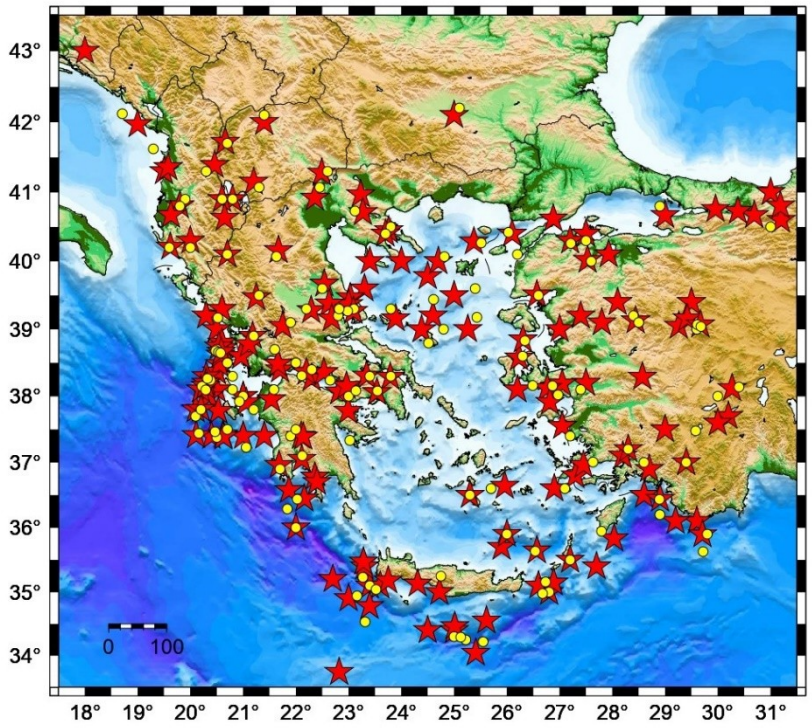
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΑΥΓΕΡΗ ΕΛΕΝΗ
ΑΕΜ:5783

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΤΗ ΣΕ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2023

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΑΥΓΕΡΗ ΕΛΕΝΗ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5783

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΒΑΤΗ ΣΕ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέα Γεωφυσικής

Επίβλεψη
Ε. Παπαδημητρίου, Καθηγήτρια Σεισμολογίας
Συνεπίβλεψη
Π. Μπουντζής, Δρ. Σεισμολογίας

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

© Αυγέρη Ελένη, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Γεωφυσικής, 2023
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ BÅTH ΣΕ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

© Avgeri Eleni, School of Geology, Dep. Of Geophysics, 2023
All rights reserved.

INVESTIGATION OF BÅTH'S LAW IN EARTHQUAKE SEQUENCES IN GREECE

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται ως πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στο συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος.....1

Περίληψη.....2

Abstract.....3

1ο Κεφάλαιο: Εισαγωγή.....5

1.1 Γενικά.....5

1.2 Προηγούμενη σχετική έρευνα.....6

1.3 Σεισμοτεκτονική Ελλάδας.....7

2ο Κεφάλαιο: Δεδομένα.....10

2.1 Εισαγωγή.....10

2.2 Επεξεργασία δεδομένων.....10

2.3 Διαχωρισμός δεδομένων.....20

3ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα.....34

3.1 Χωροχρονική απόσταση των ισχυρότερων μετασεισμών από τους κύριους σεισμούς. 34

3.2 Ανάλυση της διαφοράς μεγεθών των κύριων σεισμών με τους μετασεισμούς τους.....35

4ο Κεφάλαιο: Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα.....42

Βιβλιογραφία.....44

Παράρτημα.....46

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών, του Τμήματος Γεωλογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με θέμα «Διερεύνηση του νόμου του Båth σε σεισμικές ακολουθίες στην Ελλάδα». Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να διαπιστωθεί αν ισχύει ο νόμος του Båth στις σεισμικές ακολουθίες που έλαβαν χώρα κατά την περίοδο 1911 – 2020 στον ευρύτερο ελληνικό χώρο.

Η επιλογή του θέματος της διπλωματικής εργασίας έγινε από την κυρία Ελευθερία Παπαδημητρίου, Καθηγήτρια Σεισμολογίας του Τομέα Γεωφυσικής, η οποία ήταν και υπεύθυνη για την επίβλεψη. Θα ήθελα να την ευχαριστήσω θερμά για την καθοδήγηση, την καλή επικοινωνία καθώς και την στήριξη σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης την παρούσας εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Πολυζώη Μπουντζή, Διδάκτορα Σεισμολογίας, του οποίου η βοήθεια στο πρακτικό και ερευνητικό κομμάτι της διπλωματικής, καθώς και στην διδασκαλία των προγραμματιστικών περιβαλλόντων GMT και MATLAB, ήταν πραγματικά ανεκτίμητη.

Αυγέρη Ελένη

Θεσσαλονίκη 2023

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση του νόμου του Båth (1965) στον ελληνικό χώρο. Για τον σκοπό αυτό συγκεντρώθηκαν δεδομένα παρατήρησης από σεισμικές ακολουθίες, οι οποίες έγιναν στον ελληνικό χώρο κατά το χρονικό διάστημα 1911 – 2020. Τα μεγέθη των κύριων σεισμών λήφθηκαν ίσα ή μεγαλύτερα του 6.0 ($M \geq 6.0$) και οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί τους έχουν μέγεθος $M \geq 4.0$. Υπολογίζεται η διαφορά στο μέγεθος μεταξύ του κύριου σεισμού – μεγαλύτερου μετασεισμού και διερευνάται η ισχύς του νόμου του Båth, σύμφωνα με τον οποίο η διαφορά αυτή κυμαίνεται γύρω από ένα μέσο όρο ίσο με 1.2 μονάδες μεγέθους.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η σχετική θεωρία του νόμου του Båth, περιγράφεται το σεισμοτεκτονικό καθεστώς στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος επιλογής των κύριων σεισμών και των μεγαλύτερων μετασεισμών τους και παρουσιάζονται οι 10 περιοχές και τα ρήγματα με τα οποία συνδέονται οι 130 σεισμικές ακολουθίες. Στο τρίτο κεφάλαιο υπολογίζονται οι διαφορές μεγέθους, Δm, μεταξύ του μεγέθους του κύριου σεισμού, M_o, και του μεγέθους του μεγαλύτερου μετασεισμού, M_α. Υπολογίζεται η μέση τιμή, $\overline{\Delta m}$, όλων αυτών των διαφορών και η αντίστοιχη τυπική απόκλιση, $\sigma_{\Delta m}$. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για το σύνολο των δεδομένων αρχικά για όλους τους σεισμούς συνολικά και κάθε περιοχή ξεχωριστά και παρουσιάζονται τα διαγράμματα $M - \Delta m$, όπως και αυτά του μεγέθους M του κύριου σεισμού σε συνάρτηση με την χρονική διαφορά του από τον μετασεισμό και την απόσταση από αυτόν. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, συγκρίνονται με αποτελέσματα προηγούμενων εργασιών και δίνεται η σχετική ερμηνεία.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Abstract

The present thesis aims to investigate Båth's law (1965) in Greece. For this purpose, observational data were collected from seismic sequences, which took place in the Greek area during the period 1911 – 2020. The magnitudes of the main shocks were taken equal to or greater than 6.0 ($M \geq 6.0$) and their largest aftershocks have magnitudes $M \geq 4.0$. The difference in magnitude between the mainshock – largest aftershock is calculated and the validity of Båth's law is investigated, according to which this difference varies around an average equal to 1.2 magnitude units.

The first chapter presents the relevant theory Båth's law, describes the seismotectonic regime in Greece and the surrounding areas. The second chapter discusses how the mainshocks and their largest aftershocks are selected and presents the 10 regions and the faults to which the 130 seismic sequences are associated. The third chapter calculates the magnitude differences, Δm, between the magnitude of the mainshock, M_o, and the magnitude of the largest aftershock, M_a. the mean value, $\overline{\Delta m}$, of all these differences and the corresponding standard deviation, $\sigma_{\Delta m}$, are calculated. This procedure is carried out for the dataset, firstly, for all earthquakes as one set and each region separately and presents the $M - \Delta m$ plots, as well as those of the magnitude of the mainshock in relation to its time difference from the aftershock and its spatial distance from it. The fourth chapter presents the results, compares them with results from previous works and gives the related interpretation.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

1ο Κεφάλαιο: Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Σε αυτή την εργασία θα διερευνηθεί ο νόμος του Båth σε σεισμικές ακολουθίες στον ελληνικό χώρο. Θα εξεταστούν κύριοι σεισμοί με μέγεθος $M \geq 6.0$ κατά την περίοδο 1911-2020. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί να βοηθήσουν στην ανάπτυξη της έρευνας των σεισμικών ακολουθιών, στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας, η οποία αποτελεί πληροφορία εισόδου σε κάθε σενάριο έκτακτης ανάγκης μετά από μεγάλο σεισμό.

Οι σεισμοί προκαλούνται από την απελευθέρωση της τάσης που συσσωρεύεται κατά μήκος των ρηγμάτων κατά την δια σεισμική περίοδο και τις περισσότερες φορές προκαλεί μετασεισμούς. Μετασεισμοί είναι σεισμοί, οι οποίοι ακολουθούν ένα ισχυρό σεισμό και έχουν μικρότερο μέγεθος από τον κύριο σεισμό. Γίνονται μέσα σε διάστημα εβδομάδων, μηνών ή ετών, ενώ όσο μεγαλύτερος είναι ο κύριος σεισμός τόσο μεγαλύτεροι και περισσότεροι σε αριθμό είναι οι μετασεισμοί και μεγαλύτερη η μετασεισμική διάρκεια.

Ο νόμος του Båth (*Båth, 1965*) προτείνει ότι η μέση διαφορά στο μέγεθος μεταξύ ενός κύριου σεισμού και του μεγαλύτερου μετασεισμού του, σε παγκόσμια κλίμακα, είναι περίπου 1.2 και ανεξάρτητη από το μέγεθος του κύριου σεισμού. Ισχύει για σεισμούς μικρού εστιακού βάθους, αφού δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για έρευνα σε σεισμούς μεγάλου εστιακού βάθους αν και εικάζεται ότι η τιμή της διαφοράς θα αυξάνεται με το βάθος. Είναι χρήσιμος στην κατανόηση της διαδικασίας της διάρρηξης του ρήγματος, αφού δηλώνει ότι η σεισμική ενέργεια που απελευθερώνεται με τον κύριο σεισμό είναι κατά μέσο όρο 53 φορές μεγαλύτερη από αυτή του μεγαλύτερου μετασεισμού και τον προσδιορισμό του αναμενόμενου μεγέθους του μεγαλύτερου μετασεισμού για δημιουργία σχεδίων έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση μεγάλων σεισμών.

Ορίζεται ως η διαφορά μεγέθους, Δm, του κύριου σεισμού μιας σεισμικής ακολουθίας, M, με τον μεγαλύτερο μετασεισμό της ακολουθίας αυτής , M_1.

$$\Delta m = M - M_1$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

1.2 Προηγούμενη Σχετική Έρευνα

Σε σχέση με την καθολική ισχύ και την σημασία του νόμου του Båth, η έως τώρα ερευνητική προσπάθεια είναι περιορισμένη. Στην παράγραφο αυτή γίνεται ανασκόπηση όλων των δημοσιευμένων ερευνητικών αποτελεσμάτων.

Ο *Tsapanos (1990)*, στην εργασία του για τον νόμο του Båth, δείχνει ότι στην Περιειρηνική Ζώνη παρουσιάζονται 2 «κορυφές» (peak) στο διάγραμμα συχνότητας της τιμής Δm. Επέλεξε 145 μετασεισμικές ακολουθίες από όλο τον κόσμο που έγιναν την περίοδο 1964 – 1986, με μέγεθος για τους κύριους σεισμούς $M \geq 7.0$, βάθος $h < 65$ km και πληρότητα $M_c = 5.3$. Μια γενικότερη παρατήρηση για την Περιειρηνική Ζώνη είναι ότι παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές Δm κοντά στην ζώνη κατάδυσης και μεγαλύτερες τιμές στις οπισθοτόξιες λεκάνες. Οι δύο κορυφές, $\Delta m = 1.2$ για τις ζώνες κατάδυσης και $\Delta m = 1.8$ για τις οπισθοτόξιες λεκάνες , ενώ για όλους τους σεισμούς για όλο τον κόσμο μια μέση τιμή είναι $\overline{\Delta m} = 1.4$.

Οι *Shcherbakov και Turcotte (2004),* στην έρευνα στην οποία παρουσιάζουν τον τροποποιημένο νόμο του Båth, εξετάζουν 10 σεισμούς στην περιοχή της Καλιφόρνιας. Οι σεισμοί αυτοί έχουν μέγεθος $M \geq 5.5$, έγιναν την περίοδο 1987 – 2003 και έχουν χωριστεί χωρικά και χρονικά ώστε οι μετασεισμικές ακολουθίες να μη συμπίπτουν μεταξύ τους. Για τις μετασεισμικές ακολουθίες επιλέχθηκαν 4 χρονικά παράθυρα (92, 183, 365 και 730 μέρες), εκτός από 2 σεισμούς για τους οποίους χρησιμοποίησαν και ένα 5 επιπλέον παράθυρο (1095 μέρες) και εξετάζονται ξεχωριστά. Ο σεισμός του Landers έχει $\Delta m = 1.0$ και $\Delta m^* = 1.10$ (0.05). Ο σεισμός του Hector Mine έχει $\Delta m = 1.3$ και $\Delta m^* = 1.35$ (0.05). Οι υπόλοιποι 8 σεισμοί έχουν $\overline{\Delta m} = 1.16$ με τυπική απόκλιση 0.46 και $\overline{\Delta m^*} = 1.11$ και τυπική απόκλιση 0.29. Από το διάγραμμα των Δm και Δm* σε σχέση με το μέγεθος τον κύριων σεισμών προκύπτει ότι δεν υπάρχει εξάρτηση ενώ μεταξύ των Δm και Δm* υπάρχει.

Οι *Yalcin και Kürnaz (2006)*, έλαβαν υπόψη 14 κύριους σεισμούς στη Ζώνη του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας (NAFZ) και γύρω από αυτήν. Οι σεισμοί έγιναν από το 1914 μέχρι το 1999 με μεγέθη $M \geq 6.1$ και χωρίζονται σε 5 περιοχές, από τις οποίες οι 2 αποτελούνται από έναν κύριο σεισμό, ενώ οι υπόλοιπες αποτελούνται από 6 κύριους σεισμούς στη Ζώνη του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας, 4 στην Τάφρο του Βόρειου Αιγαίου (North Aegean Trough), 2 στο

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Κυπριακό Τόξο και από 1 στη ζώνη ρηγμάτων της ανατολικής Ανατολίας και τη Γεωργία. Εφάρμοσαν τον εμπειρικό νόμο του Båth, ο οποίος δηλώνει ότι η διαφορά μεγέθους μεταξύ κύριων σεισμών και των μεγαλύτερων μετασεισμών τους είναι περίπου σταθερή και ανεξάρτητη από το μέγεθος του κύριου σεισμού και τον τροποποιημένο νόμο του Båth (*Shcherbakov and Turcotte, 2004*), για τον οποίο ο μεγαλύτερος μετασεισμός για τον κύριο σεισμό είναι αυτός που προκύπτει από τον προσαρμοσμένο νόμο Gutenberg - Richter. Σκοπός είναι να βρεθεί ένα ανώτερο μέγεθος για μια δεδομένη σεισμική ακολουθία. Βρέθηκε ότι στην περιοχή του NAFZ η μέση τιμή της διαφοράς ήταν ίση με $\overline{\Delta m}$ 1.63 (0.23) και $\overline{\Delta m^*}$ 1.20 (0.08), στην Τάφρο του Βόρειου Αιγαίου 1.43 (0.21) και 1.30 (0.09) και στο Κυπριακό Τόξο 1.35 (0.21) και 1.39 (0.09). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μόνο 29% των δεδομένων ταιριάζουν με τον νόμο του Båth και άρα δεν ταιριάζουν με καμία εφαρμογή.

