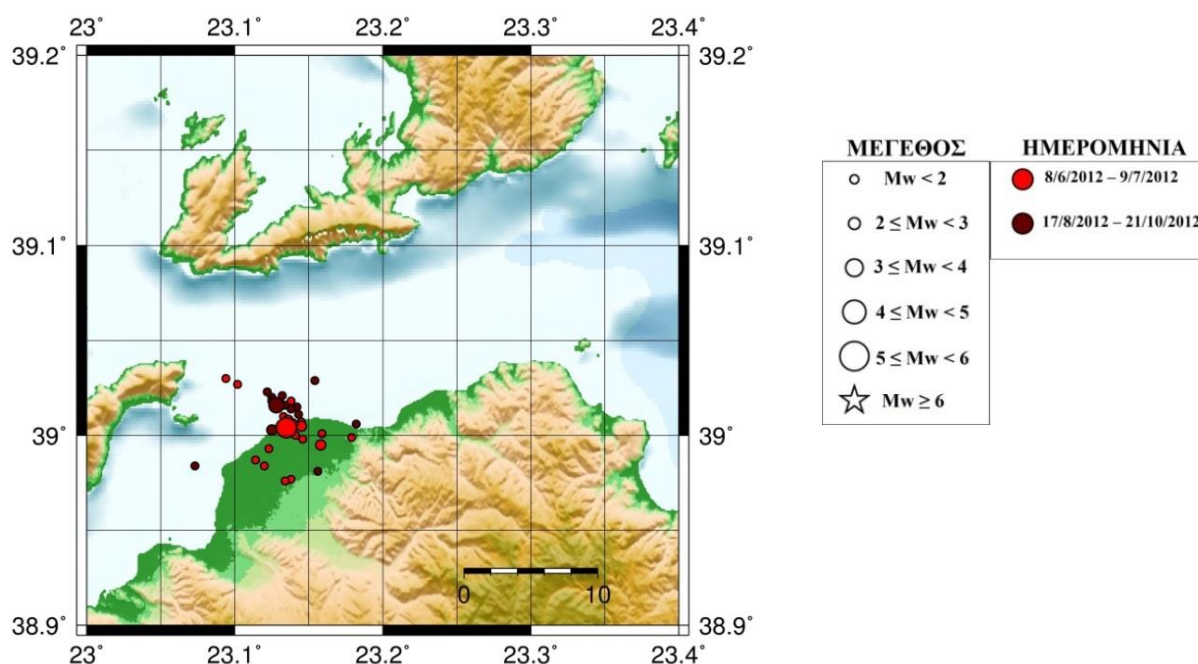
Σχ. 4.4. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 2 (Σχ. 4.2). Με μαύρη γραμμή σημειώνεται η υποθετική επιφανειακή εμφάνιση της διάρρηξης του ρήγματος του ρήγματος του Ασμινίου και ο προσανατολισμός της κλίσης του σύμφωνα με την κατακόρυφη τομή AB (Σχ 4.3), (Στο κείμενο περισσότερες λεπτομέρειες).

- **ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (2):** Περιλαμβάνει τη σεισμικότητα της περιοχής 2 που φαίνεται στο σχήμα (Σχ. 4.2). Η περιοχή αυτή περιέχει **τρεις** διαφορετικές **συγκεντρώσεις** epicέντρων (Σχ. 4.5). Οι κατανομές αυτές αναλύονται παρακάτω ξεχωριστά για την εύρεση των πιθανών ρηγμάτων.

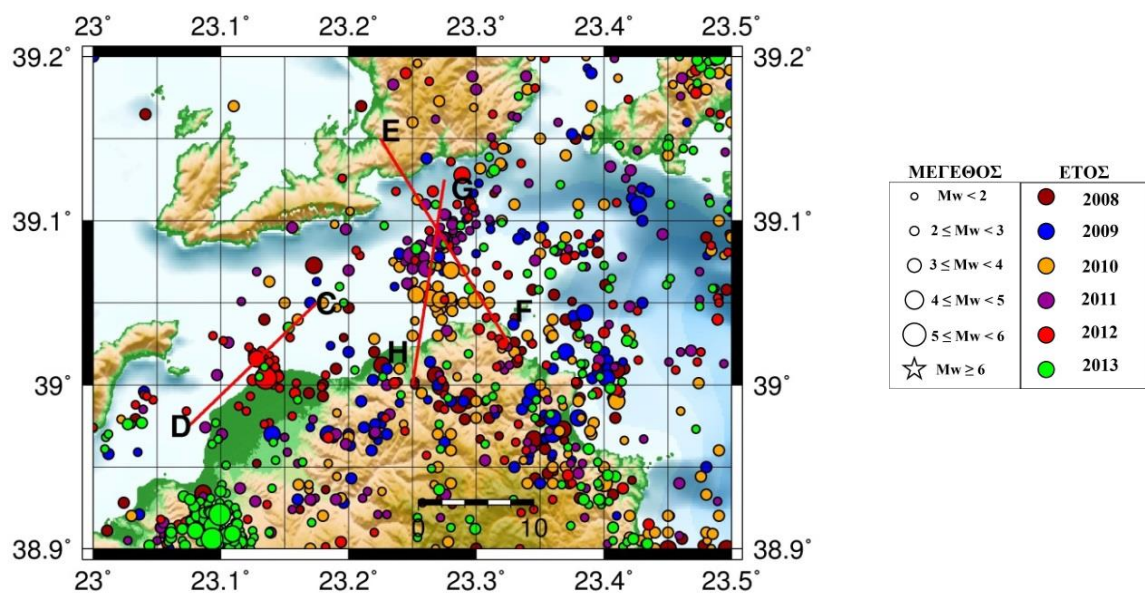


Σχ. 4.5. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 2 (Σχ. 4.2). Με μαύρες ελλείψεις ορίζονται οι τρεις συγκεντρώσεις epicέντρων για τα αντίστοιχα ρήγματα Ασμινίου, Τρικεριού 1, Τρικεριού 2.

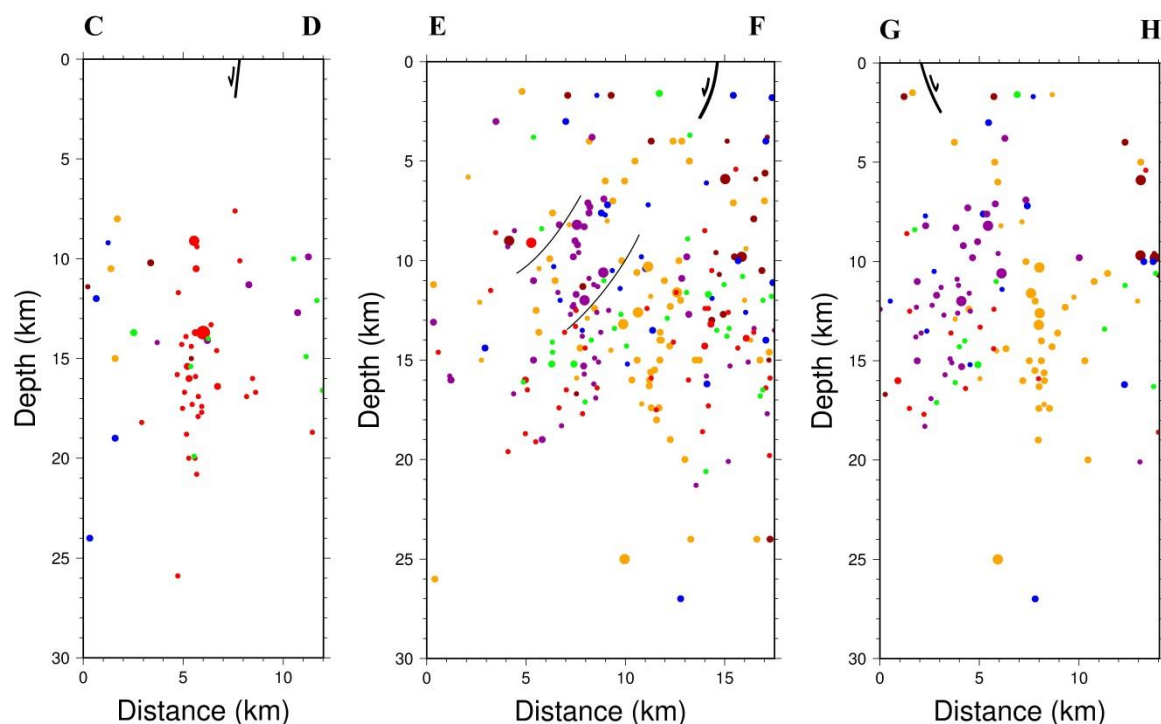
ΡΗΓΜΑ ΑΣΜΙΝΙΟΥ: Στο [Σχ. 4.5](#) παρατηρείται κατανομή επικέντρων (1) από σεισμούς που έγιναν κατά τη διάρκεια του έτους 2012 ([Παρ. Πίνακας 4](#)). Για περίπου πέντε μήνες (8/6 – 21/10/2012) παρατηρείται μία διαρκής δραστηριότητα με 37 σεισμούς, η οποία ωστόσο εξαιτίας της έλλειψης σεισμών από 10/7/2012 μέχρι 16/8 χωρίζεται σε δύο επιμέρους συγκεντρώσεις σεισμών (8/6/2012 – 9/7/2012) και (17/8/2012 – 21/10/2012). Οι δύο αυτές συγκεντρώσεις φιλοξενούν δύο μικροσεισμικές ακολουθίες (28/6/2012-30/6/2012) και (24/9/2012-28/9/2012), με δύο κύριους σεισμούς **μεγέθους σεισμικής ροπής (M_w) 4.3 και 3.9** αντίστοιχα. Οι σεισμοί και των δύο συσσωρεύσεων είναι αποτέλεσμα της ολίσθησης διαφορετικών τμημάτων του ίδιου ρήγματος ([Σχ. 4.6](#)). Η κατανομή των επικέντρων ακολουθεί διεύθυνση **ΒΔ-ΝΑ**, διαγράφοντας ουσιαστικά την παράταξη του ρήγματος. Εξετάζοντας σε εγκάρσια τομή **CD** ([Σχ. 4.7](#)) την κατανομή (1) σε σχέση με το βάθος ([Σχ. 4.8](#)), γίνεται φανερό η ύπαρξη ρήγματος με **διεύθυνση** τέτοια που να ακολουθεί την κατανομή των επικέντρων, δηλαδή **ΒΔ-ΝΑ** και **μέση κλίση 80°** προς τα **ΒΑ**. Από την τομή αυτή φαίνεται ακόμη ότι η διάρρηξη γίνεται κυρίως σε βάθος **13.5-18**, με λιγοστούς σεισμούς να εμφανίζονται σε μικρότερα ή μεγαλύτερα βάθη συμπεριλαμβανομένου του κύριου σεισμού της δεύτερης σεισμικής ακολουθίας ([Παρ. Πίνακας 4](#)). Το μήκος (**L**) της ρήξης καθορίστηκε από το μήκος που καταλαμβάνει η κατανομή των επικέντρων ([Σχ. 4.5](#)), το οποίο ανέρχεται στα **4.5 χλμ**, με την επιφανειακή εμφάνιση τμήματος του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών να προσδιορίζεται από την κατακόρυφη τομή **CD** και από την κατανομή των επικέντρων ([Σχ. 4.7&4.8](#)) με άκρα 39.01° N , 23.103° E , 38.985° N , 23.13° E και παράταξη 141° ([Σχ. 4.9](#), [Πίνακας 4.1](#)).