Οι *Shcherbakov et al. (2013)* εξέτασαν τον νόμο του Båth σε μεγάλες ζώνες κατάδυσης κυρίως στον Ειρηνικό ωκεανό. Το δείγμα των σεισμών αποτελείται από 70 ισχυρούς σεισμούς με μέγεθος $M \geq 7.0$, που έγιναν σε περίοδο περίπου 40 χρόνων (1973 – 2012), οι οποίοι χωρίστηκαν σε 6 περιοχές. Εξέτασαν 3 νόμους: το νόμο Gutenberg – Richter, τον τροποποιημένο νόμο Omori και το νόμο του Båth. Σχετικά με το νόμο του Båth, υπολόγισαν τα Δm και Δm* για τις έξι περιοχές που εξετάστηκαν. Τα $\overline{\Delta m}$ για τις 6 περιοχές κυμαίνονται μεταξύ 0.77 και 1.34 με τυπική απόκλιση από 0.38 έως 0.61, τα $\overline{\Delta m^*}$ έχουν τιμές μεταξύ 0.87 και 1.53 με τυπική απόκλιση από 0.14 έως 0.46, αντίστοιχα. Για όλες τις σεισμικές ακολουθίες συνολικά τα $\overline{\Delta m}$ και $\overline{\Delta m^*}$ καθώς και η τυπική απόκλιση είναι 1.11 (0.53) και 1.24 (0.40), αντίστοιχα. Συμπερασματικά προκύπτει ότι υπάρχει κάποια εξάρτηση του Δm* από το μέγεθος του κύριου σεισμού το οποίο μπορεί να οφείλεται στον συνδυασμό των περιοχών διότι μόνο μια περιοχή παρουσιάζει αυτή την εξάρτηση ή στο γεγονός ότι οι τιμές των μεγαλύτερων μετασεισμών προκύπτουν από τον προσαρμοσμένο νόμο Gutenberg – Richter. Δε φαίνεται καμία εξάρτηση για το Δm.

Οι *Rodríguez – Pérez and Zúñiga (2016)* εξέτασαν το νόμο του Båth και την σχέση του με το τεκτονικό περιβάλλον. Επιλέχθηκαν 66 σεισμοί με μέγεθος $M \geq 5.2$ την περίοδο 1932 – 2015 στο Μεξικό, με τους μεγαλύτερους μετασεισμούς τους και χωρίστηκαν σε 3 κατηγορίες: 26 σεισμοί είναι επιφανειακοί οριοπλακικοί σεισμοί σε ανάστροφα ρήγματα, 19 είναι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους στη ζώνη κατάδυσης του Μεξικού στην οποία βυθίζονται 2 πλάκες, η Rivera και η Cocos και 21 οριζόντιας

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

μετατόπισης στον Κόλπο της Καλιφόρνια μεταξύ των πλακών του Ειρηνικού και της Βόρειας Αμερικής. Από την έρευνα προκύπτει ότι το $\overline{\Delta m}$ και η τυπική απόκλιση $\sigma_{\Delta m}$ για οριοπλακικούς σεισμούς είναι 1.31 (0.46), για σεισμούς κατάδυσης 1.67 (0.63) και για σεισμούς οριζόντιας μετατόπισης 1.39 (0.44). Τα αποτελέσματα της έρευνας συμφωνούν με αποτελέσματα ερευνών για ισχυρούς σεισμούς σε ζώνες κατάδυσης και εμφανίζουν κάποια διακύμανση των τιμών σε διαφορετικές θέσεις κατάδυσης.

Οι *Lombardi (2002)* και *Console et al. (2003)* στις εργασίες τους υποστηρίζουν την θεωρία του *Vere – Jones* (1969), ότι ο νόμος του Båth μπορεί να αποδοθεί στην επιλογή των δεδομένων που προκαλούνται από την επιλογή τιμής πληρότητας για τους κύριους σεισμούς. Η *Lombardi*, που είναι συγγραφέας και στις δύο εργασίες, εξέτασε αρχικά την περιοχή της Καλιφόρνιας με πληρότητα καταλόγου $M_c = 2.0$ στην περίοδο 1990 – 2001. Ελέγχει 3 περιπτώσεις για 3 τιμές ενός δεύτερου μεγέθους πληρότητας M_c^* για τους κύριους σεισμούς (2.0, 3.0 και 4.0). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η διαφορά $M_c^* - M_c$, που επιβεβαιώνει τον νόμο του Båth, είναι ίση με 2 και επιβεβαιώνει την θεωρία του Vere – Jones.

Οι *Console et al.* (2003) εξετάζουν χωριστά 2 καταλόγους, τον κατάλογο επιφανειακών σεισμών της Νέας Ζηλανδίας για την περίοδο 1962 – 1999 και τον κατάλογο PDE για την περίοδο 1973 – 2001, με πληρότητα καταλόγων $M_c = 4.0$ και ελέγχει 3 περιπτώσεις για 3 τιμές του M_c^* (4.0, 5.0 και 6.0). Και για τους 2 καταλόγους προκύπτει ότι ο νόμος του Båth επιβεβαιώνεται για διαφορά $M_c^* - M_c =$ 2 και συμφωνεί με την θεωρία του Vere – Jones.

1.3 Σεισμοτεκτονικές Ιδιότητες του Ελληνικού Χώρου

Η Ελλάδα και ο ευρύτερος Ελληνικός χώρος ανήκει στην Ευρασιατική – Μελανησιακή ζώνη του ηπειρωτικού συστήματος διάρρηξης. Ο ελληνικός χώρος βρίσκεται σε μια σεισμοτεκτονικά ενεργή περιοχή, η οποία προκύπτει από την σύγκλιση 3 κύριων λιθοσφαιρικών πλακών (Ευρασιατική, Αφρικανική και Αραβική)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

και 3 μικροπλακών (Αιγαίου, Ανατολίας και Απούλια) (*Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003*).

Αρχικά, η ωκεάνια πλάκα της Ανατολικής Μεσογείου, που αποτελεί το πρόσθιο μέρος της Αφρικανικής πλάκας, καταδύεται κάτω από την λιθοσφαιρική πλάκα της Ευρασίας και πιο συγκεκριμένα την μικροπλάκα του Αιγαίου. Η μικροπλάκα του Αιγαίου, λόγω της προς δυσμάς κίνηση του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας, και της συνέχειάς του στο χώρο του Αιγαίου κατά μήκος της Τάφρου του Βόρειου Αιγαίου (ΝΑΤ) αποβαίνει σε ΝΔ κίνηση και συγκλίνει με την Αφρικανική πλάκα με ταχύτητα περίπου 3.5 cm/yr. (*Papazachos and Comninakis, 1971*). Από την σύγκλιση των πλακών προκύπτει η Ελληνική τάφρος, νότια της Κρήτης, της Πελοποννήσου και ΝΑ της Ρόδου με κυρτό σχήμα, στην οποία κυριαρχούν ανάστροφα ρήγματα. Λίγο βορειότερα ακολουθώντας το σχήμα της τάφρου είναι το ιζηματογενές τόξο με κανονικά ρήγματα, διεύθυνσης Β-Ν και ξεκινάει από την Αλβανία, κατά μήκος των Ελληνίδων, διακόπτεται στον Κορινθιακό κόλπο και συνεχίζει από την νότια Πελοπόννησο, την Κρήτη, την Κάρπαθο και την νότια Ρόδο. Στην οπισθότοξη περιοχή κυριαρχούν κανονικά ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ με κλίση είτε προς τον Β είτε Ν, τα οποία δημιουργούνται από τον έντονο εφελκυσμό με διεύθυνση μέγιστου άξονα Β – Ν (*McKenzie, 1970*). Περιλαμβάνει την κεντρική και βόρεια Ελλάδα καθώς και το υπόλοιπο Αιγαίο. Τα ρήγματα έχουν παράταξη Α – Δ και ΑΒΑ – ΔΝΔ (*McKenzie,1978*), λόγω της οπισθοκύλισης της καταδυόμενης πλάκας (*Le Pichon and Angelier, 1981, Dewey, 1988*).

Στα Ανατολικά, η μικροπλάκα της Ανατολίας κινείται προς τη δύση από την πίεση που δέχεται από την Αραβική πλάκα η οποία κινείται προς βορά (*McKenzie, 1978*). Από την κίνηση της πλάκας της Ανατολίας δημιουργήθηκε το ρήγμα δεξιόστροφης ολίσθησης της Βόρειας Ανατολίας και η Τάφρος του Βόρειου Αιγαίου. Επίσης, μαζί με το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας δημιουργήθηκαν πολλά ρήγματα δεξιόστροφης μετατόπισης που εκτείνονται από την δυτική πλευρά του ρήγματος μέχρι το βόρειο Αιγαίο, τις ακτές της Χαλκιδικής και Θεσσαλίας.

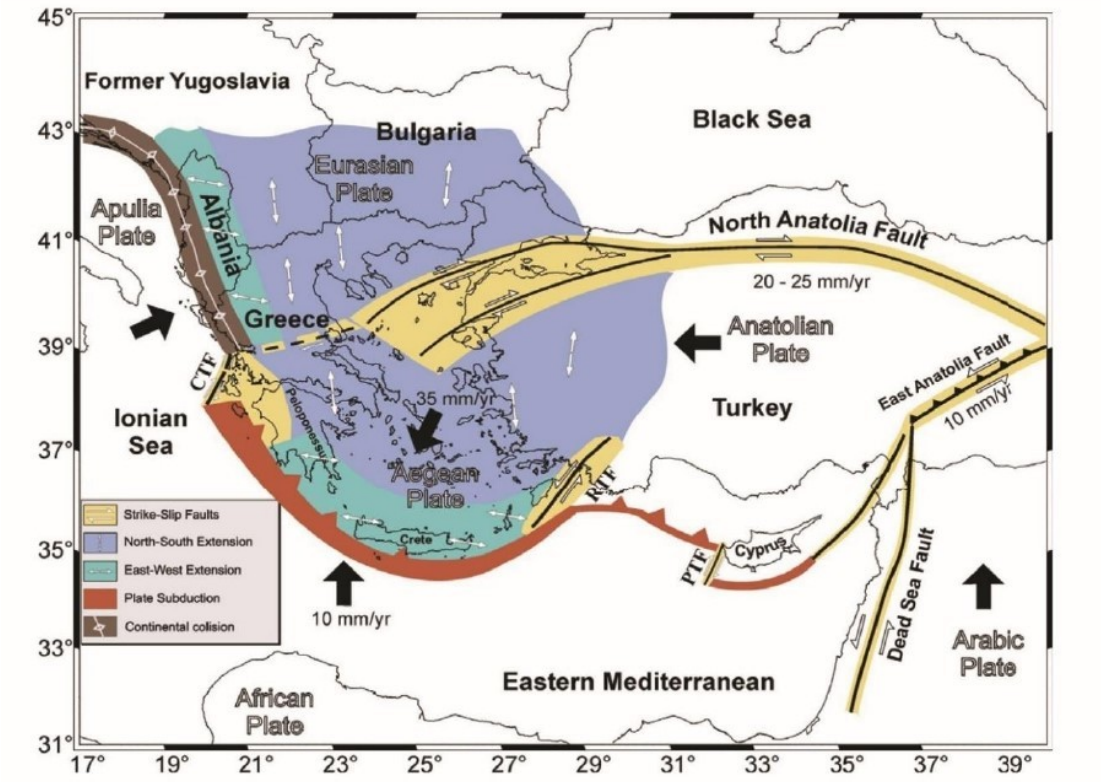
Δυτικά της Ελλάδας, βρίσκεται η Απούλια μικροπλάκα η οποία κινείται προς τα ανατολικά και συγκρούεται με την Ευρασιατική πλάκα και την μικροπλάκα του Αιγαίου η οποία κινείται ΝΔ σε σχέση με την Ευρασία (*McKenzie, 1972, Jackson, 1994, Papazachos et al., 1998, Papazachos, 1999*), δημιουργώντας ζώνη σύγκλισης κατά μήκος των ακτών της Αλβανίας και της βορειοδυτικής Ελλάδας. Τέλος υπάρχει

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

η Ζώνη Μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς, η οποία βρίσκεται μεταξύ της Ελληνικής τάφρου και της ηπειρωτικής σύγκλισης. Είναι ενεργό όριο με τον μεγαλύτερο ρυθμό παραμόρφωσης και έκλυσης σεισμικής ροπής στην Μεσόγειο (*Papazachos et al., 1997*).

Ο ελληνικός χώρος αποτελείται κυρίως από επιφανειακούς σεισμούς οι οποίοι εμφανίζονται σε όλες τις σεισμοτεκτονικές ζώνες του. Στο Ελληνικό τόξο εντοπίζονται εκτός από επιφανειακούς σεισμούς και σεισμοί ενδιάμεσου βάθους, οι οποίοι παρουσιάζουν μία ζώνη Benioff με κλίση προς το Αιγαίο (*Papazachos, Comninakis, 1971*), αλλά δε θα απασχολήσουν την εργασία.



Σχήμα 1: *Χάρτης όπου παρουσιάζονται οι θέσεις και σχετικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών στον ευρύτερο ελληνικό χώρο (Papazachos et al., 1998)*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

2ο Κεφάλαιο: Δεδομένα Παρατήρησης

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων των σεισμικών ακολουθιών της Ελλάδας στη περίοδο 1911-2020. Από όλες τις σεισμικές ακολουθίες χρησιμοποιούνται οι κύριοι σεισμοί και ο μεγαλύτερος μετασεισμός τους για την διερεύνηση του νόμου του Båth. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εργασίας αυτής.

Τα δεδομένα των σεισμικών ακολουθιών συγκεντρώθηκαν από τους σεισμικούς καταλόγους του Σεισμολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (http://geophysics.geo.auth.gr/ss/). Συγκεκριμένα, πρώτα επιλέχθηκαν όλοι οι σεισμοί που είχαν καταγραφεί από τη 1 Ιανουαρίου 1911 μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2020 και αποθηκεύτηκαν σε αρχείο .txt για περαιτέρω επεξεργασία.

2.2 Επεξεργασία δεδομένων

Για την δημιουργία του σεισμικού καταλόγου, αρχικά, επιλέγονται όλοι οι σεισμοί με μέγεθος $M \geq 6.0$, διότι η πληρότητα στην περίοδο 1911-2020 είναι M_c=5.2, και εστιακό βάθος $h \leq 50$ km. Επιλέχθηκαν μόνο επιφανειακοί σεισμοί διότι οι σεισμοί μεσαίου και μεγάλου βάθους σπάνια έχουν μετασεισμούς (*Ranalli, 1969, Olsson, 1979*). Στη συνέχεια, για τον εντοπισμό των κύριων σεισμών και τον προσδιορισμό των μεγαλύτερων μετασεισμών εφαρμόστηκαν χρονικά και χωρικά παράθυρα. Οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί επιλέχθηκαν μέσα σε ένα χρονικό παράθυρο 60 ημερών μετά τον σεισμό. Το χωρικό παράθυρο είναι ένα κυκλικό παράθυρο 3R, όπου το R υπολογίζεται από τη σχέση των Wells και Coppersmith (*Wells and Coppersmith, 1994*):

$$R = 10^{-3.22} * 10^{0.69 M_w}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Όπου το R είναι το μήκος διάρρηξης του ρήγματος και M_w είναι το μέγεθος του κύριου σεισμού. Δηλαδή το χωρικό παράθυρο είναι ανάλογο με το μήκος του κάθε ρήγματος.

Για την καλύτερη και πιο προσεκτική επιλογή των δεδομένων, γράφτηκε αρχείο εντελών σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab και στη συνέχεια εξετάστηκαν χειρωνακτικά τα αποτελέσματα. Στο αρχείο εντολών, πρώτα λήφθηκαν τα αρχικά δεδομένα όπως κατέβηκαν από την ιστοσελίδα του Σεισμολογικού Σταθμού, στη συνέχεια επιλέχθηκαν όλοι οι σεισμοί με μέγεθος $M \geq 6.0$ και τέθηκε το χρονικό παράθυρο στις 60 μέρες. Έπειτα ελέγχονται όλοι οι σεισμοί στο χωροχρονικό παράθυρο και αν έχουν χρονική απόσταση μεταξύ τους μικρότερη των 60 ημερών και βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη του R, τότε ο σεισμός με το μικρότερο μέγεθος χαρακτηρίζεται ως μετασεισμός. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για να βρεθούν οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί.

Μετά την επεξεργασία αυτή, για την περίοδο 1911-2020 επιλέχθηκαν συνολικά 171 κύριοι σεισμοί με μέγεθος $M \geq 6.0$. εντοπίστηκαν οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί για 130 από αυτούς, οι οποίοι έχουν διαφορά από τους κύριους σεισμούς μικρότερη ή ίση του 2 και άρα έχουν μέγεθος $M \geq 4.0$.