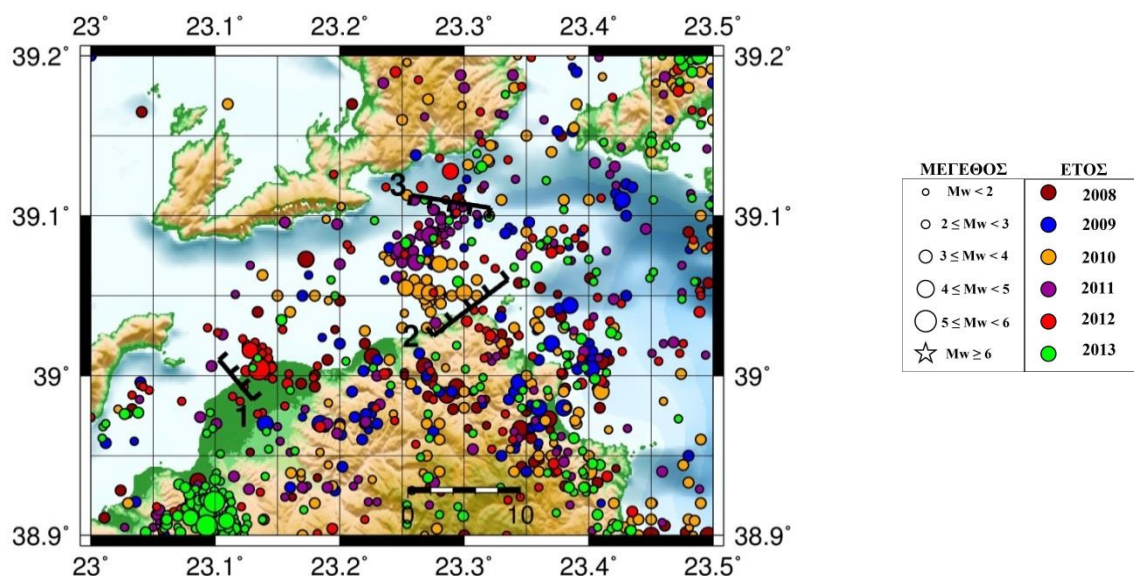
[Σχ. 4.6](#) Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 2 ([Σχ. 4.2](#)), που αφορά το ρήγμα του Ασμινίου ([Σχ. 4.5](#)). Λαμβάνοντας υπόψη τις ημερομηνίες που έγιναν οι σεισμοί ([Παρ. Πίνακας 4](#)), φαίνεται ότι το ρήγμα αυτό ενεργοποιήθηκε σε δύο ξεχωριστές χρονικές και χωρικές φάσεις από τα **ΝΑ** προς τα **ΒΔ**.



Σχ. 4.7. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 2 (Σχ. 4.2&4.5). Με κόκκινες γραμμές σημειώνονται οι διευθύνσεις των εγκάρσιων τομών CD, EF, GH στις κατανομές που παρουσιάζουν τα επίκεντρα, για τα ρήγματα Ασμινίου, Τρικεριού 1, Τρικεριού 2, αντίστοιχα.



Σχ. 4.8. Κατακόρυφες τομές CD, EF, GH για την περιοχή μελέτης 2 (Σχ. 4.7) που αφορούν τις συγκεντρώσεις epicέντρων 1, 2, 3 για τα ρήγματα του Ασμινίου, Τρικεριού 1 και Τρικεριού 2, αντίστοιχα (Σχ. 4.5). Στις τομές αυτές με μαύρη γραμμή φαίνεται τμήμα του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών.



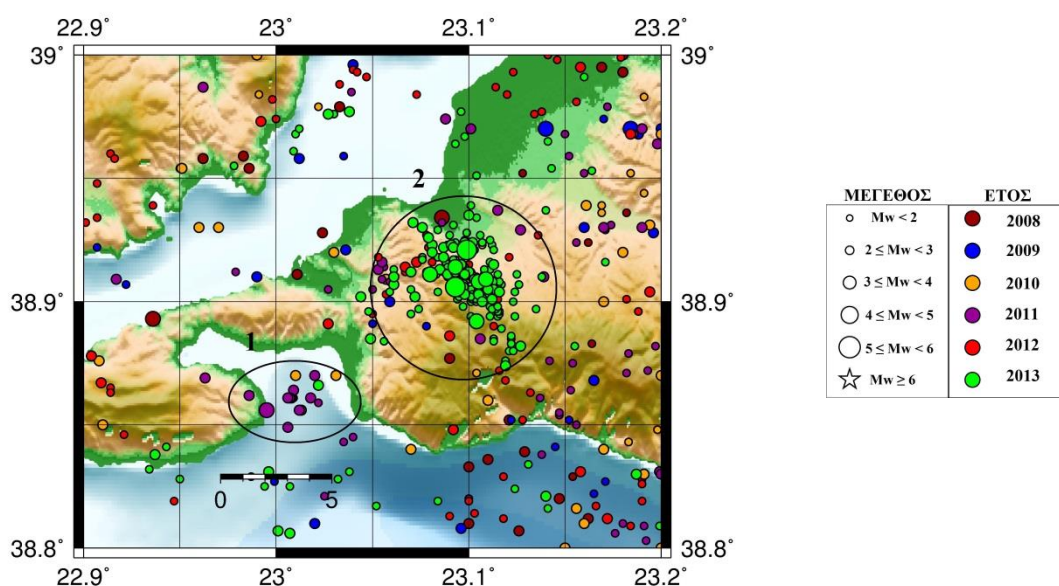
Σχ. 4.9. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 2 (Σχ. 4.2&4.5). Με μαύρη γραμμή σημειώνονται οι υποθετικές επιφανειακές διαρρήξεις από τα ρήγματα Ασμινίου, Τρικεριού 1, Τρικεριού 2 και ο προσανατολισμός της κλίσης τους, σύμφωνα με τις κατακόρυφες τομές CD, EF, GH (Σχ. 4.7&4.8) αντίστοιχα (Στο κείμενο περισσότερες λεπτομέρειες).

ΡΗΓΜΑ ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ (1): Η συγκέντρωση των επικέντρων (2) (Σχ. 4.5), παρουσιάζει μία εμφανή κατανομή με **BA–NA** διεύθυνση. Παρατηρώντας τον απόλυτο χρόνο γένεσης αυτών των σεισμών (Παρ. Πίνακας 5) φαίνεται ότι προηγείται **μικροσεισμικότητα** για το διάστημα **10/1/2011 – 24/10/2011** με **13** σεισμούς που φτάνουν μέχρι και μέγεθος $M_w=2.9$ και ακολουθεί συνεχής μικροσεισμική δραστηριότητα με **22** σεισμούς από **3/11/2011** μέχρι **15/11/2011**, με το **μεγαλύτερο σεισμό** μεγέθους $M_w=3.7$ να γίνεται πρώτος. Εξετάζοντας την κατανομή με μία εγκάρσια τομή **EF** (Σχ. 4.7) σε σχέση με το βάθος (Σχ. 4.8), γίνεται φανερή η ύπαρξη ρήγματος. Το ρήγμα έχει **διεύθυνση** αυτήν που ορίζουν τα επίκεντρα, δηλαδή όπως αναφέρθηκε παραπάνω **BA–NA** και **μέση κλίση** αυτή που υποδεικνύεται στην τομή EF δηλαδή περίπου **50°** προς τα **BA**. Η διάρρηξη, βρίσκεται σύμφωνα με την τομή, σε **βάθος** από **7** μέχρι περίπου **13.5** χιλιόμετρα, με το **μήκος (L)** της σύμφωνα με το μήκος της κατανομής των επικέντρων (Σχ. 4.5) να ανέρχεται περίπου στα **8.5 χλμ** (Σχ. 4.9). Η επιφανειακή εμφάνιση του τμήματος του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών προσδιορίζεται από την τομή **EF** των εστιών σε συνάρτηση με το βάθος με άκρα **39.025° N, 23.275° E, 39.06° N, 23.335° E** και παράταξη **44°** (Σχ. 4.8, Πίνακας 4.1).

ΡΗΓΜΑ ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ (2): Από την συσώρευση των επικέντρων (3) (Σχ. 4.4), υποθέτουμε την ύπαρξη ρήγματος, αφού αυτά παρουσιάζουν συγκεκριμένη κατανομή στο χώρο με **διεύθυνση** σχεδόν **A–Δ**. Βλέποντας τη χρονική κατανομή των σεισμών αυτών (Παρ. Πίνακας 6), είναι σαφές ότι πρόκειται για δύο μικροσεισμικές ακολουθίες με την πρώτη μόλις σε μία μέρα (**11/2/2010**) να συγκεντρώνει **16** σεισμούς, με ισχυρότερο σεισμό αυτό με $M_w=3.9$ και **μετασεισμούς** που έφτασαν σε μέγεθος μέχρι και **3.7** και τη δεύτερη στις **16/2/2010**, μέσα σε λιγότερο από **9** λεπτά να συγκεντρώνει **5** σεισμούς με κύριο σεισμό μεγέθους $M_w=3.4$ δύο προσεισμούς και ένα μετασεισμό με μεγέθη μεγαλύτερα του **2.7**.

Εφτά ακόμη σεισμοί που σχετίζονται με τη διάρρηξη και τις δύο ακολουθίες που αναφέρθηκαν παραπάνω, έγιναν μέχρι τις 30/3/2010. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι επάνω σε αυτή τη διάρρηξη υπάρχει για τουλάχιστον 2 χρόνια (2008-2009) **σεισμική ησυχία** χωρίς κανένα σεισμό, όπως φαίνεται στα [Σχ. 4.5&4.8](#) και στον κατάλογο των σεισμών. Πραγματοποιώντας μία κατακόρυφη τομή **GH** σε σχέση με το βάθος ([Σχ. 4.7& 4.8](#)) επιβεβαιώνεται η ύπαρξη ενεργού δομής, η οποία έχει **διεύθυνση Α-Δ** την ίδια με την επιφανειακή κατανομή που ακολουθούν τα επίκεντρα και **μέση κλίση** περίπου **65°** προς τα **νότια**. Η δραστηριότητα βρίσκεται σε **βάθος** μεταξύ **11.5** και **17 χλμ** έχοντας **μήκος (L)** που ανέρχεται στα **8 χλμ**, όσο και το μήκος της κατανομής επικέντρων ([Σχ. 4.9](#)). Η θέση της επιφανειακής εμφάνισης του τμήματος του ρήγματος που φιλοξένησε τις εστίες των σεισμών αυτής της συγκέντρωσης, προσδιορίστηκε από την τομή της κατανομής των εστιών των σεισμών με το βάθος με άκρα τα σημεία 39.113° N, 23.257° E, 39.105° N, 23.32° E και παράταξη 100° ([Σχ. 4.8, Πίνακας 4.1](#)).

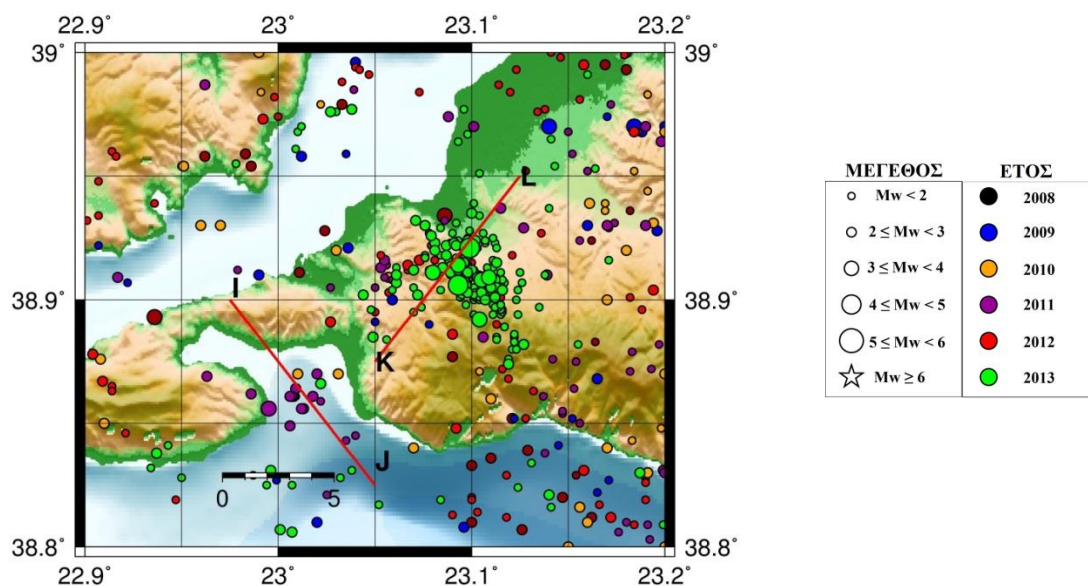
- **ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ 3:** Περιλαμβάνονται τα επίκεντρα εκείνα των σεισμών για το διάστημα 2008-2013, που βρίσκονται στην περιοχή ([Σχ. 4.2&4.10](#)). Φαίνεται ότι υπάρχουν δύο (1),(2) συγκεντρώσεις επικέντρων, οι οποίες φιλοξενούνται πιθανόν, σε ρήγμα. Παρακάτω αναλύονται ξεχωριστά, για τον προσδιορισμό των ρηγμάτων αυτών.



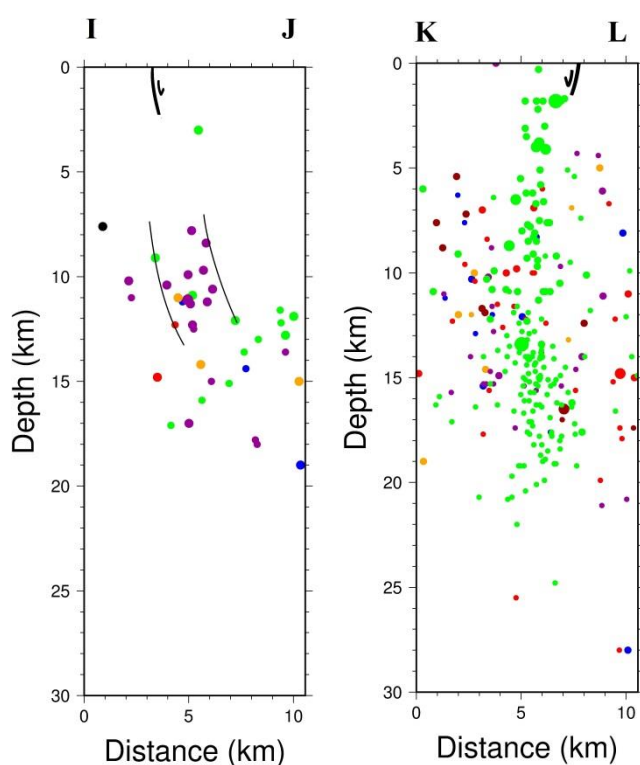
Σχ. 4.10. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 3 (Σχ. 4.2). Με μαύρες ελλείψεις ορίζονται οι δύο συγκεντρώσεις επικέντρων για τα αντίστοιχα ρήγματα Αιδηψού και Ιστιαίας.

ΡΗΓΜΑ ΑΙΔΗΨΟΥ: Στο [Σχ. 4.10](#) παρατηρείται η κατανομή (1), η οποία δημιουργείται από σεισμούς που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του έτους του **2011**. Παρατηρώντας τη χρονική κατανομή αυτών ([Παρ. Πίνακας 7](#)) είναι σαφές ότι πρόκειται για μία **μικροσεισμική δραστηριότητα** με **14** μικροσεισμούς από τις **22/1/2011** μέχρι τις **22/4/2011**, εννιά (9) εκ των οποίων συνέβησαν συσσωρευμένοι χρονικά, μέσα σε διάστημα περίπου τριών ημερών (**8/4/2011-10/4/2011**), ως μία μικροσεισμική ακολουθία, με μεγαλύτερο

σεισμό **μεγέθους 3.2**. Η κατανομή αυτή φαίνεται να έχει διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, Α-Δ. Μετά από πολλαπλές πειραματικές κατακόρυφες τομές καταλληλότερη κρίθηκε η τομή **IJ** (Σχ. 4.11).

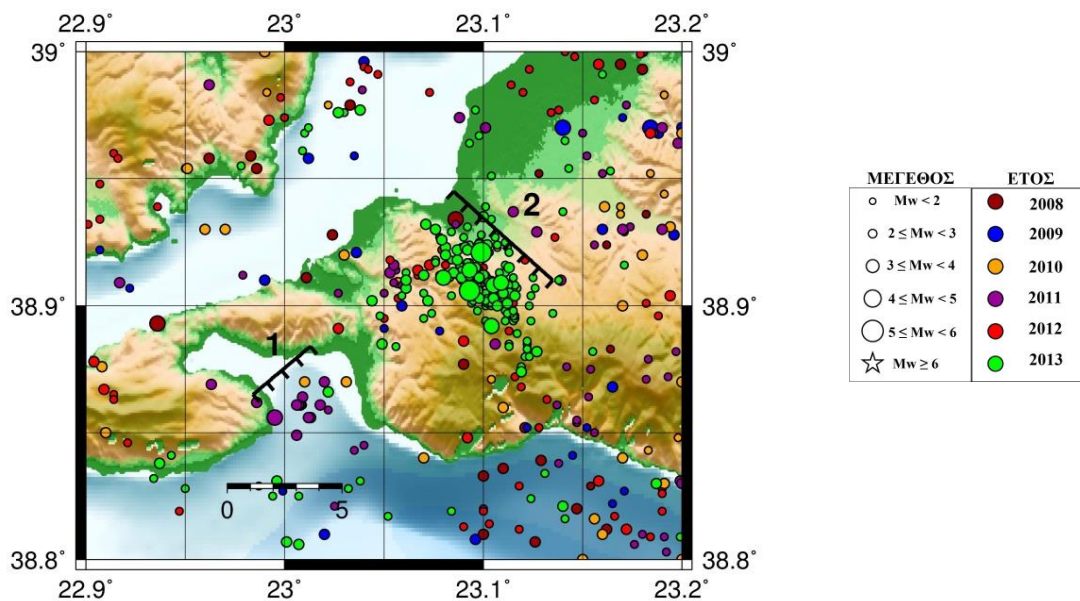


Σχ. 4.11. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 3 (Σχ. 4.2&4.10). Με κόκκινες γραμμές σημειώνονται οι διευθύνσεις των εγκάρσιων τομών IJ & KL στις κατανομές που παρουσιάζουν τα επίκεντρα, για τα ρήγματα Αιδηψού και Ιστιαίας, αντίστοιχα.



Σχ. 4.12. Κατακόρυφες τομές IJ, KL για την περιοχή μελέτης 2 (Σχ. 4.10) που αφορούν τις συγκεντρώσεις epicέντρων 1, 2 για τα ρήγματα της Αιδηψού και της Ιστιαίας, αντίστοιχα (Σχ. 4.10). Στις τομές αυτές με μαύρη γραμμή φαίνεται τμήμα του ρήγματος που φιλοξενεί τις εστίες των σεισμών.

Στην τομή αυτή φαίνεται η χωρική κατανομή των εστιών των σεισμών σε σχέση με το βάθος (Σχ. 4.12) να προσδιορίζει μία ενεργό δομή με διεύθυνση Α-Δ σε βάθος μεταξύ 8 και 12.5 χιλιομέτρων έχοντας μέση κλίση περίπου 80° προς τα ΝΑ. Το μήκος (L) της διάρρηξης φαίνεται από την κατανομή των epicέντρων να είναι λίγο μικρότερο από 3.5 χλμ (Σχ. 4.13). Η επιφανειακή εμφάνιση του ρήγματος, βάσει των στοιχείων της κατακόρυφης τομής ΙJ καθώς και την κατανομή των epicέντρων προσδιορίστηκε με άκρα τα σημεία 38.865° N, 22.984° E, 38.884° N, 23.013° E και παράταξη 40° (Σχ. 4.12, Πίνακας 4.1).



Σχ. 4.13. Επικεντρική κατανομή σεισμών στην περιοχή 3 (Σχ. 4.2&4.10). Με μαύρη γραμμή σημειώνονται οι υποθετικές επιφανειακές διαρρήξεις από τα ρήγματα Αιδηψού & Ιστιαίας και ο προσανατολισμός της κλίσης τους, σύμφωνα με τις κατακόρυφες τομές ΙJ & KL, αντίστοιχα (Σχ. 4.11&4.12) (Στο κείμενο περισσότερες λεπτομέρειες).

ΡΗΓΜΑ ΙΣΤΙΑΙΑΣ: Παρατηρώντας την κατανομή epicέντρων (2) (Σχ. 4.10) είναι σαφές η ύπαρξη έντονης συσσωρευμένης σεισμικότητας που συνέβη κατά το 2013. 169 σεισμοί και μικροσεισμοί έγιναν μεταξύ 13/5/2013 και 30/12/2013 (Παρ. Πίνακας 8). Η δραστηριότητα ήταν συνεχής από τις 2/11/2013 μέχρι τις 30/12/2013 δημιουργώντας αρχικά δύο ισχυρούς σεισμούς ($M_w=3.3, 4.0$) μέσα σε δύο μόλις μέρες (3&4/11/2013) και έπειτα πέντε ακόμα ισχυρούς σεισμούς ($M_w=4.8, 3.1, 3.1, 3.1, 3.4$) σε διάστημα επίσης δύο ημερών (12 & 13/11/2013). Τα epicέντρα κατανέμονται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Εξετάζοντας σε κατακόρυφη τομή KL (Σχ. 4.11) την κατανομή των εστιών των σεισμών σε σχέση με το βάθος (Σχ. 4.12) είναι σαφές η παρουσία ρήγματος με μέση κλίση 70° προς τα ΝΑ και διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, αυτή που ορίζεται από την κατανομή των epicέντρων που αναφέρθηκε παραπάνω. Η διάρρηξη φαίνεται να έγινε σε βάθος μεταξύ 2 και 18.5 χιλιομέτρων με μήκος (L) το μήκος της επιφανειακής κατανομής των epicέντρων, το οποίο είναι λίγο μικρότερο από 6.5 χλμ (Σχ. 4.13). Η επιφανειακή εμφάνιση του ρήγματος βάσει των στοιχείων της κατακόρυφης τομής KL καθώς και της κατανομής των epicέντρων προσδιορίστηκε με άκρα

τα σημεία 38.945° N, 23.085° E, 38.910° N, 23.135° E και παράταξη 131° (Σχ. 4.12, Πίνακας 4.1).

Κεφάλαιο 5ο ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εξετάζοντας τη σύγχρονη-ενόργανη σεισμικότητα για το διάστημα **2008-2013** (Σχ. 4.1) στην κύρια περιοχή μελέτης, η οποία ορίστηκε στο 1^ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας (Σχ.1.1), φαίνεται ότι μεγάλο μέρος αυτής οφείλεται στη δραστηριοποίηση μικρών ρηγμάτων, ή τμημάτων μεγαλύτερων ρηγμάτων που δεν ενεργοποιήθηκαν πλήρως (Σχ. 4.4, 4.9, 4.13).

Οι μεμονωμένες διαρρήξεις βρέθηκαν να είναι έξι (6), των οποίων τα χαρακτηριστικά όπως προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη, δίνονται στον Πίνακα 5.1 (Σχ. 5.1).

Πίνακας 5.1. Στον πίνακα αυτόν καταγράφονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία των 6 ρηγμάτων που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη και φαίνονται στο Σχ. 5.1.