Πίνακας 1. *Πληροφορίες για τους κύριους σεισμούς και τους μετασεισμούς τους. Δίνονται η ημερομηνία και ο χρόνος γένεσης του σεισμού, οι συντεταγμένες και το εστιακό βάθος και το μέγεθος.*

Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος ($\varphi°_N$)**	**Γεωγραφικό μήκος ($\lambda°_E$)**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (M)**
1	1911	2	18	21	35	12	40.9	20.8	0	6.7
	1911	2	18	21	38	30	40.9	20.8	0	5.6
2	1911	10	22	22	31	45	39.6	23.3	0	6
3	1912	1	24	16	22	51	38.1	20.5	0	6.8
	1912	1	25	19	52	38	38.1	20.8	0	5.9
4	1912	2	13	8	3	53	40.9	20.6	0	6.1
	1912	2	15	9	30	30	40.9	20.6	0	5.4
5	1912	8	9	1	29	0	40.62	26.88	0	7.4
	1912	9	13	23	31	24	40.1	26.2	0	6.8
6	1914	10	3	22	7	0	37.7	30.2	0	7.1
	1914	10	11	9	45	0	38	30	0	5.5
7	1914	10	17	6	22	32	38.31	23.34	0	6
	1914	10	17	10	42	11	38.3	23.4	0	5.6
8	1914	11	27	14	39	46	38.72	20.62	0	6.3
	1914	12	24	12	46	54	37.8	21.2	0	5.1
9	1915	1	27	1	9	56	38.37	20.5	0	6.6

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

10	1915	8	7	15	4	3	38.48	20.55	0	6.7
	1915	8	11	9	10	43	38.5	20.7	0	6.4
11	1915	8	19	6	42	16	39.2	20.3	0	6.1
12	1917	5	23	5	46	27	39	20.5	0	6.1
13	1917	12	24	9	13	55	38.4	21.7	0	6
	1918	1	27	12	56	47	38.5	22	0	5.5
14	1919	2	24	1	56	0	37.4	21.4	0	6.3
15	1919	10	25	17	10	0	36.5	25.3	0	6.1
	1919	10	25	17	53	32	36.5	25.3	0	5.6
16	1919	11	18	21	54	50	39.2	27.4	0	7
17	1919	12	22	23	41	6	40.1	20.7	0	6.3
	1919	12	22	23	56	10	40.1	20.7	0	4.9
18	1920	11	26	8	51	0	40.3	20	0	6.3
	1920	11	28	8	5	0	40.2	20	0	5.6
19	1921	9	13	8	59	53	38.9	21.18	0	6
	1921	9	14	3	27	42	38.9	21.2	0	5.4
20	1922	8	11	8	19	41	35.4	27.7	0	6.3
21	1922	8	13	0	9	54	35	26.8	0	6.8
	1922	8	13	12	46	8	35	26.8	0	5.9
22	1922	12	7	16	22	10	41.72	20.66	0	6.1
	1922	12	7	16	37	6	41.7	20.7	0	5.4
23	1923	12	5	20	56	35	40	23.4	0	6.4
24	1926	3	1	20	2	0	37	29.4	0	6.2
	1926	3	3	6	58	40	37	29.4	0	5
25	1926	3	16	17	53	0	37.5	29	15	6.3
26	1926	3	18	14	6	15	36.1	29.6	0	6.9
	1926	3	18	17	52	54	35.9	29.8	0	5.5
27	1926	9	19	1	3	57	36	22	0	6.3
	1926	9	19	14	37	48	36	22	0	5.3

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος (φ°_{N})**	**Γεωγραφικό μήκος (λ°_{E})**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (M)**
29	1927	2	14	3	43	27	43	18	0	6.1
30	1927	7	1	8	18	54	36.78	22.36	0	7.1
31	1928	3	31	0	29	47	38.2	27.5	0	6.5
	1928	3	31	5	12	24	38.1	27.4	0	5.2
32	1928	4	18	19	17	48	42.1	25	0	6.9
	1928	4	18	23	14	36	42.2	25.1	0	5.6
33	1928	4	22	20	13	46	38.07	22.82	0	6.3
	1928	4	25	0	31	18	38	23	0	5.2
34	1928	5	2	21	54	32	39.4	29.5	0	6.2
35	1930	3	31	12	33	48	39.47	23.03	0	6.1
36	1930	4	17	20	6	39	37.78	22.99	0	6
37	1930	11	21	2	0	25	40.21	19.62	0	6.3
	1930	11	21	19	26	0	40.2	19.6	0	5.4
38	1931	3	8	1	50	28	41.28	22.49	0	6.7
	1931	3	8	2	26	49	41.3	22.6	0	5.1

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας

39	1932	9	26	19	20	42	40.45	23.76	0	7
	1932	9	26	21	26	56	40.5	23.8	0	6
40	1932	9	29	3	57	26	40.97	23.23	0	6.2
41	1933	4	23	5	57	37	36.8	27.3	0	6.6
42	1933	5	11	19	9	50	40.4	23.7	0	6.3
	1933	6	1	2	40	30	40.4	23.7	0	5.1
43	1935	1	4	14	41	30	40.4	27.5	0	6.4
	1935	1	4	16	20	5	40.3	27.5	0	6.3
44	1938	7	20	0	23	35	38.29	23.79	0	6
	1938	7	27	1	29	10	38.3	23.8	0	5
45	1939	9	20	0	19	26	38	21	0	6.3
46	1939	9	22	0	36	32	39	27	0	6.6
47	1940	2	29	16	7	44	35.7	25.9	0	6
48	1941	3	1	3	52	47	39.67	22.54	0	6.3
	1941	3	1	7	51	8	39.6	22.5	0	5.1
49	1941	5	23	19	51	52	37.1	28.2	0	6
	1941	5	23	22	34	9	37.2	28.3	0	5.5
50	1941	7	13	15	39	28	38.1	26.2	0	6
51	1941	12	13	6	15	59	37.2	28.3	0	6.2
52	1942	10	28	2	22	53	39.1	27.8	0	6
53	1942	11	15	17	1	15	39.4	28.1	0	6.2
54	1944	6	25	4	16	19	39.05	29.26	0	6.1
	1944	6	25	6	57	48	39	29.6	0	5.5
55	1944	7	30	4	0	35	36.7	22.4	0	6
56	1944	10	6	2	34	41	39.51	26.57	0	6.9
	1944	10	7	21	34	22	39.5	26.6	0	5.4
57	1947	6	4	0	29	48	40	24	0	6.1
58	1947	8	30	22	21	31	35.1	23.4	0	6.3
	1947	10	10	8	29	41	35.1	23.4	0	5
59	1947	10	6	19	55	34	36.96	21.68	0	7
	1947	10	7	19	15	28	36.9	21.7	0	5

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος (φ°_{N})**	**Γεωγραφικό μήκος (λ°_{E})**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (Μ)**
60	1948	2	9	12	58	13	35.5	27.2	0	7.1
	1948	3	29	2	32	53	35.5	27.2	0	5.6
61	1948	4	22	10	42	45	38.62	20.57	0	6.5
	1948	4	23	5	38	30	38.7	20.5	0	5
62	1948	6	30	12	21	13	38.8	20.6	0	6.4
63	1949	7	23	15	3	30	38.58	26.23	0	6.7
	1949	7	30	17	47	7	38.6	26.3	0	5.1
64	1952	12	17	23	3	57	34.4	24.5	0.1	7
65	1953	3	18	19	6	16	40.02	27.53	0.1	7.3
	1953	3	18	21	18	10	40	27.6	0.1	5.7
66	1953	8	12	9	23	52	38	20.35	0.1	7.2
67	1953	8	12	12	5	21	38	21	0.1	6.3
	1953	8	12	14	8	39	38.3	20.8	0.1	6
68	1953	10	21	18	39	52	38.6	20.96	0.1	6.3
	1953	11	28	20	17	32	38	21	0.1	5.5

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

69	1954	4	30	13	2	36	39.28	22.29	0.1	7
	1954	5	4	16	45	27	39.3	22.2	0.1	5.7
70	1955	4	19	16	47	19	39.37	23	0.1	6.2
	1955	4	21	7	18	19	39.3	23.1	0.1	5.8
71	1955	7	16	7	7	10	37.55	27.05	0.1	6.9
	1955	8	28	13	39	24	37.4	27.2	0.1	5.1
72	1956	7	9	3	11	40	36.64	25.96	0.1	7.5
	1956	7	9	3	24	3	36.6	25.7	0.1	6.9
73	1956	7	30	9	14	57	35.9	26	0.1	6
	1956	7	30	10	39	56	35.9	26	0.1	5.6
74	1957	3	8	12	21	13	39.38	22.63	0.1	6.8
	1957	3	8	23	35	9	39.2	22.8	0.1	6
75	1957	4	25	2	25	42	36.5	28.6	0.1	7.2
	1957	4	26	6	33	36	36.2	28.9	0.1	6.1
76	1957	5	26	6	33	30	40.6	31.2	0	7.1
	1957	5	27	11	1	26	40.5	31	0	5.9
77	1957	5	26	9	36	33	41	31	0	6.1
78	1958	8	27	15	16	34	37.4	21	0.1	6.4
	1958	9	2	1	13	23	37.5	20.7	0.1	5.5
79	1959	4	25	0	26	39	36.9	28.7	0.1	6.2
	1959	4	25	1	5	40	37	28.6	0.1	5.4
80	1959	5	14	6	36	56	35	24.72	0.1	6.3
	1959	5	16	8	18	22	35.25	24.75	0	4.3
81	1959	9	1	11	37	40	40.81	19.8	0.1	6.4
	1959	10	7	8	30	40	40.9	19.9	0.1	5.7
82	1959	11	15	17	8	43	37.78	20.53	0.1	6.8
	1959	12	1	12	38	45	37.8	20.2	0.1	5.8
83	1960	5	26	5	10	11	40.63	20.65	0.1	6.5
84	1962	1	26	8	17	35	35.2	22.7	0.1	6.2
85	1962	3	18	15	30	30	40.67	19.63	0.1	6
	1962	4	6	18	48	2	40.8	19.8	0.1	4.6
86	1962	4	10	21	37	7	37.8	20.1	0.1	6.3
	1962	4	11	10	47	30	37.7	20.1	0.1	5.6

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος ($\varphi°_N$)**	**Γεωγραφικό μήκος ($\lambda°_E$)**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (M)**
87	1962	7	6	9	16	16	37.81	20.2	0.1	6.1
	1962	7	6	15	54	23	37.8	20.2	0.1	4.7
88	1963	7	26	4	17	12	42	21.4	0.1	6.1
	1963	7	26	4	32	47	42.1	21.4	0	4.2
89	1963	9	18	16	58	8	40.67	29	0.1	6.3
	1963	9	24	2	10	44	40.8	28.9	0.1	5
90	1964	10	6	14	31	23	40.1	27.93	0.1	6.9
91	1965	3	9	17	57	54	39.16	23.89	0.1	6.1
	1965	3	9	17	59	36	39.3	23.8	0.1	5.7
92	1965	4	5	3	12	55	37.4	22.1	0.1	6.1
	1965	5	15	13	34	36	37.4	21.9	0	4.6
93	1965	4	9	23	57	2	35.13	24.31	39	6.1
94	1965	7	6	3	18	42	38.27	22.3	10	6.3
	1965	7	6	6	22	39.6	38.4	22.3	0	4.6
95	1966	2	5	2	1	45	39.05	21.75	9	6.2
	1966	2	5	2	58	1	39.1	21.9	50	5.3

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

96	1966	9	1	14	22	57	37.39	22.14	9	6
	1966	10	26	16	40	8	37.5	22	0	3.7
97	1966	10	29	2	39	25	38.78	21.11	17	6
	1966	10	30	2	10	14	38.7	21.6	26	4.7
98	1967	3	4	17	58	9	39.2	24.6	10	6.2
	1967	3	4	18	38	1	39	24.8	15	5
99	1967	5	1	7	9	2	39.47	21.25	12	6.4
	1967	5	1	9	50	8	39.5	21.3	33	5.3
100	1967	7	22	16	56	57	40.67	30.69	12	7.2
101	1967	11	30	7	23	50	41.39	20.46	7	6.3
	1967	12	2	12	44	43	41.3	20.3	16	5.5
102	1968	2	19	22	45	42	39.5	25	8	6.8
	1968	2	20	2	21	52	39.6	25.4	8	5.2
103	1968	12	5	7	52	11	36.6	26.9	0.1	6
	1968	12	21	0	36	40	36.6	27.1	30	4.9
104	1969	1	14	23	12	6	36.1	29.2	0.1	6.2
105	1969	3	23	21	8	42	39.13	28.44	17	6.1
	1969	3	25	13	21	34	39.2	28.4	37	6
106	1969	3	28	1	48	29	38.29	28.57	13	6.7
	1969	4	30	20	20	32	39.1	28.5	8	5.4
107	1969	6	12	15	13	31	34.4	25	0.1	6.1
	1969	6	14	13	47	26	34.3	25	21	5.2
108	1970	3	28	21	2	23	39.16	29.42	11	7.1
	1970	4	7	4	5	16	39.07	29.61	33	6.1
109	1970	4	8	13	50	28	38.36	22.53	8	6.2
	1970	4	20	15	39	29.3	38.24	22.65	5	5.4
110	1971	5	12	6	25	15	37.6	30	6	6.2
	1971	5	12	12	57	22.7	37.48	29.58	0.1	5.7
111	1971	5	25	5	43	27.7	39.07	29.67	12	6.1
	1971	5	25	5	53	29	39.04	29.68	12	5.2
112	1972	5	4	21	39	57	35.1	23.6	40	6.2

A/A	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος (φ°_{N})**	**Γεωγραφικό μήκος (λ°_{E})**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (M)**
113	1972	9	17	14	7	15	38.3	20.3	7	6.3
	1972	10	30	14	32	12.4	38.24	20.38	13	5.4
114	1973	11	29	10	57	44	35.18	23.75	3	6
	1973	11	29	13	58	39	35.04	23.52	0	4.3
115	1975	3	27	5	15	8	40.4	26.1	13	6.6
	1975	3	29	2	6	5	40.42	26.03	33	5.7
116	1975	12	31	9	45	45.4	38.486	21.661	12	6
	1976	1	18	15	10	30.3	38.68	20.48	4	5.6
117	1976	5	11	16	59	45	37.4	20.4	29	6.4
	1976	6	12	0	59	20.3	37.38	20.5	24	5.8
118	1977	9	11	23	19	19	34.9	23	4	6.3
	1977	10	22	10	2	9	34.94	23.16	3	5.2
119	1978	6	20	20	3	21	40.71	23.27	6	6.5
	1978	7	4	22	23	29.8	40.73	23.12	18	5.1
120	1979	4	15	6	19	41	41.97	19	1	6.9
	1979	5	24	17	23	20	42.12	18.71	2	6.3
121	1980	7	9	2	11	57	39.27	23.09	16	6.6
	1980	7	10	19	39	2.5	39.27	22.98	6	5.6

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

122	1980	7	9	2	35	52	39.16	22.68	18	6.1
	1980	8	11	9	15	59.1	39.3	22.82	3	5.3
123	1981	2	24	20	53	37	38.153	22.961	15.5	6.6
	1981	2	25	2	35	51.84	38.083	23.139	12.2	6.4
124	1981	12	19	14	10	51	39	25.26	14.3	6.8
	1981	12	21	14	13	17.92	39.177	25.431	10.5	5.2
125	1982	1	18	19	27	25	39.78	24.5	11.6	6.6
	1982	1	18	19	31	21.63	39.44	24.61	35	5.6
126	1982	8	17	22	22	25.6	33.74	22.82	30	6.3
127	1983	1	17	12	41	31	38.1	20.2	7	6.8
	1983	1	19	0	2	13.99	38.149	20.219	0.2	5.8
128	1983	3	23	23	51	6.32	38.2	20.3	1.9	6.2
	1983	3	24	4	17	31.72	38.095	20.292	7.4	5.4
129	1983	7	5	12	1	27	40.3	27.2	10	6.4
	1983	7	5	17	30	44.78	40.261	27.212	11.3	4.9
130	1983	8	6	15	43	52	40	24.7	8.8	6.6
	1983	8	17	11	26	31.89	40.068	24.815	5.9	4.9
131	1983	12	28	20	19	32.33	40.729	30.381	6.6	6.1
132	1984	6	21	10	43	43	35.4	23.3	0.1	6.2
	1984	8	2	23	51	36.25	35.23	23.27	15.2	4.2
133	1986	9	13	17	24	34	37.05	22.11	9.2	6
	1986	9	15	11	41	30.76	37.1	22.12	1.3	5.3
134	1988	10	16	12	34	4	37.91	21.06	9	6
	1988	10	31	2	59	50.98	37.92	20.93	13.9	4.8
135	1990	6	16	2	16	20	39.3	20.6	0.5	6
	1990	8	4	7	29	24.36	39.17	20.52	3	4.9
136	1990	12	21	6	57	43	40.92	22.36	8.8	6
	1990	12	24	2	34	5.52	41.07	22.45	1	4.4
137	1992	4	30	11	44	40	35.1	26.6	19.2	6.1
	1992	5	3	8	35	36.8	34.977	26.677	26.2	5.1