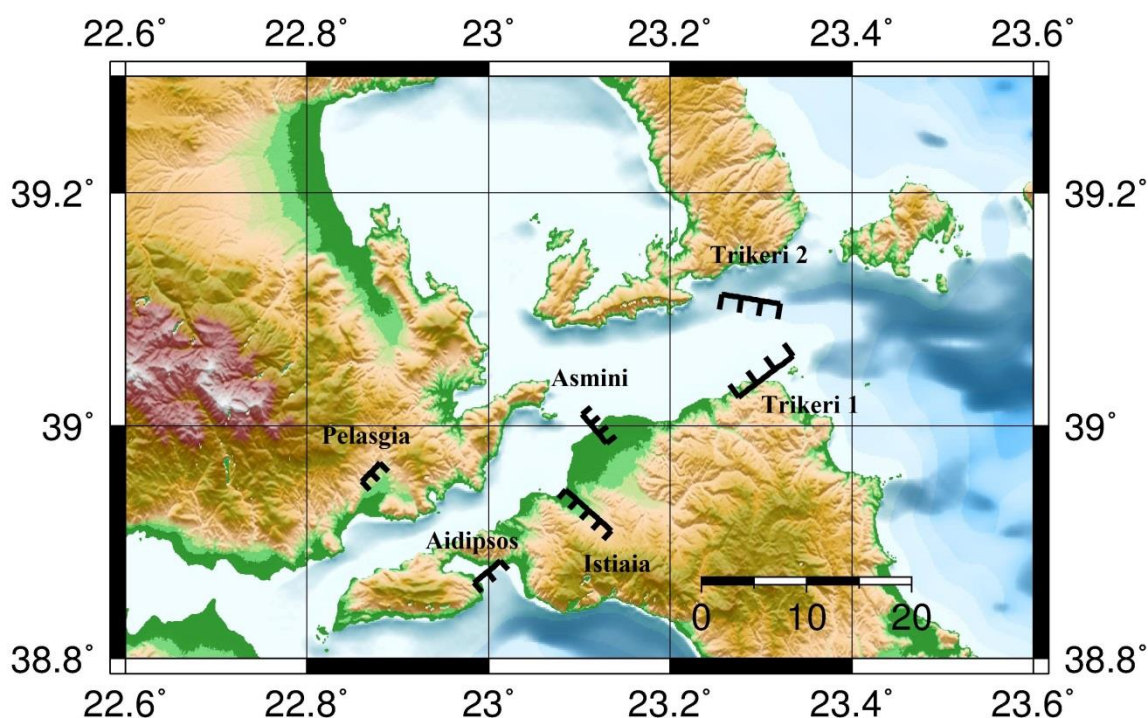
Α/Α	Όνομα Ρήγματος/ τοποθεσία	Γεωγραφικές Συντεταγμένες των άκρων της διάρρηξης				Παράταξη ζ(°)	Κλίση θ(°)	Μήκος διάρρηξης L(km)
		φ1°N	λ1°E	φ2°N	λ2°E			
1	ΠΕΛΑΣΓΙΑ	38.952	22.86	38.968	22.88	47°	78° ΝΑ	2.5
2	ΑΣΜΙΝΙ	39.01	23.103	38.985	23.13	141°	80° ΒΑ	6
3	ΤΡΙΚΕΡΙ (1)	39.025	23.275	39.06	23.335	44°	50° ΒΔ	8
4	ΤΡΙΚΕΡΙ (2)	39.113	23.257	39.105	23.321	100°	65° ΝΝΔ	7
5	ΑΙΔΗΨΟΣ	38.865	22.984	38.884	23.013	40°	80° ΝΑ	3
6	ΙΣΤΙΑΙΑ	38.945	23.085	38.910	23.135	131°	70° ΝΔ	4.5

Με εξαίρεση τις δομές του Ασμινίου και της Ιστιαίας, οι οποίες ακολουθούν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ κάθετη στην ανάπτυξη της λεκάνης του διαύλου των Ωρεών, οι υπόλοιπες διαρρήξεις φαίνεται ότι ακολουθούν παράλληλη ή υποπαράλληλη διεύθυνση με την εκάστοτε διεύθυνση που έχει ο διάυλος κοντά σε αυτές δηλαδή ΒΑ-ΝΔ, Α-Δ (Σχ. 5.1).

Χαρακτηριστικά ρήγματα μέσα στον διάυλο, είναι τα Τρίκερι 1&2 τα οποία όπως φαίνεται είναι δύο συζυγή ρήγματα που βυθίζονται με αντίθετες κλίσεις. Το Τρίκερι 1 βυθίζεται προς τα Βορειοδυτικά και το Τρίκερι 2 προς τα Νότια, με παρόμοια μέση γωνία κλίσης 50° και 65°, αντίστοιχα. Όπως φαίνεται ακολουθούν πλήρως την ανάπτυξη του διαύλου καθώς και τις προεκτάσεις των επιφανειακών ρηγμάτων που χαρτογραφήθηκαν από τον **Γαλανάκη (1997)** στις βόρειες ακτές τις Εύβοιας και στο νότιο άκρο της χερσονήσου του Πηλίου. Οι διευθύνσεις των δύο αυτών ρηγμάτων, οι οποίες τα οδηγούν προοδευτικά να τέμνονται στις προεκτάσεις τους προς τα δυτικά, καθιστούν σαφές ότι το τεκτονικό μοντέλο στο δυτικό τμήμα του διαύλου των Ωρεών είναι αρκετά σύνθετο.

Ακόμη, οι δομές της Πελασγίας και της Αιδηψού (Σχ. 5.1), αν και όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχουν σχεδόν παράλληλη διεύθυνση με την ανάπτυξη του διαύλου, ωστόσο όπως διαπιστώνεται από την απόστασή του από το διάυλο το ρήγμα της Πελάσγας, και από την κλίση της η ρήξη της Αιδηψού, δεν αποτελούν τμήμα κάποιου ρήγματος το οποίο ελέγχει άμεσα τη δημιουργία της λεκάνης του διαύλου, αλλά είναι ίσως συνοδά ρήγματα που επηρεάζονται από το ίδιο γεωτεκτονικό καθεστώς με αυτά που δημιούργησαν την λεκάνη του διαύλου. Η δομή στην Αιδηψό που προέκυψε από την παρούσα μελέτη έρχεται σε αρκετά καλή συμφωνία με την επιφανειακή εμφάνιση του ρήγματος που βρέθηκε από τον **Γαλανάκη (1997)**, και όσον αφορά την κλίση του. Επίσης και η ρήξη στην Πελασγίας

φαίνεται ότι ακλουθεί την επιφανειακή εμφάνιση ρήγματος που χαρτογραφήθηκε από τον *Γαλανάκη (1997)*, στο οποίο ωστόσο δεν είχε προσδιορισθεί η κλίση του.



Σχ. 5.1. Περιοχή μελέτης. Με μαύρες γραμμές αποτυπώνονται τα 6 ρήγματα που προέκυψαν από τη σεισμολογική μελέτη στο παρόν κεφάλαιο (Σχ. 4.4&4.9&4.13), καθώς και οι κλίσεις τους. Τα στοιχεία τους παρατίθενται στον Πίνακα 5.1.

Τέλος τα ρήγματα της Ιστιαίας και του Ασμινίου (Σχ. 5.1) φαίνεται από τη διεύθυνσή τους (ΒΔ), η οποία όπως αναφέρθηκε είναι κάθετη στη διεύθυνση ανάπτυξης της λεκάνης του διαύλου, ότι λειτουργούν κάτω από ένα διαφορετικό καθεστώς διάρρηξης απ' ό,τι τα υπόλοιπα ρήγματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Το ρήγμα στην Ιστιαία που βρέθηκε σε αυτήν την μελέτη με κλίση προς τα ΝΔ, δεν φαίνεται να υπάρχει στην μελέτη του *Γαλανάκη (1997)*. Ωστόσο στο (Σχ. 1.9) φαίνεται ότι έχει προσδιοριστεί το συζυγές αυτού ρήγμα με κλίση αντίθετη, προς τα ΒΑ. Ακόμη το ρήγμα του Ασμινίου που προσδιορίστηκε στην παρούσα μελέτη φαίνεται και στο βυθομετρικό-τεκτονικό χάρτη στο Σχ.1.10, με παράταξη σε καλή συμφωνία. Η κλίση του δεν είχε προσδιορισθεί, ενώ όπως προέκυψε στην εργασία αυτή κλίνει προς τα ΒΑ.

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι η περιοχή αποτελεί μία ενεργή σεισμικά περιοχή, στην οποία μάλιστα το γεωτεκτονικό καθεστώς που την επηρεάζει είναι σχετικά πολύπλοκο, αφού παρατηρούνται δομές με διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ, Α-Δ, αλλά και ΒΔ-ΝΑ. Η δραστηριότητα της περιοχής αυτής ενισχύεται και από την ύπαρξη αρκετών ιστορικών σεισμών, οι οποίοι όπως προέκυψε από την παρούσα εργασία, φαίνεται ότι αντιστοιχούν σε ρήγματα που σχετίζονται με την τεκτονική λειτουργία του διαύλου των Ωρεών (Σχ. 3.4, Πίνακας 3.2&3.3).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΠΙΝΑΚΕΣ)

Παρ. Πίνακας 1. Δεδομένα σεισμών, κατηγοριοποιημένα για κάθε περιοχή ξεχωριστά. Οι σκιασμένες τιμές των strike, dip και rake υποδεικνύουν γνωστά επίπεδα ρηγμάτων. Οι τιμές των strike, dip και rake που είναι σημειωμένες με έντονα γράμματα δείχνουν ότι αυτά τα επίπεδα ήταν «τα τεκμαιρόμενα» επίπεδα ρηγμάτων (περισσότερες πληροφορίες στο κείμενο από Kiratzi 2002). Τα βάθη των εστιών των σεισμών προκύπτουν από τις αντίστοιχες μελέτες που αναφέρονται στον πίνακα και εκείνα τα οποία έχουν αστερίσκο προέρχονται από την μελέτη των Engdahl et al (1998). Τα μεγέθη M είναι μεγέθη σεισμικής ροπής σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από εκείνα που προέρχονται από δεδομένα των Hatzfeld et al. (1999), τα οποία είναι μεγέθη coda (παλινδρόμηση σε σχέση με το τοπικό μέγεθος M_L). Ο αστερίσκος δίπλα στο μέγεθος υποδεικνύει ότι η βαρύτητα για το συγκεκριμένο γεγονός κατά τη διάρκεια της παλινδρόμησης ορίστηκε ίση με 2. (Από Kiratzi 2002).

Date yr/mo/dd	Origin time h/m	Coordinates		Depth (km)	M	Nodal plane 1			Nodal plane 2			P axis		T axis		Mo *10e17Nm	Ref
		Lat. N^o	Long. E^o			Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake	Az	Pl	Az	Pl		
1. Sporades isls																	
19650309	05:57	39.3	23.8	7	6.1*	135	85	15	44	75	175	269	7	0	14	14.7	Taymaz et al. 1991
19920710	16:28	39.19	23.34	11	1.9	200	60	-152	95	66	-33	56	40	149	4		Hatzfeld et al. 1999
19920710	17:36	39.2	23.32	11	1.4	205	80	-154	110	64	-11	70	26	335	11		Hatzfeld et al. 1999
19920713	03:44	39.29	23.09	11	1.6	35	60	-160	295	73	-31	252	34	347	8		Hatzfeld et al. 1999
19920716	02:52	39.11	23.34	12	1.3	60	45	-130	290	57	-57	255	62	357	7		Hatzfeld et al. 1999
19920722	21:42	39.21	23.47	11	2	245	75	161	340	72	16	293	2	202	24		Hatzfeld et al. 1999
19920722	22:27	39.22	23.49	11	1.7	245	75	161	340	72	16	293	2	202	24		Hatzfeld et al. 1999
19920723	12:41	39.23	23.54	11	2.3	155	60	-10	250	81	-150	117	28	19	14		Hatzfeld et al. 1999
19920724	01:06	39.16	23.24	11	2	130	50	-36	245	63	-134	104	51	5	8		Hatzfeld et al. 1999
19920726	01:50	39.24	23.69	10	2.3	60	70	-153	320	65	-22	281	33	189	3		Hatzfeld et al. 1999
19920727	19:07	39.21	23.21	11	2.4	70	45	-166	330	80	-46	279	38	28	22		Hatzfeld et al. 1999
19920823	02:02	39.3	23.16	8	1.6	140	65	0	230	90	-155	98	17	2	17		Hatzfeld et al. 1999
19920824	01:22	39.19	23.25	11	1.3	255	30	-77	60	61	-97	312	73	155	16		Hatzfeld et al. 1999
19920824	11:35	39.22	23.56	11	1.7	275	70	-14	10	77	-159	234	24	142	5		Hatzfeld et al. 1999
19920824	23:52	39.14	23.3	11	2.2	340	75	19	245	72	164	112	2	203	24		Hatzfeld et al. 1999
19920825	02:31	39.28	23.13	7	1.6	130	60	-74	280	34	-116	76	70	208	13		Hatzfeld et al. 1999
2. Lamia (Sperchios basin)																	
19830919	01:18	38.74	22.43	8	5.1*	242	52	-100	78	39	-77	109	80	339	7	14.7	Burton et al. 1995
19920714	12:35	38.91	22.49	12	1.9	90	60	-90	270	30	-90	0	75	180	15		Hatzfeld et al. 1999
19920714	21:08	39.04	22.46	19	1.3	75	40	-98	265	50	-84	215	83	350	5		Hatzfeld et al. 1999
19920729	11:00	38.98	22.44	14	2.9	90	50	-103	290	42	-75	301	79	189	4		Hatzfeld et al. 1999
19920804	05:47	38.69	22.68	12	2.1	105	60	-88	280	30	-94	22	75	193	15		Hatzfeld et al. 1999
19920807	10:39	38.91	22.5	11	1.9	265	40	-121	123	57	-67	83	68	197	9		Hatzfeld et al. 1999
19920808	04:00	38.92	22.42	10	2.1	155	-70	-64	280	32	-140	99	57	226	21		Hatzfeld et al. 1999
19920808	09:30	38.91	22.4	12	1.8	175	70	-38	280	55	-155	132	40	231	9		Hatzfeld et al. 1999
19920808	22:26	38.98	22.47	15	1.2	95	52	-79	257	39	-104	51	79	177	7		Hatzfeld et al. 1999
19920813	16:26	38.71	22.67	14	2.2	95	55	-90	275	35	-90	5	80	185	10		Hatzfeld et al. 1999
19920815	01:47	38.75	22.76	13	2.5	100	35	-86	275	55	-93	174	80	7	10		Hatzfeld et al. 1999
19920815	03:20	38.74	22.75	13	1.6	85	55	-90	265	35	-90	355	80	175	10		Hatzfeld et al. 1999
3. Evia Island																	
19920709	09:49	38.96	23.13	10	2.5	250	60	-144	140	59	-36	105	46	15	1		Hatzfeld et al. 1999