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος (φ°_{N})**	**Γεωγραφικό μήκος (λ°_{E})**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (M)**
138	1992	11	6	19	8	10	38.19	27.05	15	6.2
	1992	11	6	20	6	2.3	38.02	26.97	30.7	5.1
139	1994	9	1	16	12	42	41.15	21.2	0.1	6.1
	1994	9	1	16	23	12.31	41.071	21.303	1.4	5.3
140	1995	5	13	8	47	14.39	40.16	21.67	9	6.5
	1995	5	17	4	14	26.01	40.07	21.63	5	5.3
141	1995	6	15	0	15	50.86	38.362	22.2	14	6.5
	1995	6	15	0	30	52.9	38.308	22.111	5	5.7
142	1995	10	1	15	57	13.67	38.12	30.27	2	6.1
	1995	10	1	18	2	56.19	38.14	30.4	13	5.5
143	1997	10	13	13	39	39.98	36.446	22.16	13	6.3
	1997	11	2	6	32	30.96	36.287	21.839	15	4.8
144	1997	11	18	13	7	39.74	37.422	20.619	10	6.6
	1997	11	18	13	13	46.28	37.229	21.057	10	6
145	1999	8	17	0	1	38.59	40.756	29.955	17	7.6
146	1999	9	7	11	56	51.27	38.062	23.537	10	6
	1999	9	7	20	44	55.29	38.08	23.547	10	4.9

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

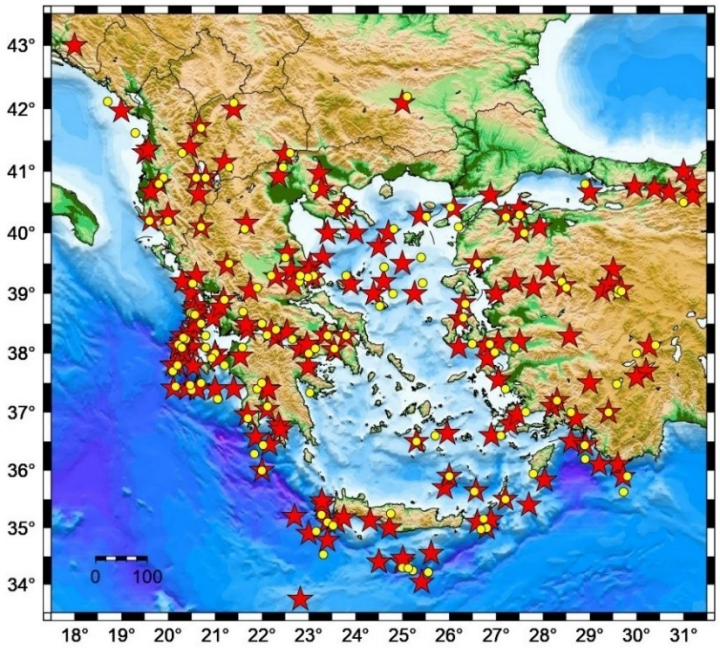
147	1999	11	12	16	57	19.82	40.806	31.187	10.4	7.1
148	2001	7	26	0	21	38	38.995	24.382	14	6.3
	2001	7	26	2	9	49.94	38.795	24.516	16	5.7
149	2003	8	14	5	14	55.3	38.744	20.539	11	6.2
	2003	8	14	16	18	3.18	38.658	20.531	10	5.2
150	2004	3	17	5	21	4.74	34.779	23.397	20	6.3
	2004	3	18	4	55	22.25	34.533	23.312	10	4.4
151	2005	1	23	22	36	8.37	35.895	29.708	5	6.2
	2005	2	9	14	38	35.1	35.63	29.72	5	4.2
152	2005	1	31	1	5	29.1	37.41	20.11	16	6.2
	2005	3	10	9	30	34	37.44	20.16	26	4.1
153	2005	10	20	21	40	6.2	38.124	26.768	20	6.1
	2005	10	31	5	26	44.45	38.161	26.49	32	5.1
154	2008	2	14	10	9	25.1	36.575	21.868	34.6	6.8
	2008	2	14	12	8	56.7	36.438	22.026	8.6	6.5
155	2008	6	8	12	25	28.4	37.952	21.537	17.5	6.4
	2008	6	8	12	43	39.8	38.101	21.584	19.2	5
156	2008	7	15	3	26	35.5	35.832	28.034	32.7	6.4
	2008	7	15	23	52	41.3	35.945	27.795	26	4.9
157	2009	7	1	9	30	12	34.042	25.411	33.2	6.4
	2009	7	2	19	47	50.2	34.25	25.22	22	4.8
158	2011	4	1	13	29	12.6	35.646	26.569	43.7	6.1
	2011	4	1	13	45	26.5	35.636	26.539	33.8	4.4
159	2012	6	10	12	44	17.3	36.441	28.904	12	6.1
	2012	6	25	13	5	30	36.435	28.893	11.7	5
160	2013	6	15	16	11	3.1	34.464	25.011	0	6.3
	2013	6	16	21	39	5.6	34.293	25.125	4.2	6.1
161	2013	10	12	13	11	54.7	35.471	23.281	15	6.8
	2013	11	27	14	21	16.1	37.335	23.023	12.6	4.4
162	2014	1	26	13	55	41	38.154	20.287	13.5	6.1
	2014	2	3	3	8	44.4	38.266	20.323	9.4	6

Πίνακας 1. (Συνέχεια)

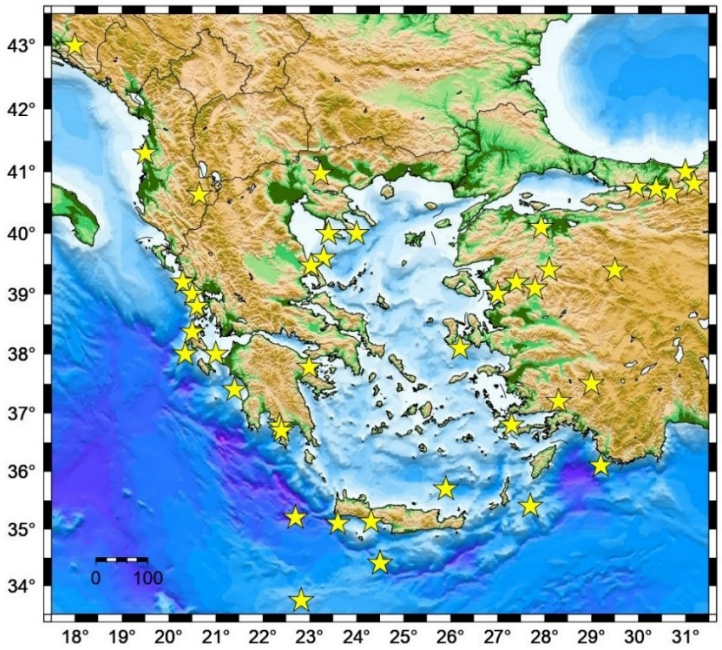
Α/Α	**Έτος**	**Μήνας**	**Ημέρα**	**Ώρα**	**Λεπτά**	**Δευτερόλεπτα**	**Γεωγραφικό Πλάτος ($\varphi°_N$)**	**Γεωγραφικό μήκος ($\lambda°_E$)**	**Βάθος (χλμ)**	**Μέγεθος (Μ)**
163	2014	5	24	9	25	2.1	40.286	25.375	12.8	6.9
	2014	5	24	11	33	10.4	40.268	25.513	19.4	4
164	2015	4	16	18	7	44.3	35.146	26.888	0	6.1
	2015	4	17	2	5	42.8	35.158	26.733	0.8	5.3
165	2015	11	17	7	10	7.5	38.664	20.585	13.9	6.5
	2015	11	17	8	33	40.7	38.647	20.572	7	5.1
166	2017	6	12	12	28	38.7	38.849	26.305	8.5	6.4
	2017	6	17	19	50	6.2	38.83	26.343	11.4	5.3
167	2017	7	20	22	31	10.8	36.959	27.453	1.5	6.1
	2017	8	8	7	42	20.8	37.005	27.632	0	4.9
168	2018	10	25	22	54	52.8	37.39	20.625	0.5	6.3
	2018	10	30	15	12	1.4	37.465	20.467	4.7	5.4
169	2019	11	26	2	54	12.7	41.359	19.578	7	6.1
	2019	11	26	6	8	22.12	41.62	19.297	10	5.2
170	2020	5	2	12	51	11.5	34.5511	25.6143	10.6	6
	2020	5	18	23	22	35.91	34.2199	25.5503	2.2	5.1
171	2020	10	30	11	51	25.51	37.9113	26.8149	10.8	6.7
	2020	10	30	11	53	54.86	38.1571	26.8657	33.5	5.1

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.1: *Χωρική κατανομή των κύριων σεισμών με μέγεθος $M \geq 6$ και τους μετασεισμούς τους. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στη ζώνη ηπειρωτικής σύγκλισης της Απούλιας πλάκας με την Ευρασιατική πλάκα και την μικροπλάκα του Αιγαίου, ενώ οι υπόλοιποι βρίσκονται κυρίως στη ζώνη κατάδυσης της ωκεάνιας πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από την Ευρασία, στον Κορινθιακό κόλπο και κατά μήκος της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

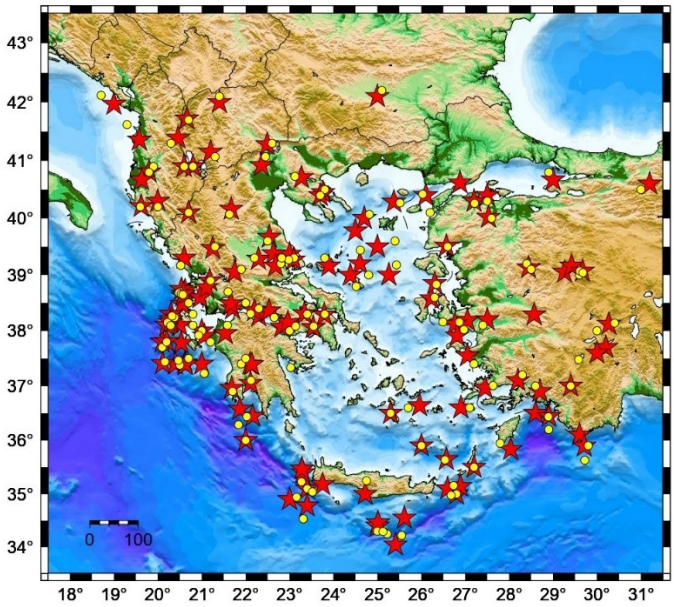


Σχήμα 2.3: *Χωρική κατανομή των κύριων σεισμών για τους οποίους δεν εντοπίστηκαν μετασεισμοί. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στη ζώνη ηπειρωτικής*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

σύγκλισης της Απούλιας πλάκας με την Ευρασιατική και την μικροπλάκα του Αιγαίου, καθώς και κατά μήκος της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου και την Τουρκία.



Σχήμα 2.4: *Χωρική κατανομή των κύριων σεισμών με τους μετασεισμούς τους και απουσία των κύριων σεισμών για τους οποίους δεν έχουν εντοπιστεί μετασεισμοί. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στη ζώνη σύγκλισης της Απούλιας πλάκας με την Ευρασιατική πλάκα και την μικροπλάκα του Αιγαίου και στη ζώνη κατάδυσης της ωκεάνιας πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από την Ευρασία. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

2.3 Διαχωρισμός δεδομένων

Για την καλύτερη ανάλυση των δεδομένων στα επόμενα στάδια, έγινε διαχωρισμός των σεισμών σε περιοχές. Οι περιοχές αυτές έχουν χωριστεί σύμφωνα με τις 10 σεισμοτεκτονικές ζώνες που παρουσιάζονται από τους *Παπαζάχος και Παπαζάχου* (2003) και οι σεισμοί κατανέμονται στα αντίστοιχα ρήγματα. Θα ακολουθήσει περιγραφή τον περιοχών, χάρτης για κάθε μία και ο αντίστοιχος πίνακας με τα ρήγματα.

1) Δυτική Αλβανία – Βορειοδυτική Ελλάδα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

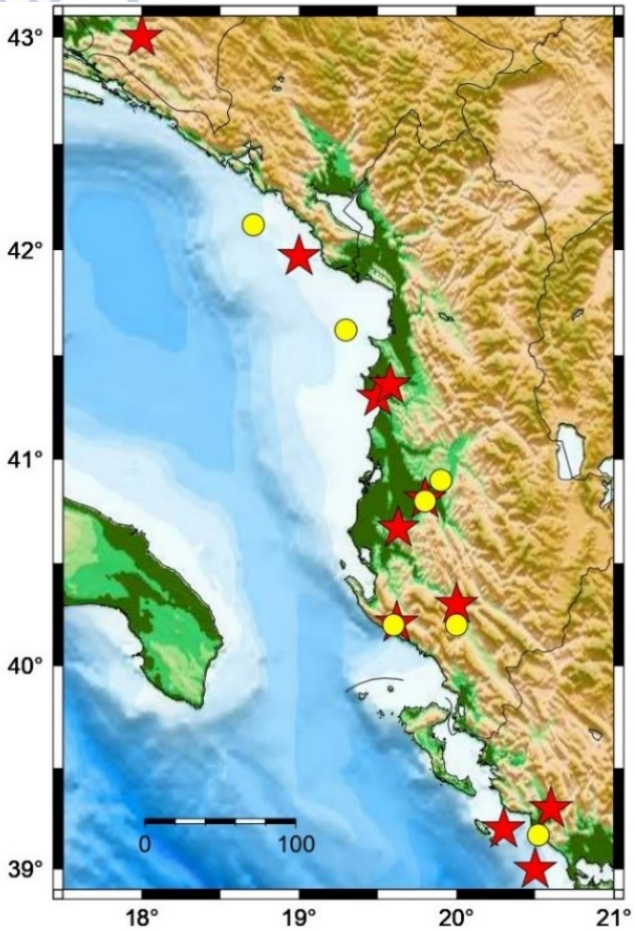
Η περιοχή αυτή αναφέρεται στα ανάστροφα ρήγματα που βρίσκονται στις ακτές της Αλβανίας και της Ηπείρου. Στη περιοχή συγκρούεται η Απούλια μικροπλάκα με την Ευρασία, με αποτέλεσμα την δημιουργία ανάστροφων ρηγμάτων που προκαλούν τους σεισμούς. Τα ρήγματα, έχουν παράταξη Β – Ν, είναι 10 και μοιράζονται 11 σεισμούς.