Date yr/mo/dd	Origin time h/m	Coordinates		Depth (km)	M	Nodal plane 1			Nodal plane 2			P axis		T axis		Mo *10e17Nm	Ref
		Lat. N°o	Long. E°o			Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake	Az	Pl	Az	Pl		
19920710	01:30	38.74	23.35	13	2.7	120	60	-49	240	49	-139	83	55	182	6		Hatzfeld et al. 1999
19920715	08:29	39.01	23.25	10	1.8	275	35	-90	95	55	-90	5	80	185	10		Hatzfeld et al. 1999
19920716	11:58	38.76	23.34	13	2.2	70	75	161	165	72	16	118	2	27	24		Hatzfeld et al. 1999
19920718	19:45	38.86	23.35	12	1.6	120	65	-32	225	61	-151	81	40	173	3		Hatzfeld et al. 1999
19920721	11:08	38.99	23.34	9	1.2	120	60	-28	225	66	-147	84	40	351	4		Hatzfeld et al. 1999
19920721	15:13	38.7	23.34	13	2.3	120	60	-55	245	45	-135	82	58	186	8		Hatzfeld et al. 1999
19920722	10:19	38.76	23.36	10	1.7	55	60	-152	310	66	-33	271	40	4	4		Hatzfeld et al. 1999
19920723	03:35	38.78	23.44	12	1.8	110	80	-26	205	64	-169	65	26	160	11		Hatzfeld et al. 1999
19920728	10:33	38.87	23.49	14	2.3	230	80	-154	135	64	-11	95	26	0	11		Hatzfeld et al. 1999
19920729	07:51	38.7	22.9	12	2.3	240	70	-153	140	65	-22	101	33	9	3		Hatzfeld et al. 1999
19920730	20:05	38.9	22.92	14	1.6	160	70	-14	255	77	-159	119	24	27	5		Hatzfeld et al. 1999
19920731	16:54	38.79	23.22	11	1.6	120	75	-19	215	72	-164	77	24	168	2		Hatzfeld et al. 1999
19920806	14:45	38.92	23.43	14	2.3	284	85	22	192	68	175	56	12	150	19		Hatzfeld et al. 1999
19920807	19:44	38.67	23.37	11	1.7	120	60	-20	220	73	-149	83	34	348	8		Hatzfeld et al. 1999
19920809	05:09	38.9	23.69	12	2.1	145	50	-23	250	73	-138	116	41	13	14		Hatzfeld et al. 1999
19920809	14:32	39.01	23.34	7	1.6	120	50	-29	230	68	-136	93	46	351	11		Hatzfeld et al. 1999
19920818	03:39	38.64	23.53	13	1.8	290	65	22	190	70	153	241	3	149	33		Hatzfeld et al. 1999
19920820	10:36	38.88	23.39	12	1.8	210	65	-132	95	48	-35	71	51	329	10		Hatzfeld et al. 1999
19920823	09:36	38.81	23.2	14	2.8	113	60	-23	215	70	-148	77	37	342	6		Hatzfeld et al. 1999
19920824	01:28	38.58	23.12	15	2.1	130	65	-32	235	61	-151	91	40	183	3		Hatzfeld et al. 1999
4. Magnesia basin (Thessaly)																	
19800709	02:10	39.23	22.98	1	5.7*	80	43	-78	244	48	-101	89	82	342	3		Papazachos et al. 1983
19800709	02:11	39.27	23.09	10	6.6*	58	41	-128	283	58	-62	243	65	354	9	86.7	Harvard CMT-solution
19800709	02:35	39.16	22.65	18	6.1*	84	40	-90	264	50	-90	174	85	354	5		Papazachos et al. 1983
19850430	18:14	39.26	22.88	11	5.6*	77	50	-105	280	42	-73	287	78	178	4	3.00	Taymaz et al. 1991
19920707	08:09	39.25	22.68	13	2.3	90	60	-90	270	30	-90	0	75	180	15		Hatzfeld et al. 1999
19920709	17:31	39.57	22.74	12	2.7	105	30	-86	280	60	-92	183	75	12	15		Hatzfeld et al. 1999
19920711	17:49	39.39	22.94	10	2.1	80	45	-97	270	45	-83	265	85	355	0		Hatzfeld et al. 1999
19920711	21:13	39.38	22.95	10	1.5	90	50	-119	310	48	-61	292	69	200	1		Hatzfeld et al. 1999
19920711	23:56	39.42	22.81	12	1.7	250	52	-116	109	45	-60	98	69	358	4		Hatzfeld et al. 1999
19920712	01:46	39.42	22.81	11	1.4	95	40	-88	272	50	-92	167	85	3	5		Hatzfeld et al. 1999
19920715	00:34	39.26	22.85	9	1.3	95	55	-93	280	35	-86	354	80	187	10		Hatzfeld et al. 1999
19920717	02:08	39.35	23.02	8	1.2	300	87	-59	35	31	-174	238	40	4	35		Hatzfeld et al. 1999
19920730	16:46	39.33	22.78	11	2	265	60	-103	110	33	-69	143	72	5	14		Hatzfeld et al. 1999
19920731	20:26	39.24	22.72	10	1.6	80	60	-90	260	30	-90	350	75	170	15		Hatzfeld et al. 1999
19920731	20:29	39.24	22.72	7	1.5	80	60	-90	260	30	-90	350	75	170	15		Hatzfeld et al. 1999
19920801	02:32	39.25	22.88	7	1.3	90	50	-114	305	46	-64	293	71	197	2		Hatzfeld et al. 1999
19920807	06:16	39.4	22.91	9	1.6	290	70	-67	60	30	-136	232	59	3	22		Hatzfeld et al. 1999
19920809	19:01	39.4	22.81	12	2.1	233	80	-127	130	38	-16	108	43	351	26		Hatzfeld et al. 1999
19920810	11:58	39.4	22.81	10	2.4	110	50	-61	250	48	-119	88	69	180	1		Hatzfeld et al. 1999
19920810	14:42	39.37	22.85	11	2	280	40	-94	105	50	-87	39	84	193	5		Hatzfeld et al. 1999
19920814	05:41	39.41	22.8	12	1.6	295	35	-78	100	56	-99	342	77	196	11		Hatzfeld et al.

Date yr/mo/dd	Origin time h/m	Coordinates		Depth (km)	M	Nodal plane 1			Nodal plane 2			P axis		T axis		Mo *10 ¹⁷ Nm	Ref
		Lat. N^o	Long. E^o			Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake	Az	Pl	Az	Pl		
19920817	16:54	39.28	22.95	8	1.1	210	25	-158	100	81	-67	35	49	171	32		1999
19920819	20:15	39.34	22.63	12	2.7	85	40	-94	270	50	-87	204	84	358	5		Hatzfeld et al. 1999
19920819	21:20	39.35	22.62	13	1.8	70	65	-139	320	54	-32	290	46	193	7		Hatzfeld et al. 1999
19920819	22:11	39.35	22.63	11	2	110	25	-62	260	68	-102	149	65	359	22		Hatzfeld et al. 1999
19920819	23:11	39.36	22.62	12	1.7	100	40	-47	230	62	-119	94	61	341	12		Hatzfeld et al. 1999
19920821	01:59	39.36	22.62	11	1.8	70	40	-118	285	56	-68	246	70	360	8		Hatzfeld et al. 1999
19920823	22:06	39.26	22.79	6	1.5	65	70	-142	320	55	-25	288	40	189	9		Hatzfeld et al. 1999

Παρ. Πίνακας 2. Αποτελέσματα της αντιστροφής του τανυστή τάσης της περιοχής για τις υποπεριοχές που μελετήθηκαν. F- μέση γωνιακή απόκλιση, σ_1 - μέγιστη κύρια τάση συμπίεσης, σ_2 - μέση κύρια τάση συμπίεσης, σ_3 - ελάχιστη κύρια τάση συμπίεσης, N- ο αριθμός των μηχανισμών γένεσης που χρησιμοποιήθηκαν στην αντιστροφή, σ_{Hmax} - προσανατολισμός του μέγιστου άξονα οριζόντιας συμπίεσης (από *Kiratzí 2002*).

ΠΕΡΙΟΧΗ	σ_1		σ_2		σ_3		N	σ_{Hmax}
	Αζ.	Βύθιση	Αζ.	Βύθιση	Αζ.	Βύθιση		
Νησιά Σποράδες	95	6	199	65	2	24	16	95
Λαμία (λεκάνη Σπερχειού)	33	58	283	12	186	29	12	283
Βόρεια Εύβοια	87	14	267	75	357	0	21	87
Λεκάνη Μαγνησίας (Θεσσαλία)	178	75	269	0	359	15	28	269

Παρ. Πίνακας 3. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της σεισμική ακολουθίας για τη συγκέντρωση των επίκεντρων που φαίνονται στο Σχ. 4.3 και αφορούν το ρήγμα της Πελασγίας. Με έντονη γραφή σημειώνεται ο κύριος σεισμός.

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M _w)
1	2012	10	26	115516.9	38.96	22.914	16.9	1.9
2	2012	10	26	190009.7	38.955	22.884	12.8	2.7
3	2012	10	26	192218.3	38.945	22.887	22.3	2.1
4	2012	10	26	192259.4	38.957	22.89	15.3	2.4
5	2012	10	26	231645.3	38.957	22.893	17	4.4
6	2012	10	26	232240.9	38.944	22.894	6.1	2.4
7	2012	10	26	232901.9	38.95	22.892	10.9	2.4
8	2012	10	26	234149.9	38.941	22.88	10.7	2.9
9	2012	10	26	234606.4	38.934	22.907	24.1	1.3
10	2012	10	27	000536	38.955	22.893	13.7	2.3
11	2012	10	27	011230.9	38.958	22.916	24.5	1.2
12	2012	10	27	014834	38.956	22.892	12.8	1.7
13	2012	10	27	015447.2	38.933	22.882	16.1	1.4
14	2012	10	27	021832.8	38.952	22.882	11.5	1.6
15	2012	10	27	090226	38.948	22.907	21.4	1.4
16	2012	10	27	102253	38.951	22.888	14.8	2.3
17	2012	10	27	175505.4	38.943	22.887	17.5	2.1
18	2012	11	4	133611.1	38.932	22.901	26	1.7
19	2012	11	5	002936	38.946	22.906	22.8	0.9

Παρ. Πίνακας 4. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της συγκέντρωσης των επίκεντρων 1 στην περιοχή μελέτης 2 (Σχ. 4.5) και αφορούν το ρήγμα του Ασμινίου. Με έντονη γραφή υποδεικνύονται τα δύο κύρια σεισμικά γεγονότα των δύο ακολουθιών διαφορετικών μικροσεισμικών ακολουθιών (28/6/2012-30/6/2012) και (24/9/2012-28/9/2012).