Α/Α	**Όνομα**	**φ**	**λ**	**L**	**ζ**	**θ**	**λ**	**Έτος (Μέγεθος Σεισμού)**
1.1	Dubrovnic	42.5	18.3	65	310	29	85	1927(6.1)
1.2	Shkodra	42.04	19.05	60	325	29	85	1979(6.9)
1.3	Dyrrachium	41.28	19.5	42	334	27	93	1926(6.1), 2019(6.1)
1.4	Berat	40.79	19.8	33	357	27	93	1959(6.4)
1.5	Fier	40.8	19.56	42	353	27	93	1962(6.0)
1.6	Himara	40.2	19.43	58	309	27	93	1930(6.3)
1.7	Tepeleni	40.3	20.06	30	339	27	93	1920(6.3)
1.8	Παραμυθιά	39.41	20.56	24	337	43	113	1990(6.0)
1.9	Παξοί	39.16	20.03	52	310	43	90	1915(6.1)
1.10	Πρέβεζα	39	20.6	20	340	43	113	1917(6.1)

Πίνακας 2. *Πληροφορίες για τα ανάστροφα ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογί
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.5: *Χωρική κατανομή των σεισμών της ζώνης Αλβανίας – Βορειοδυτικής Ελλάδας. Παρατηρείται ότι οι σεισμοί είναι διάσπαρτη κατά μήκος της σύγκρουσης της Απούλιας μικροπλάκας με την Ευρασία. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

2) Ιόνιο – Δυτική Κεντρική Ελλάδα

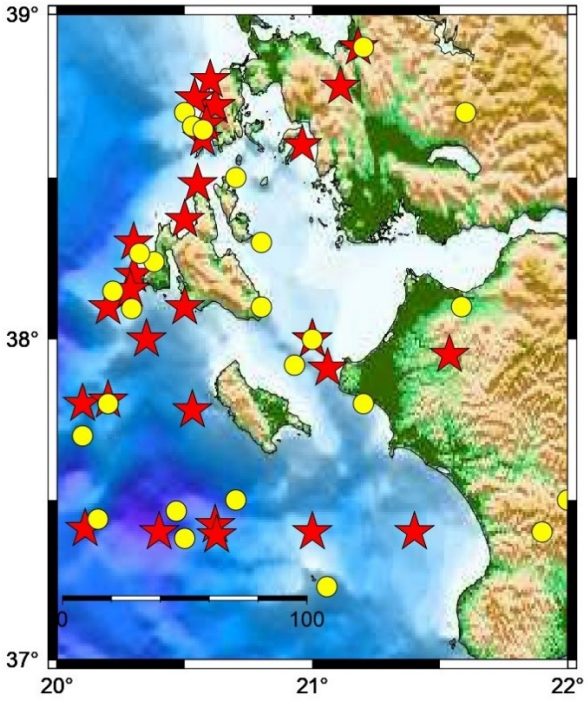
Στη ζώνη αυτή υπάρχουν 7 ρήγματα με 31 σεισμούς, τα οποία χωρίζονται σε 2 υποζώνες, μια στα Ιόνια νησιά και μια στην ηπειρωτική Ελλάδα. Τα ρήγματα είναι δεξιόστροφα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
ΑΠΘ

Πίνακας 3. *Πληροφορίες για τα δεξιόστροφα ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Α/Α	Όνομα	φ	λ	L	ζ	θ	λ	Έτος (Μέγεθος Σεισμού)
2.1	Λευκάδα	38.7	20.55	38	30	77	178	1914(6.3), 1915(6.6), 1915(6.7),1948(6.5), 1948(6.4), 2003(6.2), 2015(6.5)
2.2	Κεφαλονιά	38.2	20.2	80	40	57	172	1912(6.8), 1953(7.2), 1962(6.3), 1962(6.1), 1972(6.3), 1983(6.8), 1983(6.2), 2014(6.1)
2.3	Ζάκυνθος	37.58	20.53	55	310	18	118	1958(6.4), 1959(6.8), 1976(6.4), 1997(6.6), 2005(6.2), 2018(6.3)
2.4	Κυλλήνη	37.83	21.17	50	37	89	176	1939(6.3), 1953(6.3), 1988(6.0), 2008(6.4)
2.5	Κυπαρισσία	37.2	21.5	30	212	89	176	1919(6.3)
2.6	Μεγαλόπολη	37.33	22	20	245	57	159	1965(6.1), 1966(6.0)
2.7	Κατούνα	38.8	21.1	30	195	60	135	1921(6.0), 1953(6.3), 1966(6.0)



Σχήμα 2.6: *Χωρική κατανομή των σεισμών της ζώνης Ιονίου – Δυτικής Κεντρικής Ελλάδας. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στην Λευκάδα και την Κεφαλονιά στη ζώνη ηπειρωτικής σύγκλισης της Απούλιας πλάκας με την Ευρασιατική πλάκα και την μικροπλάκα του Αιγαίου. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

3) Ελληνική Τάφρος

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

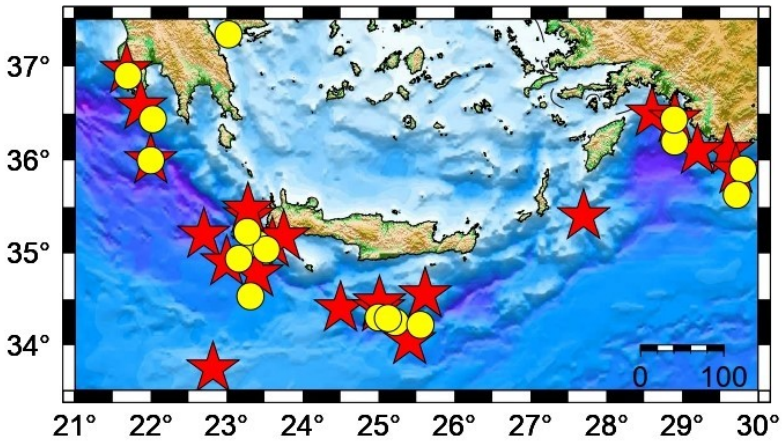
Η ζώνη αυτή αποτελείται από 8 ρήγματα τα 7 από τα οποία είναι ανάστροφα και το ρήγματα της Ρόδου είναι αριστερόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού. Ακολουθεί το κυρτό μέρος του Ελληνικού τόξου και εκτείνεται από την Ζάκυνθο, νότια της Πελοποννήσου, νότια της Κρήτης, νότια της Καρπάθου και φτάνει ανατολικά της Ρόδου. Τα ρήγματα προκλήθηκαν από τη κατάδυση της ωκεάνιας πλάκας της ανατολικής Μεσογείου κάτω από την Ευρασιατική, έχουν βορειοανατολική παράταξη και 22 σεισμούς.

Πίνακας 4. *Πληροφορίες για τα ανάστροφα ρήγματα και το ρήγμα μετασχηματισμού της Ρόδου στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

A/A	Όνομα	φ	λ	L	ζ	θ	λ	Έτος (Μέγεθος Σεισμού)
3.1	Φιλιατρά	36.78	21.4	90	320	32	106	1947(7.0), 2008(6.8)
3.2	Ταίναρο	36.19	22.05	26	320	32	106	1926(6.3)
3.3	Ελαφόνησος	35.22	23.23	200	315	17	99	1947 (6.3), 1962(6.2), 1972(6.2), 1973(6.0), 1977(6.3), 1984(6.2), 2004(6.3), 2013(6.8)
3.4	Τάφρος Πτολεμαίου	34.35	24.41	50	305	29	105	1952(7.0), 1969(6.1), 1982(6.3), 2013(6.3)
3.5	Τάφρος Στράβωνα	34.27	26.67	20	291	47	99	2009(6.4), 2020(6.0)
3.6	Όρος Στράβωνα	35.23	27.83	20	303	25	90	1922(6.3)
3.7	Καστελόριζο	36.12	29.26	130	294	27	99	1926(6.9), 1969(6.2)
3.8	Ρόδος	36.25	28.4	90	30	80	-41	1957(7.2), 2012(6.1)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεω
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.7: *Χωρική κατανομή των σεισμών της Ελληνικής Τάφρου. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στο δυτικό κομμάτι του τόξου. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

4) Αλβανίδες – Πίνδος

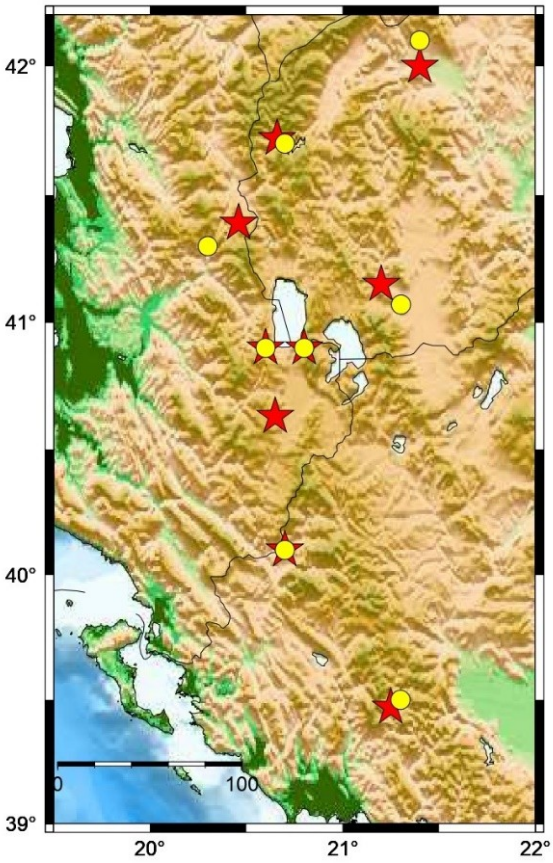
Η περιοχή αυτή, μαζί με την επόμενη, ανήκουν σε μια μεγαλύτερη ζώνη της οροσειράς των Ελληνίδων. Στη ζώνη ασκούνται εφελκυστικές τάσεις που δημιουργούν κανονικά ρήγματα με παράταξη βορρά – νότου. Η περιοχή αυτή φτάνει μέχρι την Κεντρική Ελλάδα, έχει 7 ρήγματα και 9 σεισμούς.

Πίνακας 5. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Α/Α	**Όνομα**	**φ**	**λ**	**L**	**ζ**	**θ**	**λ**	**Έτος (Μέγεθος Σεισμού)**
4.1	Άρτα	39.43	21.23	26	11	49	-87	1967(6.4)
4.2	Erseke	40.33	20.71	21	196	49	-87	1919(6.3)
4.3	Καστοριά	40.5	21.4	30	160	49	-87	1960(6.5)
4.4	Ochrid	41.02	20.79	38	179	49	-87	1911(6.7), 1912(6.1)
4.5	Bitola	41.3	21.32	35	343	49	-87	1994(6.1)
4.6	Peshkope	41.46	20.56	45	161	49	-87	1922(6.1), 1967(6.3)
4.7	Tetovo	42.01	21	50	30	49	-87	1963(6.1)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.8: *Χωρική κατανομή των σεισμών της περιοχής Αλβανίδων – Πίνδου. Παρατηρείται ότι οι σεισμοί είναι διάσπαρτοι κατά μήκος των Αλβανίδων και της Πίνδου. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

5) Ιζηματογενές Ελληνικό Τόξο

Το ιζηματογενές τόξο είναι συνέχεια της Πίνδου και μέρος της ζώνης της οροσειράς των Ελληνίδων. Η περιοχή του τόξου ξεκινάει από την νότια Πελοπόννησο και ακολουθεί το σχήμα του Ελληνικού τόξου περνώντας από την Κρήτη, την Κάρπαθο και τερματίζει στο νότιο μέρος της Ρόδου. Αποτελείται από 8 κανονικά ρήγματα με παράταξη βορρά – νότου και 14 σεισμούς.

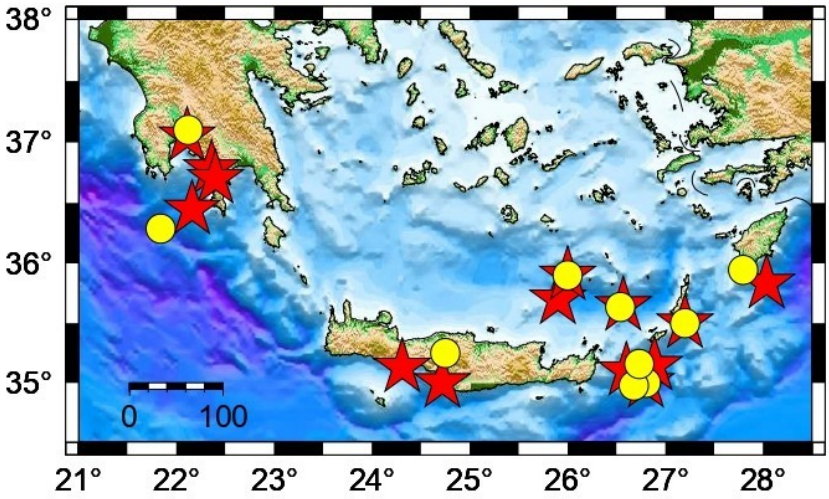
Πίνακας 6. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Α/Α	**Όνομα**	**φ**	**λ**	**L**	**ζ**	**θ**	**λ**	**Έτος (Μέγεθος Σεισμού)**
5.1	Καλαμάτα	37.08	22.18	16	197	50	-80	1986(6.0)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

5.2	Μάνη	36.68	22.34	60	164	44	-79	1927(7.1), 1944(6.0), 1997(6.3)
5.3	Χανιά	35.32	24.25	18	313	47	-98	1965(6.1)
5.4	Πιτσίδια	35.01	24.82	24	193	44	-79	1959(6.3)
5.5	Διονυσάδες	35.6	25.97	16	10	47	-98	1940(6.0), 1956(6.0)
5.6	Ζάκρος	35.16	26.49	40	14	47	-98	1922(6.8), 1992(6.1), 2015(6.1)
5.7	Κάρπαθος	35.76	27.05	60	185	47	-98	1948(7.1), 2011(6.1)
5.8	Κατάβεια	35.83	27.56	20	184	47	-98	2008(6.4)



Σχήμα 2.9: *Χωρική κατανομή των σεισμών του ιζηματογενούς τόξου. Παρατηρείται ότι πολύ σεισμοί συγκεντρώνονται στη νότια Πελοπόννησο και ανατολικά της Κρήτης. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

6) Μακεδονία – Θράκη

Η περιοχή της Μακεδονίας και Θράκης, μαζί με τις επόμενες τρεις (κεντρική Ελλάδα, ηφαιστειακό τόξο και Μικρά Ασία), βρίσκονται στη οπισθότοξη περιοχή του Αιγαίου. Η πλάκα του Αιγαίου και οι γύρω ηπειρωτικές περιοχές βρίσκονται σε εφελκυσμό (*McKenzie,1970*), με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κανονικά ρήγματα με παράταξη ανατολή – δύση. Η περιοχή έχει 8 κανονικά ρήγματα και 9 σεισμούς.

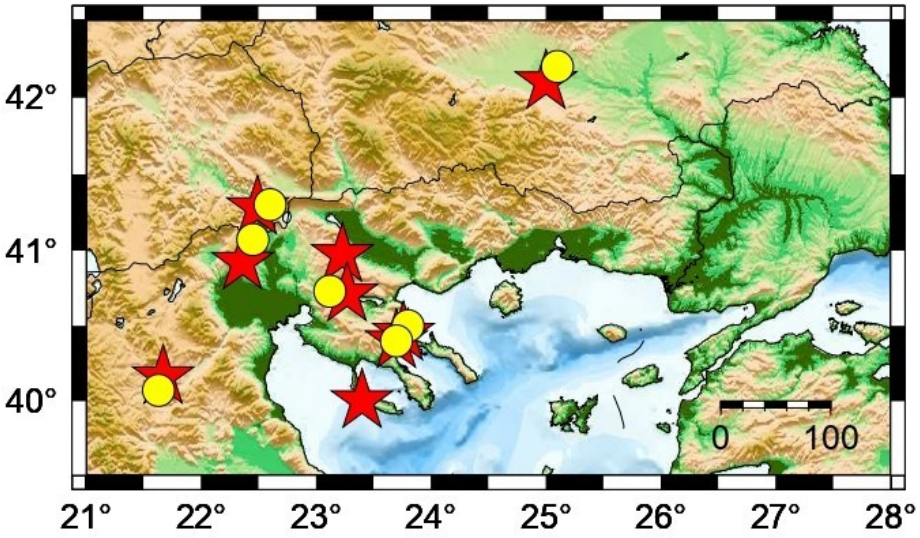
Πίνακας 7. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Α/Α	**Όνομα**	**φ**	**λ**	**L**	**ζ**	**θ**	**λ**	**Έτος (Μέγεθος Σεισμού)**

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

6.1	Κοζάνη	40.07	21.75	32	237	45	-101	1995(6.5)
6.2	Έδεσσα	40.92	22.34	36	56	45	-84	1990(6.3)
6.3	Στίβος	40.67	23.21	30	275	46	-70	1978(6.5)
6.4	Σοχός	40.83	23.21	28	90	53	-93	1932(6.2)
6.5	Ιερισσός	40.53	23.97	50	93	53	-93	1932(7.0), 1933(6.3)
6.6	Βάλτα	39.91	23.52	29	102	53	-93	1923(6.4)
6.7	Valadovo	41.3	22.5	38	270	53	-93	1931(6.7)
6.8	Plovdiv	42.05	25	60	270	37	-84	1928(6.9)



Σχήμα 2.10: *Χωρική κατανομή των σεισμών της περιοχής Μακεδονίας – Θράκης. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται στην περιοχή της κεντρικής Μακεδονίας. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

7) Κεντρική Ελλάδα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

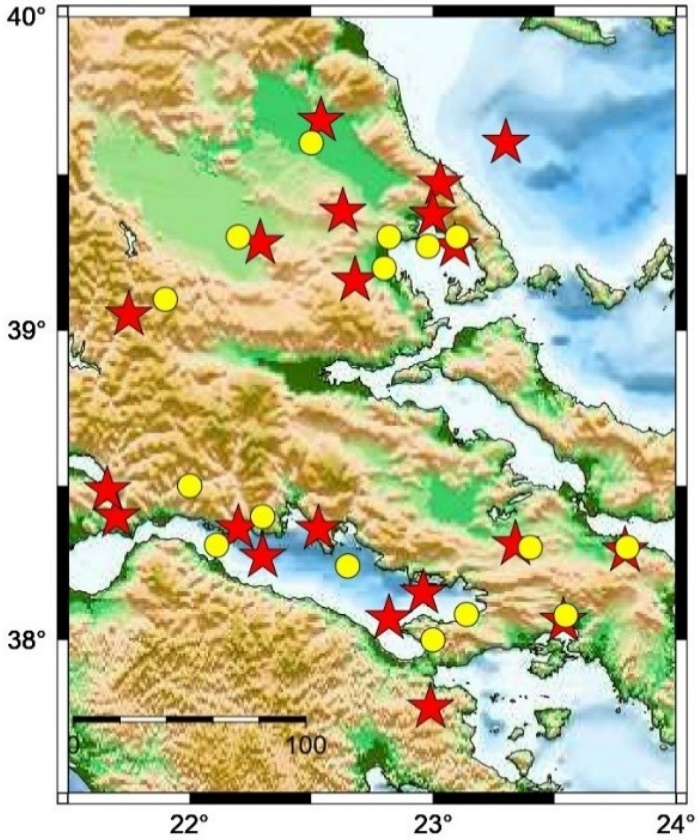
Η περιοχή της κεντρικής Ελλάδας είναι τμήμα της οπισθότοξης περιοχής του Αιγαίου. Αποτελείται από τη βόρεια Πελοπόννησο, κεντρική και ανατολική Στερεά Ελλάδα και Θεσσαλία. Έχει 14 κανονικά ρήγματα και 20 σεισμούς.