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ° N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ° E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
1	2012	6	8	090114.6	39.027	23.102	13.3	1.8
2	2012	6	8	094009.7	39.03	23.094	14.6	1.9
3	2012	6	28	131130.8	39.004	23.135	13.7	4.3
4	2012	6	28	132125.3	38.999	23.179	18.2	1.7
5	2012	6	28	132757.7	39.001	23.159	15.8	1.6
6	2012	6	28	142908.5	39.005	23.135	17.4	1.5
7	2012	6	28	143202.2	39.005	23.145	16	2
8	2012	6	28	153037.9	39.01	23.133	9.4	1.6
9	2012	6	28	153823.5	39.006	23.139	13.7	2.1
10	2012	6	28	164028.2	39.018	23.138	11.7	1.4
11	2012	6	28	180328.2	39.007	23.145	13.9	1.3
12	2012	6	28	192104	39.004	23.139	17.9	1.1
13	2012	6	28	212952.5	38.995	23.158	15.4	2
14	2012	6	28	224130.6	39	23.141	17.7	1.2
15	2012	6	29	123915.2	39.005	23.14	15.9	1.9
16	2012	6	29	133731.8	39.008	23.136	10.5	2.5
17	2012	6	30	000613.2	38.998	23.146	16.9	1.2
18	2012	7	6	075530.4	38.987	23.114	16.7	1.4
19	2012	7	9	030849.6	38.984	23.12	16	1.7
20	2012	7	9	031538.9	38.993	23.123	7.6	1.7
21	2012	8	17	220111.8	38.981	23.156	14.1	1.6
22	2012	8	21	025955.2	39.006	23.182	15.9	1.2
23	2012	9	24	191838.3	39.016	23.128	9.1	3.9
24	2012	9	24	204543.1	39.02	23.125	17.3	1
25	2012	9	24	210915.1	39.031	23.128	14.6	0.9
26	2012	9	24	230824.3	39.018	23.13	20	1.4
27	2012	9	25	002638.2	39	23.146	22.7	0.8
28	2012	9	25	011405.8	39.015	23.142	25.9	1.2
29	2012	9	25	111857.6	39.029	23.154	18.2	1.8
30	2012	9	26	050009.2	39.016	23.126	20.8	1.8
31	2012	9	27	051657	39.023	23.122	14.4	1.9
32	2012	9	27	112955	39.016	23.134	18.8	1.8
33	2012	9	28	191436.8	39.018	23.125	20	1.7
34	2012	10	18	221609.9	39.021	23.132	14.3	1.3
35	2012	10	18	221643	39.014	23.138	16.7	1.6
36	2012	10	20	083526.9	39.003	23.125	16.4	2.1
37	2012	10	21	005231	39.011	23.143	17.5	1.8

Παρ. Πίνακας 5. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της συγκέντρωσης των επίκεντρων 2 στην περιοχή μελέτης 2 (Σχ. 4.5) και αφορούν το ρήγμα Τρίκερι 1. Με έντονη γραφή υποδεικνύεται το μεγαλύτερο σεισμικό γεγονός $M_w=3.7$ αυτής της συσσώρευσης σεισμών.

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ($\phi^\circ N$)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ($\lambda^\circ E$)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
1	2011	1	10	225718.5	39.11	23.26	15	2.9
2	2011	1	11	013126.2	39.11	23.26	11	2.5
3	2011	4	24	210034.5	39.088	23.246	11.6	1.1
4	2011	6	18	003502.3	39.125	23.319	12.7	0.8
5	2011	7	8	041112.6	39.085	23.272	7.3	2.7
6	2011	7	8	045454.3	39.082	23.285	12.5	1.3
7	2011	8	20	150147.9	39.062	23.246	6.9	2
8	2011	8	30	015545.5	39.101	23.31	13.6	1.3
9	2011	9	6	051413.2	39.094	23.295	11.3	1.2
10	2011	9	9	032145.2	39.088	23.281	11.2	1.5
11	2011	9	11	185737.9	39.105	23.299	13.8	1.5
12	2011	9	16	020416.5	39.104	23.275	8.2	2.1
13	2011	10	24	105856.9	39.119	23.316	12.4	1.5
14	2011	11	3	130634.7	39.071	23.261	10.6	3.7
15	2011	11	3	131626.1	39.09	23.275	8.3	2.4
16	2011	11	3	181827.2	39.088	23.271	15.3	2.1
17	2011	11	3	183811.2	39.091	23.287	14.9	1.5
18	2011	11	4	124559.6	39.088	23.265	9.2	2.3
19	2011	11	5	054259.4	39.088	23.284	12.6	1.5
20	2011	11	5	114817.3	39.075	23.253	7.1	2.8
21	2011	11	5	133105.4	39.078	23.259	7.6	2.8
22	2011	11	5	134856.7	39.104	23.277	18.3	1.9
23	2011	11	5	165056.5	39.083	23.254	9	2.8
24	2011	11	6	073821.9	39.088	23.272	12	3.1
25	2011	11	6	075322.8	39.079	23.249	8.2	3.1
26	2011	11	6	141458.8	39.085	23.256	9.8	2
27	2011	11	6	142528.4	39.071	23.25	3.8	2
28	2011	11	6	143540.5	39.075	23.244	9.6	1.7
29	2011	11	6	202412.7	39.09	23.289	15.1	1.8
30	2011	11	8	032917.6	39.098	23.281	11.7	2.3
31	2011	11	8	033402	39.094	23.282	15.7	1.7
32	2011	11	8	033442.3	39.089	23.278	10.9	1.6
33	2011	11	10	022207.5	39.1	23.282	12.2	1.2
34	2011	11	10	022429.5	39.096	23.272	12.7	1.1
35	2011	11	15	221823.5	39.098	23.3	16.9	1.5

Παρ. Πίνακας 6. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της σεισμικής ακολουθίας της συγκέντρωσης των επίκεντρων 3 στην περιοχή μελέτης 2 (Σχ. 4.5) και αφορά το ρήγμα Τρίκερι 2. Με έντονη γραφή επιδεικνύεται το κύριο σεισμικό γεγονός της πρώτης σεισμικής ακολουθίας $M_w=3.9$ και οι δύο μεγάλοι μετασεισμοί της $M_w=3.7$ & 3.5 καθώς και το κύριο σεισμικό γεγονός της δεύτερης σεισμικής ακολουθίας $M_w=3.4$.

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°_N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°_E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
1	2010	2	11	014709.9	39.053	23.264	12.6	3.9
2	2010	2	11	014857.8	39.052	23.272	10.3	3.5
3	2010	2	11	015419.5	39.05	23.28	15	2.6
4	2010	2	11	020627.4	39.051	23.281	17.4	2.1
5	2010	2	11	021249	39.05	23.27	16	2.7
6	2010	2	11	022040.8	39.05	23.271	15.6	2.9
7	2010	2	11	025035.2	39.052	23.3	11.6	3.7
8	2010	2	11	030058.2	39.044	23.27	13.6	2.3
9	2010	2	11	042511.1	39.05	23.3	12	2.4
10	2010	2	11	054658.4	39.048	23.268	17.4	2
11	2010	2	11	081223.5	39.05	23.28	14	2.4
12	2010	2	11	094128.1	39.053	23.28	15.5	2.4
13	2010	2	11	113100.9	39.05	23.31	24	2.7
14	2010	2	11	221935.8	39.045	23.281	14.3	2.4
15	2010	2	11	225337.8	39.057	23.27	15	2
16	2010	2	11	231239.2	39.05	23.29	19	2.3
17	2010	2	13	172131.5	39.052	23.273	16.3	2
18	2010	2	14	133230	39.072	23.27	14.5	1.9
19	2010	2	16	022503.4	39.06	23.27	16	2.7
20	2010	2	16	022503.4	39.06	23.27	16	2.7
21	2010	2	16	022608.8	39.051	23.264	17.2	1.4
22	2010	2	16	023327.1	39.07	23.28	25	3.4
23	2010	2	16	023328	39.055	23.253	13.2	3
24	2010	2	17	060335.9	39.046	23.273	1.6	1.7
25	2010	2	28	112515.5	39.06	23.31	4	2.7
26	2010	2	28	112515.5	39.06	23.31	4	2.7
27	2010	3	1	171941.5	39.04	23.273	12.3	2.5
28	2010	3	14	193659.8	39.03	23.25	11	2.3
29	2010	3	26	234239.6	39.06	23.26	10	2.3
30	2010	3	30	005956	39.075	23.235	8.2	1.4

Παρ. Πίνακας 7. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της συγκέντρωσης των επίκεντρων 1 στην περιοχή μελέτης 3 (Σχ. 4.10) και αφορούν το ρήγμα της Αιδηψού. Με έντονη γραφή υποδεικνύεται ο μεγαλύτερος σεισμός.

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (ϕ° N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ° E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
1	2011	1	22	004650.1	38.87	23.02	17	2.7
2	2011	3	15	175012.7	38.861	23.018	9.7	2.3
3	2011	3	20	040025.6	38.861	23.009	12.5	1.4
4	2011	3	24	031715.8	38.856	23.013	11.2	2
5	2011	3	29	044654.8	38.861	23.008	12.3	2.2
6	2011	4	8	040900.6	38.856	22.995	11.1	3.2
7	2011	4	9	060409.7	38.845	23.04	18	1.7
8	2011	4	9	150638	38.864	23.009	9.9	2.4
9	2011	4	9	152847.1	38.856	23.012	8.4	2.8
10	2011	4	10	041608.9	38.862	22.986	10.4	2.5
11	2011	4	10	050444.5	38.849	23.006	10.6	2.7
12	2011	4	10	080830.1	38.861	23.007	7.8	2.6
13	2011	4	10	114716.8	38.861	23.006	11.3	2
14	2011	4	15	155254.8	38.859	23.022	15	1.6
15	2011	4	22	093834.6	38.843	23.035	17.8	1.6

Παρ. Πίνακας 8. Περιλαμβάνονται τα στοιχεία των σεισμών της συγκέντρωσης των επίκεντρων 2 στην περιοχή μελέτης 3 (Σχ. 4.10) και αφορούν το ρήγμα της Ιστιαίας. Με έντονη γραφή υποδεικνύεται το κύριο σεισμικό γεγονός ($M_w=4.8$) καθώς επίσης δύο μεγάλοι προσεισμοί και τέσσερις μεγάλοι μετασεισμοί.