Πίνακας 8. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

A/A	**Όνομα**	**φ**	**λ**	**L**	**ζ**	**θ**	**λ**	**Έτος (Μέγεθος Σεισμού)**
7.1	Λάρισα	39.61	22.42	26	291	47	-88	1941(6.3)
7.2	Κεραμίδι	39.58	23.04	26	327	50	-82	1911(6.0), 1930(6.1)
7.3	Άγραφα	39.1	21.65	26	76	50	-82	1966(6.2)
7.4	Σοφάδες	39.24	22.24	52	271	47	-88	1954(7.0)
7.5	Φάρσαλα	39.3	22.54	42	269	47	-88	1957(6.8)
7.6	Ν. Αγχίαλος	39.29	22.96	30	82	43	-90	1955(6.2), 1980(6.6), 1980(6.1)
7.7	Ναύπακτος	38.39	21.94	40	85	40	-125	1917(6.0), 1975(6.0)
7.8	Ελίκη	38.25	22.07	48	290	30	-79	1965(6.3), 1995(6.5)
7.9	Γαλαξείδι	38.32	22.68	40	106	40	-90	1970(6.2)
7.10	Περαχώρα	38.07	23.06	36	253	44	-84	1981(6.6)
7.11	Αυλώνα	38.24	23.69	30	282	40	-90	1914(6.0)
7.12	Ερέτρια	38.39	23.83	26	93	40	-90	1938(6.0)
7.13	Πάρνηθα	38.16	23.55	23	119	57	-80	1999(6.0)
7.14	Κόρινθος	37.81	22.94	32	255	43	-100	1928(6.3), 1930(6.0)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.11: *Χωρική κατανομή των σεισμών της κεντρικής Ελλάδας. Παρατηρείται ότι οι περισσότεροι σεισμοί βρίσκονται κατά μήκος του Κορινθιακού κόλπου και στην Θεσσαλία. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

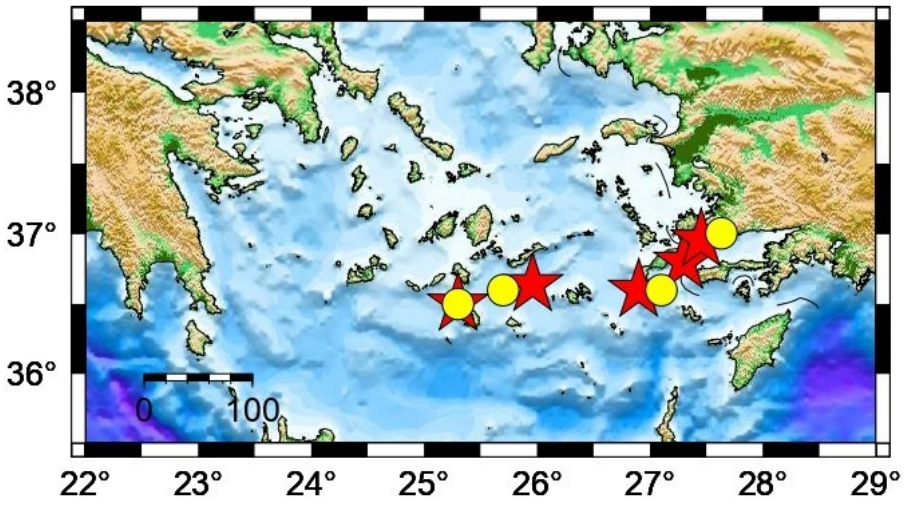
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

8) Ηφαιστειακό Τόξο

Το ηφαιστειακό τόξο ακολουθεί το σχήμα της ελληνικής τάφρου στις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα. Έχει 3 κανονικά ρήγματα με παράταξη ανατολής – δύσης και 5 ισχυρούς σεισμούς.

Πίνακας 9. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Α/Α	Όνομα	φ	λ	L	ζ	θ	λ	Έτος (Μέγεθος Σεισμού)
8.1	Αμοργός	36.73	25.99	75	65	40	-90	1956(7.5)
8.2	Σαντορίνη	36.53	25.52	19	50	40	-90	1919(6.1)
8.3	Κως	36.75	27.19	56	50	48	-78	1933(6.6), 1968(6.0), 2017(6.1)



Σχήμα 2.12: *Χωρική κατανομή των σεισμών του ηφαιστειακού τόξου. Παρατηρείται ότι οι σεισμοί είναι διασκορπισμένοι σε όλο το μήκος του ηφαιστειακού τόξου. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

9) Μικρά Ασία

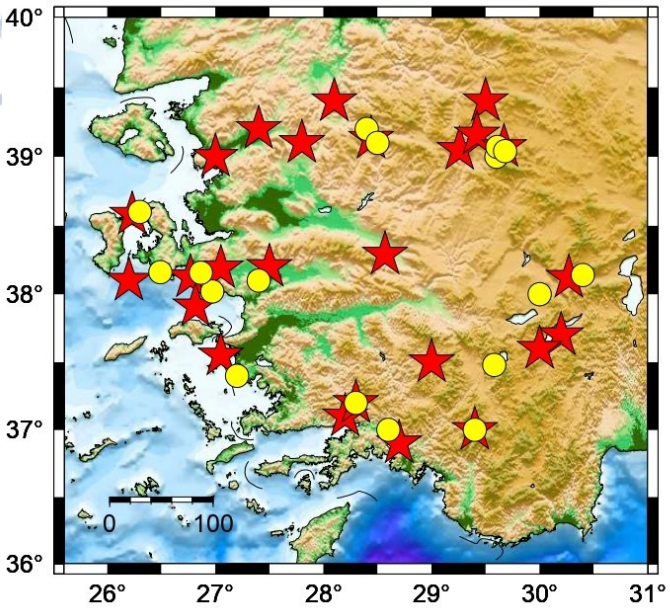
Αποτελείται από την νοτιοδυτική και κεντρική δυτική Τουρκία και επηρεάζεται από την κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου και από το ρήγμα της βόρειας Ανατολίας. Έχει 19 κανονικά ρήγματα και 25 σεισμούς.

A/A	Όνομα	φ	λ	L	ζ	θ	λ	Έτος (Μέγεθος Σεισμού)
9.1	Bergama-a	38.98	26.93	26	31	45	-115	1939(6.6)
9.2	Bergama-b	39.22	27.29	50	61	45	-115	1919(7.0)
9.3	Bigadik	39.25	28.14	18	287	45	-115	1942(6.0), 1942(6.2)
9.4	Demirci	39.18	28.69	31	104	34	-90	1969(6.1)
9.5	Gediz	39.15	29.6	44	312	35	-90	1944(6.1), 1970(7.1), 1971(6.1)
9.6	Emet	39.49	29.48	20	281	43	-94	1928(6.2)
9.7	Β. Χίος	38.65	26.1	42	261	45	-155	1949(6.7)
9.8	Ν. Χίος	38.29	26.2	38	82	45	-155	1941(6.0)
9.9	Urla	38.33	26.61	34	266	45	-115	2005(6.1)
9.10	Torbali-a	38.06	27.01	34	238	85	-167	1992(6.2), 2020(6.7)
9.11	Torbali-b	38.18	27.45	50	83	45	-115	1928(6.5)
9.12	Alasehir	38.34	28.5	45	313	34	-90	1969(6.7)
9.13	Σάμος	37.71	26.87	46	91	45	-115	1955(6.9)
9.14	Αφροδισιάς	37.33	29	33	280	42	-99	1926(6.2)
9.15	Acigol	37.8	29.8	30	248	35	-105	1995(6.1)
9.16	Burdur	37.65	30.19	52	230	35	-105	1914(7.1), 1971(6.2)
9.17	Marmaris	37.03	28.11	58	80	42	-99	1941(6.0), 1941(6.2)
9.18	Koycegiz	36.95	28.63	20	65	42	-99	1959(6.2)
9.19	Cibyra	37.12	29.5	30	221	85	19	1926(6.2)

Πίνακας 10. *Πληροφορίες για τα κανονικά ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογ
Α.Π.Θ



Σχήμα 2.13: *Χωρική κατανομή των σεισμών της Μικράς Ασίας. Παρατηρείται ότι αρκετοί σεισμοί βρίσκονται κοντά στη Σάμο και κοντά στο κέντρο της Μικράς Ασίας. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

10) Βόρειο Αιγαίο – Μαρμαράς

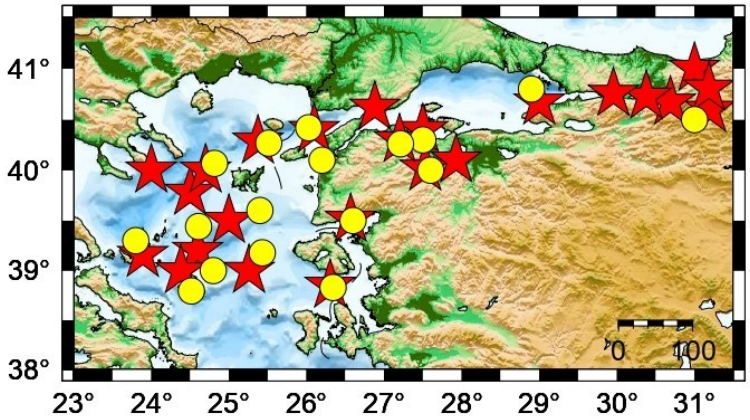
Η περιοχή του βορείου Αιγαίου και του Μαρμαρά αποτελούνται από μεγάλα δεξιόστροφα ρήγματα και μικρότερα κανονικά. Τα ρήγματα έχουν παράταξη ΒΑ - ΝΔ. Περιλαμβάνει 15 ρήγματα με 23 σεισμούς.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Πίνακας 11. *Πληροφορίες για τα ρήγματα στην περιοχή και οι σεισμοί που συνδέονται με αυτά.*

A/A	Όνομα	φ	λ	L	ζ	θ	λ	Έτος (Μέγεθος Σεισμού)
10.1	Αλόννησος	39.26	23.86	24	40	77	175	1965(6.1)
10.2	Άθως	39.75	24.38	90	225	89	-172	1947(6.1), 1982(6.6), 1983(6.6)
10.3	Λήμνος	40.16	25.24	80	253	88	-170	2014(6.9)
10.4	Saros	40.32	25.97	40	75	55	-145	1967(6.2)
10.5	Ganos	40.65	26.98	105	245	80	165	1912(7.4),1935(6.4)
10.6	Izmit	40.7	30	100	91	76	179	1957(7.1), 1957(6.1), 1967(7.2), 1983(6.1), 1999(7.6), 1999(7.1)
10.7	Yalova	40.63	29.08	65	259	59	-103	1963(6.3)
10.8	Sarikoy	40.24	27.6	86	240	70	-155	1983(6.4)
10.9	Αγ. Ευστράτιος	39.41	24.92	62	216	86	175	1968(6.8)
10.10	Πιπέρι	39.12	24.56	30	89	56	-118	1967(6.2)
10.11	Β. Σκύρος	38.98	25.11	65	40	67	-166	2001(6.3)
10.12	Α. Σκύρος	38.98	25.11	65	40	67	-166	1981(6.8)
10.13	Καλονή	39.2	26.25	50	45	89	-172	2017(6.4)
10.14	Edremit	39.49	26.46	48	74	46	-114	1944(6.9)
10.15	Yenise	39.86	27.3	80	233	70	-160	1953(7.3)



Σχήμα 2.13: *Χωρική κατανομή των σεισμών της περιοχής του βορείου Αιγαίου και Μαρμαρά. Παρατηρείται ότι όλοι οι σεισμοί βρίσκονται κατά μήκος της Βόρειας Μικράς Ασίας και στο βόρειο Αιγαίο. Με κόκκινους αστερίσκους φαίνονται οι κύριοι σεισμοί ενώ με κίτρινους κύκλους είναι οι μετασεισμοί.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

3ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα

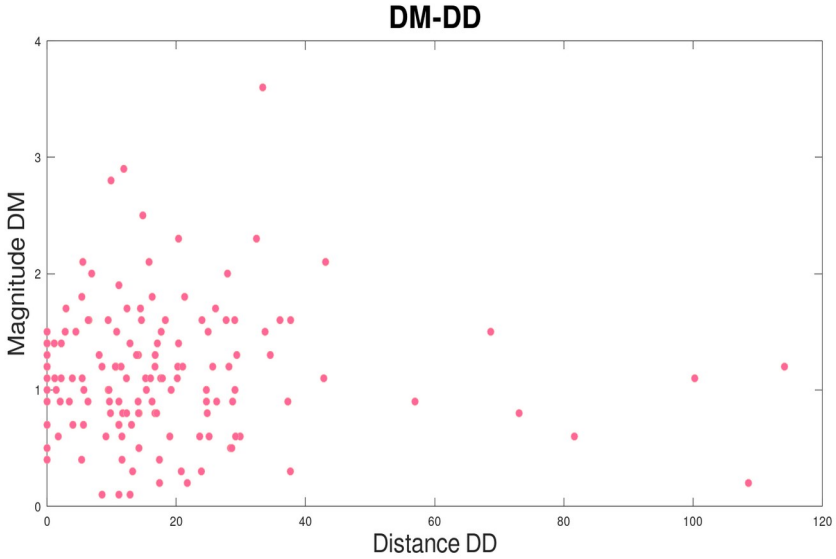
3.1 Χωροχρονική απόσταση των ισχυρότερων μετασεισμών από τους κύριους σεισμούς

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν αποτελέσματα σχετικά με την χρονική διαφορά του κύριου σεισμού με τον ισχυρότερο μετασεισμό καθώς και την χωρική τους απόσταση. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο οι μετασεισμοί επιλέχθηκαν με χωροχρονικά κριτήρια, δηλαδή ο μετασεισμός δε μπορεί να έχει γίνει σε απόσταση μεγαλύτερη από 3 R, όπου το R είναι το μήκος της διάρρηξης όπως υπολογίσθηκε από τη σχέση Wells and Coppersmith (1994), και χρονικά περισσότερο από 60 μέρες μετά την γένεση του κύριου σεισμού.