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (ϕ° N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ° E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
1	2013	5	13	052105.3	38.91	23.138	7.4	1.6
2	2013	5	25	043709.9	38.882	23.127	10.9	2.1
3	2013	5	25	044021.2	38.885	23.122	11.6	1.8
4	2013	5	25	045212.2	38.886	23.122	12.4	1.8
5	2013	5	25	082757.6	38.876	23.119	13.7	1
6	2013	5	25	084540.4	38.883	23.122	11.9	1.9
7	2013	5	25	100042.3	38.885	23.113	13	1.3
8	2013	5	26	094850.7	38.88	23.121	14	1.5
9	2013	6	1	054426.8	38.88	23.123	13.5	1.6
10	2013	6	3	164639.1	38.918	23.076	13.6	1.5
11	2013	6	7	165722.4	38.9	23.123	9.2	1.5
12	2013	7	21	000829.2	38.911	23.125	5.1	1.4
13	2013	9	4	224947	38.939	23.101	11.8	1.4
14	2013	9	8	091921.2	38.934	23.104	14	1.4
15	2013	9	27	191800.2	38.884	23.056	15.9	1.7
16	2013	11	2	092409.5	38.894	23.101	10.9	1.9
17	2013	11	2	093345.2	38.904	23.106	13.8	1.3
18	2013	11	2	143707.1	38.909	23.104	14.1	1.1

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M _w)
19	2013	11	3	100235.4	38.908	23.105	3.8	3.3
20	2013	11	3	100810.1	38.907	23.096	9.3	2.3
21	2013	11	4	081402.1	38.911	23.101	5.1	2
22	2013	11	4	212634.9	38.909	23.108	19.9	1.6
23	2013	11	4	220917.8	38.906	23.093	13.4	4
24	2013	11	4	221539.3	38.909	23.1	14.7	1.6
25	2013	11	4	221753.8	38.91	23.096	14	1.6
26	2013	11	4	222402.6	38.905	23.101	12.9	1.6
27	2013	11	4	225759.7	38.901	23.104	20.4	1.9
28	2013	11	4	231909.1	38.9	23.101	19.2	1.9
29	2013	11	5	012509.5	38.889	23.117	19.2	1.4
30	2013	11	5	032116.9	38.904	23.084	20.8	1.4
31	2013	11	5	080608.4	38.898	23.097	19.7	1.5
32	2013	11	6	174051	38.91	23.097	8.3	2.1
33	2013	11	7	124356	38.915	23.096	14	2.5
34	2013	11	7	131753.9	38.909	23.095	15.2	1.8
35	2013	11	8	093025.7	38.894	23.115	14	1.7
36	2013	11	10	140532.2	38.911	23.098	20.1	1.8
37	2013	11	12	174932.8	38.913	23.085	3.1	2.4
38	2013	11	12	175115.9	38.914	23.094	9.7	2
39	2013	11	12	180928.2	38.921	23.099	1.8	4.8
40	2013	11	12	181504	38.935	23.1	17.6	2.1
41	2013	11	12	181541.2	38.924	23.102	1.7	2.1
42	2013	11	12	181730	38.902	23.105	14.8	1.7
43	2013	11	12	181910.5	38.907	23.104	16.3	1.9
44	2013	11	12	182143.9	38.923	23.081	0.3	2.3
45	2013	11	12	182253	38.908	23.112	7.6	2.1
46	2013	11	12	182333.6	38.901	23.094	16.6	1.9
47	2013	11	12	182550.3	38.91	23.102	7.5	2.5
48	2013	11	12	182903.1	38.911	23.099	9.4	2.3
49	2013	11	12	183441.8	38.905	23.113	1.8	2
50	2013	11	12	183530.9	38.895	23.116	14	1.9
51	2013	11	12	183803.4	38.912	23.1	5.8	2.5
52	2013	11	12	183826.3	38.915	23.113	1.8	2.9
53	2013	11	12	184719.9	38.904	23.116	3	2
54	2013	11	12	184732.6	38.919	23.098	1.4	0
55	2013	11	12	190956.1	38.909	23.109	4.1	3.1
56	2013	11	12	191346.8	38.906	23.105	14.3	1.6
57	2013	11	12	191704.1	38.911	23.09	17.6	1.3
58	2013	11	12	192444.9	38.908	23.093	1.8	2.1
59	2013	11	12	192637	38.911	23.098	1.8	2
60	2013	11	12	193044.6	38.908	23.104	2.2	2.1
61	2013	11	12	193513.7	38.903	23.102	14.4	1.7
62	2013	11	12	194036.4	38.903	23.11	6.7	2.2

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M _w)
63	2013	11	12	194457.1	38.905	23.105	18.2	1.8
64	2013	11	12	195119.2	38.903	23.104	17.1	1.8
65	2013	11	12	195808.7	38.92	23.081	9.1	2.2
66	2013	11	12	201705	38.911	23.108	15.1	1.6
67	2013	11	12	203209.5	38.911	23.08	6.5	3.1
68	2013	11	12	204302.8	38.908	23.095	7.7	2.6
69	2013	11	12	211829.4	38.901	23.102	15.4	1.8
70	2013	11	12	212807.8	38.896	23.116	15.7	1.9
71	2013	11	12	214337	38.895	23.07	16.4	1.8
72	2013	11	12	214420.8	38.927	23.09	19.1	1.9
73	2013	11	12	222306.4	38.907	23.117	17.7	1.6
74	2013	11	12	223609.9	38.911	23.089	6.2	2.8
75	2013	11	12	224314.5	38.884	23.113	14.7	1.3
76	2013	11	12	225206.7	38.918	23.087	8.5	2
77	2013	11	12	225419.2	38.907	23.097	8.5	2.5
78	2013	11	12	230055.4	38.91	23.102	17.8	1.4
79	2013	11	12	233322	38.906	23.115	15.8	1.5
80	2013	11	12	233545.3	38.911	23.115	15.1	1.7
81	2013	11	13	002912.7	38.897	23.135	15.3	1.7
82	2013	11	13	003357.2	38.9	23.108	14.1	1.8
83	2013	11	13	011358.2	38.904	23.092	13.4	1.6
84	2013	11	13	015556.2	38.908	23.116	17.8	1.1
85	2013	11	13	020926.2	38.914	23.098	18.2	1.7
86	2013	11	13	021635.3	38.905	23.11	15.1	1.7
87	2013	11	13	023326.4	38.912	23.101	16.4	1.9
88	2013	11	13	033157.7	38.916	23.111	14.9	1.2
89	2013	11	13	034344.4	38.902	23.095	22	1.3
90	2013	11	13	040233.6	38.901	23.112	8.1	2.3
91	2013	11	13	041214.4	38.892	23.104	8.7	3.1
92	2013	11	13	041447.2	38.901	23.107	14.1	2.5
93	2013	11	13	043015.2	38.897	23.074	14	1
94	2013	11	13	043943.6	38.917	23.093	12.2	1.9
95	2013	11	13	061421.6	38.896	23.115	16.1	1.6
96	2013	11	13	065024.4	38.914	23.093	4	3.4
97	2013	11	13	074954.3	38.909	23.103	11.3	2
98	2013	11	13	081427.5	38.898	23.111	11.9	1.4
99	2013	11	13	082501.7	38.915	23.09	12.8	1.5
100	2013	11	13	083634.4	38.915	23.096	13.7	1.9
101	2013	11	13	084614.3	38.907	23.126	17.8	1.9
102	2013	11	13	084805.8	38.903	23.105	7.8	2.5
103	2013	11	13	085958.4	38.914	23.098	13.5	1.4
104	2013	11	13	090949.6	38.904	23.095	5.5	2
105	2013	11	13	091318.5	38.897	23.114	17.7	1.9
106	2013	11	13	092120.1	38.897	23.112	13.2	1.8

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M _w)
107	2013	11	13	113958.9	38.922	23.087	6.6	2.8
108	2013	11	13	121217	38.904	23.124	14.1	1.6
109	2013	11	13	140051.2	38.906	23.097	3.5	2.7
110	2013	11	13	162427.8	38.93	23.076	18.9	1.6
111	2013	11	13	172609.2	38.916	23.088	15.7	1.7
112	2013	11	13	175636.6	38.9	23.107	12.3	2.1
113	2013	11	13	183342.2	38.91	23.089	16.1	1.6
114	2013	11	13	193657.8	38.905	23.11	15	2.1
115	2013	11	13	235830.8	38.931	23.092	14.5	1.6
116	2013	11	13	235958.4	38.917	23.076	12.8	1.6
117	2013	11	14	113038.2	38.9	23.104	15	1.6
118	2013	11	15	170241.1	38.901	23.104	15.1	1.9
119	2013	11	15	225609.2	38.903	23.098	8	2.2
120	2013	11	17	014723.4	38.922	23.098	9.2	2.6
121	2013	11	17	220208.5	38.913	23.093	14.4	1.9
122	2013	11	18	025203	38.894	23.111	15.8	1.3
123	2013	11	18	034222.8	38.914	23.089	17.1	1.4
124	2013	11	19	105929.3	38.914	23.096	16.3	1.8
125	2013	11	19	212725.8	38.909	23.105	13.8	1.4
126	2013	11	20	093513.6	38.894	23.124	15.3	1.4
127	2013	11	21	050958.1	38.917	23.092	14.9	1.7
128	2013	11	21	101645.8	38.926	23.079	13.4	2.2
129	2013	11	21	184114	38.912	23.093	6.2	2.4
130	2013	11	22	041433.6	38.923	23.089	18.5	1.1
131	2013	11	22	122112.4	38.923	23.112	5.4	1.5
132	2013	11	22	160600.4	38.913	23.061	16.3	1.3
133	2013	11	23	041329.5	38.898	23.115	17.3	1.6
134	2013	11	23	122029.7	38.902	23.072	15.3	1.5
135	2013	11	23	141551.8	38.912	23.07	10.8	2.2
136	2013	11	23	174236.3	38.907	23.061	10.3	2
137	2013	11	23	182500.4	38.91	23.061	10.8	2.2
138	2013	11	23	190207	38.904	23.059	20.7	1.6
139	2013	11	23	194743.9	38.905	23.07	6.4	1.2
140	2013	11	23	214337.4	38.932	23.071	10.9	2.3
141	2013	11	24	162108.1	38.924	23.107	9.5	1.5
142	2013	11	27	084303.5	38.929	23.084	13.5	1.6
143	2013	11	28	050928.8	38.921	23.1	16.2	1.1
144	2013	11	29	035158.6	38.927	23.106	17.2	1.6
145	2013	11	29	084013.8	38.93	23.076	10.9	2.3
146	2013	12	2	162232.4	38.928	23.099	15.7	1.6
147	2013	12	2	194016	38.924	23.093	19.1	1.9
148	2013	12	4	093850	38.912	23.078	14.3	1.3
149	2013	12	5	195242.4	38.912	23.1	18.7	1.5
150	2013	12	6	170944.1	38.925	23.111	19.2	1.3

A/A	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	ΩΡΑ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (φ°_N)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (λ°_E)	ΒΑΘΟΣ (χλμ)	ΜΕΓΕΘΟΣ (M_w)
151	2013	12	7	110159.5	38.902	23.101	16.7	1.6
152	2013	12	12	152648.7	38.924	23.098	10.5	2.2
153	2013	12	12	153209.6	38.922	23.093	15.4	1.5
154	2013	12	13	180956.1	38.921	23.113	16.4	1.4
155	2013	12	14	003301.8	38.912	23.087	13.4	1.4
156	2013	12	14	011630.1	38.911	23.083	13.8	1.6
157	2013	12	15	103507.6	38.874	23.119	9.9	2.5
158	2013	12	15	103507.6	38.874	23.119	9.9	2.5
159	2013	12	17	152043.2	38.902	23.072	12.2	2
160	2013	12	22	205201.2	38.921	23.103	18.4	1.4
161	2013	12	23	030720.4	38.918	23.084	16.6	1.5
162	2013	12	23	205855.3	38.913	23.111	24.8	1.3
163	2013	12	23	225056.1	38.922	23.101	18	1.4
164	2013	12	23	230117	38.923	23.091	10.9	2.4
165	2013	12	25	034100.8	38.922	23.092	7.6	2.3
166	2013	12	26	185651.3	38.913	23.108	17.6	1.5
167	2013	12	26	210259.3	38.925	23.098	16.3	1.4
168	2013	12	29	023947.8	38.915	23.097	19	1.9
169	2013	12	30	121059	38.898	23.097	20.7	1.5

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ambraseys, N. and Jackson, J., 1990. Seismicity and associated strain of central Greece between 1890 and 1988. *Geophys. J. Int.*, 101, 663-708.
- Ambraseys, N. N. and Finkel, C. F., 1999. Unpublished Ottoman information on the seismicity of the Balkans during the period 1500-1800. *Proceedings of Symposium on Natural Disasters in the Ottoman Empire, held in Rethymnon, Crete, 10-12 January 1997*, 89-107.
- Ambraseys, N. N. and Jackson, J. A., 1997. Seismicity and strain rate in the gulf of Corinth (Greece) since 1694. *J. Earthq. Eng.*, 1, 433-474.
- Armijo, R., Flerit, F., King, G. and Meyer, B., 2003. Linear elastic fracture mechanics explains the past and present evolution of the Aegean. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 217, 85-95.
- Bousquet, J., 1988. La stèle des Kyteniens au Letoon de Xanthos. *Revue des Etudes Grecques*, 101, 12-53.
- Burton, P., Melis, N. and Brooks, M., 1995. Coseismic crustal deformation on a fault zone defined by microseismicity in the Pavliani area, central Greece. *Geophys. J. Int.*, 123, 16-40.
- Caputo, R., 1996. The active Nea Anchialos Fault System (Central Greece): comparison of geological, morphotectonic, archaeological and seismological data. *Annali di Geofisica*, 39, 3, 557-574.
- Drakos, A., Stiros, S. and Kiratzi, A., 2001. Fault parameters of the 1980 (Mw 6.5) Volos, Central Greece, earthquake from inversion of repeated leveling data. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 91, 1673-1684.
- Eleutheriou, A. and Mouyaris, N., (1981). Macro seismic observations concerning the earthquakes of 9 July 1980 in the Almyros (Magnesia) region. *Unpublished IGME Report*, E3362 (in Greek).
- Engdahl, E., van der Hilst, R. and Buland, R., 1998. Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination. *Bull. seism. Soc. Am.*, 88, 722-743.
- Flerit, F., Armijo, R., King, G. and Meyer, B., 2004. The mechanical interaction between the propagating North Anatolian Fault and the back-arc extension in the Aegean. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 224, 347-362.
- Ganas, A., Roberts, G. and Memou, P., 1998. Segment boundaries, the 1894 ruptures and strain patterns along the Atalanti Fault, central Greece. *Journal of Geodynamics*, 26, 461-486.
- Goldsworthy, M., Jackson, J. and Haines, J., 2002. The continuity of active fault systems in Greece. *Geophys. J. Int.*, 148, 596 - 618.

- Guidoboni, E., Comastri, A. and Traina, G., 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century. *SGA Storia Geofisica Ambiente, Bologna*, pp. 504.
- Hoff, K.V., 1840. Chronik der Erdbeben und Vulcan-Ausbruche, mit vorausgehender Abhandlung uber die Natur dieser ercheinungen-Gesch. Ueberliederung nachgew. *Natur. Verander. Erdoberflanche Th. I., Th. II.*
- Karakostas, V., Papadimitriou, E. and Papazachos, C., 2004. Properties of the 2003. Lefkada, Ionian Islands, Greece, earthquake seismic sequence and seismicity triggering. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, 1976–1981.
- Karamanos, Ch. K., Karakostas, V. G., Seeber, L., Papadimitriou, E. E. and Kiliass, A. A., 2010. Recent seismic activity in Central Greece revealing local seismotectonic properties. *Bull. Geol. Soc. Greece*, XLIII, 2075–2083.
- Kiratzi, A. A., 2002. Stress tensor inversions along the westernmost North Anatolian Fault Zone and its continuation into the North Aegean Sea. *Geophys. Intern.*, 151, 360- 376.
- Louvari, E., Kiratzi A.A. and Papazachos, B.C., 1999. The Cephalonia Transform Fault and its extension to western Lefkada Island (Greece). *Tectonophysics*, 308, 223-236.
- Makris, J., Papoulia, J., Papanikolaou, D. and Stavrakakis, G., 2001. Thinned continental crust below northern Evoikos Gulf, central Greece, detected from deep seismic soundings. *Tectonophysics*, 341, 225–236.
- Mallet, R., 1854. Catalogue of recorded earthquakes from 1606nBC to AD 1850. *Report of the Twenty Third Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, 22, 1-176, 1852; 23, 118-212, 1853; 24, 1-326.
- Mitzopoulos, C., 1894. Die Erdbeben von Theben und Lokris in der Jahren 1893 und 1894, *Gotha*, 40, 217-227.
- Pantosti, D., De Martini, P.M., Papanastassiou, D., Lemeille, F., Palyvos, N. and Stavrakakis, G., 2004. Paleoseismological trenching across the Atalanti fault (Central Greece): Evidence for the ancestors of the 1894 earthquake during the Middle Ages and Roman Times. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94 (2), pp. 531-549.
- Papadimitriou, E. E. and Karakostas, V. G., 2003. Episodic occurrence of strong (Mw6.2) earthquakes in Thessalia area (central Greece). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 215 395– 409
- Papaioannou, J., Makropoulos, K. C. and Kouskounna, V., 1994. Revision of some historical earthquakes in central Greece. *Proc. 24th General Assembly of Eur. Seismol. Comiss.*, 19-24 September 1994, Athens, 1711-1713.
- Papanikolaou, D., Alexandri, M., Nomikou, P., and Ballas, D., 2002. Morphotectonic structure of the western part of the North Aegean Basin based on swath bathymetry. *Marine Geology*, 190, 465-492.
- Papastamatiou, D. and Mouyaris N., 1986. The earthquake of April 30,1954, in Sophades (Central Greece). *Geophys. J. R. Astr. So.*, 87, 885-895.

- Papazachos, B. C., Papaioannou, Ch. A., Papazachos, C. B. and Savvaidis, A. A., 1997. Atlas of isoseismal maps for strong earthquakes in Greece and surroundings area. *Publ. Geoph. Lab. Univ Thessaloniki*, 4, pp .200.
- Papazachos, B., Panagiotopoulos, D., Tsapanos, T., Mountrakis, D. and Dimopoulos, G., 1983. A study of the 1980 summer sequence in the Magnesia region of Central Greece. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 75, 155–168.
- Papazachos, B.C., Comninakis, P.E., Kiriakidis, E.G, Kiratzi, A.A., Panagiotopoulos, D.G., Papadimitriou, E.E., Papaioannou, CH.A., Pavlides, S.B. and Tzanis, E. P., 1982: Atlas of Isoseismal Maps for Earthquakes in Greece, 1902-1981. *Publ. Geoph. Lab. Univ Thessaloniki*, 4, pp. 125.
- Papazachos, B.C., Papadimitriou, E.E., Kiratzi, A.A., Papazachos, C.B. and Louvari, E.K., 1998. Fault plane solutions in the Aegean sea and the surrounding area and their tectonic implications. *Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 39, 199-218.
- Perrey, A., 1848. Memoire sur les tremblements de terre serrentis dans la peninsula Turco-Hellenique et en Syrie. *Publ. Academie Royale de Belgique*, pp. 73.
- Philippon, M., Brun, J-P., Gueydan, F. and Sokoutis, D., 2014. The interaction between Aegean back-arc extension and Anatolia escape since Middle Miocene. *Tectonophysics*, 631, 176-188.
- Richter, C., 1958. Elementary Seismology. *W. H. Freeman and Co.*, San Francisco, pp. 768.
- Sachpazi, M., Hirn, A., Clément, C., Haslinger, F., Laigle, M., Kissling, E., Charvis, P., Hello, Y., Lépine, J.-C., Sapin, M. and Ansorge, J., 2000. Western Hellenic subduction and Cephalonia Transform: local earthquakes and plate transport and strain. *Tectonophysics*, 319, 301-319.
- Schmidt, J., ,1879b. Bemerkungen zu dem Katalogue der Orient Erdbeben 1874-1878. *Alwin Georgi*, Leipzig, 356-360.
- Schmidt, J., 1867a. Πραγματεία περί του γενομένου το 1861 Δεκεμβρίου 26 , σεισμού του Αιγίου. *Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήναι*, σελ. 52.
- Schmidt, J., 1879a. Monographien von Orient Erdbeben 1837-1873. *Alwin Georgi*, Leipzig, 34-136.
- Scordilis, E. M., Karakaisis, G. F., Karakostas, B. G., Panagiotopoulos, D. G., Comninakis, P. E. and Papazachos, B. C., 1985. Evidence for transform faulting in the Ionian Sea. The Cephalonia island earthquake sequence of 1983. *Pure Appl. Geophys.*, 123, 388-397.
- Skouphos, Th., 1894. Die Swei grossen Erdbeben in Lokris am 8-20 und 15/27 April 1894. *Zeischrift Ges. Erdkunde zu Berlin*.
- Taymaz, T., Jackson, J. A. and McKenzie, D. P., 1991. Active tectonics of the north and central Aegean. *Geophys. J. Int.*, 106, 433-490.

- Wessel, P. and W. H. F., Smith, 1998. New, improved version of the Generic Mapping Tools Released. *EOS Trans. AGU*, 79, 579.
- Βέης, Ν. Α. , 1984. Τα χειρόγραφα των Μετεώρων, Τομ. Β', Μονής Βαρλαάμ. *Εκδ. Ακαδ. Αθηνών*, σελ . 204.
- Γαλανάκης, Δ., 1997. Νεοτεκτονική δομή και στρωματογραφία των νεογενών- τεταρτογενών ιζημάτων της λεκάνης του Αλμυρού - Παγασητικού , Πηλίου, Διαύλου Τρικερίου και Μαλιακού. *Διδακτορική Διατριβή, Παν. Θεσσαλονίκης*, σελ. 261.
- Γεωργιάδης, Σ. Α., 1904. Περί σεισμών και κατασκευής αντισεισμικών οικοδομημάτων. *Τυπογρ. Σ. Κουσουλίνου, Αθήνα*, σελ. 246.
- Καλλίας, Σ. Κ., 1897. Η Χάλκις υπό φυσική και ιατρική έποψιν. *Τυπογρ. Της Εστίας*, σελ . 114.
- Κωνσταντινίδης, Γ. Α., 1939. Τα εν Πηλίο Χριστιανικά μνημεία (Μονής Ταξιαρχών της Ζαγοράς). *Εκκλησιαστικός Φάρος, Αλεξάνδρεια*.
- Λάμπρος, Σ. Π. , 1910. Ενθυμήσεων, ήτοι χρονικών σημειωμάτων συλλογή πρώτη. *Νέος Ελληνομνήμων*, Τομ. 7.
- Μαραβελάκης, Μ. Ι., 1938. Συμβολή εις την γνώσιν του ιστορικού των σεισμών της Ελλάδας και των γειτονικών αυτής χωρών εκ των ενθυμήσεων. *Δημοσιεύσεις Παν. Θεσσαλονίκης*, 13, σελ 80.
- Μίχας, Γ. Κ., 1978. Το Μαρτίνο.
- Μούγιαρης, Ν. Κ., 1994 Σεισμική ιστορία της Αιγαίας χώρας. *Διδακτορική διατριβή, Παν. Πατρών*, σελ. 252.
- Παπαζάχος, Β.Κ., και Παπαζάχου, Α.Β., 2003. Οι Σεισμοί της Ελλάδας, *Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη*, σελ. 317.
- Παπαϊωάννου, Ι. , 1988c. Η σεισμική ιστορία της Λάρισας κατά τον 18^ο και 19^ο αιώνα. *Εφημ. Ελευθερία, 7 Αυγούστου 1988, Λάρισα*.
- Παπαϊωάννου, Ι., 1999. Η σεισμική δράση στον νομό Μαγνησίας κατά τον 19^ο αιώνα. *Εφημ. Θεσσαλία, 7 Νοεμβρίου*.
- Παπαϊωάννου, Χ.Α., 1984, Απόσβεση των σεισμικών εντάσεων και σεισμική επικινδυνότητα στον Ελληνικό χώρο. *Διδακτορική Διατριβή, Παν. Θεσσαλονίκης*, σελ. 200.
- Παπαϊωάννου, Ι., , 1993a. Η σεισμική δράση στην Αν. Θεσσαλία και στις Βορ. Σποράδες κατά τον 19^ο αιώνα. *Θεσσαλικό Ημερολόγιο, Λάρισα*, Τομ. 24.
- Παπαϊωάννου, Ι., 1993b. Σεισμός και καταβύθιση νησιών στο Μαλιακό κόλπο τον 18^ο αιώνα. *Λαμιακός Τύπος, 29 Σεπτεμβρίου 1993, Λαμία*.

Περισοράτης, Κ., Αγγελόπουλος, Λ., Μητρόπουλος, Δ. και Μιχαηλίδης, Στ., 1990: Χάρτης επιφανειακών ιζημάτων του πυθμένα του Αιγαίου Πελάγους. Φύλλο Παγασητικός κλίμ. 1:200.000. *IGME*.

Σιμόπουλος, Κ., 1973. Ξένοι ταξιδιώτες στην Ελλάδα. *Αθήνα*, 1700-1800.

Σκουβαράς, Ε., 1967. Ολυμπιώτισσα. *Ακαδ. Αθηνών, Κέντρον Ερεύνης του Μεσαιωνικού και Νέου Ελληνισμού*, Αθήναι.

Προγραμματιστικό περιβάλλον

Generic Mapping Tools version 4.5.3 (www.soest.hawaii.edu/gmt, Wessel and Smith, 1998).

Διαδικτυακές Ιστοσελίδες

<http://geophysics.geo.auth.gr/ss/> - Σεισμολογικός Σταθμός Α.Π.Θ.