Από σύγκριση της διαφοράς μεγέθους (Δm) του κύριου σεισμού με τον μεγαλύτερο μετασεισμό, με την χωρική τους απόσταση (Δd) φαίνεται ότι εκτός κάποιων εξαιρέσεων οι ακολουθίες παρουσιάζουν μικρές τιμές Δm και Δd. Οι τιμές της απόστασης κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 0 – 45 km και η διαφορά των μεγεθών μεταξύ 0.1 – 2.1. Υπάρχουν και ακολουθίες με ακραίες τιμές (outliers) στις οποίες η διαφορά φτάνει σχεδόν τα 120 km σε απόσταση, ενώ το Δm κυμαίνεται κοντά στο 1, καθώς και ακολουθίες με Δm 4.6 και απόσταση μικρότερη από 40 km.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

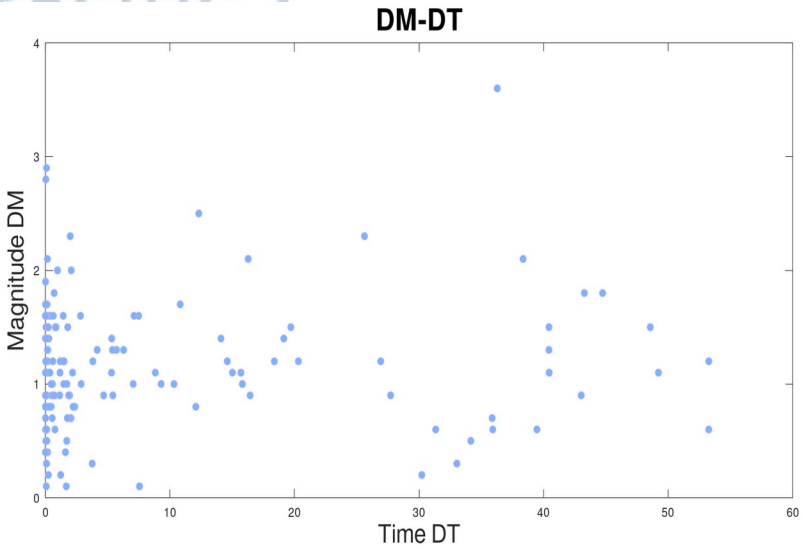


Σχήμα 3.1: *Απόσταση μεταξύ του κύριου σεισμού και του μεγαλύτερου μετασεισμού του σε km (Δd) σε συνάρτηση με τη διαφορά μεγέθους τους (Δm) για όλους τους σεισμούς. Έχουν σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους με ένα εύρος τιμών 0-45, εκτός από ορισμένους που φτάνει μέχρι ~120 km. Από το διάγραμμα προκύπτει ότι οι ακολουθίες γενικά έχουν μικρές τιμές Δm όπως και Δd, εκτός από ορισμένες εξαιρέσεις.*

Από τη σύγκριση της χρονικής διαφοράς (Δt) του μεγαλύτερου μετασεισμού με τον κύριο σεισμό σε σχέση με τη διαφορά μεγέθους (Δm), προκύπτει ότι οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί γίνονται κυρίως σε πολύ μικρή χρονική περίοδο από τον κύριο σεισμό μεταξύ 0 – 15 μέρες, ενώ οι υπόλοιπες ακολουθίες κυμαίνονται μεταξύ 15 – 55. Η διαφορά μεγέθους δεν επηρεάζεται από το χρονικό διάστημα των ακολουθιών.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 3.2: *Χρονική διαφορά του μεγαλύτερου μετασεισμού από τον κύριο σεισμό σε μέρες (Δt) σε συνάρτηση με τη διαφορά μεγέθους τους (Δm) για όλους τους σεισμούς. Οι περισσότεροι μετασεισμοί γίνονται σε μικρό χρονικό διάστημα από τον σεισμό, περίπου 1-10 μέρες, ενώ οι υπόλοιποι σε εύρος 10-60 μέρες. Γενικά προκύπτει ότι οι μεγαλύτεροι μετασεισμοί γίνονται σε ένα σχετικά μικρό χρονικό διάστημα από τον κύριο σεισμό.*

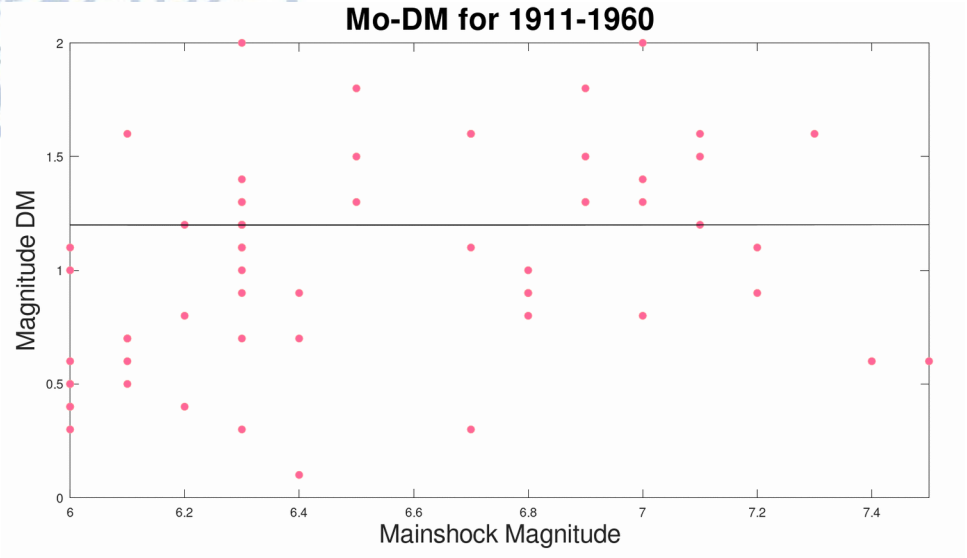
3.2 Ανάλυση της διαφοράς μεγεθών των κύριων σεισμών με τους μετασεισμούς τους

Στη συνέχεια θα παρατεθούν τα αποτελέσματα των παραμέτρων του νόμου του Båth (Δm και M). Θα εξεταστούν, αρχικά, τα σχήματα για όλες τις σεισμικές ακολουθίες από το 1911-2020 σε δύο μέρη, καθώς και για κάθε περιοχή ξεχωριστά.

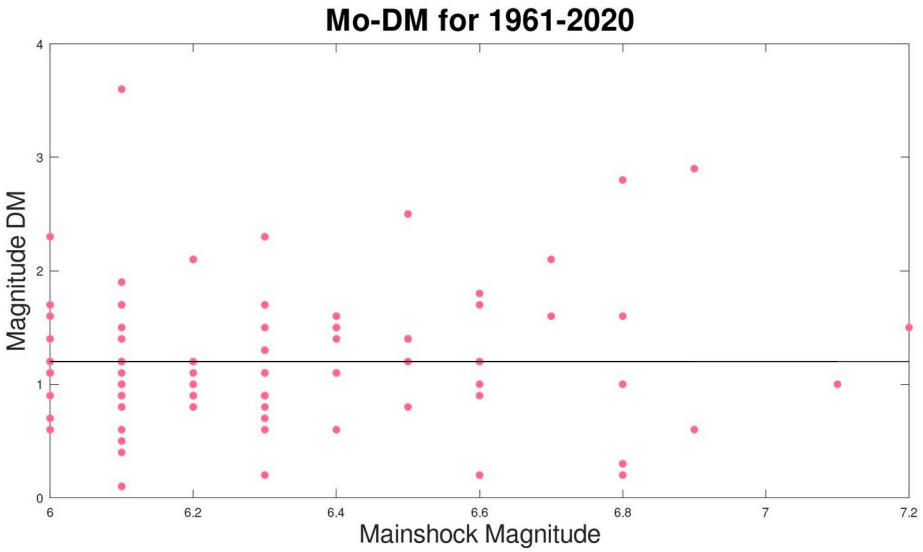
Στα σχήματα 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται τα μεγέθη (M) όλων των κύριων σεισμών από το 1911 έως το 1960 και από το 1961 έως το 2020 αντίστοιχα, σε συνάρτηση με το Δm. Στο σχήμα 3.3 οι τιμές του Δm κυμαίνονται από το 0.1 μέχρι το 2, είναι αρκετά διασκορπισμένες και δεν εμφανίζουν κάποια εξάρτηση. Στο σχήμα 3.4 οι τιμές έχουν μεγαλύτερο εύρος φτάνουν, δηλαδή μέχρι το 3.6, αλλά οι τιμές πάνω από 2.0 είναι ελάχιστες. Είναι αρκετά διασκορπισμένες και δεν εμφανίζουν εξάρτηση.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α



Σχήμα 3.3: *Μέγεθος του κύριου σεισμού (M) σε συνάρτηση με τη διαφορά μεγέθους του κύριου σεισμού με τον μεγαλύτερο μετασεισμό (Δm) για την περίοδο 1911-1960. Οι περισσότεροι εμφανίζουν Δm μικρότερο από το 1.2, ενώ ελάχιστοι ακριβώς 1.2. Κυμαίνονται μεταξύ 0.1 και 2.*



Σχήμα 3.4: *Μέγεθος κύριου σεισμού (M) σε συνάρτηση με το Δm για την περίοδο 1961-2020. Οι τιμές είναι κυρίως μικρότερες του 1.2, ενώ έχουν μεγαλύτερο εύρος που κυμαίνεται από 0.1 μέχρι 3.6.*

Παρακάτω ακολουθούν οι αναλύσεις για τις 10 περιοχές του ευρύτερου ελληνικού χώρου. Για αρχή, η περιοχή Αλβανίας – Πρέβεζας, η οποία έχει σχετικά λίγους σεισμούς και στην οποία όλα τα σημεία βρίσκονται κάτω από το 1.2 με εξαίρεση μόνο τον σεισμό του 1962 με M = 6.0. Δεν εμφανίζουν κάποια εξάρτηση

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

από το μέγεθος του κύριου σεισμού, ενώ η μέση τιμή $\overline{\Delta m}$ και η τυπική απόκλιση είναι 0.9 και 0.28, αντίστοιχα.

Στην περιοχή του Ιονίου και της δυτικής κεντρικής Ελλάδας, οι σεισμικές ακολουθίες έχουν μεγάλη διασπορά. Οι διαφορές κυμαίνονται από 0.1 έως 2.4, βρίσκονται κυρίως κάτω από το 1.2, ενώ υπάρχουν και δύο σεισμοί [1914 (6.3), 1988 (6.0)] με Δm 1.2, δεν εμφανίζουν εξάρτηση με το μέγεθος και έχουν μέση τιμή $\overline{\Delta m}$ = 1.03 (0.51).

Στην Ελληνική τάφρο οι σεισμικές ακολουθίες παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά, δηλαδή οι διαφορές στα μεγέθη κυμαίνονται από 0.1 έως 2.5, με τη διάμεσο να παίρνει την τιμή 1.2. Το $\overline{\Delta m}$ έχει τιμή 1.35 (0.61).

Στην περιοχή των Αλβανίδων και της Πίνδου, οι 7 ακολουθίες παρουσιάζουν Δm μεταξύ 0.6 και 1.9 κυρίως κάτω από το 1.2 εκτός από τους σεισμούς του 1919 (6.3) και 1963 (6.1). Οι τιμές δεν εμφανίζουν εξάρτηση και το $\overline{\Delta m}$ είναι 1.06 (0.42).

Οι 10 σεισμικές ακολουθίες του ιζηματογενούς τόξου παρουσιάζουν Δm μεταξύ 0.4 και 2.0. Η διάμεσος είναι και πάλι ίση με 1.2, δεν εμφανίζουν εξάρτηση με το μέγεθος και έχουν $\overline{\Delta m}$ = 1.2 και τυπική απόκλιση $\sigma_{\Delta m}$ = 0.51.

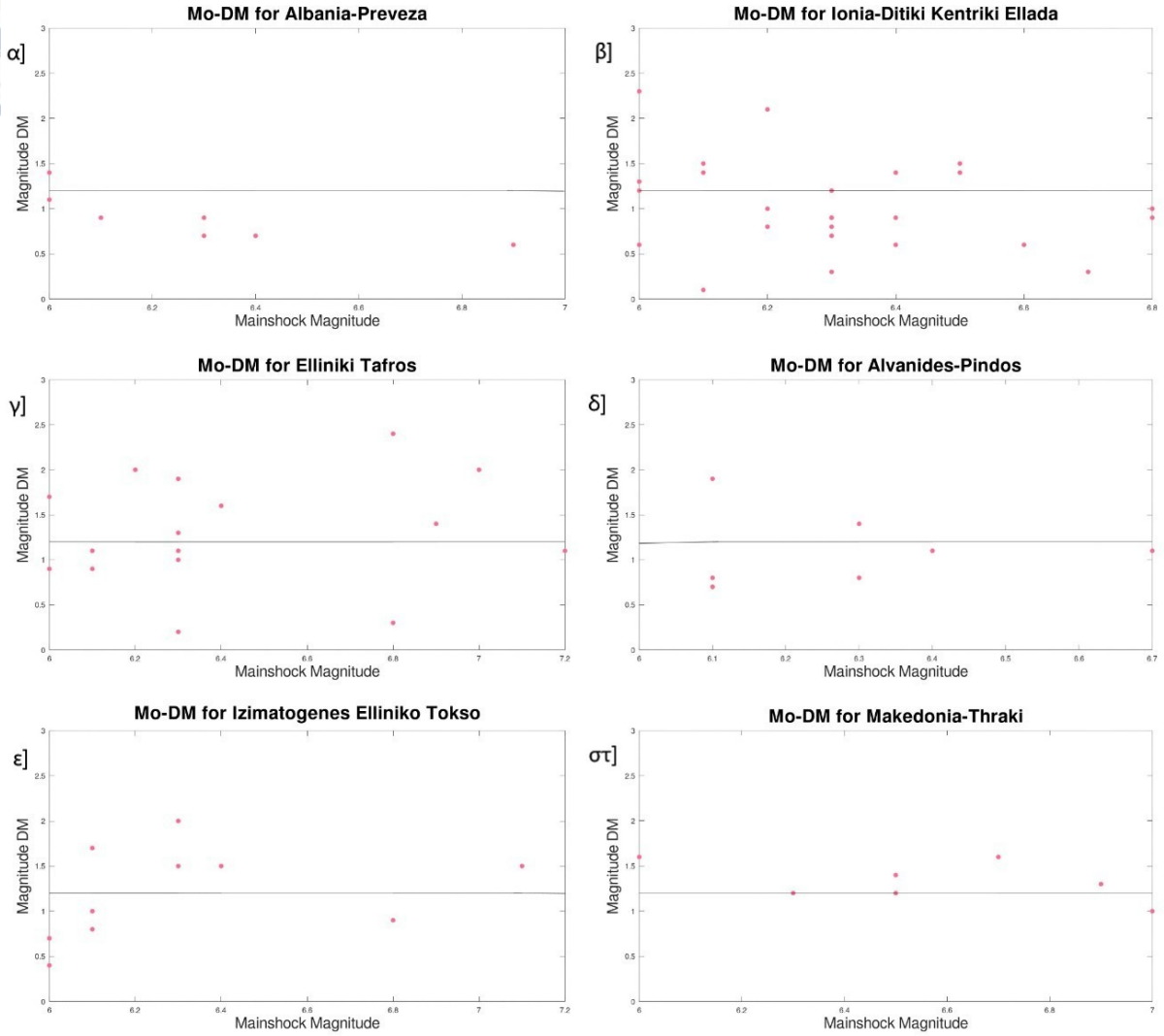
Στην περιοχή της Μακεδονίας – Θράκης οι 7 ακολουθίες παρουσιάζουν σχετικά μικρό εύρος τιμών Δm, 1.0 – 1.6. Όλα τα σημεία έχουν τιμές μεγαλύτερες ή ίσες [1933 (6.3), 1995 (6.5)] με 1.2, εκτός από τον σεισμό του 1932 (7.0) με Δm = 1.0. Το $\overline{\Delta m}$ είναι 1.33 με τυπική απόκλιση 0.22 και δεν φαίνεται να υπάρχει εξάρτηση από το μέγεθος των κύριων σεισμών.

Οι διαφορές Δm για τις ακολουθίες στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας κυμαίνονται από 0.2 μέχρι 1.7, δεν εμφανίζουν εξάρτηση από το μέγεθος των κύριων σεισμών, ενώ οι περισσότερες τιμές είναι μεγαλύτερες ή ίσες με 1.2, εκτός από τους 2 σεισμούς του 1954 (7.0) και του 1965 (6.3). Η μέση τιμή $\overline{\Delta m}$ είναι 0.85 με τυπική απόκλιση 0.39.

Το ηφαιστειακό τόξο έχει μόνο 4 σεισμικές ακολουθίες οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 0.5 και 1.2, με μία σεισμική ακολουθία[2017 (6.1)] να έχει Δm ίσο με 1.2. Οι τιμές δεν παρουσιάζουν κάποια εξάρτηση από το μέγεθος του κύριου σεισμού, ενώ το $\overline{\Delta m}$ είναι ίσο με 0.85 (0.35).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

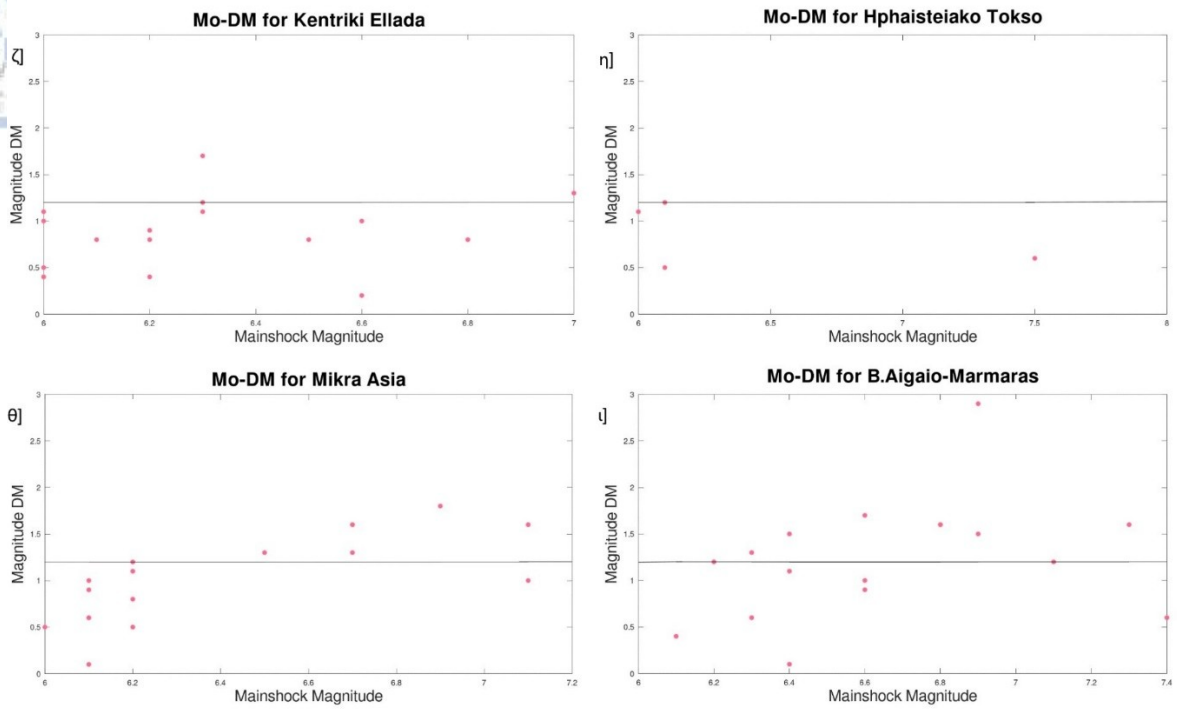
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 3.5: *Μέγεθος του κύριου σεισμού (M) και η διαφορά μεγεθών (Δm), για τις 10 περιοχές του ευρύτερου ελληνικού χώρου: α]Αλβανία – ΒΔ Ελλάδα, β]Ιόνιο – Δυτική Κεντρική Ελλάδα, γ]Ελληνική Τάφρος, δ]Αλβανίδες – Πίνδος, ε]Ιζηματογενές Τόξο, στ]Μακεδονία – Θράκη, ζ]Κεντρική Ελλάδα, η]Ηφαιστειακό Τόξο, θ]Μικρά Ασία και ι]Βόρειο Αιγαίο – Μαρμαράς (Συνεχίζεται).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 3.5: *Συνέχεια.*

Στην περιοχή της Μικράς Ασίας, οι 12 τιμές του Δm κυμαίνονται μεταξύ 0.1 και 1.8. Βρίσκονται κυρίως κάτω από το 1.2, με μόνο μία ακολουθία να έχει Δm = 1.2 [1926 (6.2)]. Παρατηρείται ότι οι σεισμοί με μεγέθη 6.0, 6.1 και 6.2 έχουν Δm ≤ 1.2, ενώ αυτοί με μεγαλύτερα μεγέθη έχουν Δm > 1.2 , με εξαίρεση τον σεισμό του 1970 (7.1), ο οποίος έχει Δm = 1.0. Το $\overline{\Delta m}$ είναι 1.03 με τυπική απόκλιση 0.48.

Στην περιοχή του βορείου Αιγαίου και του Μαρμαρά, οι τιμές Δm των σεισμικών ακολουθιών κυμαίνονται μεταξύ 0.1 και 2.9, όπου με Δm = 2.9 είναι η σεισμική ακολουθία του 2014 (6.9) στην περιοχή με το μεγαλύτερο Δm. Υπάρχει μία σεισμική ακολουθία με Δm = 1.2 [1967 (6.2)] και δεν υπάρχει κάποια εξάρτηση μεταξύ του Δm και των μεγεθών των κύριων σεισμών. Το $\overline{\Delta m}$ είναι ίσο με 1.22 (0.64).

Συνολικά, το Δm έχει μεγάλη διασπορά και δεν εμφανίζει εξάρτηση από το μέγεθος του κύριου σεισμού. Έχει μέση τιμή $\overline{\Delta m}$ = 1.09 και τυπική απόκλιση $\sigma_{\Delta m}$ = 0.51. Η περιοχές της κεντρικής Ελλάδας και του ηφαιστειακού τόξου έχουν την χαμηλότερη μέση τιμή όλων των περιοχών με $\overline{\Delta m}$ = 0.85 και παρόμοιες τυπικές αποκλίσεις 0.39 και 0.35 αντίστοιχα. Τις μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζουν οι περιοχές

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

της Ελληνικής τάφρου και της Μακεδονίας και Θράκης με μέση τιμή 1.35 και 1.33 αντίστοιχα. Οι τυπικές αποκλίσεις, αντίθετα, έχουν αρκετά μεγάλη διαφορά αφού για την Ελληνική τάφρο είναι 0.61, ενώ για την περιοχή Μακεδονίας – Θράκης είναι 0.22.

Πίνακας 12: *Μέση τιμή και τυπική απόκλιση για όλες τις σεισμικές ακολουθίες μαζί και κάθε περιοχή ξεχωριστά.*

Δεδομένα (Αριθμός Ακολουθιών)	**Μέση Τιμή $\overline{\Delta m}$**	**Τυπική Απόκλιση $\sigma_{\Delta m}$**
Όλα (130)	1.09	0.51
Αλβανία – Πρέβεζα (7)	0.9	0.28
Ιόνιο – Κεντρική Δυτική Ελλάδα (26)	1.03	0.51
Ελληνική Τάφρος (17)	1.35	0.61
Αλβανίδες – Πίνδος (8)	1.06	0.42
Ιζηματογενές Ελληνικό Τόξο (10)	1.2	0.51
Μακεδονία – Θράκη (7)	1.33	0.22
Κεντρική Ελλάδα (17)	0.85	0.39
Ηφαιστειακό Τόξο (4)	0.85	0.35
Μικρά Ασία (17)	1.03	0.48
Βόρειο Αιγαίο – Μαρμαράς (17)	1.22	0.64

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

4ο Κεφάλαιο: Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

Η διερεύνηση του νόμου του Båth σε σεισμικές ακολουθίες στον ελληνικό χώρο έχει στόχο να συμβάλει στην γνώση για το μέγεθος του μεγαλύτερου μετασεισμού σε σεισμικές ακολουθίες που έχουν ήδη γίνει και επομένως την εκτίμηση του μεγέθους του μεγαλύτερου μετασεισμού σε μελλοντικές σεισμικές ακολουθίες.

Η μέση τιμή των Δm για όλες τις σεισμικές ακολουθίες την περίοδο 1911 – 2020 είναι 1.09 με τυπική απόκλιση 0.51. Οι τιμές αυτές είναι παρόμοιες με τιμές από προηγούμενες έρευνες, όπως των *Shcherbakov et al.* (2013), οι οποίοι εξέτασαν μεγάλους σεισμούς σε ζώνες κατάδυσης, με $\overline{\Delta m}$ = 1.11 και $\sigma_{\Delta m}$ = 0.53. Οι *Shcherbakov και Turcotte* (2004), στην Καλιφόρνια της Αμερικής, βρήκαν ότι το $\overline{\Delta m}$ είναι ίσο με 1.16 ενώ η τυπική απόκλιση είναι 0.46. Οι *Rodríguez – Pérez και Zúñiga* (2013) για όλες τις ομάδες ακολουθιών έχουν βρει $\overline{\Delta m}$ και $\sigma_{\Delta m}$ με τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του 1.32 και 0.33 αντίστοιχα, εκτός από μια ζώνη κατάδυσης του Μεξικού με $\overline{\Delta m}$ = 0.83 και $\sigma_{\Delta m}$ = 0.15. Οι *Yalcin και Kurnaz* (2006), χωρίζουν τα αποτελέσματα τους σε 3 κύριες περιοχές οι οποίες αντιστοιχούν με κάποιες από αυτές που εξετάζονται σε αυτή την έρευνα. Οι περισσότεροι σεισμοί της περιοχής της NAFZ έχουν κατανεμηθεί στην περιοχή βόρειου Αιγαίου – Μαρμαρά σε αυτή την έρευνα και παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη διαφορά στα $\overline{\Delta m}$ ($\sigma_{\Delta m}$), με 1.63 (0.23) και 1.22 (0.64), αντίστοιχα. Η περιοχή της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου και της Μακεδονίας – Θράκης παρουσιάζουν $\overline{\Delta m}$ ($\sigma_{\Delta m}$) ίσο με 1.43 (0.21) και 1.33 (0.22), αντίστοιχα, δηλαδή μια μικρή διαφορά στα $\overline{\Delta m}$ ενώ η τυπική απόκλιση είναι σχεδόν ίδια.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας προκύπτει ότι αν και ο νόμος του Båth δεν ισχύει, ανάλογα με την περιοχή στην οποία έγινε ο κύριος σεισμός, το μέγεθος του μεγαλύτερου μετασεισμού μπορεί να οριστεί μέσα σε ένα εύρος τιμών χαρακτηριστικών στην περιοχή. Τέλος, η ανάλυση που παρουσιάστηκε θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανάπτυξη μοντέλων για σεισμικές ακολουθίες σύμφωνα με τα οποία θα γίνεται εκτίμηση του μεγέθους του μεγαλύτερου μετασεισμού, σημαντική πληροφορία για την εξέλιξη της μετασεισμικής δραστηριότητας και την εκτίμηση της μετασεισμικής δραστηριότητας.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Βιβλιογραφία

Båth, M., 1965. Lateral inhomogeneities in the upper mantle. *Tectonophysics* 2, 483–514.

Console, R., Lombardi, A.M., Murru, M. and Rhoades, D., 2003. Båth's law and the self-similarity of earthquakes. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 108(B2).

Dewey, J.F., 1988. Extensional collapse of orogens. Tectonics, 7, 1123-1139.

Jackson, J., 1994. Active tectonics of the Aegean region. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 22, 239–271.

Le Pichon, X. and Angelier, J., 1981. The Aegean Sea. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 300, 357-372.

Liu, M & Stein, S 2011, 'Earthquake, aftershocks', Encyclopedia of Earth Sciences Series, vol. Part 5, 192-194.

Lombardi, A.M., 2002. Probabilistic interpretation of «Bath's Law». Annals of Geophysics, vol.45, 455-472.

McKenzie, D.P., 1970. Plate tectonics of the Mediterranean region. Nature, 226(5242), 239-243.

McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal International, 30(2), 109-185.

McKenzie, D., 1978. Active tectonics of the Alpine—Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal International, 55, 217-254.

Moratto, L., Orlecka-Sikora, B., Costa, G., Suhadolc, P., Papaioannou, C. and Papazachos, C.B., 2007. A deterministic seismic hazard analysis for shallow earthquakes in Greece. Tectonophysics, 442, 66-82.

Olsson, R., 1979. On the occurrence of aftershock sequences, Seism. Inst. of Uppsala Rept. 4-79, 1-27.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Papazachos B. C., Comninakis, P. E., 1969. Geophysical features of the Greek Island Arc and Eastern Mediterranean Ridge, Com. Ren. Séances Conf. Reunie Madrid, 74–75.

Papazachos B. C., Comninakis P. E., 1971. Geophysical and tectonic features of the Aegean arc. Journ. of Geophys. Res., 76.

Papazachos, B.C., Papaioannou, Ch. A., Papazachos, C.B., Savvaidis, A.S., 1997. Atlas of isoseismal maps for strong shallow earthquakes in Greece and surrounding area (426 BC–1995). Univ. of Thessaloniki, Geophys. Laboratory, 4, 1997, 176.

Papazachos, B.C., Papadimitriou, E.E., Kiratzi, A.A., Papazachos, C.B., Louvari, E.K., 1998. Fault plane solutions in the Aegean Sea and the surrounding area and their tectonic implication. Boll. Geofis. Teor. Appl. 39, 199–218.

Papazachos, B.C., Papaioannou, Ch. A., Papazachos, C.B., Savvaidis, A.S., 1999. Rupture zones in the Aegean region. Tectonophysics 308, 205–221.

Παπαζάχος Κ., Παπαζάχου Κ., 2003. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 286.

Ranalli, G., 1969. A statistical study of aftershock sequences. Annali di Geofisica, 22, 359-397.

Rodríguez-Pérez, Q. and Zúñiga, F.R., 2016. Båth's law and its relation to the tectonic environment: A case study for earthquakes in Mexico. Tectonophysics, 687, 66-77.

Shcherbakov, R. and Turcotte, D.L., 2004. A modified form of Bath's law. Bulletin of the Seismological Society of America, 94, 1968-1975.

Shcherbakov, R., Turcotte, D.L. and Rundle, J.B., 2005. Aftershock statistics. Pure and Applied Geophysics, 162, 1051-1076.

Shcherbakov, R., Goda, K., Ivanian, A. and Atkinson, G.M., 2013. Aftershock statistics of major subduction earthquakes. Bulletin of the Seismological Society of America, 103, 3222-3234.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Tsapanos, T.M., 1990. Spatial distribution of the difference between the magnitudes of the main shock and the largest aftershock in the circum-Pacific belt. Bulletin of the Seismological Society of America, 80, 1180-1189.

Vere-Jones, D., 1975. Stochastic models for earthquake sequences. Geophysical Journal International, 42, 811-826.

Wells, D.L. and Coppersmith, K.J., 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bulletin of the seismological Society of America, 84, 974-1002.

Yalcin, S.E. and Kurnaz, L., 2006. The Application Of The Modified From Of Bath's Law To The North Anatolian Fault Zone (NAFZ), Aegean Graben System And Cyprus Arc Zone. Journal of Istanbul Kültür University, 4, 245-267.

Ιστοσελίδες

http://geophysics.geo.auth.gr/ss/ - Ιστοσελίδα σεισμολογικού σταθμού του Τομέα Γεωφυσικής του Α.Π.Θ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Παράρτημα

Κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab για τον προσδιορισμό του μεγαλύτερου μετασεισμού σε κάθε ακολουθία μέσα σε χρονικό και χωρικό παράθυρο.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

```
%% Space-time window method %%

% Load dataset
data=load('allgreek_1911_2020.txt');
y_f=1911;
y_e=2020;
data=data(data(:,1)>=y_f & data(:,1)<=y_e & data(:,9)<=50,:);
clear y_f y_e

% Find all the events with M>=Mtarget
Mc=6.0;
id_trg=find(data(:,10)>=Mc);
data_trg=data(data(:,10)>=Mc,:);
Mtrg=data_trg(:,10);
n=length(Mtrg);
jd=datenum(data(:,1), data(:,2), data(:,3), data(:,4), data(:,5), data(:,6));

% Define time window
T=60; % in days

id(1:n)=2; % 2 index of mainshock
for i=1:n
    % Filter on time
    ind=find((jd-jd(id_trg(i)))<=60 & (jd-jd(id_trg(i)))>-60);
    % Filter on space
    S=3*(10^(-3.22)*10^(0.69*Mtrg(i))); % in km
    Mthr=Mtrg(i);
    for ii=1:length(ind)
    dist=lldistkm([data(id_trg(i),7) data(id_trg(i),8)],[data(ind(ii),7) data(ind(ii),8)]);
    if dist<=S && data(ind(ii),10)>Mthr % there is a larger in magnitude event
        id(i)=-1; % change from id=2 to id=-1 No mainshock
        break
    end
    end
end
clear i ii dist
% Filter on the main shocks
ind=find(id==2);
```

```
id_trg=id_trg(ind); % Main shocks
n=length(id_trg);
data_trg=data_trg(ind,:);
clear ind id

% Check for the maximum aftershocks for the main shocks that we found in
% previous step
for i=1:n
    % Filter on time
    ind=find((jd-jd(id_trg(i)))<=60 & (jd-jd(id_trg(i)))>0);
    % Filter on space
    S=3*(10^(-3.22)*10^(0.69*Mtrg(i))); % in km
    Mthr=0;
    for ii=1:length(ind)
    dist=lldistkm([data(id_trg(i),7) data(id_trg(i),8)],[data(ind(ii),7) data(ind(ii),8)]);
    if dist<=S && data(ind(ii),10)>Mthr
        aft_max(i,:)=data(ind(ii),:);
        Mthr=aft_max(i,10);
    end
    end
    clear dist ii ind
end
clear i jd S T Mthr Mc

filename = sprintf('after_shocks.txt');
fout = fopen(filename,'w');
fprintf(fout,'%4d %02d %02d %02d %02d %5.2f %7.4f %7.4f %5.2f %3.2f \n',aft_max');
fclose(fout);
clear filename fout

```


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης