



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ , ΑΕΜ : 3794

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2011

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ :
ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ**



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ :

❖ <u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	5
❖ <u>ΣΥΝΟΨΗ</u>	7
❖ <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α :</u>	10
A1. ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	10
A2. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	15
❖ <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β :</u>	19
B1. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ.....	19
B2. ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	22
B3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....	25
B3.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....	25
B3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....	27
B3.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....	28
B3.4. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....	31



❖ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ :****33**

Γ1. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ...	33
Γ2. ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ.....	36
Γ3.ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....	39
Γ3.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....	39
Γ3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....	41
Γ3.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....	45
Γ3.4. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....	47

❖ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ :****50**

Δ1. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΡΙΝ & ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΙΣΧΥΡΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ.....	50
Δ1.1.ΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ.	53
Δ1.2. ΦΥΣΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΑΚΟΛΟΥΘΙΩΝ.....	55
Δ1.3. ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΗΣΥΧΙΑΣ.....	56



❖ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε :**58

Ε1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ.....58

Ε1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....58

Ε2. ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ.....58

Ε3. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ).....84

❖ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ :**88

ΣΤ1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ.....88

ΣΤ1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....88

ΣΤ2. ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ.....88

ΣΤ3. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ).....116

❖ **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ :**120

Ζ1. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ
ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ
ΣΚΥΡΟΥ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....120

Ζ2. . ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΗΣ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΗΣ
ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ
ΛΕΥΚΑΔΑΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....125

❖ **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**.....130

Ο ελληνικός χώρος και γενικότερα ο χώρος της Ανατολικής Μεσογείου βρίσκεται στα όρια επαφής και σύγκλισης της Ευρασιατικής πλάκας με την Αφρικανική, για αυτό και είναι χώρος υψηλής σεισμικότητας. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, η Ελλάδα, από άποψη σεισμικότητας, κατέχει την πρώτη θέση στη Μεσόγειο και την Ευρώπη καθώς και την έκτη θέση σε παγκόσμιο επίπεδο, μετά την Ιαπωνία, Νέες Εβρίδες, Περού, νησιά Σολομώντα και Χιλή. Επίσης, το 2% της παγκόσμιας σεισμικότητας εκδηλώνεται στην χώρα μας.

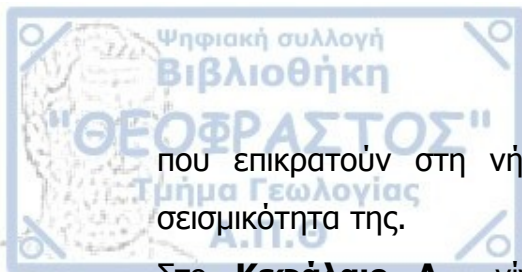
Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Πτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Στόχος της εργασίας αποτελεί η μελέτη πρόκλησης σεισμικότητας στον Ελληνικό χώρο. Οι σεισμικές ακολουθίες που μελετήθηκαν, με τη σειρά που παρουσιάζονται είναι η σεισμική ακολουθία της Σκύρου το 2001 ($M=6.3$) και η ακολουθία της Λευκάδας το 2003 ($M=6.2$).

Στο **Κεφάλαιο Α** γίνεται μια αναφορά στο γεωτεκτονικό πλαίσιο του Ελληνικού χώρου. Επίσης, γίνεται μια σύντομη περιγραφή της γεωτεκτονικής εξέλιξης του ευρύτερου Ελληνικού χώρου ενώ δίνεται και μια εικόνα για τη σεισμικότητα της Ελλάδας.

Στο **Κεφάλαιο Β** γίνεται αναφορά στο χώρο του Αιγαίου και ειδικά στο νησί της Σκύρου. Παρουσιάζεται η παλαιογεωγραφική εξέλιξη του χώρου του Αιγαίου καθώς και η γεωδυναμική και η τεκτονική του Αιγαίου χώρου. Τέλος, παρουσιάζονται οι γεωλογικές, γεωμορφολογικές συνθήκες που επικρατούν στη νήσο Σκύρο και δίνεται μια εικόνα της τεκτονικής και της σεισμικότητας του νησιού.

Παρόμοια παρουσίαση γίνεται και στο **Κεφάλαιο Γ**, αναφορικά, γενικά με τα Ιόνια νησιά αλλά και ειδικά με τη Λευκάδα. Παρουσιάζεται η παλαιογεωγραφική εξέλιξη και η γεωδυναμική και η τεκτονική του χώρου του Ιονίου. Επίσης, παρουσιάζονται οι γεωλογικές, γεωμορφολογικές συνθήκες



που επικρατούν στη νήσο και γίνεται αναφορά στην τεκτονική και τη σεισμικότητα της.

Στο **Κεφάλαιο Δ** γίνεται μία συνοπτική αναφορά στη μελέτη της δραστηριότητας πριν και μετά από ισχυρούς σεισμούς. Παρουσιάζονται οι χωρο-χρονικές μεταβολές των μετασεισμικών ακολουθιών και οι συνθήκες που επικρατούν πριν και μετά από ισχυρούς σεισμούς.

Στο **Κεφάλαιο Ε** μελετάται η σεισμική δραστηριότητα πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό της 26ης Ιουλίου 2001 στην Σκύρο. Γίνεται περιγραφή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, σύντομη περιγραφή του προγράμματος **GMT** που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία χαρτών με τη σεισμική δραστηριότητα της Ελλάδας και του προγράμματος **FORTRAN (quakeday4.f)** που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία διαγραμμάτων με το μέγεθος του σεισμού και τον χρόνο (μέρες).

Στο **Κεφάλαιο ΣΤ** μελετάται η σεισμική δραστηριότητα πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό της 14ης Αυγούστου 2003 στη Λευκάδα. Ομοίως με το Κεφάλαιο Ε για τη Σκύρο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία και τα συμπεράσματα που βγήκαν από την ερμηνεία των χαρτών και των διαγραμμάτων.

Τέλος, στο **Κεφάλαιο Ζ** γίνεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων που βγήκαν από τους χάρτες και τα διαγράμματα και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που βγήκαν από την ερμηνεία αυτή.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια σύνοψη της εργασίας.

Ολοκληρώνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Παπαδημητρίου Ελευθερία, Καθηγήτρια Σεισμολογίας του Τομέα Γεωφυσικής του τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ, για την ανάθεση της παρούσης διπλωματικής εργασίας, τη συνεχή βοήθεια, υποστήριξη και καθοδήγησή της.

Με σκοπό να μελετηθεί η πρόκληση σεισμικότητας μετά από έναν ισχυρό σεισμό, δημιουργήθηκαν και αναλύθηκαν χάρτες και διαγράμματα με τη σεισμική δραστηριότητα δύο σεισμικών ακολουθιών.

Η πρώτη σεισμική ακολουθία που μελετήθηκε ήταν αυτή της Σκύρου και η δεύτερη η σεισμική ακολουθία της Λευκάδας.

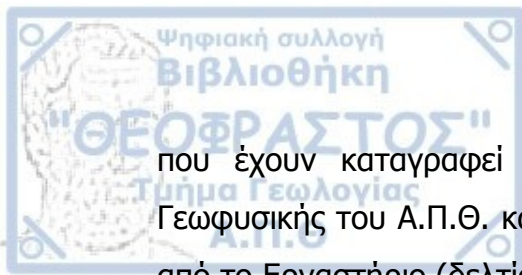
Για τη δημιουργία χαρτών έγινε χρήση του προγράμματος **GMT (Generic Mapping Tools)**. Το GMT είναι πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα και περιέχει πάνω από 60 εργαλεία σχεδίασης και επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων. Είναι κυρίως πρόγραμμα εντολών κονσόλας, αλλά υπάρχουν και εφαρμογές που το υποστηρίζουν με γραφικό περιβάλλον. Υποστηρίζει πάνω από 30 προβολές χαρτών, με δυνατότητα προσθήκης πολιτικών συνόρων, ποταμών, λιμνών καθώς και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις γραφημάτων.

Οι δημιουργοί του είναι οι Paul Wessel και Walter H.F. Smith με τη βοήθεια εθελοντών από όλο τον κόσμο. Το πρόγραμμα αναπτύσσεται και υποστηρίζεται από το "Εθνικό Ινστιτούτο Επιστημών" των Η.Π.Α.

Με τη βοήθεια του προγράμματος GMT, κατασκευάστηκαν χάρτες όλης της Ελλάδας, ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, στους οποίους φαίνονται οι σεισμοί που έγιναν στην περιοχή πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό της 26ης Ιουλίου 2001 στην Σκύρο, καθώς και πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό 14ης Αυγούστου 2003 στην Λευκάδα (απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας, για μέχρι και περίπου 4 μήνες πριν το μεγάλο σεισμό, και ομοίως απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας για περίπου 7 μήνες μετά).

Για την μελέτη της σεισμικής δραστηριότητας, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που πάρθηκαν από τον σεισμολογικό σταθμό της Θεσσαλονίκης.

Αυτά τα δεδομένα είναι οι σεισμοί που έγιναν στον Ελληνικό χώρο από το 2000 έως το 2008 (και οι οποίοι υπάρχουν σε ένα γενικότερο κατάλογο που καλύπτει την ευρύτερη περιοχή του ελληνικού χώρου από το 500 πΧ έως το 2008 - Ο κατάλογος περιλαμβάνει πληροφορίες για τις βασικές εστιακές παραμέτρους (χρόνος γένεσης, επίκεντρο, εστιακό βάθος, μέγεθος) σεισμών

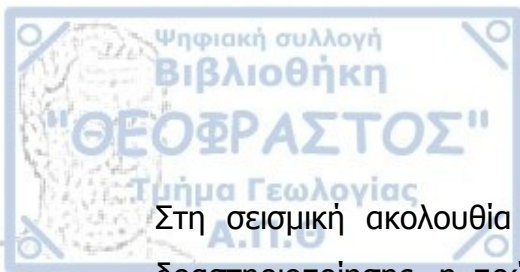


που έχουν καταγραφεί από το δίκτυο σειсмоγράφων του Εργαστηρίου Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. και για τους οποίους υπάρχουν δημοσιευμένες φάσεις από το Εργαστήριο (δελτία σεισμών).

Συγκεκριμένα, για την δημιουργία χαρτών και διαγραμμάτων, χρησιμοποιήθηκαν οι σεισμοί που έγιναν σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, από το 2000 έως το 2008 και είχαν μέγεθος από 3 και πάνω.

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν διαγράμματα με συντεταγμένες το μέγεθος του σεισμού και τον χρόνο (μέρες). Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται η σεισμική δραστηριότητα σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002, και το διάστημα από τον Απρίλιο του 2003 έως το Μάρτιο του 2004, λαμβάνοντας υπόψη οι σεισμοί με μέγεθος από 3 και πάνω.

Το πρόγραμμα **FORTTRAN** που χρησιμοποιήθηκε λέγεται **quakeday4.f** και παίρνει για είσοδο το αρχείο **parfile1** για «πλοτάρισμα» **gnuplot**. Ως αρχείο αναφοράς/εισόδου ορίζω το **GREEK.dat** το οποίο περιέχει όλους τους καταγεγραμμένους σεισμούς στον ελλαδικό χώρο. Αρχικά, βρίσκουμε μήκος και πλάτος της περιοχής που μελετάται, αυτά τα μεγέθη είναι οι βασικές είσοδοι στο πρόγραμμα. Επειδή όμως θέλουμε να μελετήσουμε του σεισμούς της ευρύτερης περιοχής κάθε πόλης ορίζουμε μία ελάχιστη και μία μέγιστη τιμή (για μήκος και πλάτος αντίστοιχα) ,έτσι ώστε η τιμή της πόλης που μελετάται να είναι εντός αυτών. Π.χ. αν το γεωγραφικό πλάτος είναι 50 στο πρόγραμμα δίνω 49.5 ελάχιστη 50.5 μέγιστη. Αντίστοιχα για μήκος. Αυτές οι τιμές μπαίνουν στην τελευταία γραμμή του αρχείου parfile1. Στο ίδιο αρχείο βάζουμε αρχική και τελική ημερομηνία με το εξής format YYYYMMDD. Ορίζουμε ως ελάχιστη τιμή μεγέθους σεισμού που μελετάται το 3. Τα σημεία αναφοράς είναι αδιάφορο αν θα τα αλλάξω. Απλά δίνοντας τις συντεταγμένες, της προς μελέτη περιοχής, το πρόγραμμα υπολογίζει αποστάσεις στο νοητό άξονα των x και y. Ανάλογα με την περιοχή που μελετάται, ονομάζω αντίστοιχα τα αρχεία εξόδου που θα δημιουργήσει το πρόγραμμα (κάτω από τους τίτλους 'quakes-day' filename, 'time-only' filename και 'distance from a central point given' filename). Για να γίνουν τα διαγράμματα χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο λογισμικό gnuplot.



Στη σεισμική ακολουθία της Σκύρου αναδείχθηκαν δύο περίοδοι έντονης δραστηριοποίησης, η πρώτη αμέσως μετά τον κύριο σεισμό και η δεύτερη μετά το μετασεισμό μεγέθους $M_w = 5.4$ που έγινε 4 ημέρες μετά τον κύριο σεισμό. Πριν από το μετασεισμό $M_w = 5.4$ αναδείχθηκε μία περίοδος σχετικής σεισμικής ησυχίας.

Στη σεισμική ακολουθία της Λευκάδας αναδείχθηκαν τρεις περίοδοι έντονης δραστηριοποίησης. Η πρώτη αμέσως μετά τον κύριο σεισμό, η δεύτερη μετά τον ισχυρό μετασεισμό μεγέθους $M_w = 4.8$ που έγινε περίπου τρεις μήνες μετά τον κύριο σεισμό, σε γειτονική τεκτονική δομή και η τρίτη μετά τον ισχυρό σεισμό μεγέθους $M_w = 5.7$ που έγινε τον Μάρτιο του 2007 στις ΒΔ ακτές της Κεφαλονιάς.

A1. ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η περιοχή της Μεσογείου είναι ένα πολύπλοκο τεκτονικό σύστημα το οποίο αποτελείται από λεκάνες, ηπειρωτικά τεμάχη και ορογενετικές ζώνες.

Η δημιουργία αυτού του συστήματος οφείλετο στη σύγκλιση δύο μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής, η οποία ξεκίνησε την περίοδο του Μεσοζωϊκού και δημιούργησε στο Κρητιδικό-Ηώκαινο τη ζώνη της Αλπικής ορογένεσης η οποία εκτείνεται από την Ισπανία μέχρι την Κίνα. Κατά τη σύγκληση αυτή, μικρότερα κομμάτια προέκυψαν από τον τεμαχισμό των περιθωρίων των αρχικών λιθοσφαιρικών πλακών. Αυτά τα ηπειρωτικά κομμάτια αποτελούν τις λεγόμενες μικροπλάκες οι οποίες κινήθηκαν ανεξάρτητα από τις μεγάλες λιθοσφαιρικές πλάκες. Σαν παραδείγματα τέτοιων μικροπλακών είναι αυτή του Αιγαίου, της Σαρδηνίας, της Ανατόλιας και της Απουλίας.

Τα παραπάνω γεγονότα συνετέλεσαν και στη δημιουργία του σημερινού γεωτεκτονικού καθεστώτος του Ελληνικού χώρου, που είναι ακόμα γνωστό ως "γεωτεκτονικό καθεστώς του Ελληνικού τόξου".

Το Ελληνικό τόξο, που αναφέρεται επίσης και ως Αιγαιακό τόξο, είναι δημιούργημα σύνθετων φαινομένων που προέρχονται από την σύγκλιση των λιθοσφαιρικών πλακών Ευρώπης και Αφρικής. Με τη σύγκλιση αυτή λαμβάνει χώρα βύθιση της πλάκας της Αφρικής κάτω από την Ευρώπη το ενεργό περιθώριο της οποίας αποτελεί ο Ελληνικός χώρος. Η βύθιση πιστεύεται ότι είναι αμφιθεατρική και στο γεγονός αυτό οφείλεται το "τοξοειδές" σχήμα του Ελληνικού τόξου.

Η διεύθυνση της βύθισης της Αφρικανικής πλάκας υπολογίζεται ότι είναι ΒΒΑ, ενώ η ταχύτητα της βύθισης 2,5 - 3,5 cm/έτος.

Το Ελληνικό τόξο έχει όλα σχεδόν τα γνωρίσματα ενός τυπικού νησιωτικού τόξου (γεωτεκτονικό σύστημα σύγκλισης μιας ωκεάνιας πλάκας κάτω από μια ηπειρωτική). Το βασικό ερωτηματικό που πλανάται για το θέμα αυτό είναι εάν

στη Μεσόγειο θάλασσα υπάρχει ωκεάνιος φλοιός ή η τελευταία βρίσκεται αποκλειστικά πάνω στον ηπειρωτικό φλοιό του Αφρικανικού περιθωρίου. Από τις γεωφυσικές έρευνες που έγιναν στη Μεσόγειο διαπιστώθηκε ότι σε ορισμένες περιοχές της, το πάχος του φλοιού είναι πολύ λεπτό (10-20 km) σε αντίθεση με τις ηπειρωτικές περι-Μεσογειακές περιοχές, όπου το πάχος κυμαίνεται από 24 έως 50 km. Έτσι παρ' όλες τις αμφιβολίες και τις αμφισβητήσεις, γίνεται γενικότερα αποδεκτό ότι υπάρχει ωκεάνιος φλοιός στη Μεσόγειο, ιδίως στην Ανατολική Μεσόγειο στο χώρο Νότια από Κρήτη, Ρόδο και Κύπρο (θάλασσα Λεβαντίνου).

Το σημερινό γεωτεκτονικό καθεστώς του Αιγαίου και του Ελληνικού τόξου με τη βύθιση της πλάκας της Αφρικής κάτω από την Ευρασιατική λιθόσφαιρα άρχισε να διαμορφώνεται στο Μέσο Μειόκαινο, δηλαδή πριν 10 Ma.

Στα πλαίσια των νεοτεκτονικών μελετών που έγιναν την τελευταία δεκαπενταετία δύο τάσεις αναπτύχθηκαν στις απόψεις των γεωεπιστημόνων. Η μια τάση υποστηρίζει ότι όλα αυτά τα 10 εκατομμύρια χρόνια ο Ελληνικός χώρος εσωτερικά του τόξου βρισκόταν συνεχώς σε εφελκυσμό με τον οποίο συνδέεται η συνεχής λέπτυνση της κρούστας από 50 km πάχος σε 24 km.

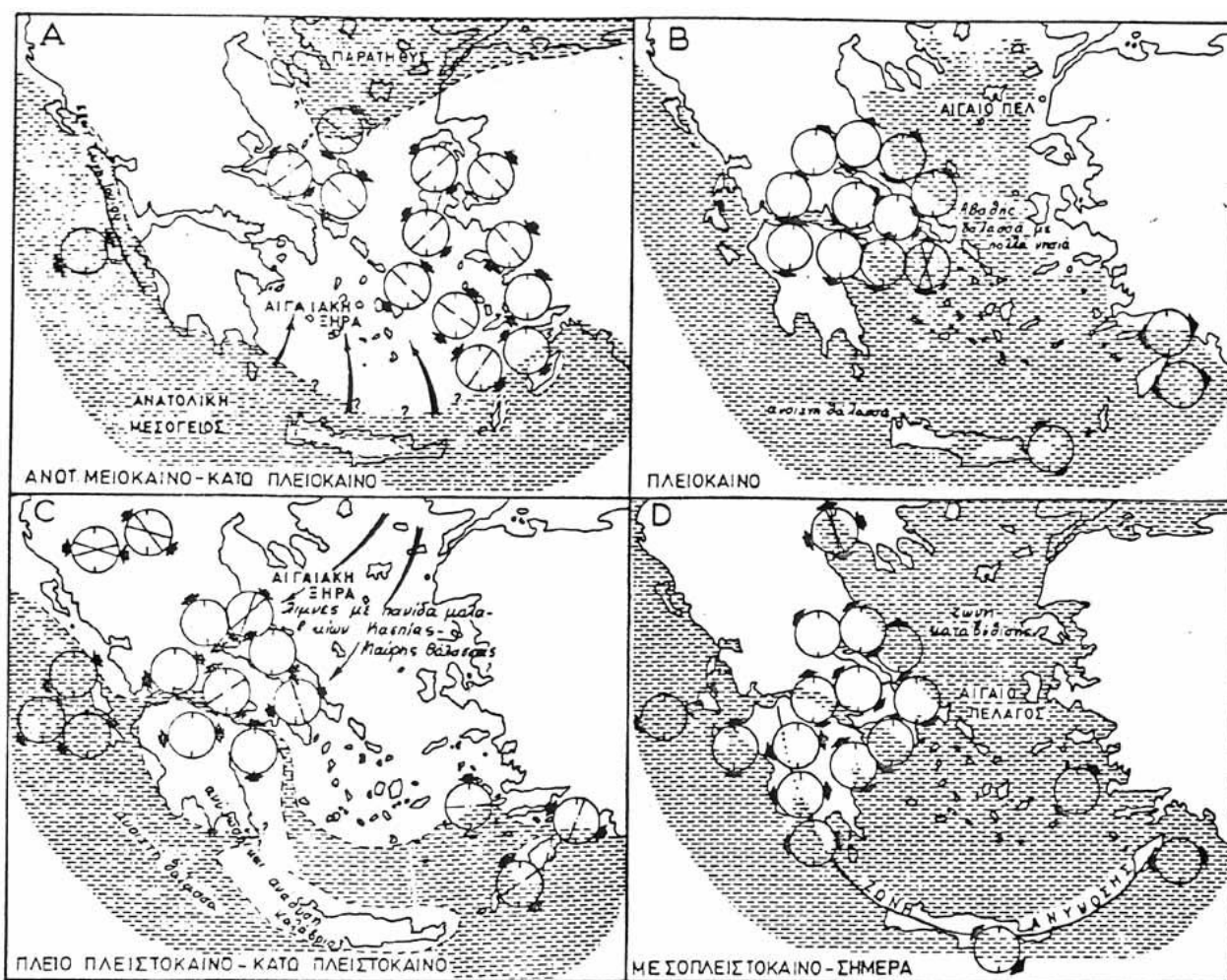
Η δεύτερη ομάδα επιστημόνων υποστηρίζει ότι οι συμπιεστικές τάσεις στα εξωτερικά του Ελληνικού τόξου ήταν συνεχής, όμως στα εσωτερικά η εφελκυστική διαδικασία δεν ήταν συνεχής, αλλά διακόπηκε και από μια περίοδο συμπιεστικών τάσεων στα όρια Πλειο-Πλειστοκαίνου. Η φάση αυτή συμπίεσης ανιχνεύεται με την παρατήρηση ορισμένων ανάστροφων ρηγμάτων και κάμψεων των πετρωμάτων σε πολλές περιοχές του Αιγαίου και του ηπειρωτικού χώρου. Θα πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι οι επιστήμονες που στηρίζουν την πρώτη άποψη δεν θεωρούν ότι τα συμπιεστικά αυτά φαινόμενα καθορίζονται από λιθοσφαιρικές τάσεις. Αντίθετα παραδέχονται ότι είναι φαινόμενα που συνδέονται με μεγάλης έκτασης εφελκυστικά επεισόδια ή αντίστοιχα περιστροφής και ότι είναι σποραδικά χωρίς να αποτελούν ενιαία σύνολα ώστε να τεκμηριώνουν συμπιεστικές τεκτοφάσεις.

Ανεξάρτητα αν υπήρξε ή όχι κάποια ενδιάμεση συμπιεστική διεργασία στον εσωτερικό χώρο του Αιγαίου, σημασία έχει ότι ο χώρος αυτός δοκιμάσθηκε κατά βάση από έντονες εφελκυστικές τάσεις, οι οποίες σήμερα μεν έχουν γενική διεύθυνση Βορρά-Νότο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στο άμεσο

όμως παρελθόν δηλαδή στο Πλειόκαινο οι τάσεις είχαν διαφορετική διεύθυνση και συγκεκριμένα ΒΑ-ΝΔ. Αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία κανονικών ρηγμάτων και η ανάπτυξη τάφρων-λεκανών κατά την ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση, παράλληλα δηλαδή στην Αλπική διάταξη. Αναφέρονται οι λεκάνες Πτολεμαΐδας-Φλώρινας, Θεσσαλονίκης-Αξιού, Στρυμώνα κ.ά.

Είναι ακόμη γενικότερα αποδεκτό - δείχθηκε με παλαιομαγνητικές μετρήσεις - ότι η Ελληνική χερσόνησος περιστράφηκε δεξιόστροφα από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα κατά 30° περίπου γύρω από ένα πόλο, ο οποίος βρίσκεται στην Αδριατική ($40^\circ\text{N} - 18^\circ\text{E}$).

Με βάση τις πολύπλευρες γεωλογικές και γεωφυσικές μελέτες η νεοτεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη του ευρύτερου Ελληνικού χώρου μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω στάδια.



Εικόνα 1. Στάδια τεκτονικής & παλαιογεωγραφικής εξέλιξης του Ελλαδικού χώρου. (Μουντράκης Δημ. 1988)

A- Περίοδος Ανωτέρου Μειόκαινου - Κατωτέρου Πλειόκαινου.

Στο Ανώτερο Μειόκαινο η ηπειρωτική Ελλάδα ήταν ενωμένη με το χώρο του Αιγαίου, που επίσης ήταν ξηρά, καθώς και με τη Μικρά Ασία, διαπίστωση που γίνεται με τα παλαιοντολογικά ευρήματα που πιστοποιούν τη μετακίνηση μεγάλων θηλαστικών ζώων.

Ισχυρές συμπιεστικές τάσεις ασκούνται σ' ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο με αποτέλεσμα την πρώτη διαμόρφωση του Ελληνικού τόξου, ενώ βορειότερα λειτουργούσε η Παρατηθής θάλασσα. Ρήγματα ανάστροφα και οριζόντιας μετατόπισης με διευθύνσεις BBA-NNΔ και ΒΔ-ΝΑ διαπιστώνονται στα Ιόνια νησιά.

B - Περίοδος Πλειόκαινου.

Το εξωτερικό μέρος του Ελληνικού τόξου ήταν μάλλον ανενεργό με συνεχή καταβύθιση και θαλάσσια ιζηματογένεση.

Στον εσωτερικό χώρο του Αιγαίου αναπτύσσεται ένα εκτεταμένο εφελκυστικό πεδίο με τάσεις διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ. Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία ρηγμάτων κανονικών γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, καθώς και η επαναδραστηριοποίηση παλιότερων τεκτονικών γραμμών της ίδιας αυτής Διναρικής διεύθυνσης.

Σχηματίσθηκαν έτσι οι μεγάλες τάφροι του Ελληνικού χώρου (Πτολεμαΐδας-Φλώρινας, Θεσσαλονίκης-Αξιού, Στρυμώνα, Λοκρίδας, Κορίνθου κ.ά.), οι οποίες αναπτύσσονται σε ταφρογενείς λεκάνες με απόθεση μεγάλου πάχους ιζημάτων Πλειοκαίνου-Τεταρτογενούς.

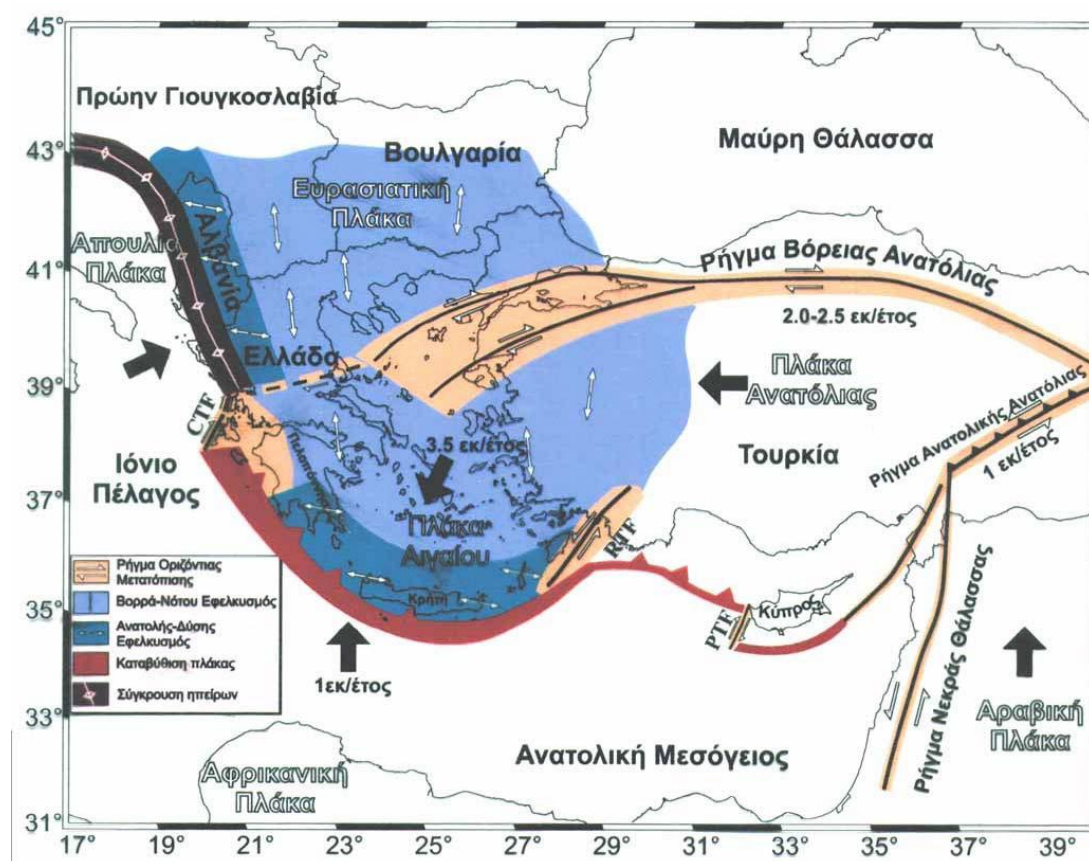
D - Περίοδος Μέσο Πλειστοκαίνου - Σήμερα.

Στο εξωτερικό μέρος του τόξου συνεχίζουν τη δράση οι συμπιεστικές τάσεις με το σχηματισμό ανάστροφων ρηγμάτων. Οι ίδιες αυτές συμπιεστικές τάσεις ασκούνται μέχρι σήμερα και προκαλούν μεγάλους σεισμούς οι μηχανισμοί γένεσης των οποίων δείχνουν ανάστροφη κίνηση. Η διεύθυνση των συμπιεστικών τάσεων είναι γενικά ΒΑ-ΝΔ ή ΒΒΑ-ΝΝΔ.

Στον εσωτερικό Ελληνικό χώρο ασκούνται εφελκυστικές τάσεις κατά γενική διεύθυνση Β-Ν με σχηματισμό κανονικών ρηγμάτων - τάφρων με μεγάλες

καταβυθίσεις. Αποτέλεσμα η οριστική καταβύθιση της "Αιγηίδας" με κάλυψη του χώρου της από το Αιγαίο Πέλαγος. Η δράση των εφελκυστικών τάσεων προκαλούν συνεχείς σεισμούς επιφανειακούς σε κανονικά ρήγματα.

Όσον αφορά τα συμπίεστικά φαινόμενα του Κάτω Πλειστοκαίνου είναι πιθανόν να οφείλονται σε επίδραση συμπίεστικών τάσεων στα πλευρά του Ελληνικού τόξου, οι οποίες τάσεις επηρέασαν και ορισμένες περιοχές στο εσωτερικό του τόξου. Οι συμπίεστικές αυτές τάσεις ίσως να προέρχονται από κάποια αλλαγή στην ταχύτητα κίνησης των πλακών Αφρικής και Ευρασίας ή σε κάποια πιθανή εντονότερη κίνηση της Τουρκικής πλάκας κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας.



Εικόνα 2. Οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που καθορίζουν την ενεργό τεκτονική στον Ελλαδικό χώρο. (Parazahos et al., 1988b, modified).

Α2. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

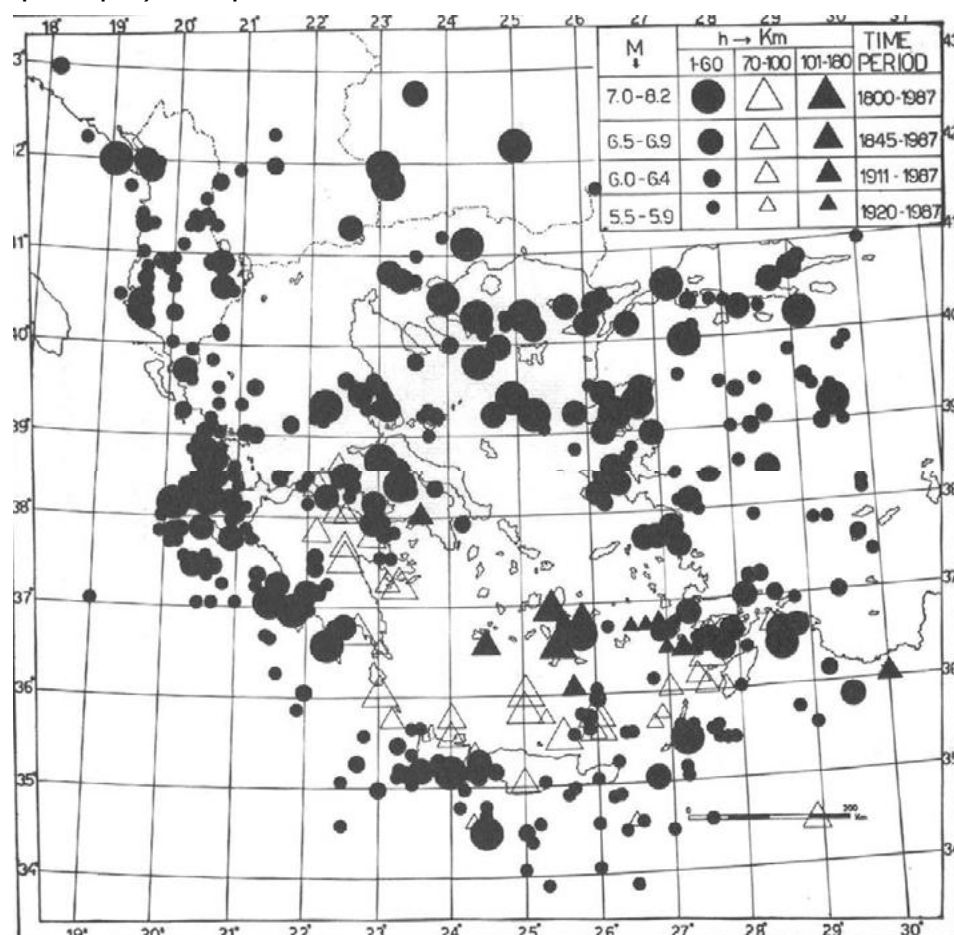
Τα σεισμικά γεγονότα λαμβάνουν χώρα στα ρήγματα, όταν σε αυτά μετακινούνται απότομα δυο μεγάλες μάζες πετρωμάτων μέχρις ότου αποκτήσουν νέες θέσεις ισορροπίας, απελευθερώνοντας τη δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης που έχει συσσωρευτεί με τη μορφή σεισμικών κυμάτων. Είναι γεγονός ότι όσο πιο μεγάλο είναι ένα ρήγμα τόσο μεγαλύτερο σεισμό μπορεί να δώσει.



Εικόνα 3. Κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών στον Ελληνικό χώρο (Papazachos et al. 1997).

Η σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου καθορίζεται από την σχετική κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών της περιοχής που είναι από τα πλέον ενεργά τμήματα της ζώνης ορογένεσης που εκτείνεται από τις Άλπεις μέχρι τα Ιμαλάια. Ο Ελληνικός χώρος βρίσκεται επάνω στην Αιγαιακή πλάκα που ορίζεται από την δυτική προέκταση του ρήγματος της Ανατολίας και την Ελληνική τάφρο που σχηματίζει τόξο εκτεινόμενο δυτικά των Ιονίων νήσων και νότια της Κρήτης και της Ρόδου. Οι σχετικές κινήσεις στην περιοχή είναι η δυτική μετακίνηση της πλάκας της Ανατολίας κατά 25 χιλιοστά σε ετήσια βάση και η νοτιοδυτική ετήσια μετακίνηση της Αιγαιακής πλάκας στην περιοχή της Ελληνικής τάφρου

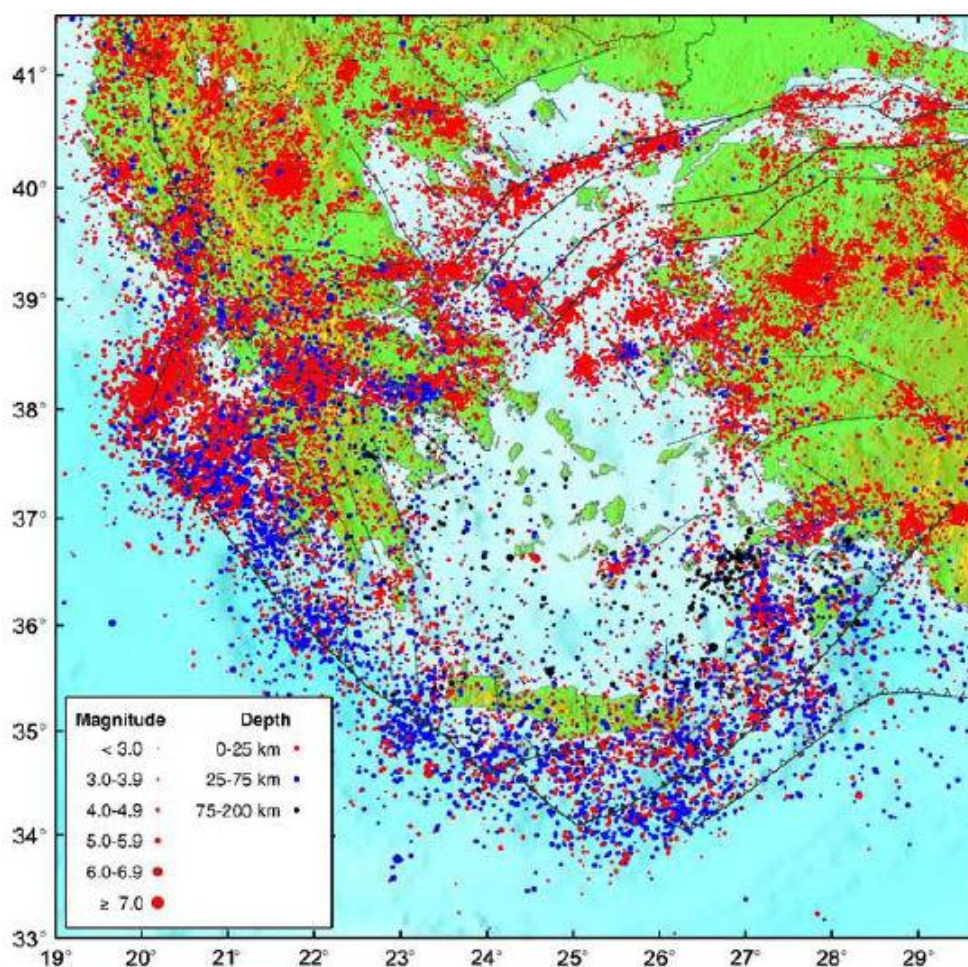
κατά 50 mm (βύθιση της αφροαραβικής πλάκας κάτω από την ευρασιατική). Αυτές οι σχετικές μετακινήσεις προκαλούν διάταση στην Αιγαιακή πλάκα με αποτέλεσμα την διαμόρφωση ρηγμάτων που σχετίζονται με την υψηλή σεισμικότητα περιοχών όπως τα νησιά του Ιονίου και ο Κορινθιακός κόλπος. Η κατανομή των epicέντρων των επιφανειακών σεισμών (βάθος μικρότερο των 60km) οριοθετεί διάφορες σεισμικές ζώνες. Η κυριότερη είναι αυτή που εκτείνεται κατά μήκος της εξωτερικής (κοίλης) πλευράς του Ελληνικού Τόξου, δηλαδή, ακτές δυτικής Ελλάδας, Ιόνια νησιά, ΝΔ Πελοπόννησος, νότια Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος. Άλλες σημαντικές ζώνες έχουν διεύθυνση Ανατολή–Δύση, όπως βορείου Αιγαίου, Θεσσαλίας–Σποράδων, Πατραϊκού–Κορινθιακού, κλπ. Οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (βάθη εστίας μεταξύ 70 και 180km) γεννιούνται στο Ελληνικό τόξο (νότιο Αιγαίο) και οι εστίες τους ορίζουν μια ζώνη Benioff, η οποία κλείνει από το κυρτό προς το κοίλο μέρος του τόξου, δηλαδή από τη Μεσόγειο προς το Αιγαίο.



Εικόνα 4. Κατανομή epicέντρων επιφανειακών (κύκλοι) σεισμών & ενδιάμεσου βάθους (τρίγωνα) σεισμών που έγιναν στην Ελλάδα & τις γύρω περιοχές κατά την περίοδο 1800 - 1987 (Παπαζάχος & Παπαζάχου 1989).

Οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους με μεγέθη μικρότερα των 7.0 που συμβαίνουν σε μεγάλα βάθη (>100 km) στο νότιο Αιγαίο δεν προκαλούν σημαντικές βλάβες, ενώ τέτοιοι σεισμοί που γίνονται σε βάθη μεταξύ 60 km και 100 km, σπάνια προκαλούν σοβαρές βλάβες. Όμως οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους με μέγεθος >7.0 προκαλούν βλάβες σε μεγαλύτερες αποστάσεις κατά μήκος του Ελληνικού τόξου και όταν τα μεγέθη τους είναι >7.5 , προκαλούν βλάβες ακόμα και σε περιοχές που βρίσκονται στο έξω μέρος του τόξου (Κύπρος, Αίγυπτος, Σικελία, κ.ά.)

Η σεισμικότητα αυξάνει από το κυρτό μέρος του τόξου και αποκτά μέγιστη τιμή στο βάθος των 40 km – 100 km, και στη συνέχεια ελαττώνεται και γίνεται ελάχιστη κάτω από το ηφαιστειακό τόξο. Η μεταβολή αυτή της σεισμικότητας δείχνει ότι η ζεύξη της καταδυόμενης λιθόσφαιρας της Μεσογείου και της εφίπνεύουσας λιθόσφαιρας του Αιγαίου είναι μέγιστη στο βάθος των 40 km – 100 km.



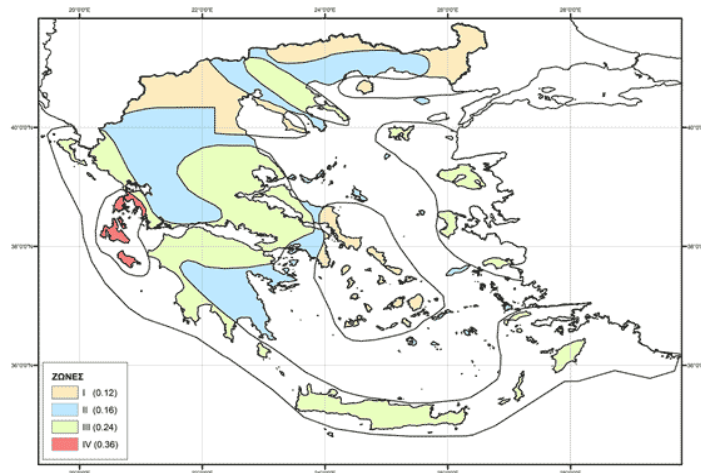
Εικόνα 5. Η σεισμικότητα της Ελλάδας 1973 - 2004 (Papazachos et al. 2004)

Ενδεικτικός για την σεισμικότητα της περιοχής είναι ο μεγαλύτερος σεισμός που έχει αναφερθεί ιστορικά, το 365 μΧ με μέγεθος 8.3 κοντά στο νοτιοδυτικό άκρο της Κρήτης. Το σεισμικό γεγονός συνοδεύτηκε από εκτεταμένες καταστροφές στην Κρήτη (ανύψωση ακτογραμμής μέχρι 10 μέτρα), στην Κεντρική Ελλάδα όπως στην Κόρινθο, και μεγάλο παλιρροϊκό κύμα που έπληξε τις νότιες ακτές της Κρήτης και προκάλεσε δεκάδες χιλιάδες θύματα στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου. Ο σεισμός αυτός θυμίζει τα γεγονότα στην Ινδονησία το 2004.

Η παρούσα κατάσταση στη δόμηση και στην ποιότητα του καταλόγου των σεισμών στον Ελληνικό χώρο κρίνεται ανεπαρκής για μια χώρα με σημαντική ανάπτυξη και ταυτόχρονα έντονη σεισμική δραστηριότητα και έρχεται σε ευθεία αντίθεση με τα διεθνώς παραδεκτά πρότυπα. Ως ενδεικτικό παράδειγμα αναφέρεται ότι στην Ιαπωνία και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής στους αντίστοιχους σεισμικούς καταλόγους αναφέρονται με πληρότητα οι σεισμοί μεγέθους 1.0 ή 2.0, ενώ για την Ελλάδα το αντίστοιχο μέγεθος είναι 3.0 και σε περιπτώσεις όπως η περιοχή του μετώπου του Ελληνικού Τόξου και η Κρήτη προσεγγίζει το 4.5.

Από μόνο του το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι καταγράφονται περίπου 100 φορές λιγότεροι σεισμοί ανά μοναδιαία περιοχή με σοβαρότατες αρνητικές συνέπειες στη μελέτη και στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας.

Οι σεισμολογικοί φορείς της χώρας έχουν προτείνει το χωρισμό της σε τέσσερις κατηγορίες ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (I, II, III, IV).



Εικόνα 6. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (Papaioannou et al.2000).

B1. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Η χώρα της Αιγίδας, όπως είναι γνωστό, καταλαμβάνει το χώρο όπου η Αφρικανική πλάκα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική, με αποτέλεσμα η εξέλιξη του Αιγαιακού χώρου να εξαρτάται άμεσα από τις πολυσύνθετες διεργασίες της καταβύθισης. Βασικές αλλαγές και πολύπλοκα γεωλογικά γεγονότα έλαβαν χώρα στη διαμόρφωση των λεκανών και της παλαιογεωγραφικής τους εξέλιξης κατά την διάρκεια του Ανώτερου Καινοζωικού, δηλαδή των τελευταίων 23 εκατομ. χρόνων περίπου. Κατά την περίοδο, λοιπόν, του Κατώτερου Μειόκαινου (Ακουιτάνιο), πριν από 22,5 εκατ. χρόνια, ο Αιγαιακός χώρος παρουσιάζει μια εικόνα διαφορετική από την σημερινή αλλά όμως αρχίζει να εμφανίζεται μια βόρεια θαλάσσια Αιγαιακή λεκάνη καθώς επίσης και στη περιοχή των Κυκλάδων, στο κεντρικό τμήμα υπάρχει η πελαγονική χερσαία μάζα στο μέσο της οποίας δημιουργείται μια εσωτερική λεκάνη γλυκών και υφάλμυρων υδάτων.

Επίσης, στα ανατολικά της ευρύτερης αυτής περιοχής αναπτύσσεται μια ηφαιστειακή ζώνη.

Στο Μέσο-Μειόκαινο και συγκεκριμένα στη περίοδο μεταξύ Λάγγιου-Σερραβαλλίου, πριν από 15 εκατ. χρόνια περίπου, ολόκληρος σχεδόν ο Ελλαδικός χώρος, προφανώς και το Αιγαίο, χερσεύει και αποτελεί με την Μικρά Ασία, που επίσης χερσεύει, μια ξηρά. Η θάλασσα αποσύρεται περιφερειακά και εξαπλώνεται από το Ιόνιο έως τα νότια της Κρήτης και των Δωδεκανήσων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να έχουμε σε διάφορες περιοχές απόθεση λιμναίων και χερσαίων ιζημάτων ενώ απόθεση θαλάσσιων ιζημάτων όπου υπήρχε θάλασσα.

Στο Ανώτερο Μειόκαινο (Τορτόνιο), πριν από 10 εκατ. Χρόνια, η θάλασσα εισβάλλει από τα νότια σε ολόκληρο σχεδόν το χώρο του σημερινού Αιγαίου πελάγους.

Χέρσος παρέμεινε η περιοχή των Κυκλάδων που αποτελούσε συνέχεια της ηπειρωτικής Ελλάδας καθώς επίσης και περιοχές του Ανατολικού Αιγαίου όπως τα νησιά Λέσβος, Χίος, Σάμος κ.α. και αποτελούσαν συνέχεια της ξηράς με την Μικρά Ασία.

Οι παλαιογεωγραφικές συνθήκες όμως αλλάζουν πολύ γρήγορα και σε μεγάλη έκταση και έτσι κατά το Ανώτερο Μειόκαινο (Μεσσήνιο) πριν από 8 εκατομ. χρόνια, η Μεσόγειος περιορίζεται σε επιμέρους λεκάνες. Αυτό οφείλεται στην απομόνωση της Μεσογείου από τους γειτονικούς ωκεανούς με το κλείσιμο των σημείων επικοινωνίας με αυτούς. Η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα των νερών που εισρέει στη Μεσόγειο από τους ποταμούς των γειτονικών ξηρών. Έτσι, δημιουργείται η κρίση αλμυρότητας σε ολόκληρο τη Μεσόγειο και στο Αιγαίο φυσικά. Σε πολλές περιοχές στο Αιγαίο έχουμε απόθεση εβαποριτών όπως στη θαλάσσια περιοχή της Θάσου, στις Βόρειες Σποράδες, στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Κυκλάδων και Χίου, βόρεια και ανατολικά της Κρήτης και στο Ιόνιο πέλαγος.

Στην ίδια περίπου περίοδο, στο χερσαίο Ελλαδικό χώρο (Πόντιο) είχαμε απόθεση ποταμοχειμάρριων υλικών και λιμναίων ιζημάτων. Επίσης, είχαμε μια χαρακτηριστική χερσαία φάση ερυθροχωμάτων που σε πολλές περιοχές φιλοξενούν απολιθώματα μεγάλων Σπονδυλωτών, όπως στο Πικέρμι στην Αττική, στη Σάμο, στην Εύβοια και αλλού.

Κατά το τέλος του Μειόκαινου-Κατώτερο Πλειόκαινο, πριν από 6 εκατ. χρόνια ο Αιγαιακός χώρος χερσεύει λόγω συμπιεστικών τάσεων και αποτελεί μια ενιαία χέρσο με την Ηπειρωτική Ελλάδα και την Μικρά Ασία. Η θάλασσα κατά την περίοδο αυτή έχει αποσυρθεί νοτιότερα και εκτείνεται από το Ιόνιο, και την περιοχή της Κρήτης μέχρι Δωδεκάνησα. Στο βόρειο Αιγαίο αρχίζει να εισβάλλει η Παρατηθύς.

Κατά το Ανωτ. Πλειόκαινο, πριν από 3.5 εκατ. χρόνια η τεκτονική δράση εκφράζεται με εφελκυσμό, έτσι δημιουργούνται νέα ρήγματα ή επαναδραστηριοποιούνται παλαιά με αποτέλεσμα να ακολουθήσει εκτεταμένη επίκλυση της θάλασσας.

Στο τέλος του Πλειόκαινου, αρχές του Πλειστόκαινου πριν από 1,8 εκατ. χρόνια, η θάλασσα αποσύρεται προς τα νότια και σχηματίζονται λίμνες στο βόρειο και κεντρικό Αιγαίο. Η τεκτονική στη περίοδο αυτή είναι συμπιεστική όχι όμως για μακρό χρονικό διάστημα.

Κατά την διάρκεια του Μέσου Πλειστόκαινου και μέχρι σήμερα, δηλαδή τα τελευταία 700 000 χρόνια ο εσωτερικός Ελλαδικός χώρος επηρεάζεται από μια νέα εφελκυστική φάση με αποτέλεσμα την ανάδραση παλαιών ρηγμάτων και τη δημιουργία νέων, όπως στην Κω, Ρόδο, Κρήτη, κ.α. Αυτό συνεπάγεται επίκλυση της θάλασσας η οποία παίρνει σχεδόν την σημερινή της μορφή.

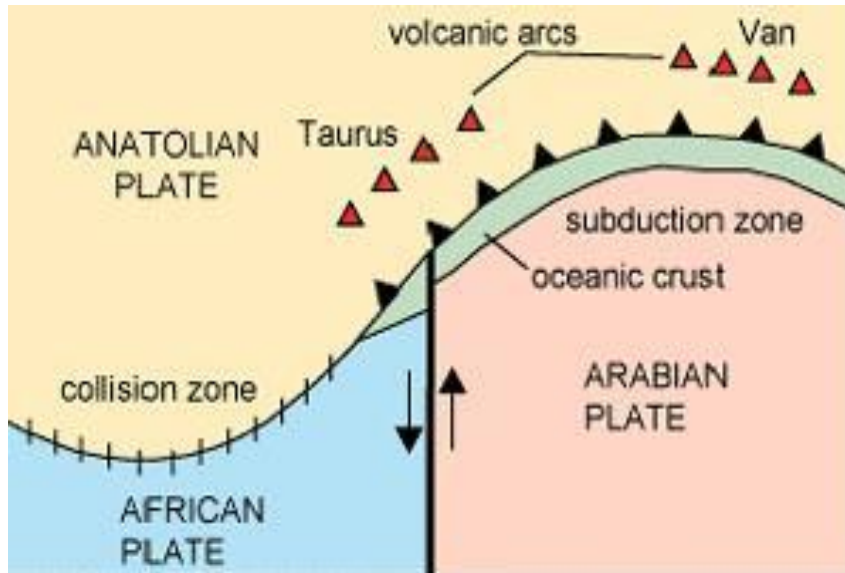
Πιο συγκεκριμένα, πριν από 21 500 χρόνια η στάθμη της θάλασσας ήταν 120 μέτρα κάτω από την σημερινή στάθμη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να υπάρχει ευρεία επικοινωνία μεταξύ των νησιών και της Ηπειρωτικής Ελλάδας αλλά και της Μικράς Ασίας.

Στην περιοχή των Κυκλάδων σχηματίζεται μια εκτεταμένη ξηρά.

Πριν από 11.500 χρόνια η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε και έφθασε στα -60 μέτρα από τη σημερινή στάθμη, με συνέπεια τη διακοπή επικοινωνίας πολλών περιοχών.

Τέλος πριν από 8.000 χρόνια η στάθμη της θάλασσας φθάνει σχεδόν στο σημερινό επίπεδο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να κατακλυστούν πολλές χαμηλές χερσαίες περιοχές από θάλασσα και να διακοπούν οι επικοινωνίες μεταξύ των νησιών.

B2. ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΑΚΟΥ ΧΩΡΟΥ



Εικόνα 7. Κίνηση πλακών στην Ανατολική Μεσόγειο.

Ο ελληνικός χώρος βρίσκεται στο όριο επαφής και σύγκλισης της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας.

Η γεωδυναμική συμπεριφορά του Αιγαιακού χώρου κατά το Νεογενές Τεταρτογενές δεν ήταν μόνο αποτέλεσμα της καταβύθισης της Αφρικανικής πλάκας στα νότια της Κρήτης και δυτικά της Πελοποννήσου κάτω από την Αιγαιακή μικροπλάκα, αλλά ήταν ακόμη αποτέλεσμα και άλλων πλευρικών τάσεων. Αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών ήταν ο Ελλαδικός χώρος να υποστεί διάφορες τεκτονικές φάσεις συμπίεσης και εφελκυσμού με άμεση συνέπεια τη πολλαπλή εισβολή της θάλασσας και την απόθεση θαλάσσιων ιζημάτων, ενώ παράλληλα είχαμε κατά θέσεις απόθεση λιμναίων και χερσαίων ιζημάτων. Η τεκτονική δραστηριότητα επομένως στη περιοχή του Αιγαίου ήταν πολύπλοκη, πολυσύνθετη με γρήγορες εναλλαγές φάσεων συμπίεσης και εφελκυσμού και έπαιξε τον πιο σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του Αιγαιακού χώρου όπως αυτός εμφανίζεται σήμερα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης στη περιοχή είναι η Ελληνική τάφρος, το Ελληνικό τόξο και η λεκάνη του βορείου Αιγαίου.



Εικόνα 8. Τα κύρια τοπογραφικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές (Παπαζάχος Β. & Παπαζάχου Κ., 2003)

Το κύριο τεκτονικό σύστημα στη περιοχή της Ελλάδας είναι: δεξιόστροφη παράλληλη ολίσθηση που εκτείνεται από το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας στη Λεκάνη του βορείου Αιγαίου, δεξιόστροφη παράλληλη ολίσθηση κατά μήκος του ρήγματος της Κεφαλονιάς στο Ιόνιο πέλαγος, σύγκλιση κατά μήκος του Ελληνικού τόξου και επέκταση στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα καθώς και στη Πελοπόννησο (Hollenstein, 2007).

Το γεωλογικό πλάνο της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από τη πίεση των Ελληνίδων στη σταθερή ζώνη της Απουλίας, κάθετα στη διεύθυνση βορειοδυτικά-νοτιοανατολικά (Van Hisbergen).

Η Ελληνική τάφρος αποτελείται από σειρά γραμμικών τάφρων μικρότερου μήκους (τάφροι του Πλινίου και του Στράβωνα νοτιοανατολικά της Κρήτης κτλ). Αυτή είναι παράλληλη προς το Ελληνικό τόξο και παρόμοια, ως προς

πολλές ιδιότητες, με τις ωκεάνιες τάφρους που βρίσκονται στα κυρτά μέρη των νησιωτικών τόξων που πραγματοποιείται σύγκλιση λιθοσφαιρικών πλακών (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).

Το Ελληνικό τόξο αποτελείται από το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο, το οποίο συνδέει τις Διναρικές Άλπεις με τις Τουρκικές Ταυρίδες, και το εσωτερικό ηφαιστιακό τόξο και βρίσκεται σε μια απόσταση 120 km απ'αυτό (Papazachos and Compninakis, 1971). Το ιζηματογενές τόξο (νότια σειρά των Ελληνιδων, Ιονια νησιά, Κρήτη Κάρπαθος, Ρόδος) αποτελείται από Παλαιοζωικά μέχρι τριτογενή πετρώματα, ενώ το ηφαιστειακό τόξο από διάφορα ηφαιστειακά νησιά, ενεργά ανδεσιτικά ηφαίστεια (Μέθανα, Σαντορίνη, Νίσυρος), θειονίδες και ατμίδες (Σουσάκι, Μήλος, Κως). Μεταξύ του ιζηματογενούς και του ηφαιστειακού τόξου υπάρχει το κρητικό πέλαγος (λεκάνη του νοτίου Αιγαίου) με μέγιστο βάθος θάλασσας περίπου 2000 m (Παπαζάχος και Παπαζάχου 2003).

Η λεκάνη του βορείου Αιγαίου αποτελεί το πιο ενδιαφέρον τοπογραφικό χαρακτηριστικό τεκτονικής προέλευσης με μέγιστο βάθος θαλασσίου πυθμένα περίπου 1500m. Συνέχιση της λεκάνης αυτής προς τα ανατολικά αποτελούν οι μικρές λεκάνες του Μαρμαρά (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).

Στο βόρειο Αιγαίο ξεχωρίζει η γρήγορη (~24mm/yr, McClusky et al., 2000) δυτική προς νοτιοδυτική κίνηση (σε σχέση με την Ευρασία) της μικροπλάκας Ανατολίας – Αιγαίου από την σχεδόν ακίνητη βορειοανατολική Ελλάδα (έως 5mm/yr) (Hollenstein, 2007).

Η Ελληνική τάφρος ,στα νοτιοδυτικά του Δυτικού Ελληνικού Τόξου χαρακτηρίζεται από σεισμούς μικρού βάθους (βάθος < 25 km) στη κεντρική και νότια περιοχή, ενώ στο Ελληνικό Τόξο συμβαίνουν σεισμοί κυρίως μεσαίου βάθους (25-75 km).

Το νότιο μέρος του Αιγαίου παρουσιάζει πολύ μικρή σεισμικότητα και συχνά κινείται σαν ένα άκαμπτο ενιαίο τμήμα. Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει επίσης τα ηφαιστιακά νησιά των Κυκλάδων. Σε σχέση με την ηφαιστιακή δραστηριότητα, η Νίσυρος πρέπει να επισημανθεί, όπου έχουν παρατηρηθεί σημαντικές επιφανειακές μετακινήσεις τα τελευταία χρόνια (Parcharidis and Lagios, 2001).

B3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

B3.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ



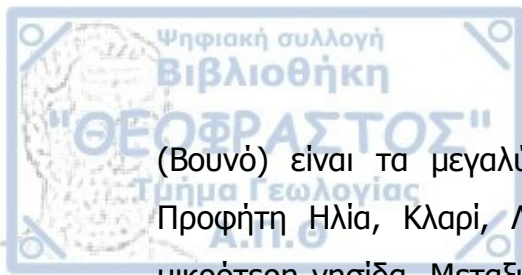
Εικόνα 9. Η νήσος Σκύρος στις Β.Σποράδες.

Η νήσος Σκύρος είναι το μεγαλύτερο νησί των Βορείων Σποράδων και η θέση της καθορίζεται από τις συντεταγμένες $38^{\circ} 44' - 38^{\circ} 59'$ και $24^{\circ} 25' - 24^{\circ} 42'$. Έχει επιφάνεια 215 km^2 , μέγιστο μήκος 29 km , ελάχιστο πλάτος 3 km και μήκος ακτών 129.6 km .

Κοντά στις δυτικές και νότιες ακτές του νησιού βρίσκονται οι νησίδες Σκυροπούλα, Βαλάξα, Σαρακινό κλπ, οι οποίες και αποχωρίστηκαν από το υπόλοιπο νησί. Την άποψη αυτή ενισχύει και η ομοιότητα των πετρωμάτων και της μορφολογίας των νησίδων με τις απέναντι ακτές της Σκύρου.

Οι καταβυθίσεις που έλαβαν χώρα, κατά καιρούς, στο χώρο του Αιγαίου, η απόθεση θαλάσσιων ιζημάτων, καθώς και η δράση της θάλασσας και άλλων εξογενών παραγόντων, συνετέλεσαν στην τελική διαμόρφωση του νησιού.

Ο διαχωρισμός του νησιού σε τρία διαφορετικά μορφολογικά τμήματα, συνηγορεί στην άποψη, ότι η Σκύρος ήταν κάποτε χωρισμένη σε τρεις νησίδες. Από αυτά τα τμήματα, το βορειοδυτικό (Μερόη) και το νοτιοανατολικό



(Βουνό) είναι τα μεγαλύτερα. Μεταξύ αυτών παρεμβάλλονται τα υψώματα Προφήτη Ηλία, Κλαρί, Λιναριά, τα οποία σχημάτισαν τη μεσαία & πολύ μικρότερη νησίδα. Μεταξύ των τριών αυτών νησίδων, παρεμβάλλονται στενές λωρίδες γης, με έδαφος κύριως αμμώδες-αργιλλοαμμώδες, θαλάσσιας προελεύσεως.

Το νοτιανατολικό τμήμα του νησιού (Βουνό) αποτελείται κυρίως από ασβεστολίθους και έχει έντονο ανάγλυφο με βαθιές χαραδρώσεις, καρτσικούς σχηματισμούς & κατά τόπους κλειστά υψίπεδα, μέσα στα οποία έχει αποτεθεί terra rossa.

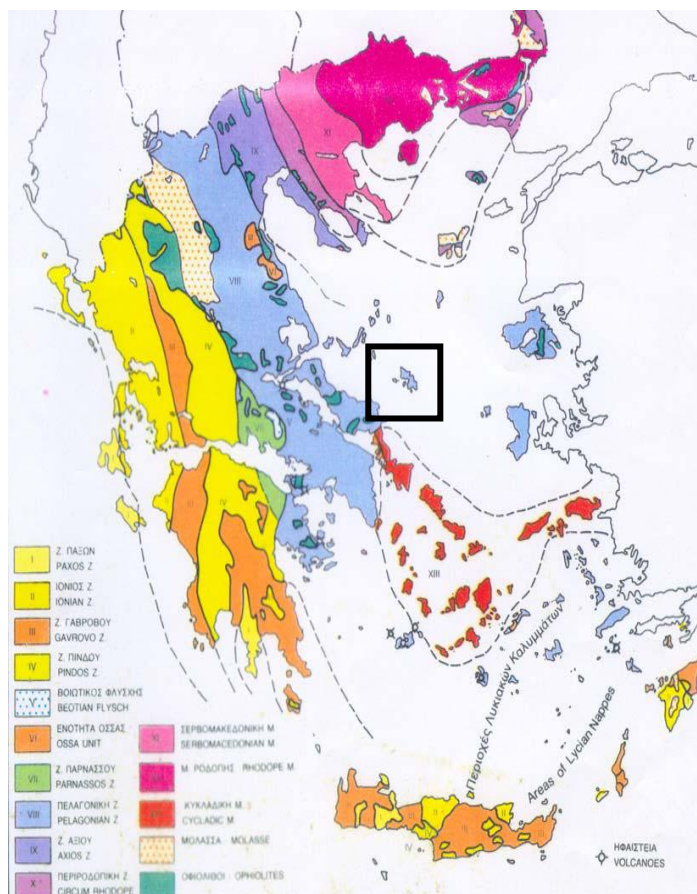
Το βορειοδυτικό τμήμα αποτελείται από ασβεστολίθους, σχιστολίθους και νεογενείς σχηματισμούς και παρουσιάζει ομαλότερη μορφολογία με μεγάλες πεδινές εκτάσεις και χαμηλού ύψους κορυφές.

Το μεσαίο τμήμα αποτελείται από ασβεστολίθους, σχιστολίθους και παρουσιάζει ανάγλυφο με δύο κορυφές (Κλαρί και Προφήτη Ηλία).

B3.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

Γεωλογικά οι Σποράδες υπάγονται στην Πελαγονική ζώνη και στη Ζώνη του Αξιού (Μουντράκης 1985). Συγκεκριμένα, η Σκιάθος, η Σκόπελος και η Σκύρος υπάγονται στην Πελαγονική Ζώνη, και τα υπόλοιπα νησιά και νησίδες στη Ζώνη Αξιού (Αλμωπίας).

Η νήσος Σκύρος αποτελείται κυρίως από ασβεστολίθους, σχιστολίθους και νεογενείς σχηματισμούς.



A. Παλαιοζωικό

(Μεταμορφωμένο υπόβαθρο)

- Γνεύσιλοι – Σχιστόλιθοι (Κατ. Παλαιοζωικό)
- Φυλλίτες (Αν. Παλαιοζωικό)

B. Μεσοζωικό

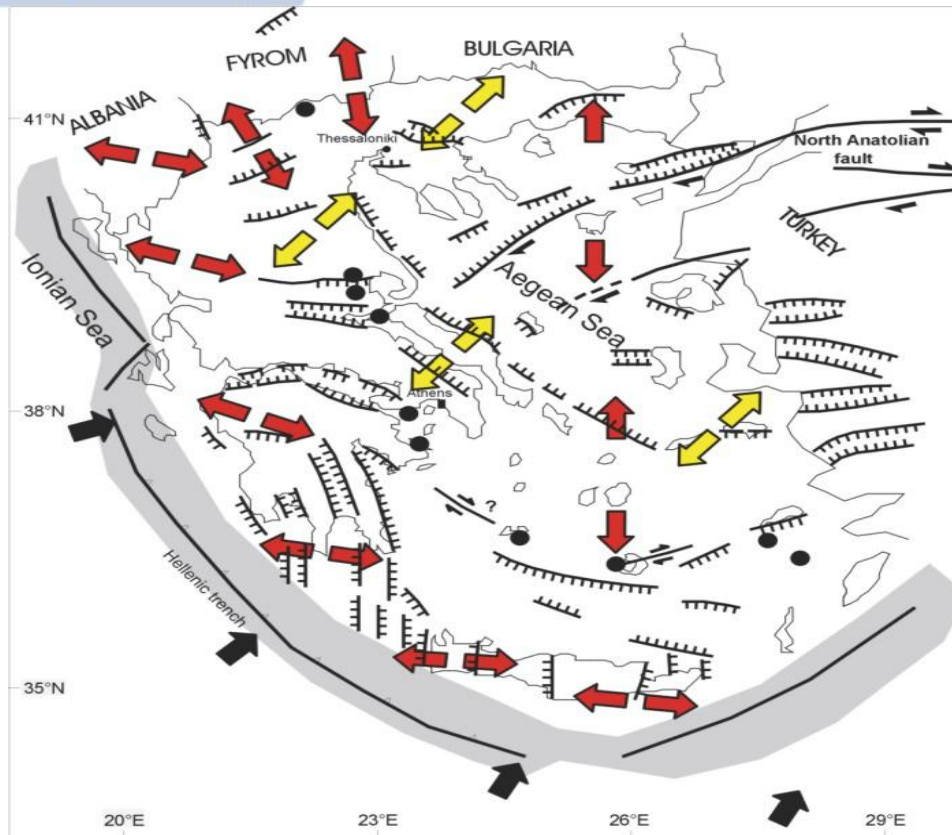
- Μάρμαρα
- Οφειόλιθοι
- Ανθρακικά ιζήματα

Γ. Καινοζωικός

- Γρανίτης
- Ανδεσίτης
- Νεογενείς σχηματισμοί
- Τεταρτογενείς Αποθέσεις

Εικόνα 10. Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας. (Σχεδίαση των Παν.Βασάλου & Παν.Γελαντάλη του Γραφείου Εκδόσεως Γεωλογικών Χαρτών.)

B3.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ



Εικόνα 11. Κύρια χαρακτηριστικά ενεργού τεκτονικής του Ελληνικού τόξου & του ευρύτερου Αιγαιακού χώρου (Papazachos et al.2002).

Η μεταμόρφωση και η σχιστοποίηση του γνευσιακού και σχιστολιθικού υποβάθρου θεωρούνται ως τα παλαιότερα τεκτονικά γεγονότα που παρατηρούνται στο νησί. Τα φαινόμενα αυτά έλαβαν χώρα αρχικά κατά τη διάρκεια της νεοκαληδονικής πύχωσης και για δεύτερη φορά κατά το στάδιο της βαρύσκιας πύχωσης, σε ασθενέστερη όμως μορφή. Απ' τη βαρύσκια πύχωση, υπέστη ,σχετικά ασθενή μεταμόρφωση και το φυλλιτικό υπόβαθρο του νησιού, το οποίο ,μαζί με το γνευσιακό υπόβαθρο δημιούργησαν μία συγκλινική μορφή. Το σύγκλινο αυτό μετατράπηκε, με την πάροδο του χρόνου ,σε αντίκλινο με διεύθυνση περίπου Β – Ν.

Η διεύθυνση της σχιστότητας του μεταμορφωμένου υποβάθρου ποικίλει. Σε γενικές γραμμές η σχιστότητα αυτή έχει διεύθυνση Β – Ν και κλίση προς Ανατολή ή Δύση.

Κατά το πρώτο στάδιο του Αλπικού γεωσυγκλίνου, πάνω στους φυλλίτες επικάθονται ,ανθρακικά ιζήματα, τα οποία σώζονται σήμερα με τη μορφή μαρμάρων, σε ορισμένες περιοχές του νησιού.

Η ρηγματογενής τεκτονική είναι περισσότερο έκδηλη σήμερα. Παρατηρούνται ρήγματα ,κυρίως δύο διευθύνσεων ΒΔ – ΝΑ και ΒΑ – ΝΔ.

Παλαιότερα είναι τα ρήγματα της πρώτης κατηγορίας, τα οποία δημιουργήθηκαν πριν την απόθεση των Ανωκρητιδικών ιζημάτων. Κατά τη διάρκεια δημιουργίας των ρηγμάτων και μετά, έλαβε χώρα η μεγαλύτερη επίκλυση του νησιού.

Αντίθετα, τα ρήγματα με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ δημιουργήθηκαν αργότερα και έχουν ηλικία νεότερη των Ανωκρητιδικών ασβεστολίθων. Τα ρήγματα αυτά παρατηρούνται με μορφή παράλληλων μεταπτώσεων και διαιρούν το νησί σε τρία τμήματα : το βορειοδυτικό, το νοτιανατολικό και το μεσαίο.

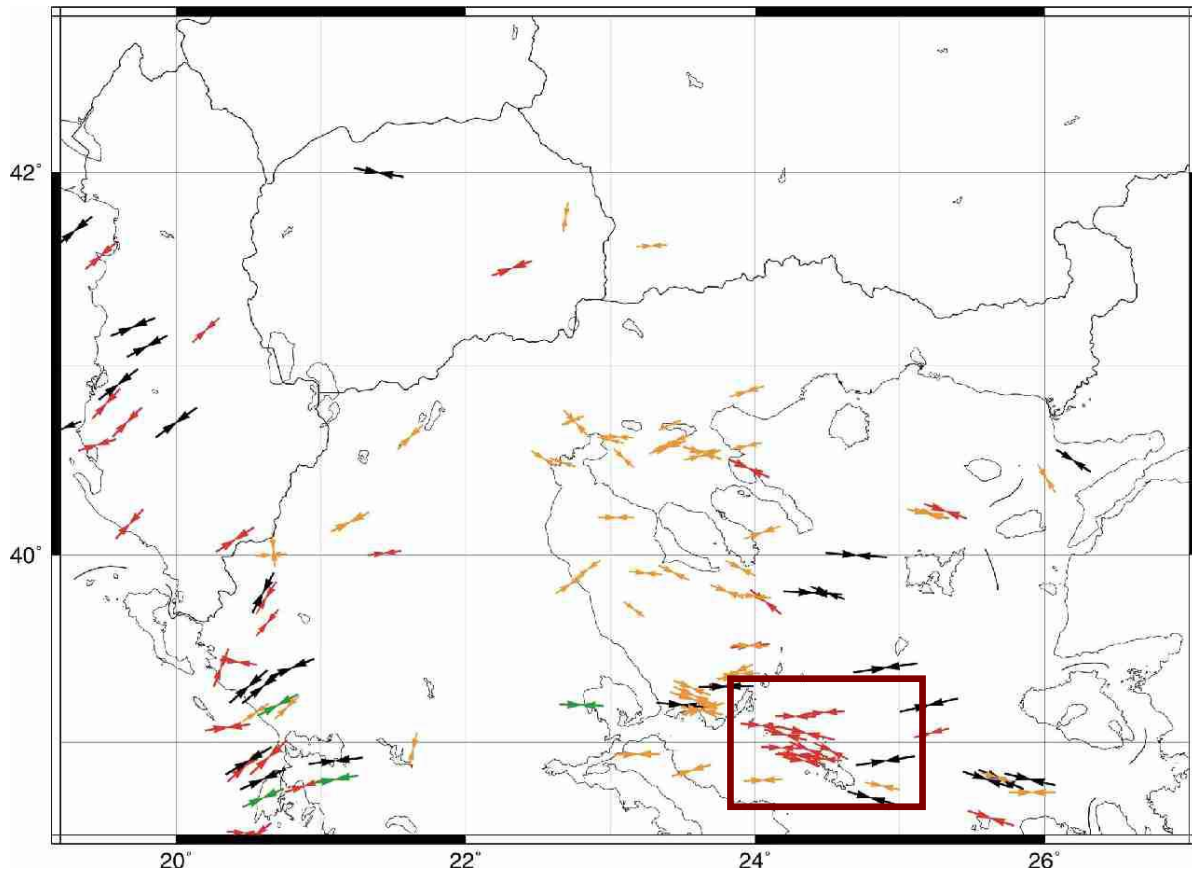
Οι μεταπτώσεις αυτές παρατηρούνται κυρίως στο μεσαίο και νότιο τμήμα του νησιού. Η διαφορά των τριών αυτών τεμαχίων προδίδει σαφώς τον ρηξιγενή χαρακτήρα τους ,που διαμορφώνει μέχρι και σήμερα τεκτονικά το νησί.

Εκτός απ'τα παραπάνω ρήγματα, παρατηρούνται, κυρίως στο βορειοανατολικό τμήμα του νησιού, κι άλλα ρήγματα, διαφόρων εκτάσεων, με διεύθυνση κυρίως ΒΔ – ΝΑ ,που δημιούργησαν νεότερες μεταπτώσεις προμειοκαινικής ηλικίας. Αποτέλεσμα των μεταπτώσεων αυτών είναι η επίκλυση της μειοκαινικής θάλασσας και η απόθεση των νεογενών αποθέσεων ,ασύμφωνα πάνω στο μεταμορφωμένο φυλλιτικό υπόβαθρο. Η παράταξη και η κλίση των νεογενών αυτών σχηματισμών ποικίλει λόγω των πολλαπλών ρηγμάτων.

Κατά τη διάρκεια της Κρητιδικής επίκλυσης αποτέθηκαν μέσα το τότε γεωσύγκλινο , ιζήματα ,πάχους μεγαλύτερου των 1000 μέτρων. Τα ιζήματα αυτά «κάθησαν» ασύμφωνα πάνω στους φυλλίτες και στα άλλα ανθρακικά ιζήματα του παλαιού Μεσοζωικού. Κατά τη διάρκεια της πτύχωσης τους, τα ανθρακικά ιζήματα μεταμορφώθηκαν σε μάρμαρα και σε ορισμένες θέσεις οι φυλλίτες σε πρασινοσχιστόλιθους.

Στα νοτιανατολικά παράλια του νησιού οι ακτές είναι απότομες. Σ'αυτό συνετέλεσαν τα ταιράστια ρήγματα αλλά και οι κατακρημνίσεις, λόγω διακλάσεων των ασβεστολιθικών πετρωμάτων με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ. Αντίθετα οι ακτές του βορειοανατολικού και βόρειου τμήματος είναι ομαλές

και αμμόδεις και σχηματίστηκαν από την αποσάθρωση των νεογενών σχηματισμών και του μεταμορφωμένου υποβάθρου.



Εικόνα 12. Σεισμοτεκτονικό καθεστώς Σκύρου (Papazachos et al.2004).

Επίσης επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι το ρήγμα της Ανατολίας, καθώς εισέρχεται στο χώρο του Αιγαίου, διακλαδίζεται σε διαφορετικά ρήγματα, εκ των οποίων το ένα περνά στο θαλάσσιο χώρο των Σποράδων, μεταξύ Σκύρου και Σκιάθου, Σκοπέλου και Αλοννήσου, ενώ τα άλλα δύο βορειότερα της Σκοπέλου και της Αλοννήσου μεταξύ Σποράδων και Χαλκιδικής.

B3.4 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

Λόγω της τεκτονικής της διαμόρφωσης, είναι προφανές, ότι η Σκύρος είναι μια περιοχή της Ελλάδας με έντονη σεισμικότητα, γεγονός που έχει επιβεβαιωθεί αρκετές φορές μέχρι σήμερα, με πολλούς και μεγάλους σεισμούς.



Εικόνα 13. Το Επίκεντρο του μεγάλου σεισμού της Σκύρου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, ο σεισμός μεγέθους 6.2 που συνέβη στις 26 Ιουλίου 2001, ΒΔ της νήσου Σκύρου στη θάλασσα του Β. Αιγαίου. Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού ανέδειξε την ενεργοποίηση ενός αριστερόστροφου ρήγματος οριζόντιας ολίσθησης το οποίο έχει ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι ο σεισμός έγινε αισθητός σε απόσταση μέχρι και 200 χμ από το επίκεντρο, με αποτέλεσμα να βρεθούν στους δρόμους πολλοί κάτοικοι της ευρύτερης περιοχής. Ο σεισμός προκάλεσε την καταστροφή 5 οικοδομών (κόκκινες) και επισκευάσιμες βλάβες σε 160 οικοδομές (κίτρινες) (Κ.Χάστας, Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων ΥΠΕΧΩΔΕ). Προκλήθηκαν καταρεύσεις βράχων στο δυτικό τμήμα του κάστρου της Σκύρου. Στέρεψε η πηγή Αναβάλλουσα και δημιουργήθηκε σοβαρό πρόβλημα ύδρευσης στο νησί της Σκύρου. Προκλήθηκαν σημαντικές βλάβες στη Μονή του Αγ.Γεωργίου του Σκυριανού, στη βυζαντινή εκκλησία της Επισκοπής και στους πύργους του κλασσικού και του μεσαιωνικού τείχους του κάστρου (Εφημερίδες «ΤΑ ΝΕΑ» και «ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ», 27 Ιουλίου 2001).Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στην Αθήνα.

Ο μεγαλύτερος προσεισμός έγινε στις 21 Ιουλίου ($M=5,1$) ενώ ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε στις 26 Ιουλίου ($M= 5,3$).

Στα πλαίσια της εργασίας «*Διερεύνηση πρόκλησης σεισμικότητας στον ελληνικό χώρο*», ειδικά για την περιοχή της Σκύρου, μελετήθηκε η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής πριν και μετά από τον σεισμό στις 26 Ιουλίου 2001.

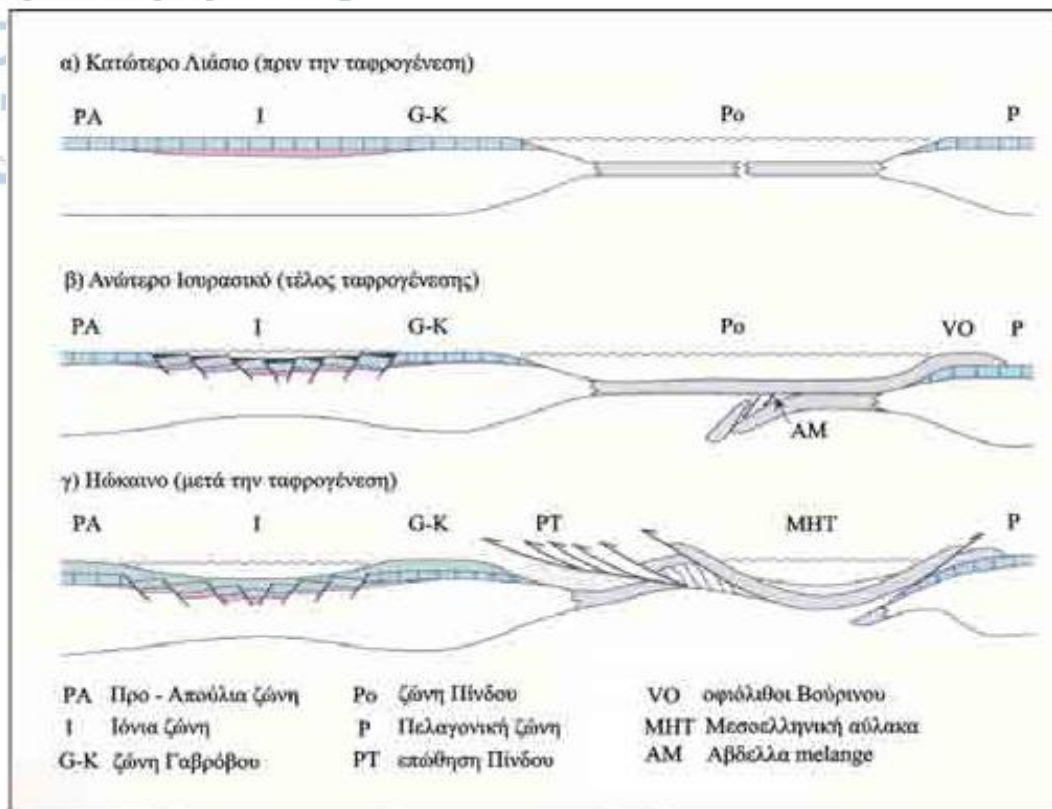
Γ1. ΠΑΛΑΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

Ο Ελλαδικός χώρος πήρε περίπου τη σημερινή του μορφή στις αρχές του τεταρτογενούς. Κατά την περίοδο αυτή, τα Ιόνια νησιά έχουν αποκτήσει μορφή ένα μέρος σαν την σημερινή.

Στο τέλος όμως του Πλειστόκαινου, σχηματίστηκαν μεγάλες μάζες πάγου, γεγονός που συντέλεσε στην πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά 200 μέτρα περίπου. Έτσι τα Ιόνια νησιά ενώθηκαν πάλι με την ηπειρωτική Ελλάδα και δημιουργήθηκε η χερσόνησος της Στερεάς που την αποτελούσαν τα νησιά Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Λευκάδα, τα οποία έμειναν ενωμένα μέχρι πριν περίπου 18.000 χρόνια. Η Λευκάδα συνέχισε να μένει προσκολλημένη στην ηπειρωτική Ελλάδα, μέχρι να αποχωριστεί από αυτή οριστικά λίγες χιλιάδες χρόνια αργότερα.

Κατά τη μεσοπαγετώδη περίοδο (πριν 9.000 χρόνια), ανυψώθηκε πάλι η στάθμη της θάλασσας, με αποτέλεσμα τον οριστικό αποχωρισμό των νησιών του Ιονίου, οπότε η Αδριατικοϊόνιος ζώνη πήρε περίπου τη σημερινή της μορφή.

Νέες απόψεις τοποθετούν τη σειρά των "Plattenkalk" στην Ιόνιο ζώνη οπότε η τελευταία θα πρέπει να θεωρηθεί ότι προεκτείνεται στη Νότια Πελοπόννησο, την Κρήτη και τη Ρόδο. Σύμφωνα με τις απόψεις αυτές η Αδριατικοϊόνιος ζώνη θα πρέπει να είναι αυτόχθονη πάνω στην οποία επω-θήθηκαν οι πιο εσωτερικές ζώνες υπό μορφή καλυμμάτων και η αυτόχθονη ζώνη αποκαλύπτεται ως τεκτονικό παράθυρο και σε ορισμένες περιπτώσεις ως διπλό παράθυρο.



Εικόνα 14. Εξέλιξη των Εξωτερικών Ελληνίδων. (Jones & Robertson, 1991).

Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη θεωρήθηκε στο αρχικό παλαιογεωγραφικό σύστημα εξέλιξης ως το Ελληνικό «μειογεωσύγκλινο» σε συσχετισμό με το «ευγεωσύγκλινο» της ζώνης Πίνδου. Με τις νεώτερες απόψεις χαρακτηρίζεται σαν μια ηπειρωτική λεκάνη με ημιπελαγική - πελαγική ιζηματογένεση. Παλαιογεωγραφικά διαιρέθηκε σε τρεις ενότητες ή υποζώνες : την εσωτερική (ανατολική), την αξονική και την εξωτερική (δυτική), με σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ιζηματογένεση τους.

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η εσωτερική και η εξωτερική υποζώνη αντιστοιχούν στα ρηχότερα ανατολικά και δυτικά περιθώρια της Ιόνιας λεκάνης, ενώ η αξονική υποζώνη στο μεσαίο και βαθύτερο τμήμα της. Η υποδιαίρεση αυτή δεν συνεχίζεται νοτιότερα του Αμβρακικού Κόλπου στη γεωγραφική περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας όπου η Ιόνια ζώνη παρουσιάζεται αδιαίρετη. Τρεις περίοδοι με διαφορετικά στρωματογραφικά χαρακτηριστικά μπορούν να διακριθούν στην προορογενετική ακολουθία της Ιόνιας ζώνης.

Η πρώτη περίοδος, που προηγείται της ταφρογένεσης αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα Τριαδικού – Λιασίου. Το πρώτο ήμισυ της περιόδου αυτής

(Κατώτερο – Μέσο Τριαδικό), χαρακτηρίζεται από την απόθεση ασβεστολίθων, δολομιτών και εβαποριτών σε μεγάλη έκταση. Μεγάλου πάχους αποθέσεις ανυδρίτη και αλίτη αποτίθενται στο κεντρικό τμήμα της Ιονίου ζώνης. Η απουσία αλίτη στις επιφανειακές εμφανίσεις μπορεί να αποδοθεί στη διάλυσή του (Underhill 1989). Η ακριβής ηλικία των εβαποριτών δεν είναι γνωστή, θεωρείται όμως παλαιότερη του Λαδινίου (Karakitsios 1995). Το δεύτερο ήμισυ της περιόδου αυτής (Μέσο Τριαδικό - Λιάσιο) αντιστοιχεί στην περίοδο της αρχικής διάνοιξης του Ατλαντικού και στη συνακόλουθη αριστερόστροφη μετακίνηση μεταξύ Ευρώπης και Αφρικής. Στην περίοδο αυτή συντελείται ανθρακική ιζηματογένεση που έχει σαν αποτέλεσμα την απόθεση κατά σειρά των σχηματισμών (ονομασίες από Renz, 1955): των ασβεστολίθων Φουσταπήδημα, των νηριτικών ασβεστολίθων ρηχής πλατφόρμας του Παντοκράτορα και τέλος των ισοδύναμων πλευρικά ημιπελαγικών ασβεστολίθων των Σινιών και του Λούρου. Οι ισοδύναμες σειρές του Φουσταπήδηματος και του Παντοκράτορα στην Αλβανία είναι οι ασβεστόλιθοι Burano και Cika – Delvina αντίστοιχα.

Η δεύτερη περίοδος αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα Μέσου – Ανωτέρου Ιουρασικού και χαρακτηρίζεται από ταφρογένεση που επηρεάζει την Ιόνια ζώνη. Σχηματισμοί βαθιάς θάλασσας χαρακτηρίζουν την περίοδο αυτή όπως οι ασβεστόλιθοι με αμμωνίτες (Ammonitico Rosso), οι κατώτεροι πυριτικοί σχιστόλιθοι με Posidonia, οι ασβεστόλιθοι με Filaments και τέλος οι ανώτεροι πυριτικοί σχιστόλιθοι με Posidonia. Το γεγονός ότι η παρουσία τους και το πάχος της εμφάνισής τους δεν είναι σταθερά πιθανά αποδίδεται στην ύπαρξη τάφρων και κεράτων που δημιουργήθηκαν στο χώρο της Ιόνιας ζώνης (Karakitsios 1995).

Η τρίτη περίοδος, που ακολουθεί την ταφρογένεση αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα Κρητιδικού – Ηωκαίνου . Στην περίοδο Κατωτέρου Κρητιδικού – Κατωτέρου Σενωνίου η λεκάνη της Ιονίου χαρακτηρίζεται από μια βύθιση που ακολουθεί την προηγούμενη περίοδο της ταφρογένεσής της. Σαν συνέπεια αυτής της βύθισης αποτίθενται οι πελαγικοί λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι με πυριτικούς κονδύλους της Βίγλας που καλύπτουν το προϋπάρχον ανάγλυφο από τεκτονικά κέρατα και τάφρους. Οι σημαντικές διαφοροποιήσεις στο πάχος

τους οφείλονται στη διατήρηση της προϋπάρχουσας γεωμετρίας της λεκάνης και στη συνεχιζόμενη αλοκίνηση (Karakitsios, 1995). Σε ορισμένες θέσεις ασβεστόλιθοι της Βίγλας υπέρκεινται των ασβεστολίθων του Παντοκράτορα που δείχνει διάβρωση σημαντικού τμήματος της στρωματογραφικής ακολουθίας (Jenkins 1972). Το Ανώτερο Σενώνιο χαρακτηρίζεται στη μεν αξονική Ιόνια ζώνη από εναλλαγές πελαγικών και μικρολατυποπαγών ασβεστολίθων ενώ στην εσωτερική και στην εξωτερική Ιόνια ζώνη από την παρουσία λατυποπαγών ασβεστολίθων. Τα κλαστικά υλικά και στις δύο περιπτώσεις προέρχονται από τα γειτονικά υβώματα, του Γαβρόβου ανατολικά και της Προαπούλιας δυτικά. Η ακολουθία συνεχίζεται με σχεδόν ίδιες λιθοφάσεις κατά τη διάρκεια του Παλαιοκαίνου – Ανώτερου Ηωκαίνου με συμφωνία στρώσης ως προς τους υποκείμενους ασβεστόλιθους (Dercourt et al. 1980, IGRS - IFP 1966, Fleury 1980).

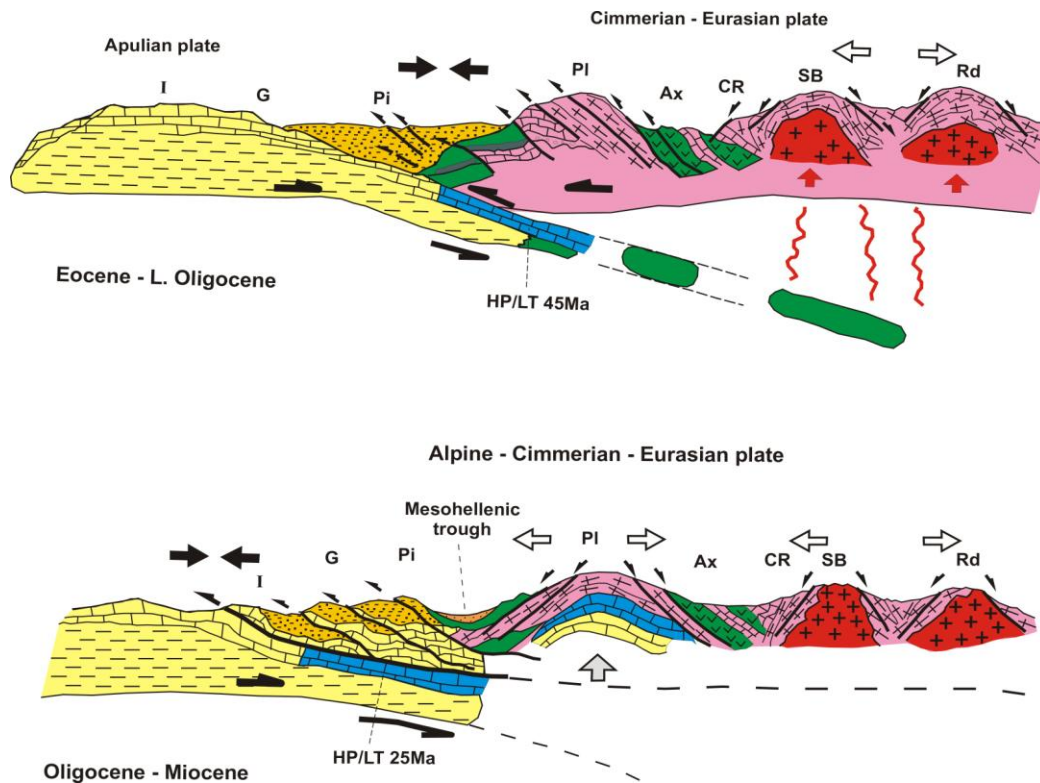
Συμπερασματικά, η Ιόνια κατά τη διάρκεια της προορογενετικής εξέλιξή της, από το Τριαδικό έως το Ηώκαινο, άλλαξε τον παλαιογεωγραφικό της χαρακτήρα από νηριτικό σε πελαγικό.

Γ2. ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ

Τεκτονικό χαρακτηριστικό του ελληνικού χώρου αποτελεί το Ελληνικό τόξο, το οποίο ουσιαστικά είναι το όριο επαφής μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών της Ευρασίας, τμήμα της οποίας είναι το Αιγαίο και της Αφρικανικής πλάκας, τμήμα της οποίας είναι η Ανατολική Μεσόγειος.

Το Ελληνικό τόξο έχει όλα τα χαρακτηριστικά ενός τυπικού νησιοωτικού τόξου, στο οποίο συμβαίνει καταβύθιση μιας ωκεάνιας πλάκας κάτω από μία ηπειρωτική. Το κυρτό τμήμα του τόξου εκτείνεται, δυτικά, μέχρι τη Λευκάδα – Ζάκυνθο – Κεφαλονιά. Βορειότερα, κατά μήκος των ακτών της Ηπείρου και της Αλβανίας δεν συμβαίνει καταβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική, αλλά θεωρείται ότι λαμβάνει χώρα ηπειρωτική σύγκρουση μεταξύ της Ευρασίας και της Απουλίας μικροπλάκας, προκαλώντας συμπιεστικά φαινόμενα. Αυτές οι δύο συνθήκες, της καταβύθισης και της ηπειρωτικής σύγκρουσης, που συμβαίνουν Νότια και Βόρεια της θέσης

Λευκάδας– Ζακύνθου – Κεφαλονιάς, οριοθετούνται από ένα δεξιόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης, στην περιοχή της Λευκάδας.

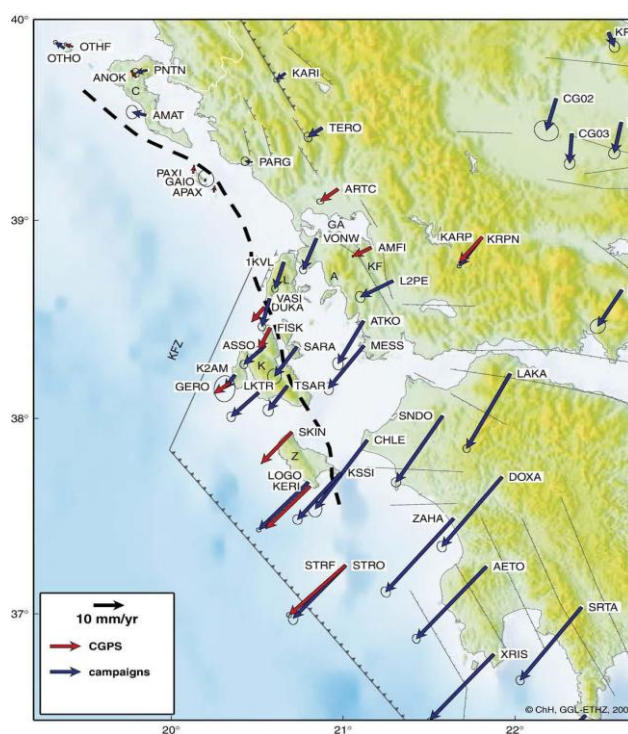


Εικόνα 15. Ηπειρωτική σύγκρουση μεταξύ Ευρασίας και Απουλίας μικροπλάκας. (Mountrakis 1986, 1994)

Η Απουλία μικροπλάκα σήμερα κινείται προς τα ΒΑ με ταχύτητα περίπου 4.5 mm/yr και ταυτόχρονα εκτελεί μια αριστερόστροφη περιστροφή, από Ανατολικά προς Δυτικά (Ritsema 1974, McKenzie 1972), γύρω από ένα πόλο για τον οποίο έχουν οριστεί διαφορετικές θέσεις. Αποτέλεσμα αυτής της κίνησης είναι η σύγκλιση της με την Ευρασία και η εφίππευση της από την τελευταία, κατά μήκος του ανατολικού ορίου, όπου προκαλούνται έντονα συμπιεστικά φαινόμενα καθώς έχουμε τη σύγκρουση δύο ηπειρωτικών τεμαχών, ενώ δυτικότερα καταδύεται κάτω από τα Απέννινα. Το διάνυσμα ολίσθησης κατά μήκος της ανατολικής επαφής έχει διεύθυνση N 60° E. Η κύρια διεύθυνση της συμπίεσης είναι ΝΔ – ΒΑ ενώ η διεύθυνση των αναστροφών ρηγμάτων είναι κάθετα σε αυτή και παράλληλη προς τις ακτές,

δηλαδή ΒΔ – ΝΑ. Η ζώνη αυτή η της συμπίεσης διακόπτεται από ρήγματα μετασχηματισμού. Το πρώτο ρήγμα μετασχηματισμού εντοπίζεται στο νότο, στην περιοχή της Λευκάδας και είναι δεξιόστροφο. Επίσης μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί φυσικό όριο μεταξύ της Απουλίας και της Ευρασίας (μικροπλάκας Αιγαίου).

Βασικό στοιχείο του Ιονίου είναι, επίσης, η ύπαρξη του δεξιόστροφου ρήγματος μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς. Αποτελεί το βορειοδυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου. Μέσω αυτού η βορειοδυτική Ελλάδα κινείται σε σχέση με το Αιγαίο και την Πελοπόννησο. Το ρήγμα αυτό διαχωρίζει τα νησιά που βρίσκονται στο νότιο Ιόνιο και την Πελοπόννησο από τα νησιά του βορείου Ιονίου τα οποία παρουσιάζουν ασήμαντη κίνηση σε σχέση με την Ευρώπη. Το ρήγμα της Κεφαλονιάς αποτελεί το δεύτερο μεγάλο όριο της κινητικότητας στη περιοχή της Ελλάδας (Hollenstein, 2007).



Εικόνα 16. Μετακινήσεις στην περιοχή του Ιονίου, ως προς Σταθερή Ευρώπη, την περίοδο 1993 - 2003, (Hollenstein et al. 2008).

Υπό διερεύνηση είναι η πρόταση από τους Reuther et al., 1993, εάν η ζώνη του ρήγματος της Κεφαλονιάς αποτελεί τη δυτική συνέχεια του δεξιόστροφου

συστήματος της λεκάνης του Βορείου Αιγαίου διακοπτόμενη από μια επεκτεινόμενη δομή στη Κεντρική Ελλάδα (Hollenstein, 2007).

Κατά μήκος των Ιονίων νήσων και των δυτικών ακτών της Ελλάδας υπάρχει πλήθος ρηγμάτων στα οποία έχουν συμβεί ισχυροί σεισμοί.

Γ3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Γ3.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ



Εικόνα 17. Το νησί της Λευκάδας στο Ιόνιο.

Η Λευκάδα ανήκει στην περιφέρεια των Ιονίων Νήσων και η θέση της καθορίζεται από τις συντεταγμένες $38^{\circ}43'04''\text{N}$ $20^{\circ}38'38''\text{E}$. Μαζί με τα κοντινά σ' αυτήν νησιά, Μεγανήσι, Κάλαμος, Καστός, Σκορπιός, Σπάρτη, Μαδουρή, καθώς και διάφορα άλλα μικρότερα νησάκια και νησίδες, αποτελούν το νομό Λευκάδος.

Τα Ιόνια Νησιά είναι μια νησιωτική ακριτική Περιφέρεια και αποτελούν το "Ιόνιο Αρχιπέλαγος", το οποίο εκτείνεται κατά μήκος των δυτικών παραλίων της Ελλάδας. Η Περιφέρεια των Ιονίων Νήσων βρίσκεται στο θαλάσσιο χώρο

της Κεντρικής Μεσογείου και γειτνιάζει προς βορρά με την Βαλκανική και προς δυσμάς με το Mezzogiorno της Ιταλίας.

Η Λευκάδα έχει το ιδιότυπο χαρακτηριστικό να απέχει λίγα μόλις μέτρα από την ηπειρωτική Ελλάδα, γεγονός που την καθιστά το μοναδικό νησί του Ιονίου που συνδέεται οδικά μέσω πλωτής γέφυρας με την Αιτωλοακαρνανία, της οποίας αποτελούσε χερσόνησο. Η Λευκάδα εκτείνεται στα 302,5 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Η Λευκάδα είναι ένα έντονα ορεινό νησί, με σύνθετο ανάγλυφο. Χαρακτηρίζεται από αρκετές κορυφές υψομέτρου άνω των χιλίων μέτρων (Ελάτη, Μέγα Όρος, κ. ά.), από μεγάλα και σε μεγάλο υψόμετρο οροπέδια (Καρυάς, Κοντάραινας), αλλά και αρκετές παραθαλάσσιες πεδιάδες, όπως αυτή γύρω από την πόλη της Λευκάδος, αυτή της Βασιλικής, ή η κοιλάδα του Νυδριού.

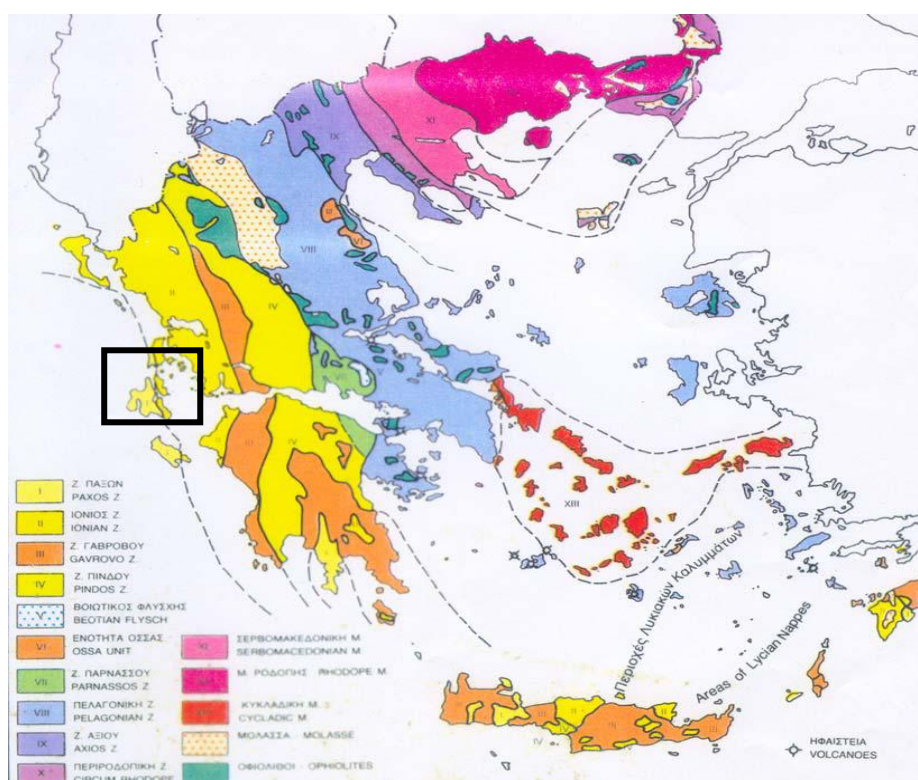
Τα δυτικά παράλια του νησιού, είναι στην πλειονότητά τους απόκρημνα και σχηματίζουν επιμήκεις αμμώδεις παραλίες και μερικές μικρές κολπώσεις, αποτέλεσμα της χρόνιας επίδρασης των υδάτων της ανοιχτής Αδριατικής θάλασσας.

Η μακροχρόνια προσκόληση της Λευκάδας στην ηπειρωτική Ελλάδα, εξηγεί και τον ηπειρωτικό χαρακτήρα της.

Το νησί της Λευκάδας, ανήκει σε δύο γεωτεκτονικές ενότητες, με την Ιόνια ζώνη να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος, και τη ζώνη των Παξών να επηρεάζει ένα μικρό κομμάτι στα Νοτιοδυτικά του νησιού (χερσόνησος Λευκάτα). Σε όλη την έκταση του νησιού, μπορεί να εντοπίσει κανείς πληθώρα και ποικιλία καρστικών σχηματισμών (σπήλαια, δολίνες, ουβάλες και πόλγες), η εξέλιξη των οποίων εντοπίζεται από το Πλειστόκαινο.

Γ3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Το νησί της Λευκάδας, ανήκει σε δύο γεωτεκτονικές ενότητες, με την Ιόνια ζώνη να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος, και τη ζώνη των Παξών να επηρεάζει ένα μικρό κομμάτι στα Νοτιοδυτικά του νησιού (χερσόνησος Λευκάτα).



Εικόνα 18. Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας (Σχεδίαση των Παν.Βασάλου & Παν.Γελαντάλη του γραφείου Εκδόσεως Γεωλογικών Χαρτών).

Διακρίνουμε :

- 1) Πλειστοκαινικές και κυρίως Ολοκαινικές παράκτιες αποθέσεις, 2) Μειοκαινικές μάργες και ψαμμίτες, 3) κατά τόπου εμφανίσεις του φλύσχη της Ιονίου, 4) ασβεστόλιθους της Απουλίας ζώνης στο ΝΔ τμήμα του νησιού, 5) και την ασβεστολιθική σειρά της Ιόνιας ζώνης.

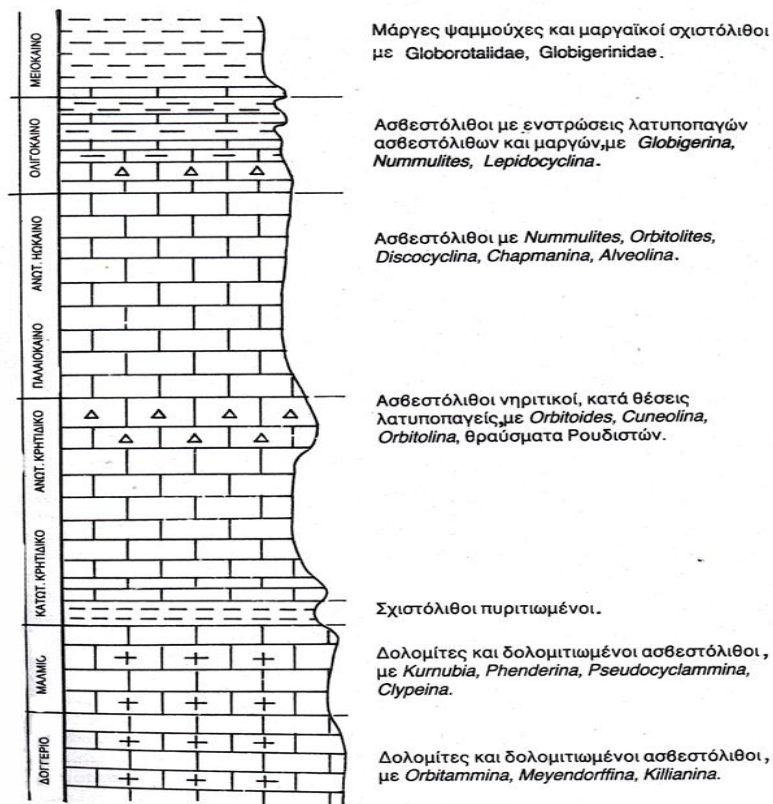
Η ζώνη των Παξών στρωματογραφικά αποτελείται από επιφανειακούς μειοκαινικούς σχηματισμούς οι οποίοι είναι μαργαικοί, συχνά ψαμμούχοι εναλλασσόμενοι με λατυποπαγείς ασβεστόλιθους.

Η ζώνη Παξών χαρακτηρίζεται από μια συνεχή σειρά νηριτικών ανθρακικών πετρωμάτων, που αρχίζει από το Ανώτερο Τριαδικό και φθάνει μέχρι και το Ολιγόκαινο. Η στρωματογραφική διάρθρωση της ζώνης των Παξών, από τους αρχαιότερους προς τους νεότερους στρωματογραφικούς ορίζοντες, σε γενικές γραμμές, είναι η ακόλουθη :

- Εβαπορίτες, δολομίτες και νηριτικοί ασβεστόλιθοι, ανωτριάδικής έως μεσοϊουρασικής ηλικίας είναι τα πιο παλιά ιζήματα της ζώνης αυτής και εμφανίζουν μια αναλογία με τα αντίστοιχα της Ιόνιας ζώνης. Το πάχος τους είναι 1.500 μ. περίπου.
 - Ακολουθούν νηριτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες του Ανώτερου Ιουρασικού, στους οποίους παρεμβάλλονται στρώσεις πυριτικών σχιστολίθων και μάργες. Το πάχος τους φθάνει τα 500μ. περίπου.
 - Η παραπάνω ανθρακική ιζηματογένεση συνεχίζεται σε ολόκληρο το Κρητιδικό μέχρι και το Παλαιογενές (Παλαιόκαινο - Ηώκαινο, Ολιγόκαινο) με απόθεση νηριτικών ασβεστολίθων, συνολικού πάχους 1.500 μ. περίπου (Κεφαλονιά), που συχνά είναι μικρολατυποπαγείς.
 - Τέλος, στο Μειόκαινο εμφανίζονται μαργαϊκοί σχηματισμοί, πολλές φορές ψαμμούχοι, εναλλασσόμενοι με λατυποπαγείς ασβεστόλιθους, που υποκαθιστούν την τυπική φλυσική ιζηματογένεση των άλλων γεωτεκτονικών ζωνών. Η ζώνη Παξών είναι η μόνη ζώνη των Ελληνίδων που στερείται τυπικού φλύσχη.
- Η Ιόνια ζώνη είναι επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στη ζώνη των Παξών. Οι επιφανειακοί της, μειοκαινικοί σχηματισμοί είναι αποθέσεις μολασικών ιζημάτων μεγάλου πάχους (κυρίως μάργες και λιγότερο ψαμμίτες, με

ενστρώσεις μαργαϊκών
επικάθονται στο φλύσχη.

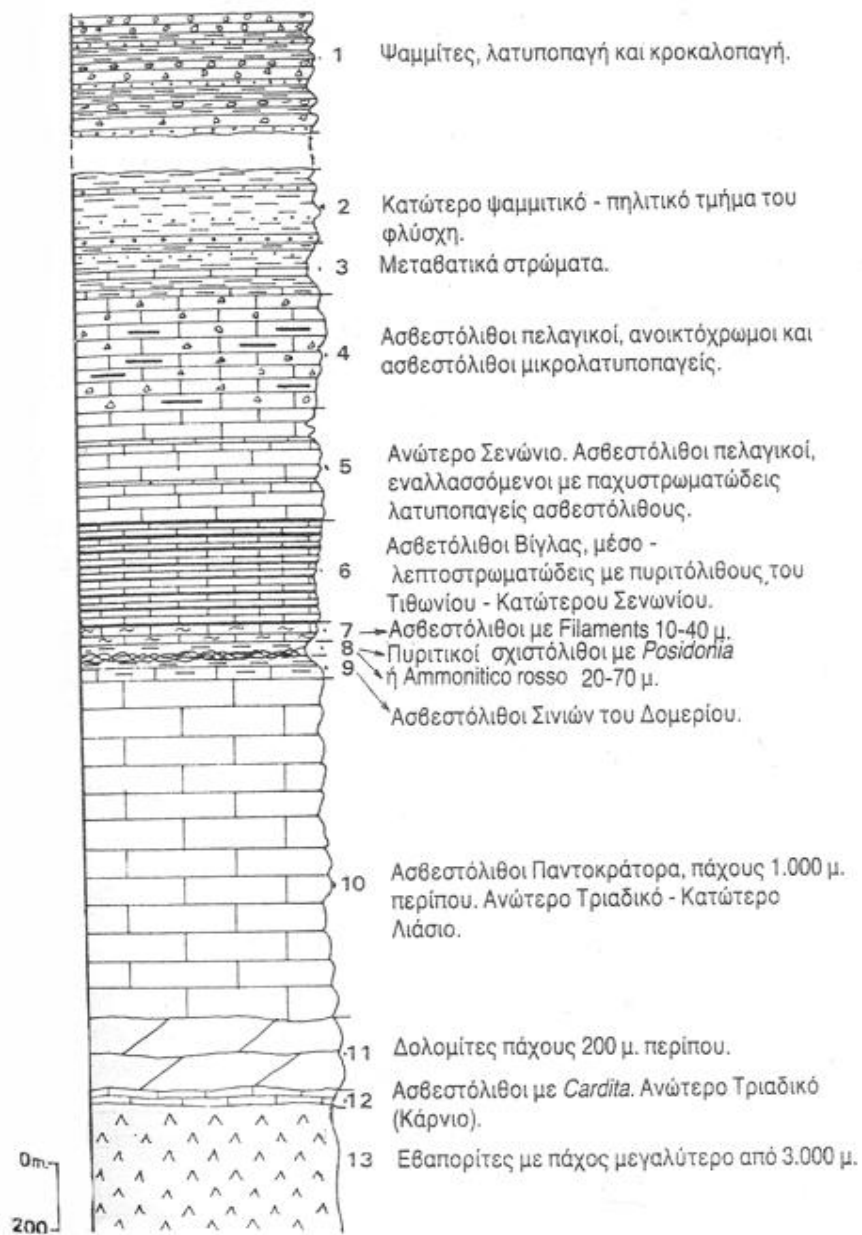
ασβεστόλιθων και λατυποκροκαλοπαγών) που



Εικόνα 19. Σχηματική στρωματογραφική στήλη της ζώνης Παξών. (Κατά Ι.Μπορνόβα. Από το γεωλογικό χάρτη φύλλο "Λευκάδα", κλίμακα 1:50000, ΙΓΕΥ).

Στην Ιόνια ενότητα της νήσου Λευκάδας διακρίνονται από τους κατώτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες οι ακόλουθοι σχηματισμοί:

- Σχηματισμός Εβαποριτών (χημικά ιζήματα αποτελούμενα από γύψο μικροκρυσταλλική, με χρώμα γριζωπό - μαύρο λόγω των περιεχομένων βιτουμενίων).
- Σχηματισμός ασβεστόλιθων του Καρνίου.
- Σχηματισμός δολομιτών του Τριαδικού.
- Σχηματισμός ασβεστόλιθων του Παντοκράτορα.
- Σχηματισμός ασβεστόλιθων φάσεως Ammonitico Rosso - Σχιστών με *Posidonies*.
- Σχηματισμός ασβεστόλιθων Βίγλας.
- Σχηματισμός λατυποπαγών - μικροκροκαλοπαγών ασβεστόλιθων.
- Σχηματισμός του φλύσχη.



Εικόνα 20. Στρωματογραφική στήλη της Ιόνιας ζώνης (Κατά Dercourt & al. 1980).

Γ3.3 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

Η Λευκάδα είναι τμήμα των δυτικών Ελληνίδων οροσειρών και τοποθετημένη γεωτεκτονικά στο μέτωπο του Ελληνικού ορογενετικού τόξου, μεταξύ των φλοιών Ευρώπης και Ανατολικής Μεσογείου που συγκλίνουν.

Ο αλπικός τεκτονισμός της νήσου διακρίνεται σε δύο τεκτονικές παραμορφωτικές φάσεις, οι οποίες ουσιαστικά δημιούργησαν το γεωλογικό αλπικό υπόβαθρο της νήσου, στο οποίο επικάθησαν οι σχετικά νεώτεροι σχηματισμοί. Η πρώτη φάση κατά τους ερευνητές τεκμηριώνεται με βάση την επικλυσιογενή απόθεση των μολασσικών σχηματισμών επί των παραμορφωμένων ιζημάτων της Ιονίου, τα οποία και έχει επηρεάσει. Κατά τη φάση αυτή δημιουργήθηκαν ημιανεστραμμένες και κατακεκλιμένες πτυχές, εφιππεύσεις μέσα στην ενότητα και ανάστροφα ρήγματα.

Η δεύτερη φάση του αλπικού τεκτονισμού τεκμηριώνεται από τη δημιουργία της επιφάνειας επώθησης εξαιτίας της εφαπτομενικής τεκτονικής κίνησης προς τα δυτικά, που τοποθετεί τα ιζήματα της Ιονίου επί της ενότητας των Παξών. Η φάση αυτή, προκάλεσε αμυδρές παραμορφώσεις στα ιζήματα της επικλυσιογενούς μολασσικής σειράς, που χαρακτηρίζονται από πτυχές μεγάλης ακτίνας καμπυλότητας.

Απόρροια του σύγχρονου γεωδαιτικού καθεστώτος είναι το πυκνό δίκτυο ρηγμάτων, τα οποία έχουν κατατεμαχίσει τόσο τις υποκείμενες αλπικές σειρές, όσο και τα υπερκείμενα και ασύμφωνα τοποθετημένα ιζήματα.

Το δίκτυο των ρηγμάτων που διακρίνονται σε πλάγια ή κανονικά μεταπτωτικά και οριζόντιας μετατόπισης, δημιουργεί ένα πολύπλοκο σύστημα ρηξιτεμαχών, των οποίων οι επιμέρους σχετικές κινήσεις μόνο κατά προσέγγιση μπορούν να προσδιορισθούν και να αποτυπωθούν.

Το σύνολο των ρηγμάτων που συγκροτούν τον νεοτεκτονικό ρηξιγενή ιστό της νήσου διακρίνονται σε δύο κύριες ομάδες:

Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα με διευθύνσεις προσανατολισμού ΒΔ-ΝΑ έως ΒΑ-ΝΔ. Οι ρηξιγενείς διεπιφάνειες των ρηγμάτων αυτών είναι παράλληλες προς τη διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ έως Β-Ν (είναι παράλληλες στη διεύθυνση της τάφρου ή κάθετες στο άνωσμα της κίνησης των πλακών).

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ρήγματα με διευθύνσεις προσανατολισμού από ΔΒΔ-ΑΝΑ έως ΔΝΔ-ΑΒΑ, και γενικότερα γύρω από τη διεύθυνση Α-Δ, δηλαδή είναι παράλληλες στην διεύθυνση της ρηξιγενούς ζώνης Σπερχειού - Αμβρακικού, που διέρχεται στα Βόρεια της νήσου.

Από τις γραμμώσεις ολίσθησης, οι οποίες διατηρούνται στις ρηξιγενείς διεπιφάνειες των ρηγμάτων, προκύπτει ως γενικά συμπέρασμα, ότι τα ρήγματα της πρώτης ομάδας είναι γενικά κανονικά - πλαγιοκανονικά, ενώ της δεύτερης είναι οριζόντιας μετατόπισης, γεγονός που οδηγεί στις συνθήκες της γενετικής συσχέτισης των ρηξιγενών μικροδομών με τις megaδομές της νήσου (ζώνη υποβύθισης, ρηξιγενής ζώνη Σπερχειού) και του Ελληνικού τόξου στην περιοχή του Ιονίου πελάγους.

Οι σπουδαιότερες ρηξιγενείς ζώνες της Λευκάδας και οι κινήσεις των ρηγμάτων που τα χαρακτηρίζουν είναι επιγραμματικά οι ακόλουθες :

- Ρηξιγενής ζώνη Φруνίου - Απολπαίνων (Τεκτονικό βύθισμα με ρήγματα Β-Ν και βύθιση κατά κλίση κα ρήγματα Α-Δ με πλαγιοκανονική συνιστώσα μετακίνησης).
- Ρηξιγενείς ζώνες Αγίου Νικήτα - Δρυμώνα (Ρήγματα κανονικά με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ, ΑΒΑ-ΔΝΔ, καθώς και ρήγματα κατακόρυφα Α-Δ με οριζόντιας συνιστώσα μετακίνησης).
- Ρηξιγενείς ζώνες Αγίου Πέτρου - Βασιλικής (Ρήγματα κανονικά παράλληλα με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και με βύθιση κατά κλίση).
- Ρηξιγενείς ζώνες νοτίου τμήματος Λευκάδας (Διευθύνσεις ρηγμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ ή ΒΒΑ-ΝΝΔ).
- Ρηξιγενείς ζώνες νοτίου τμήματος Λευκάδας (Διευθύνσεις ρηγμάτων ΒΒΔ-ΝΝΑ ή ΒΒΑ-ΝΝΔ).
- Ρηξιγενής ζώνη όρους Σκάροι (Διεύθυνση πλαγιοκανονικών ρηγμάτων Α-Δ).

Το σύνολο των ρηξιγενών ζωνών και των ρηγμάτων αντιστοιχεί σε ενεργές δομές, αφού όλα παρουσιάζουν κατοπτρικές διεπιφάνειες ή οριοθετούν πρόσφατες εδαφικές κορηματικές ή αλλουβιακές αποθέσεις.

Η έντονη ανοδική της κίνηση κατά το πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, λόγω της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης και ο κατατεμαχισμός της κατά τη νεοτεκτονική περίοδο από μεγάλα ρήγματα (επικρατούσας διεύθυνσης ΒΒΔ – ΝΝΑ) έχουν διαμορφώσει ένα έντονο μορφολογικό ανάγλυφο με κατά τόπους έντονα τα φαινόμενα της κατά βάθος διάβρωσης, που σχηματίζουν βαθιές κοιλάδες και δημιουργούν κατά μήκος των ακτών απότομα φυσικά πρανή, των οποίων οι επιφάνειες ταυτίζονται στις περισσότερες των περιπτώσεων με ενεργές επιφάνειες ρηγμάτων.

Γ3.4 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

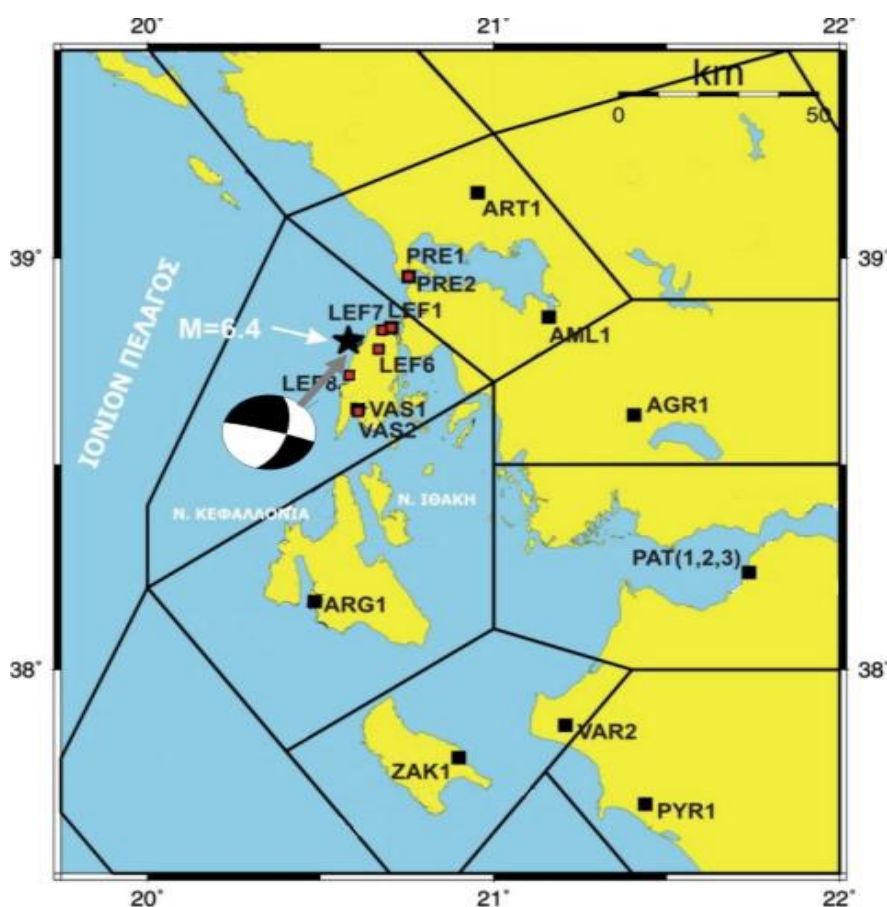
Οι νεοτεκτονικές συνθήκες και η υψηλή σεισμικότητα της νήσου είναι άμεσα συνυφασμένες, αφού οι πρώτες ευθύνονται για τη δεύτερη και κατ' επέκταση για τη γένεση των σεισμών σε επίκεντρα που είναι τοποθετημένα κατά μήκος των κύριων ρηξιγενών δομών (νεοτεκτονικά ρήγματα). Τη μεγαλύτερη κινητικότητα παρουσιάζουν γενικά δύο εστίες, από τις οποίες προέρχονται μεγάλου έως μεσαίου μεγέθους σεισμικές διεγέρσεις. Από αυτές, η μια ευρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της νήσου και πιθανά στη διασταύρωση του μεγάλου ρήγματος Τσουκαλάδων με άλλο του Ιονίου, η άλλη δε ευρίσκεται νοτιότερα του όρμου Βασιλικής και σε ρήγμα το οποίο διέρχεται μεταξύ των δύο νήσων, με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. (Λευκάδας - Ιθάκης).

Η χωρική κατανομή των υπολογισμένων με ακρίβεια εστιών των μετασεισμών καθορίζει με λεπτομέρεια την κύρια διάρρηξη καθώς και την κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας σε γειτονικά ρήγματα ή τμήματα ρηγμάτων. Η κύρια διάρρηξη καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα του νησιού, έχει διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και βρίσκεται σε συμφωνία με το μηχανισμό γένεσης του κύριου σεισμού.

Συμπερασματικά, η ευρύτερη περιοχή των Ιόνιων νησιών παρουσιάζει την υψηλότερη σεισμικότητα στον Ελλαδικό χώρο, με περίοδο επανάληψης 20 ετών και η οποία έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση ποικίλης μορφής καταστροφικών φαινομένων τόσο στο δομημένο όσο και στο φυσικό περιβάλλον.

Ένας από τους μεγαλύτερους σεισμούς με σοβαρές συνέπειες που συνέβη στην περιοχή της Λευκάδας είναι ο σεισμός που την έπληξε στις 14 Αυγούστου 2003 με μέγεθος 6.4.

Το πρωί της 14ης Αυγούστου 2003 σημειώθηκε ισχυρή σεισμική δόνηση στο θαλάσσιο χώρο δυτικά της Λευκάδος μεγέθους $M_s=6.4$ και εστιακού βάθους 10 Km. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του επικέντρου, σύμφωνα με το Εργαστήριο Σεισμολογίας του Α.Π.Θ, είναι $\varphi=38,86\text{No}$ και $\lambda=20,73\text{Eo}$.



Εικόνα 21. Σταθμοί καταγραφής ισχυρής δόνησης σεισμού Λευκάδας 2003, επίκεντρο (άστρο), μηχανισμός γέννησης σεισμού και σεισμικές ζώνες ευρύτερης περιοχής (Dimitriou & al. 1980).

Το σεισμογόνο ρήγμα είναι τύπου οριζόντιας μετατόπισης, δεξιόστροφο με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και κλίση προς τα ΑΝΑ. Για σεισμική δόνηση $M_s=6.2-6.4$ το μήκος του ρήγματος πρέπει να είναι 32 έως 35Km,

σύμφωνα με τις έρευνες για σεισμούς στη Μεσόγειο. Λαμβάνοντας υπόψη και τους τύπους των Pavlides & Caputo (2004) για το μήκος των ρηγμάτων σε σχέση με το μέγεθος του σεισμικής δόνησης καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το επιφανειακό μήκος εμφάνισης ενός ρήγματος πρέπει να είναι μεταξύ 9-20 Km για να μπορέσει να προκαλέσει σεισμό μεγέθους $M_s=6.2-6.4$. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι μόνο το $\frac{1}{2}$ του ρήγματος της Λευκάδος ενεργοποιήθηκε κατά το σεισμό της 14^{ης} Αυγούστου, και πιο συγκεκριμένα μόνο το βόρειο τμήμα αυτού (Pavlides et al. 2003).

Η ισχυρή εδαφική κίνηση του σεισμού καταγράφηκε από το μόνιμο δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ. Στην πόλη της Λευκάδος η καταγραφή προέρχεται από τον επιταχυνσιογράφο ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο νοσοκομείο της πόλης. Η μέγιστη τιμή της οριζόντιας επιτάχυνσης που προκλήθηκε από το σεισμό καταγράφηκε στην πόλη της Λευκάδος και είχε τιμή 0,42g.

Η σεισμική δόνηση, όπως περιγράφεται στη συνέχεια, προκάλεσε εκτεταμένες καταπτώσεις βράχων, κατολισθήσεις, φαινόμενα ρευστοποίησης καθώς και αστοχίες τεχνικών έργων τόσο στο οδικό δίκτυο όσο και στα λιμάνια του νησιού.

Η δόνηση έγινε ιδιαίτερα αισθητή εκτός από το νησί της Λευκάδας και στους Νομούς Πρεβέζης, Αιτωλοακαρνανίας, Κεφαλληνίας και Άρτας.

Στα πλαίσια της εργασίας «*Διερεύνηση πρόκλησης σεισμικότητας στον ελληνικό χώρο*», ειδικά για την περιοχή της Σκύρου, μελετήθηκε η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής πριν και μετά από τον σεισμό της 14ης Αυγούστου 2003.

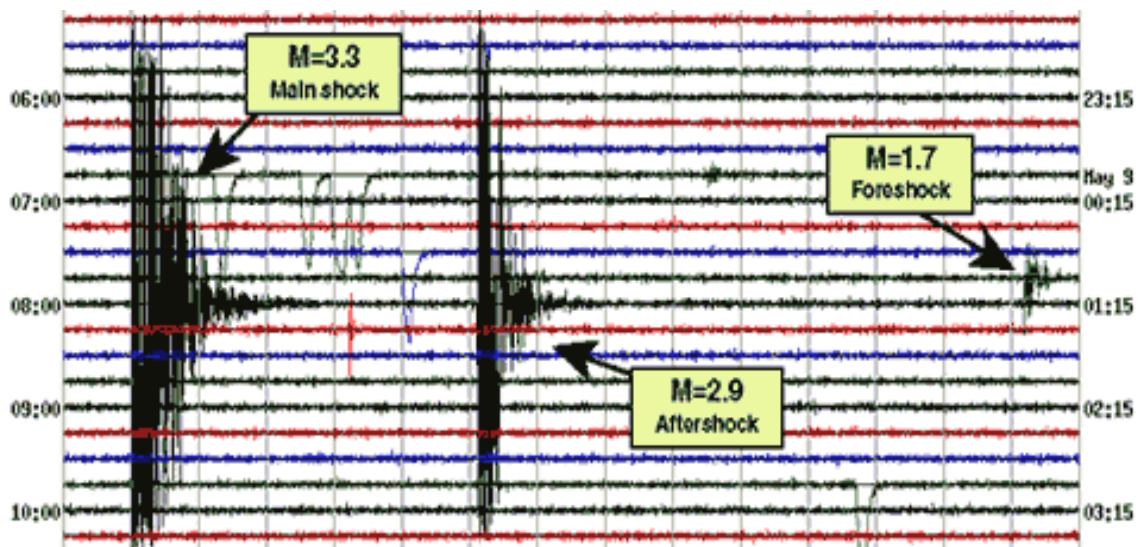
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ

Δ1. ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΙΣΧΥΡΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ

Σεισμική ακολουθία ονομάζεται το σύνολο των σεισμών που γεννιούνται σε ένα τόπο κατά την διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος και η συχνότητά τους είναι αυξημένη σε σχέση με την συνήθη σεισμικότητα της περιοχής.

Στην περίπτωση των ακολουθιών αν ένας σεισμός έχει μέγεθος σαφώς μεγαλύτερο από κάθε άλλο της ακολουθίας αυτός λέγεται ΚΥΡΙΟΣ ΣΕΙΣΜΟΣ.

Οι σεισμοί που προηγούνται από αυτόν με μικρότερα μεγέθη λέγονται ΠΡΟΣΕΙΣΜΟΙ. Οι σεισμοί που έπονται του κύριου σεισμού με μικρότερα μεγέθη λέγονται ΜΕΤΑΣΕΙΣΜΟΙ.



Εικόνα 22. Καταγραφή προσεισμού - κύριου σεισμού -μετασεισμού.

Γενικά ο αριθμός των μετασεισμών μίας σεισμικής ακολουθίας είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των προσεισμών οι οποίοι μπορεί και να ελλείπουν από μία σεισμική ακολουθία.

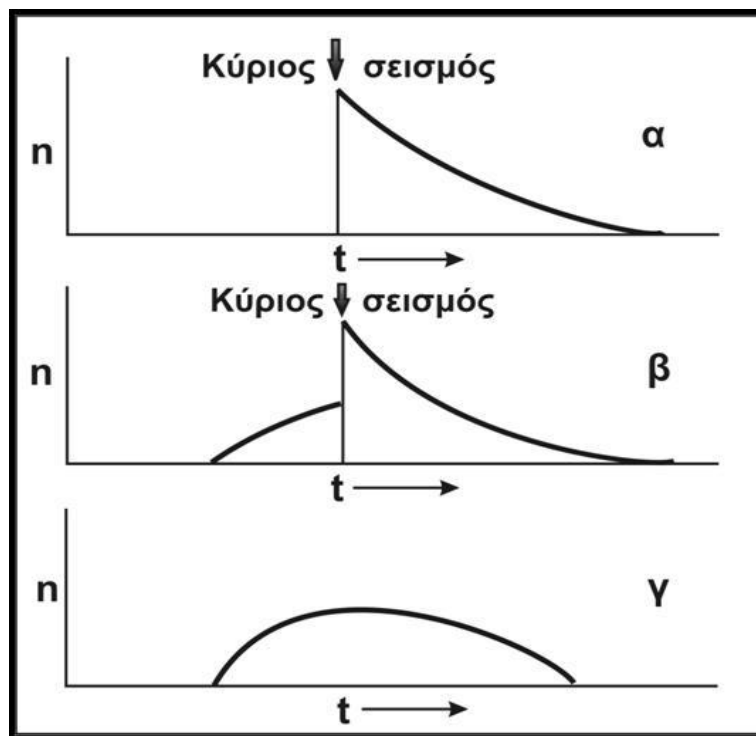
Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στον κύριο σεισμό και τον ισχυρότερο μετασεισμό του δεν είναι σταθερός και εξαρτάται από το μέγεθος το βάθος του σεισμού καθώς και από τα γεωτεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής.

Η συχνότητα εμφάνισης μετασεισμών είναι αντιστρόφως ανάλογη του εστιακού βάθους και της ηλικίας των πετρωμάτων στην εστιακή περιοχή.

Η χωρική κατανομή των μετασεισμών, η συχνότητα και το μέγεθός τους καθορίζονται από την κατανομή των κλείθρων, τις φυσικές ιδιότητες της ρηξιγενούς επιφάνειας και από το μέγεθος της αποθηκευμένης δυναμικής ενέργειας.

Όταν υπάρχει μία σεισμική ακολουθία που τα μεγέθη της είναι κοντά στις τιμές τους, δηλ. δεν ξεχωρίζει κανένας σεισμός τότε λέμε ότι έχουμε σμήνος σεισμών ή ότι έχουμε σμηνοσειρά.

Οι σμηνοσεισμοί συμβαίνουν συνήθως σε ηφαιστειακές περιοχές και έχουν μικρό μέγεθος κατά κανόνα. Πολλές φορές παρουσιάζουν περιοδικότητα και η παράμετρος b παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση από την τιμή 1 (συνήθως 2,2.5).



Εικόνα 23. Διαγράμματα του αριθμού των σεισμών με το χρόνο, όπου φαίνονται οι προσεισμοί, οι μετασεισμοί & η σμηνοσειρά. (Mogi, 1968).

Είναι ευρέως γνωστό ότι μετά από κάποια χρονική περίοδο που ακολουθεί έναν ισχυρό σεισμό, η μετασεισμική δραστηριότητα μειώνεται σταδιακά και αποκαθίσταται η κανονική σεισμικότητα. Πριν από τον επόμενο ισχυρό σεισμό,

πριν από τη γένεση προσερισμών, αναμένεται να παρατηρηθεί σχετική σεισμική ησυχία στη γύρω περιοχή (Mogi, 1968). Δεν είναι εύκολο βέβαια να αναγνωριστούν οι σεισμοί μιας χρονικής περιόδου ως προσεισμοί αν δε γίνει ένας ισχυρός σεισμός. Συγκεκριμένα, οι προσεισμοί είναι λιγότεροι αριθμητικά από τους μετασεισμούς. Έτσι η σεισμική ησυχία και το σχετικό σεισμικό κενό έχει μελετηθεί από πολλούς σεισμολόγους με σκοπό την πρόγνωση σεισμών (Kanamori, 1981 ανάμεσα σε άλλους), ειδικά για την περίπτωση καταστροφικών σεισμών. Κάποιοι αμφισβήτησαν τη χρησιμότητα της σεισμικής ησυχίας ως πρόδρομο φαινόμενο ισχυρών σεισμών καθώς μπορεί να είναι απλώς το αποτέλεσμα της φθίνουσας διαδικασίας γένεσης των μετασεισμών μετά τον τελευταίο ισχυρό σεισμό (Lomnitz, 1982; Lomnitz and Nava, 1983). Οι τελευταίοι αναφέρουν αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή στοχαστικών μοντέλων που βασίζονται σε απλές στατιστικές υποθέσεις όπως είναι ο νόμος Gutenberg-Richter, ο νόμος του Omori και ο νόμος του Bath. Βέβαια, τέτοια μοντέλα αδυνατούν να εξηγήσουν τη διαδικασία γένεσης δευτερογενών μετασεισμών.

Επειδή οι μετασεισμοί αποτελούν ένα μεγάλο τμήμα των δεδομένων μιας σεισμικής ακολουθίας, έχουν γίνει αρκετές αναλυτικές μελέτες σχετικά με τις μετασεισμικές ακολουθίες (Utsu, 1969, 1970, 1971, 1972). Στην περίπτωση που λαμβάνονται υπόψη οι μετασεισμοί, αυτοί μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για την κατανόηση των χαρακτηριστικών ενός σεισμικού κύκλου (Matsu'ura, 1986; Ogata and Shimazaki, 1984; Okada, 1978).

Οι Habermann & Wyss (1984) ανέπτυξαν μια διαδικασία στατιστικού έλεγχου για τον εντοπισμό του φαινομένου της σεισμικής ησυχίας στη σεισμική δραστηριότητα, με δεδομένα απ'τα οποία είχαν απομακρύνει τους μετασεισμούς. Από την άλλη μεριά, ο Ogata (1988) υποστηρίζει ότι χρειάζεται να γίνει διερεύνηση της σεισμικής ησυχίας μέσω μιας ποσοτικής σύγκρισης ανάμεσα στην κανονική σεισμικότητα και τη μετασεισμική δραστηριότητα.

Δ1.1. Χρονική Μεταβολή Μετασεισμικής Ακολουθίας

Η διάρκεια μίας μετασεισμικής ακολουθίας εξαρτάται από το μέγεθος του κύριου σεισμού και ακολουθεί φθίνουσα πορεία. Για παράδειγμα σε έναν κύριο σεισμό με $M=6.0$,η μετασεισμική του ακολουθία διαρκεί περίπου 100 μέρες. Η μετασεισμικές ακολουθίες υπακούουν στον νόμο του Omori

$$n(t) = \frac{K}{c + t}$$

όπου K είναι μέτρο της μετασεισμικής δράσης (αριθμός σεισμών ανά χρονική μονάδα και c παράμετρος με τιμή περίπου 0.03 μέρες.

Η φθίνουσα πορεία των μετασεισμών ακολουθούν τον μετασχηματισμένο τύπο του Omori

$$n(t) = \frac{K}{(c + t)^p}$$

όπου p είναι ο δείκτης του ρυθμού ελάττωσης της μετασεισμικής ακολουθίας, εξαρτάται από τις ιδιότητες του σεισμογόνου χώρου και έχει τιμές μεταξύ 0.7-2.0 με μέση τιμή την μονάδα.

Η τιμή της παραμέτρου b των Gutenberg and Richter έχει μικρότερες τιμές για τους προσεισμούς και μεγαλύτερες για τους μετασεισμούς.

Οι διαστάσεις του μετασεισμικού χώρου, εκεί δηλ. που βρίσκονται τα επίκεντρα των μετασεισμών ονομάζεται μετασεισμικός χώρος.

Η διαφορά μεταξύ του μεγέθους του μεγαλύτερου προσεισμού και του κύριου σεισμού είναι μεγαλύτερη και πιθανότερο είναι να έχει τιμή 2 μονάδων μεγέθους.

Ο Bath διατύπωσε την άποψη ότι η διαφορά μεταξύ του κύριου σεισμού και του μεγαλύτερου μετασεισμού έχουν στατιστικά διαφορά $M - M_1 = 1.2$.

Η σχέση αυτή είναι γνωστή σαν Νόμος του Bath και έχει γίνει αντικείμενο πολλών συζητήσεων μεταξύ των επιστημόνων γιατί ο Bath απλώς διατύπωσε την άποψη και ούτε καν δημοσίευσε κάποια εργασία που να την αποδεικνύει.

Ο Tsarpanos (1990) μελέτησε 145 σεισμικές ακολουθίες επιφανειακών σεισμών από όλο τον κόσμο που είχαν μέγεθος κύριου σεισμού $M \geq 7.0$. Βρήκε ότι η διαφορά μεταξύ του κύριου σεισμού και του μεγαλύτερου μετασεισμού κυμαίνονται από 0.1 μέχρι 2.6. Ο μέσος όρος τους ήταν 1.4 μονάδες μεγέθους.

Βρήκε επίσης ότι η διαφορά αυτή δεν είναι μονοσήμαντη σε μία τιμή αλλά έχει δύο τιμές. Η μία ανήκει στις μικρές διαφορές (0.1-1.4) και έχει επικρατούσα τιμή 1.2 (όσο δηλαδή αυτή που διατύπωσε και ο Bath) και η άλλη ανήκει στις μεγάλες διαφορές (1.5-2.6) με επικρατούσα τιμή 1.8. Οι διαφορές αυτές πιστοποιήθηκαν με διάφορα στατιστικά tests.

Στη συνέχεια ερμήνευσε τις διαφορές αυτές χρησιμοποιώντας την θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.

Μελετώντας μετασεισμικές ακολουθίες από όλη τη Γη ο Tsarpanos και οι συνεργάτες του (1988) βρήκαν ότι η πιθανότητα να εκδηλωθεί ο μεγαλύτερος μετασεισμός μέσα στις επόμενες 24 ώρες μετά τον κύριο σεισμό είναι 50%. Η ίδια επίσης πιθανότητα βρέθηκε να εκδηλωθεί ο κύριος σεισμός μέσα στις επόμενες 24 ώρες μετά τον μεγαλύτερο μετασεισμό.

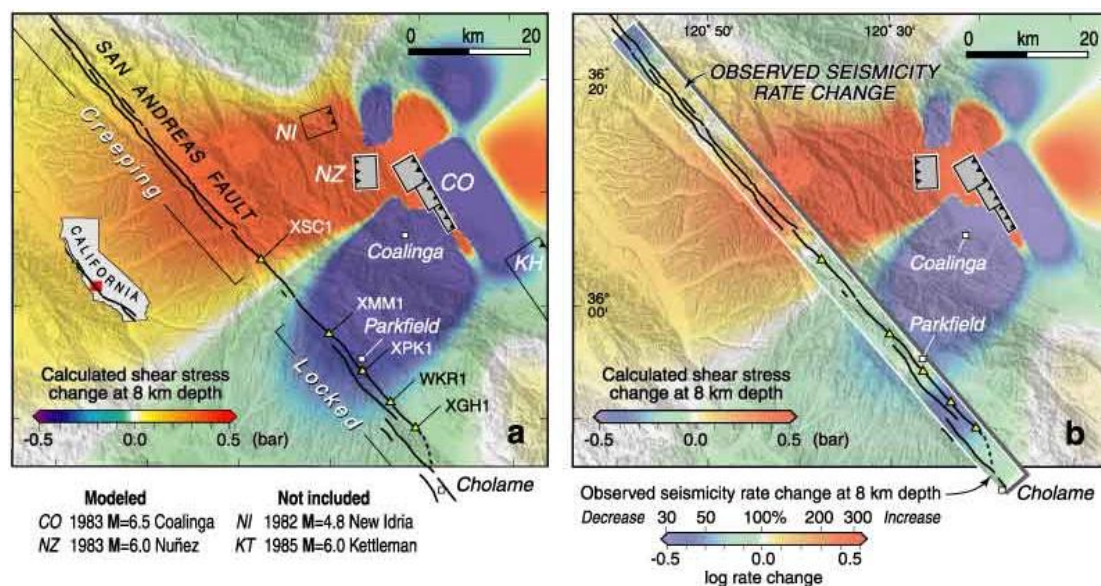
Ο Parazachos (1974) βρήκε πιθανότητα 53% να γίνει ο μεγαλύτερος μετασεισμός τις επόμενες 24 ώρες μετά τον κύριο σεισμό, μελετώντας τις σεισμικές ακολουθίες της χώρας μας.

Με νεώτερα στοιχεία από την Ελλάδα ο Κουρουζίδης (2003) βρήκε πιθανότητα 47% εκδήλωσης του μεγαλύτερου μετασεισμού μετά τον κύριο σεισμό ενώ το ποσοστό αυτό ανεβαίνει στο 65% για την εκδήλωσή του μία εβδομάδα μετά τον κύριο σεισμό.

Οι προσεismoί θεωρείται ότι μπορούν να αποτελέσουν ένα πιθανό εργαλείο για την πρόγνωση ισχυρών σεισμών (Jones and Molnar, 1979; Jones, 1985; Papazachos, 1973, 1974a, 1975a; Papazachos et al., 1983a; Yamashita and Knapoff, 1989, Reaseanberg, 1999). Η χρονική κατανομή τους επομένως μελετήθηκε στο πλαίσιο του υπολογισμού της πιθανότητας ένας σεισμός να ακολουθηθεί από έναν ισχυρότερο σεισμό εντός ορισμένου χρονικού διαστήματος (Jones, 1985; Kagan and Knapoff, 1987; Παπαζάχος και Παπαζάχου, 1989; κ.α.) καθώς επίσης και της πιθανότητας ο ισχυρότερος σεισμός μίας ακολουθίας να αποτελεί προσεισμό ενός ισχυρότερου σεισμού (Jones, 1985; Παπαζάχος και Παπαζάχου, 1989; κ.α).

Δ1.2. Φυσική ερμηνεία του τρόπου γένεσης των σεισμικών ακολουθιών

Ο Benioff (1951) διατύπωσε ότι οι μετασεισμοί οφείλονται σε ερπυσμό (creeping) του υλικού του σεισμικού χώρου μετά την γένεση του κυρίως σεισμού.



Εικόνα 24. Μετασεισμοί που οφείλονται σε ερπυσμό του υλικού του σεισμικού χώρου. (Benioff,1951).

Σύμφωνα με τον Mogi (1962) προσεismoί συμβαίνουν σε ανώμαλα σημεία ανομοιογενούς μέσου όπου συμβαίνουν τοπικές αυξήσεις τάσεων. Ο κύριος σεισμός δεν εκλύει όλη την σεισμική ενέργεια και η υπόλοιπη ενέργεια εκλύεται με μορφή μετασεισμών. Ο αριθμός των μετασεισμών είναι μεγαλύτερος γιατί ο κύριος σεισμός προκαλεί νέες ρωγμές δηλ. νέες εστίες μετασεισμών. Όταν το υλικό του σεισμικού χώρου είναι ομογενές δε συμβαίνουν προσεismoί αλλά μόνο μετασεισμοί. Όταν το υλικό είναι ανομοιογενές συμβαίνουν και προσεismoί. Όταν το υλικό παρουσιάζει μεγάλη ανομοιογένεια συμβαίνουν σμηνοσεισμοί.

Η τρίτη άποψη που διατυπώθηκε τελευταία, λέει ότι η ανομοιογενής κατανομή των τάσεων στο σεισμογόνο ρήγμα είναι η βασική αιτία γένεσης προσεismoών και μετασεισμών, αυτό σχετίζεται με την διαδικασία της διάρρηξης στον σεισμογόνο χώρο.

Δ1.3. Περίοδος σχετικής σεισμικής ησυχίας

Ο όρος σχετική σεισμική ησυχία αναφέρεται στο φαινόμενο της σημαντικής ελάττωσης του αθροιστικού αριθμού των σεισμών, σε σχέση με τον αντίστοιχο αναμενόμενο αριθμό αυτών, όπως αυτός προκύπτει με βάση συγκεκριμένο στατιστικό μοντέλο, εφαρμοζόμενο είτε σε συγκεκριμένη μετασεισμική ακολουθία, είτε στην κανονική σεισμικότητα μίας περιοχής. Η σχετική ησυχία έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων, ως πιθανό πρόδρομο φαινόμενο ισχυρών σεισμών, παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά το επίκεντρο, το χρόνο γένεσης και το μέγεθος αυτών (Inouye, 1965; Utsu, 1968; Wyss and Burford, 1987; Kisslinger, 1988; Ogata, 1992, 1999; Ohtake et al., 1997). Η ανάδειξη περιόδου σχετικής ησυχίας, στο πλαίσιο μελέτης ορισμένης σεισμικής δραστηριότητας, μπορεί να αποτελέσει βοηθητικό παράγοντα στον εντοπισμό ανωμαλιών κατά τη διάρκεια της εξέλιξης της τελευταίας, και να χρησιμοποιηθεί στην πρόγνωση της πιθανής γένεσης ή όχι ενός ισχυρού γεγονότος σε σύντομο χρονικό διάστημα στη γειτονία του κύριου σεισμού (Ogata, 2001a). Το φαινόμενο της σχετικής ησυχίας μπορεί να υπάρξει ανεξαρτήτως του επιπέδου της

σεισμικότητας (Ogata, 2001a). Σύμφωνα με τον Inouye (1965) η σεισμική δραστηριότητα πριν από έναν ισχυρό σεισμό, μπορεί να ελαττωθεί όχι μόνο στην περιοχή του σεισμικού κενού, αλλά και στην ευρύτερη γειτονική περιοχή. Σύμφωνα με τον Ogata (2004a, 2005a, 2006) το φαινόμενο της σχετικής ησυχίας οφείλεται στις αρνητικές μεταβολές των στατικών τάσεων Coulomb, όπως προκύπτουν από ασεισμική ολίσθηση, που λαμβάνει χώρα κοντά στην επικεντρική περιοχή του επερχόμενου ισχυρού σεισμού, πρόδρομο φαινόμενο του οποίου είναι η περίοδος σχετικής ησυχίας.

Από την άλλη πλευρά, επιστήμονες όπως οι Lomnitz και Nava (1983) θεωρούν ότι το φαινόμενο αυτό οφείλεται απλώς στην κανονική ελάττωση του αριθμού των μετασεισμών, με το χρόνο, μετά από ισχυρούς σεισμούς. Μάλιστα προσομοίωσαν χωροχρονικές διαδικασίες γένεσης ομάδων μετασεισμών, προκαλώντας τεχνητές περιόδους σχετικής ησυχίας και σεισμικών κενών, αξιώνοντας ότι η προγνωστική ικανότητα αυτών, ως προς το χρόνο γένεσης ή το μέγεθος μελλοντικών ισχυρών σεισμών, είναι μικρή.

Η ανάδειξη περιόδων σχετικής ησυχίας, και ειδικότερα εντός μετασεισμικών ακολουθιών, όπου η δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα έντονη, είναι δύσκολη. Μπορεί να επιτευχθεί μέσω αλγορίθμων απομάκρυνσης μετασεισμών από τους καταλόγους των σεισμών. Επίσης μία μέθοδος αναγνώρισης των συγκεκριμένων περιόδων, είναι η γραφική. Σε αυτή την περίπτωση το φαινόμενο της σχετικής ησυχίας, αναδεικνύεται μέσω διαγραμμάτων του αθροιστικού αριθμού των μετασεισμών μίας ακολουθίας και του αντίστοιχου θεωρητικού, όπως προκύπτει από την εφαρμογή στατιστικών μοντέλων, σε σχέση με το μετασχηματισμένο χρόνο γένεσης από ένα αρχικό σημείο αναφοράς (π.χ. ο κύριος σεισμός μίας ακολουθίας).



E1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ

E.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για τη μελέτη της σεισμικής δραστηριότητας για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, πριν και μετά το σεισμό της 26ης Ιουλίου 2001 στην περιοχή ΒΔ της νήσου Σκύρου, στη θάλασσα του Β. Αιγαίου, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που πάρθηκαν από τον κατάλογο του Σεισμολογικού Σταθμού της Θεσσαλονίκης, του Τομέα Γεωφυσικής, του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. Αυτά τα δεδομένα αφορούν σεισμούς που έγιναν στον Ελληνικό χώρο από το 2000 έως το 2008. Ο κατάλογος παρέχει πληροφορίες για τις βασικές εστιακές παραμέτρους (χρόνος γένεσης, επικεντρικές συντεταγμένες, εστιακό βάθος, μέγεθος) σεισμών που έχουν καταγραφεί από το δίκτυο σειсмоγράφων του Τομέα Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. και για τους οποίους υπολογίστηκαν οι παραπάνω αναφερόμενες παράμετροι. Οι σεισμοί που λήφθηκαν υπόψη στην συγκεκριμένη εργασία έχουν μέγεθος $M \geq 3.0$ ώστε να διασφαλιστεί η πληρότητα του δείγματος των δεδομένων.

E2. ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

της 26ης Ιουλίου 2001 στην Σκύρο.

Συγκεκριμένα ,κατασκευάστηκαν 6 χάρτες που δείχνουν την κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας πριν τον κύριο σεισμό (3 χάρτες, που ο καθένας δείχνει τη σεισμική δραστηριότητα των μηνών Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος του 2001 και 3 χάρτες που ο καθένας δείχνει τη σεισμική δραστηριότητα των εβδομάδων 01/07 έως 07/07/2001, 08/07 έως 14/07/2001, 15/07 έως 21/07/2001). Επίσης, κατασκευάστηκε ένας χάρτης στον οποίο φαίνεται η σεισμική δραστηριότητα την εβδομάδα 22/07 έως 31/07/2001, κατά τη διάρκεια της οποίας έγινε και ο ισχυρός σεισμός της Σκύρου (26/07/2001).

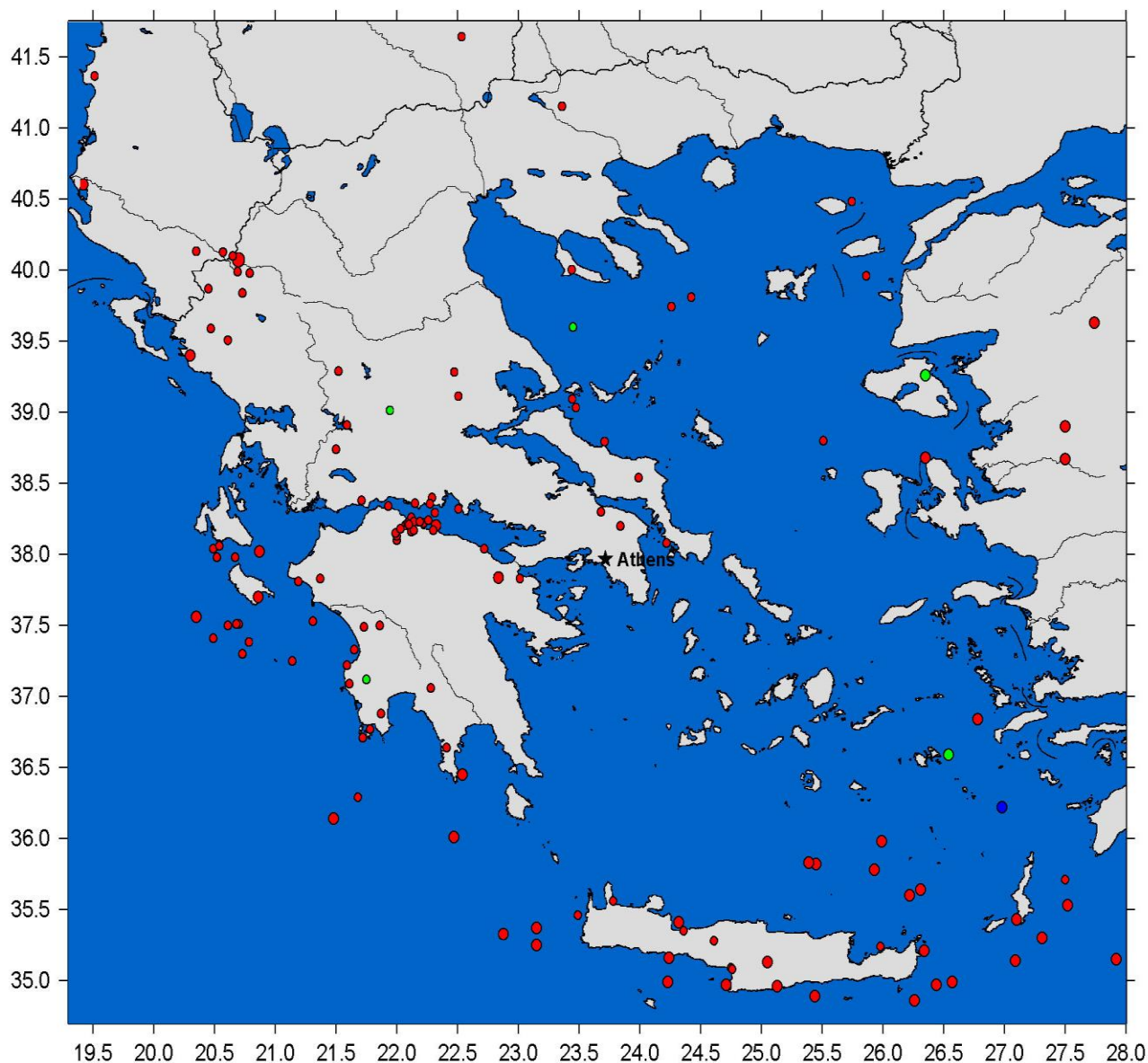
Τέλος, κατασκευάστηκαν 16 χάρτες με την κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας μετά τον κύριο σεισμό, τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο του 2001 και τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2002. (οι χάρτες αντιστοιχούν στα χρονικά διαστήματα : εβδομάδα 01/08 έως 07/08/2001, εβδομάδα 08/08 έως 14/08/2001, εβδομάδα 15/08 έως 21/08/2001, εβδομάδα 22/08 έως 31/08/2001, εβδομάδα 01/09 έως 07/09/2003, εβδομάδα 08/09 έως 14/09/2001, εβδομάδα 15/09 έως 21/09/2001, εβδομάδα 22/09 έως 30/09/2001, εβδομάδα 01/10 έως 07/10/2001, εβδομάδα 08/10 έως 14/10/2001, εβδομάδα 15/10 ως 21/10/2001 και εβδομάδα 22/10 έως 31/10/2001, και 4 χάρτες με τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο του 2001 και τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 2002). Γίνεται, επομένως, απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας , για μέχρι και περίπου 4 μήνες πριν τον ισχυρό σεισμό, και ομοίως απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας για περίπου 7 μήνες μετά. Σε αυτούς τους χάρτες οι σεισμοί συμβολίζονται με κύκλους, των οποίων το μέγεθος και το χρώμα αντιπροσωπεύουν το μέγεθος των σεισμών και το εστιακό βάθος, αντίστοιχα. Τα χρώματα για το εστιακό βάθος διαμορφώνονται ως εξής :

- ❖ $h \leq 40.0 \text{ km}$ ● (κόκκινος κύκλος)
- ❖ $40.0 \text{ km} < h \leq 100.0 \text{ km}$ ● (πράσινος κύκλος)
- ❖ $h > 100.0 \text{ km}$ ● (μπλε κύκλος)

Το μέγεθος του σεισμού είναι ανάλογο της ακτίνας του κύκλου. Η ακτίνα του κύκλου υπολογίζεται από το γινόμενο του ακέραιου μεγέθους, πολλαπλασιασμένο με 0.02 ίντες και ανάλογα με την κλίμακα του χάρτη.

E.2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2001

April 2001

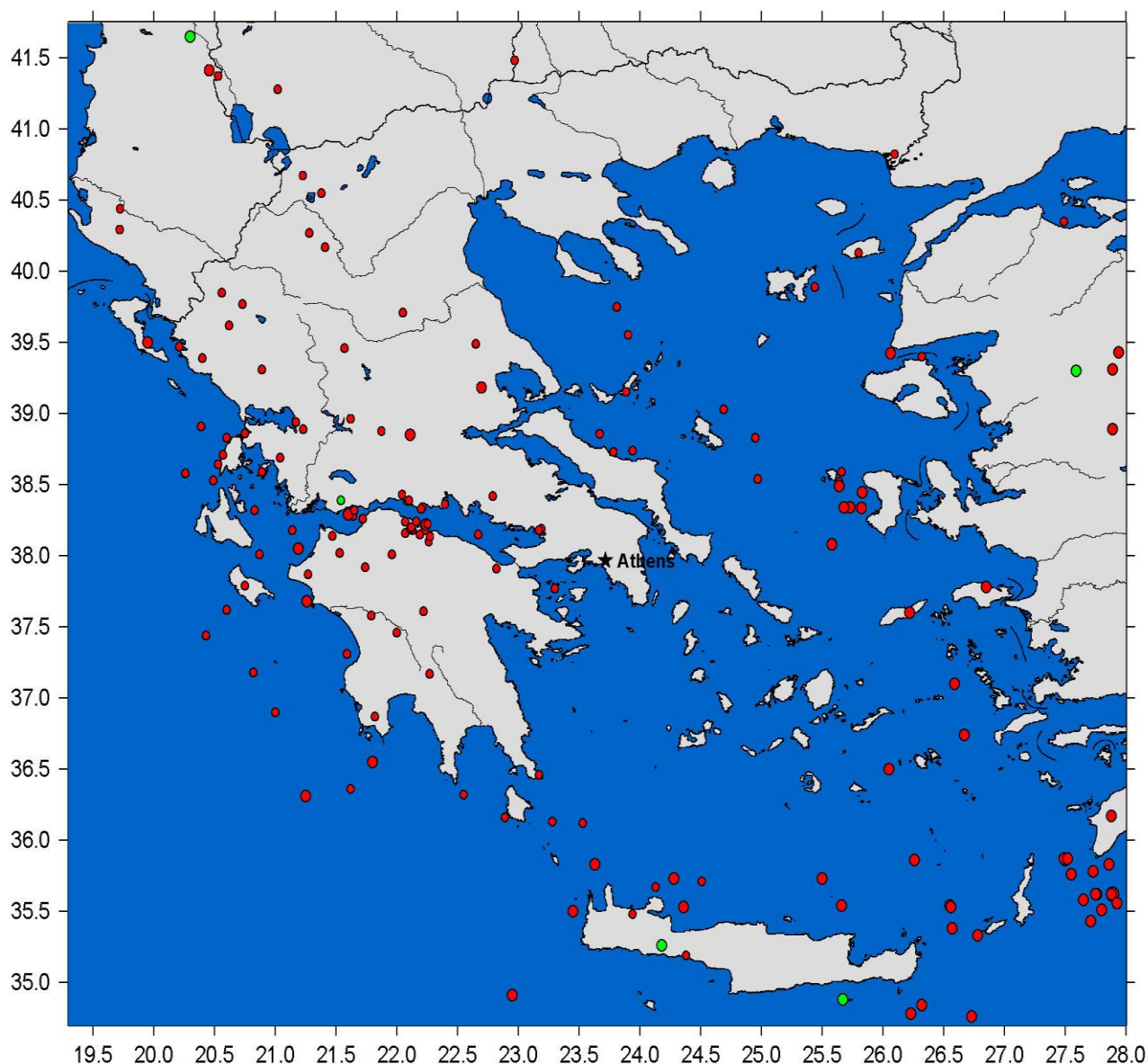


ΣΧΗΜΑ Ε.2.1. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Απρίλιο του 2001.

Στο σχήμα Ε.2.1 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Απριλίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 94 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 52 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 3 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M \leq 6$. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται κυρίως στο Ελληνικό τόξο και στον Κορινθιακό Κόλπο, ενώ στο χώρο της Σκύρου δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα.

E.2.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2001

May 2001

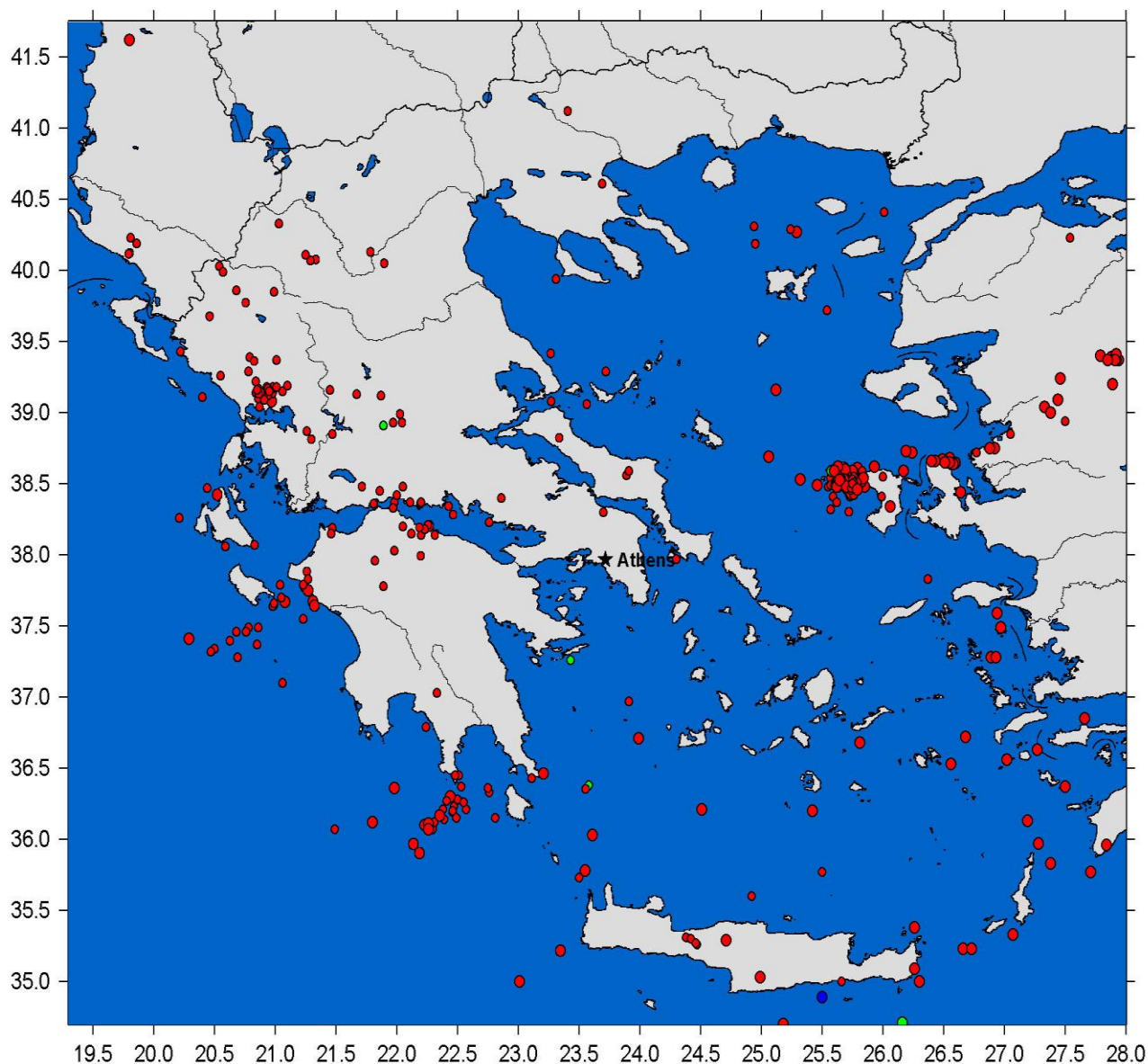


ΣΧΗΜΑ E.2.2. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Μάιο του 2001.

Στο σχήμα E.2.2 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Μαΐου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν, σε όλο τον Ελληνικό χώρο, 105 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 65 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ & 2 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$, κυρίως στις περιοχές Δωδεκάνησα, Κρήτη, Ανατολικό Αιγαίο, Κορινθιακός Κόλπος, Ιόνιο πέλαγος. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται κυρίως στο Ελληνικό τόξο και στον Κορινθιακό Κόλπο, ενώ στο χώρο της Σκύρου δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα.

E.2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2001

June 2001

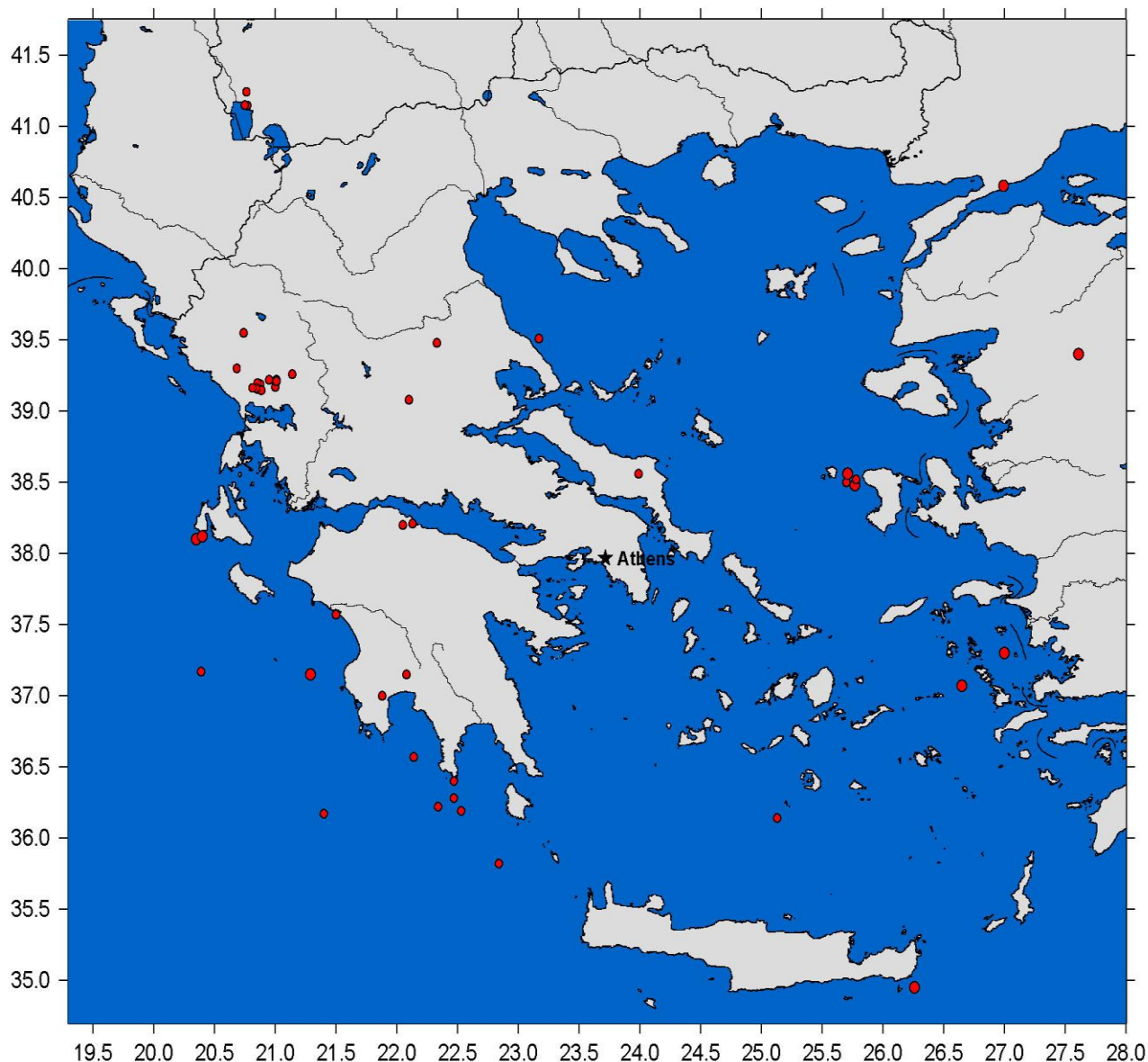


ΣΧΗΜΑ E.2.3. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Ιούνιο του 2001.

Στο σχήμα E.2.3 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Ιουνίου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν, 208 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 138 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ & 4 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται και είναι έντονη κυρίως Δυτικά της Χίου, Δυτικά των Κυθήρων, Νότια της Κεφαλονιάς, στην Πρέβεζα, , ενώ στο χώρο της Σκύρου δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα.

E.2.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ ΤΟΥ 2001

1 - 7/7/2001

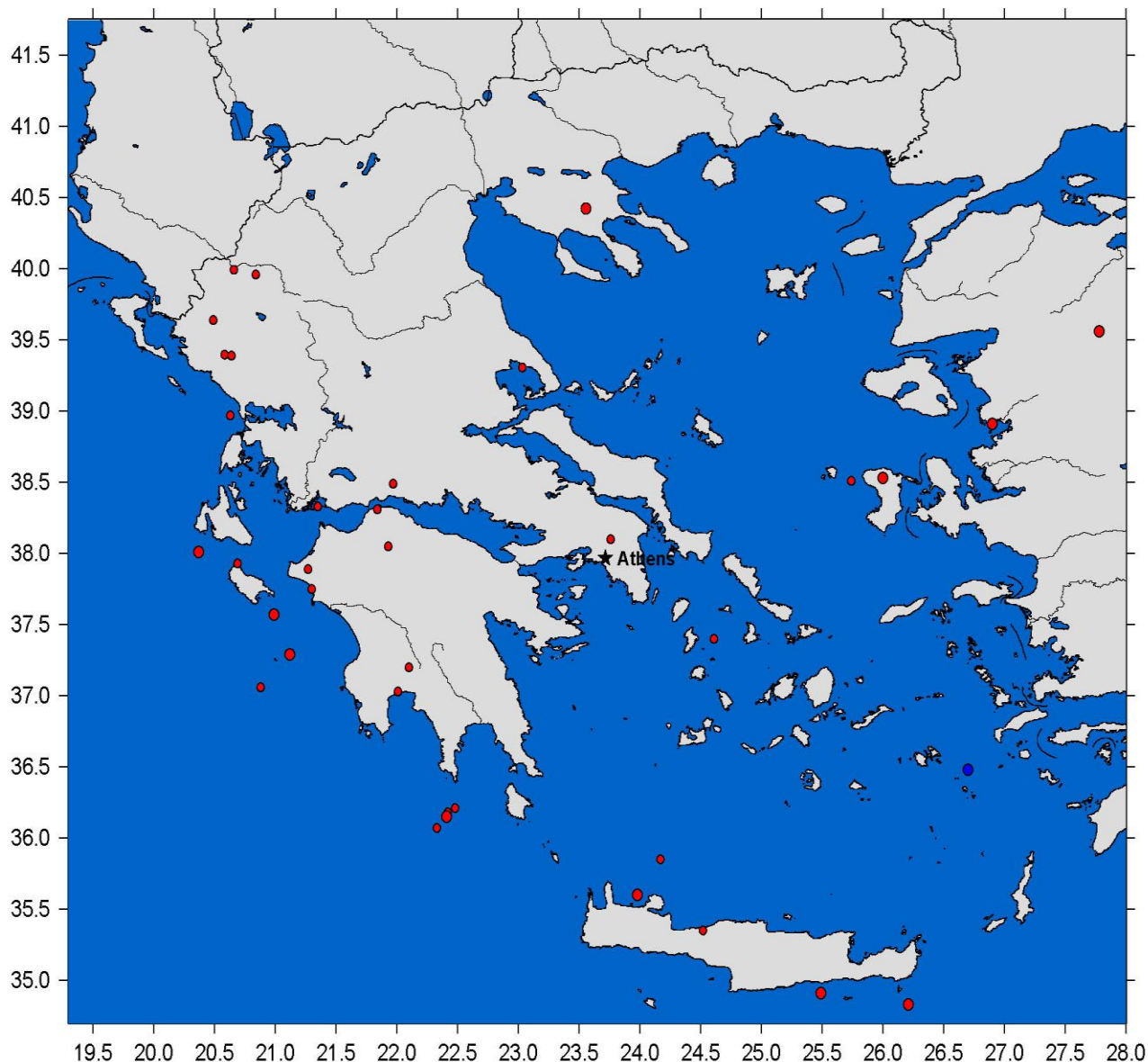


ΣΧΗΜΑ E.2.4. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.4 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο, 39 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ & 14 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$, κυρίως στις περιοχές της Χίου & του Ιονίου πελάγους. Δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου.

E.2.5 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ ΤΟΥ 2001

8 - 14/7/2001

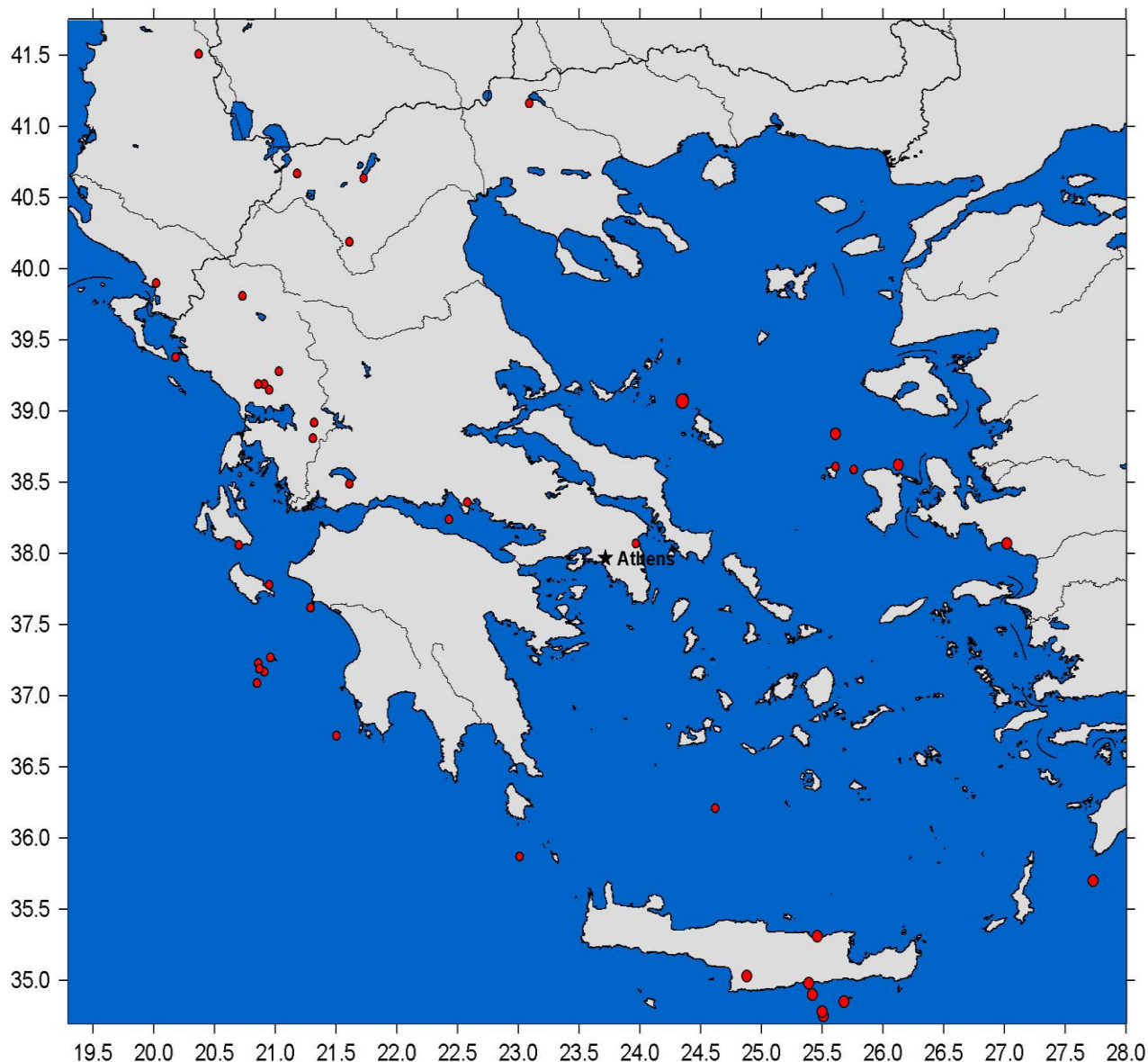


ΣΧΗΜΑ E.2.5. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.5 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο, 26 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ & 12 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται κυρίως στις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας, ενώ στο χώρο της Σκύρου δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα.

E.2.6 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ ΤΟΥ 2001

15 - 21/7/2001

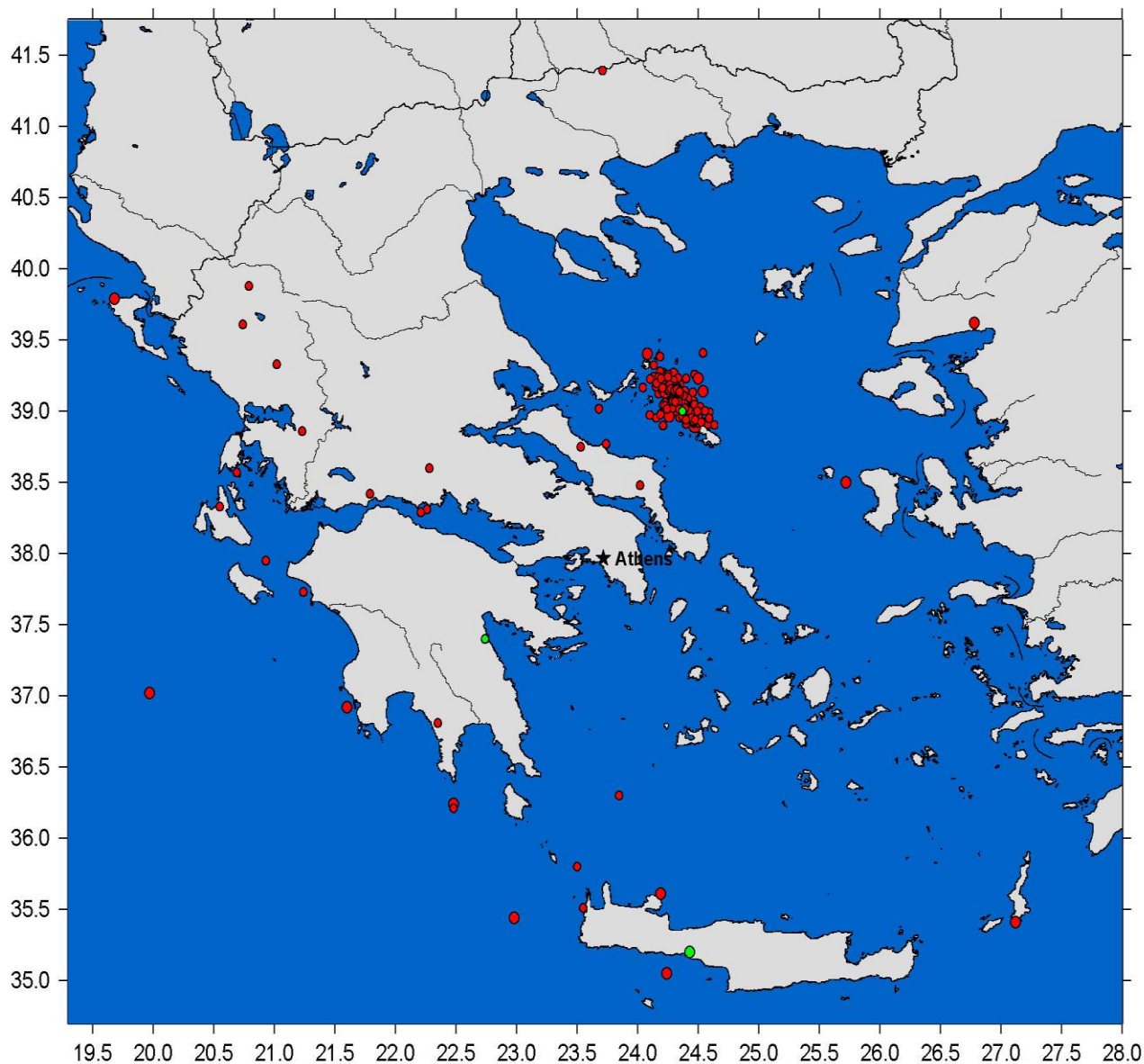


ΣΧΗΜΑ E.2.6. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.6 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Ιουλίου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο, 32 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 20 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ κυρίως στην Δυτική Ελλάδα & ένας σεισμός μεγέθους 5.1 ΒΑ της Σκύρου.

E.2.7 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ ΤΟΥ 2001

22 - 31/7/2001



ΣΧΗΜΑ E.2.7. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.7 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου του 2001. Παρατηρείται ότι έγιναν, κυρίως στο χώρο της Σκύρου, 246 σεισμοί $3 \leq M < 4$, 70 σεισμοί $4 \leq M < 5$, 8 σεισμοί $5 \leq M < 6$ & ο μεγάλος σεισμός με $M=6.4$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι σεισμικότητα παρατηρείται αποκλειστικά σχεδόν στο χώρο της Σκύρου, όπου είναι και ιδιαίτερα έντονη.

E.2.8 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΤΟΥ ΜΕΓΑΛΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ (26/07/2001)

26/7/2001

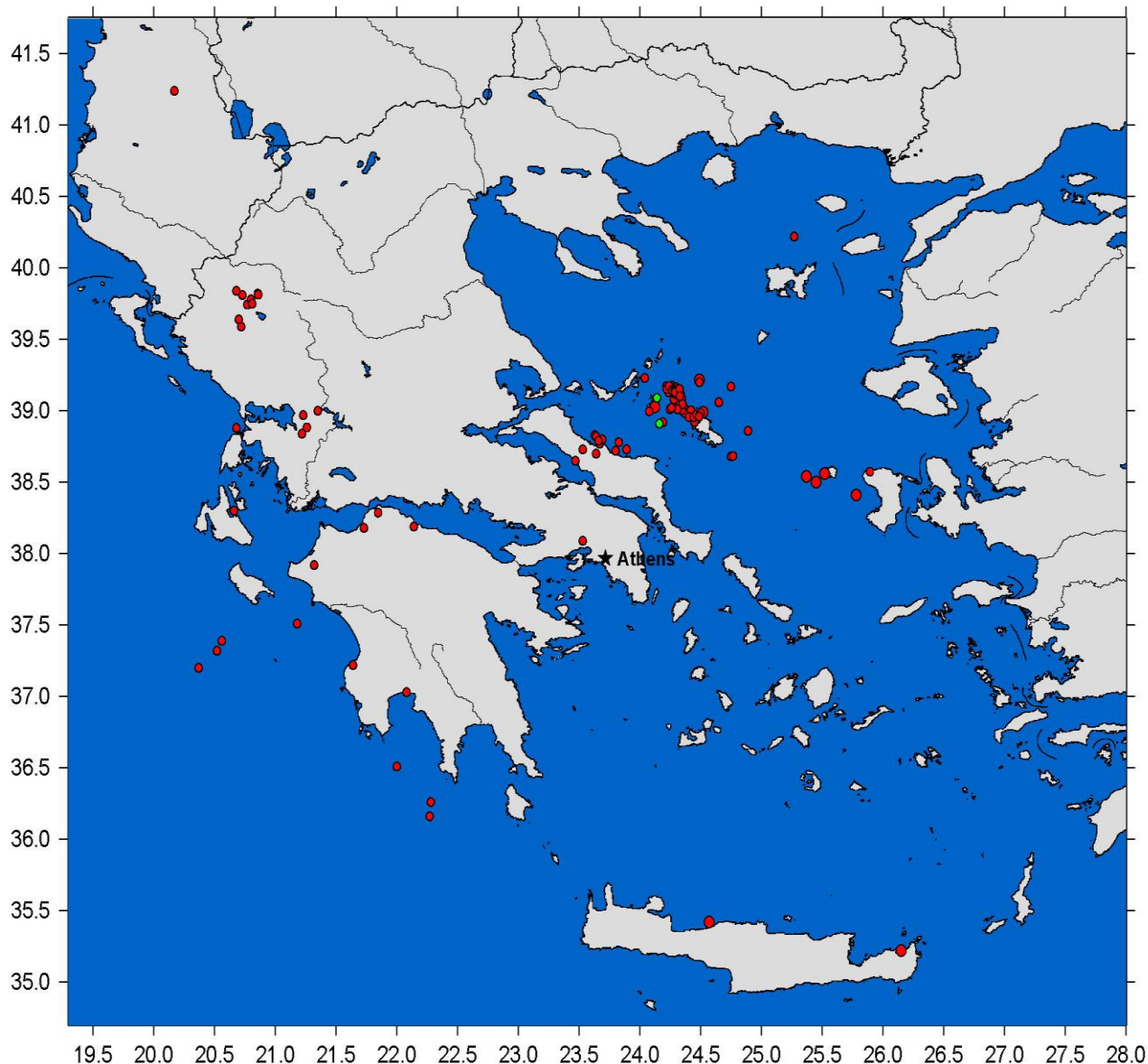


ΣΧΗΜΑ E.2.8. Κατανομή σεισμικότητας κατά την ημέρα του κύριου σεισμού.

Στο σχήμα E.2.8 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την ημέρα του κύριου σεισμού. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι σεισμικότητα παρατηρείται αποκλειστικά στο χώρο της Σκύρου, όπου είναι και ιδιαίτερα έντονη. Παρατηρείται ότι 7 σεισμοί μεγέθους $M \geq 5$ έγιναν την πρώτη ημέρα μετά τον κύριο σεισμό. Οι ισχυρότεροι εξ αυτών με μέγεθος $M=5.3$ είναι δύο και έγιναν 13 λεπτά και 2 ώρες, αντίστοιχα, μετά τον κύριο σεισμό.

E.2.9 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2001

1 - 7/8/2001

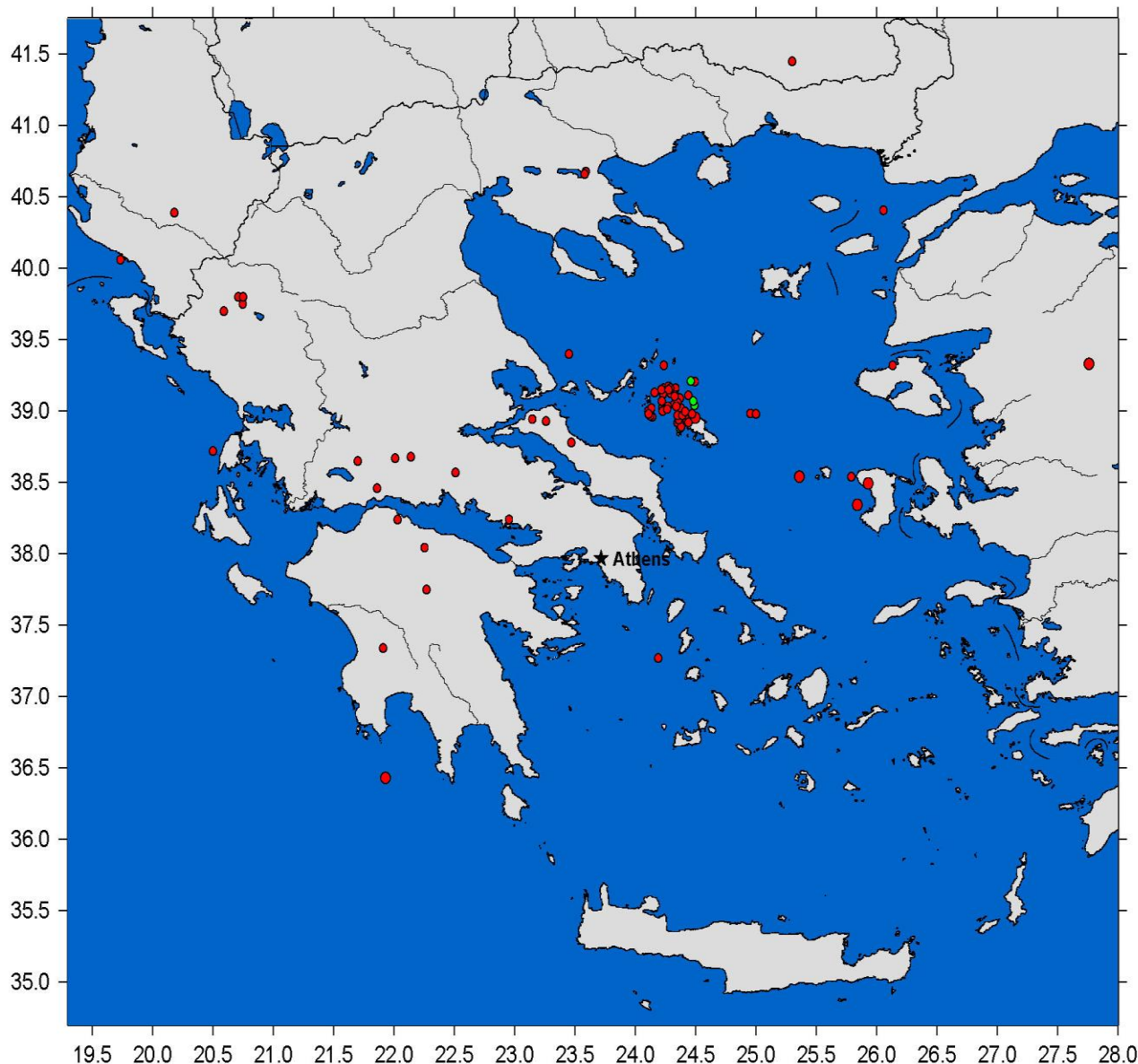


ΣΧΗΜΑ E.2.9. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001.

Στο σχήμα E.2.9 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001. Η σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου συνεχίζεται. Παρατηρούνται επίσης & κάποιοι σεισμοί στην Δυτική Ελλάδα. 102 σεισμοί $3 \leq M < 4$ & 10 σεισμοί $4 \leq M < 5$.

E.2.10 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2001

8 - 14/8/2001

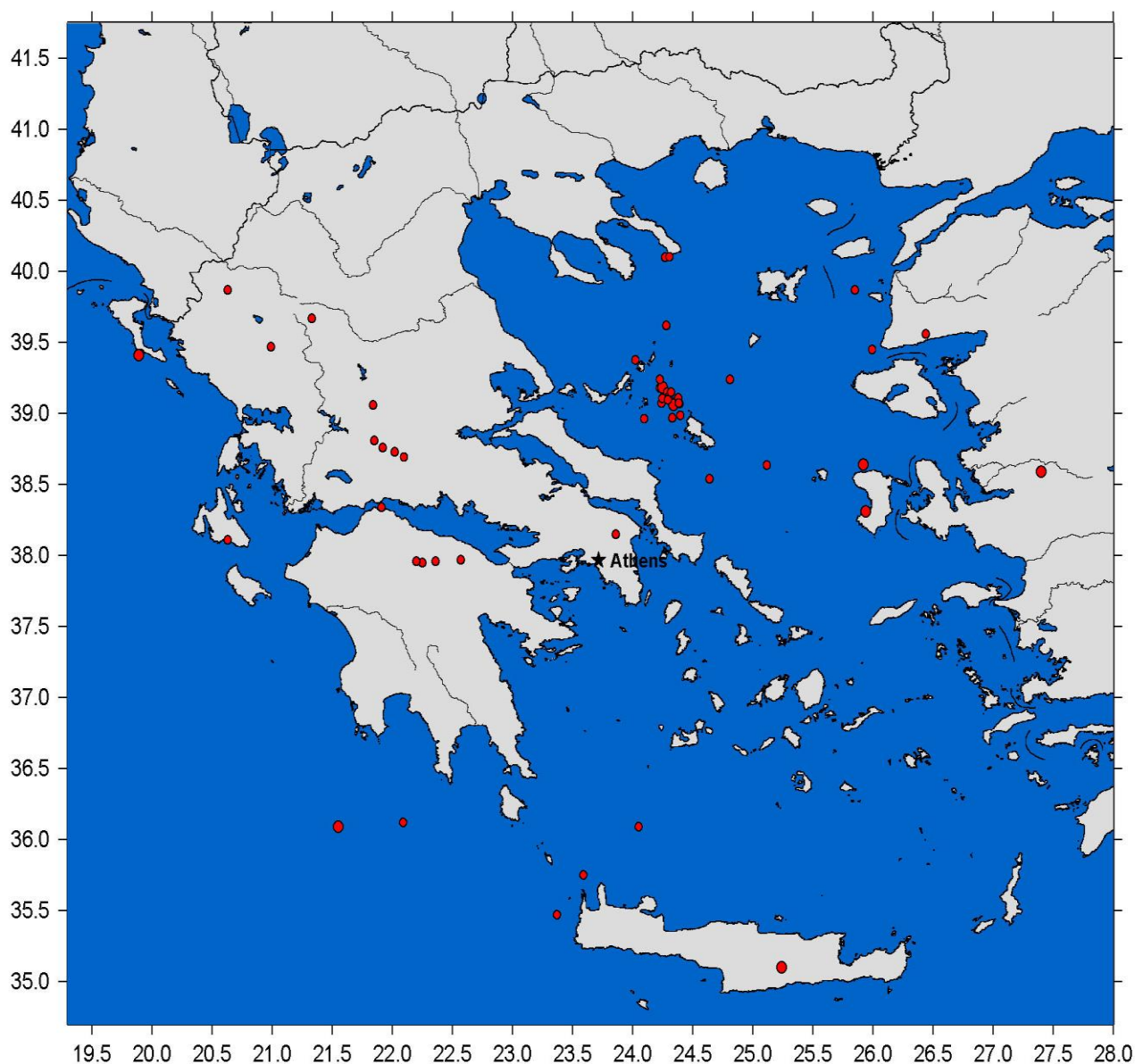


ΣΧΗΜΑ E.2.10. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001.

Στο σχήμα E.2.10 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 79 σεισμοί $3 \leq M < 4$, 13 σεισμοί $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τη δεύτερη εβδομάδα του Αυγούστου συνεχίζεται η σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου. Παρατηρούνται επίσης και κάποιοι σεισμοί κυρίως στην Χίο και γύρω από τον Κορινθιακό κόλπο.

E.2.11 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2001

15 - 21/8/2001



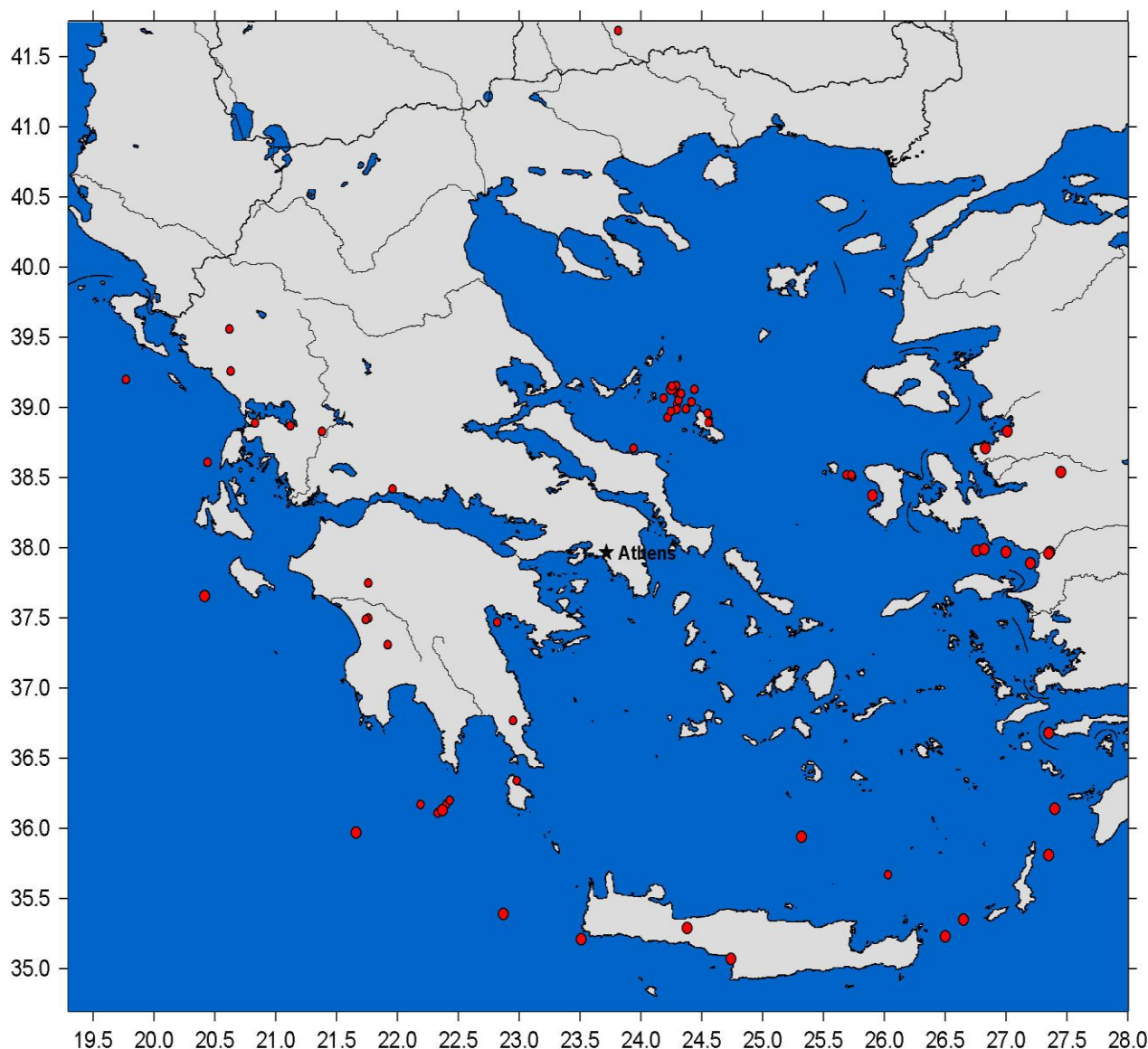
ΣΧΗΜΑ E.2.11. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001.

Στο σχήμα E.2.11 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 45 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 13 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι την τρίτη εβδομάδα του Αυγούστου η σεισμική δραστηριότητα στην Σκύρο συνεχίζεται, με λιγότερους σεισμούς όμως. Έγιναν μόνο κάποιοι σεισμοί, κυρίως στο χώρο του Βόρειου Αιγαίου, της κεντρικής Ελλάδας και κοντά στον Κορινθιακό κόλπο.

E.2.12 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ

ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2001

22 - 31/8/2001

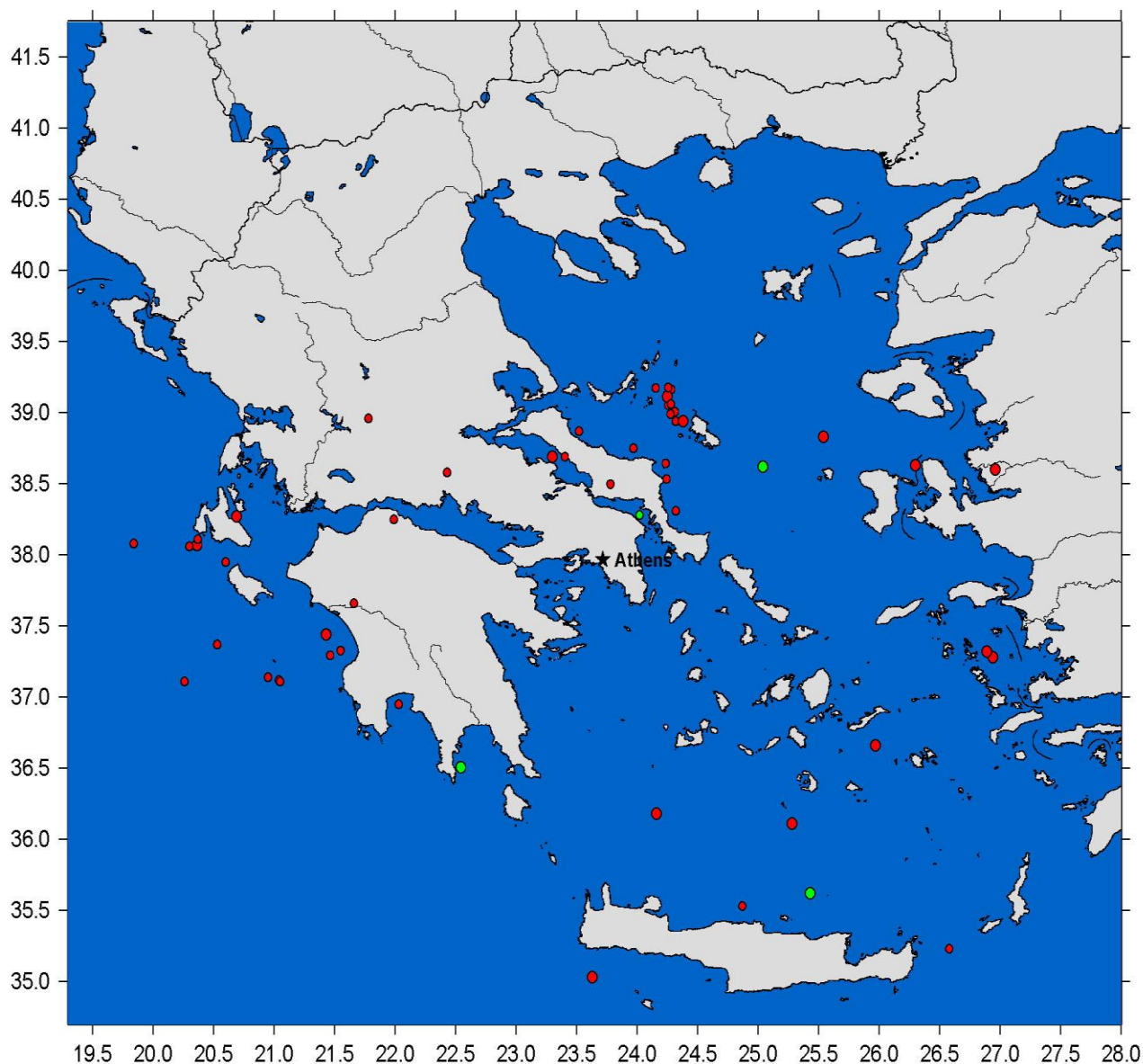


ΣΧΗΜΑ E.1.12. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Αυγούστου του 2001.

Στο σχήμα E.2.12 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Αυγούστου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 44 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 30 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το τελευταίο 10ήμερο του Αυγούστου η έντονη σεισμική δραστηριότητα στη Σκύρο συνεχίζεται και παρατηρείται και σεισμική δραστηριότητα στις περιοχές του Ανατολικού Αιγαίου - Κρήτης - (κατά μήκος, περίπου, του τόξου) - Ιονίου πελάγους.

E.2.13 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001

1 - 7/9/2001

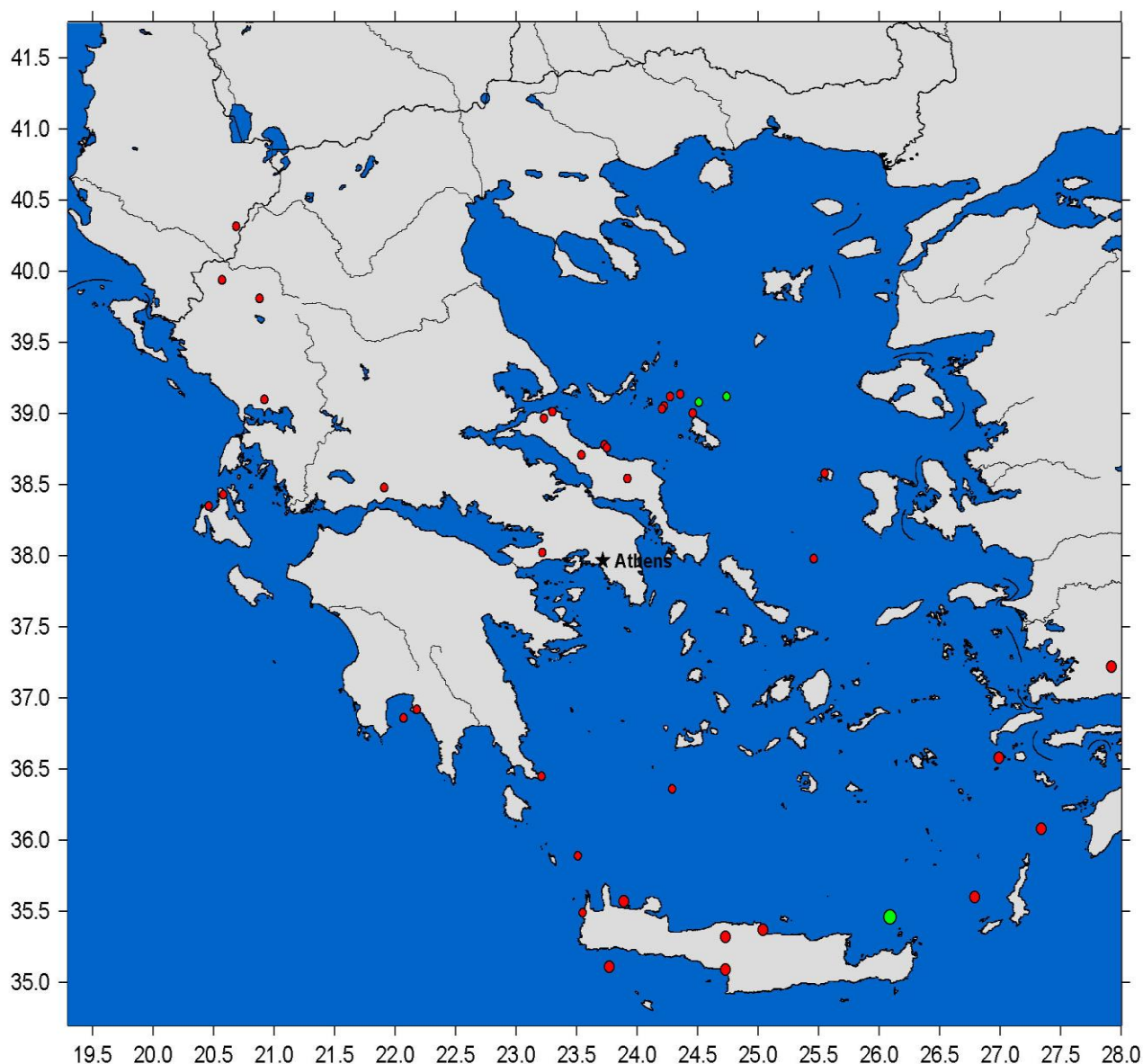


ΣΧΗΜΑ E.2.12. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.13 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 35 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 20 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι η σεισμική δραστηριότητα στη Σκύρο συνεχίζεται με φθίνοντα όμως ρυθμό. Παρατηρούνται και αρκετοί σεισμοί κυρίως στο Ιόνιο (Κεφαλονιά, Δυτικές ακτές Πελοποννήσου) και στο Νότιο & Ανατολικό Αιγαίο.

E.2.14 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001

8 - 14/9/2001

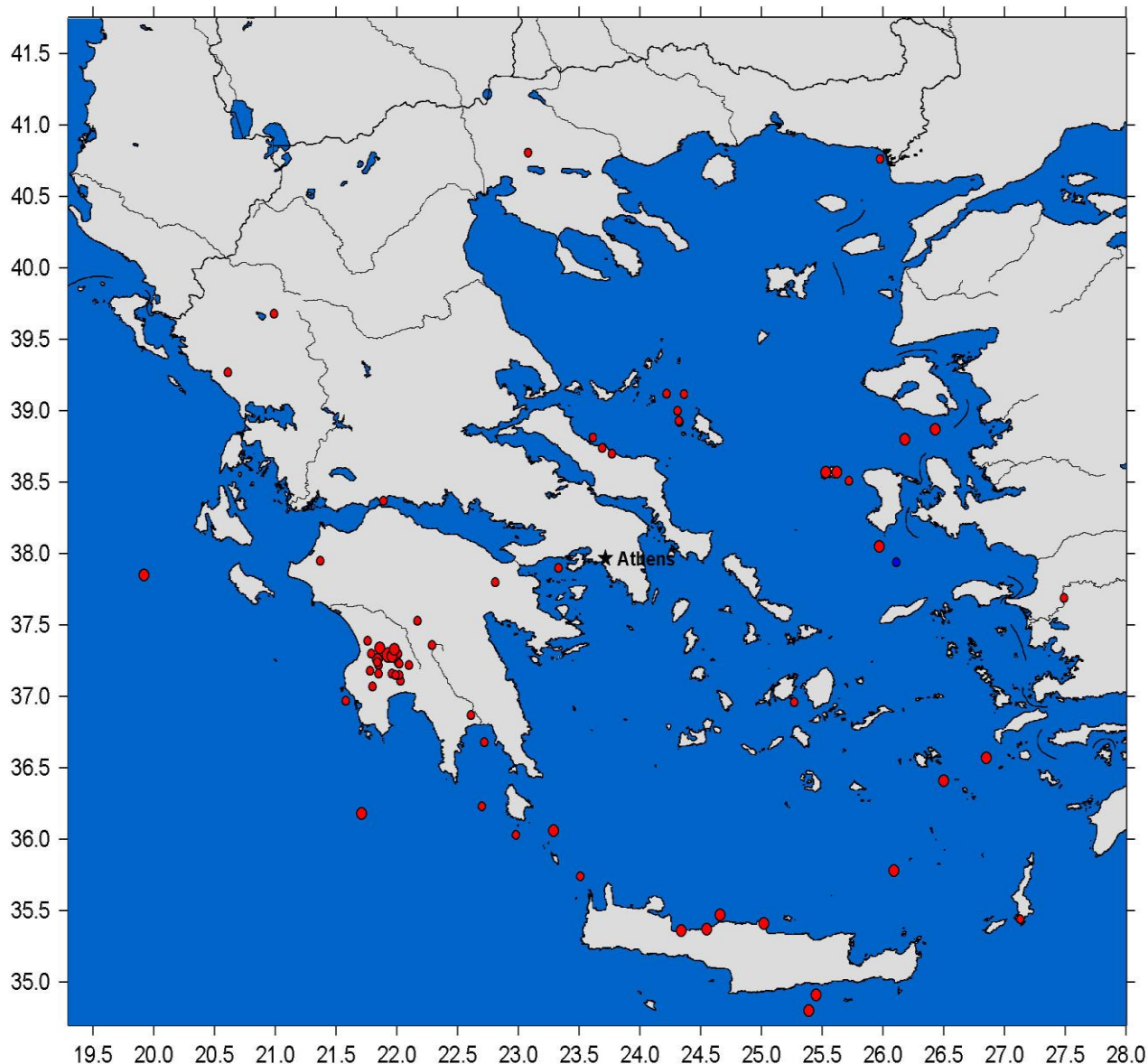


ΣΧΗΜΑ E.2.13. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.14 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 30 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 10 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι, η σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου είναι εμφανώς ασθενέστερη σε σχέση με τα προηγούμενα χρονικά διαστήματα. Παρατηρούνται και κάποιοι σεισμοί στις περιοχές ΝΑ Αιγαίο - Κρήτη - Ιόνιο Πέλαγος.

E.2.15 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001

15 - 21/9/2001



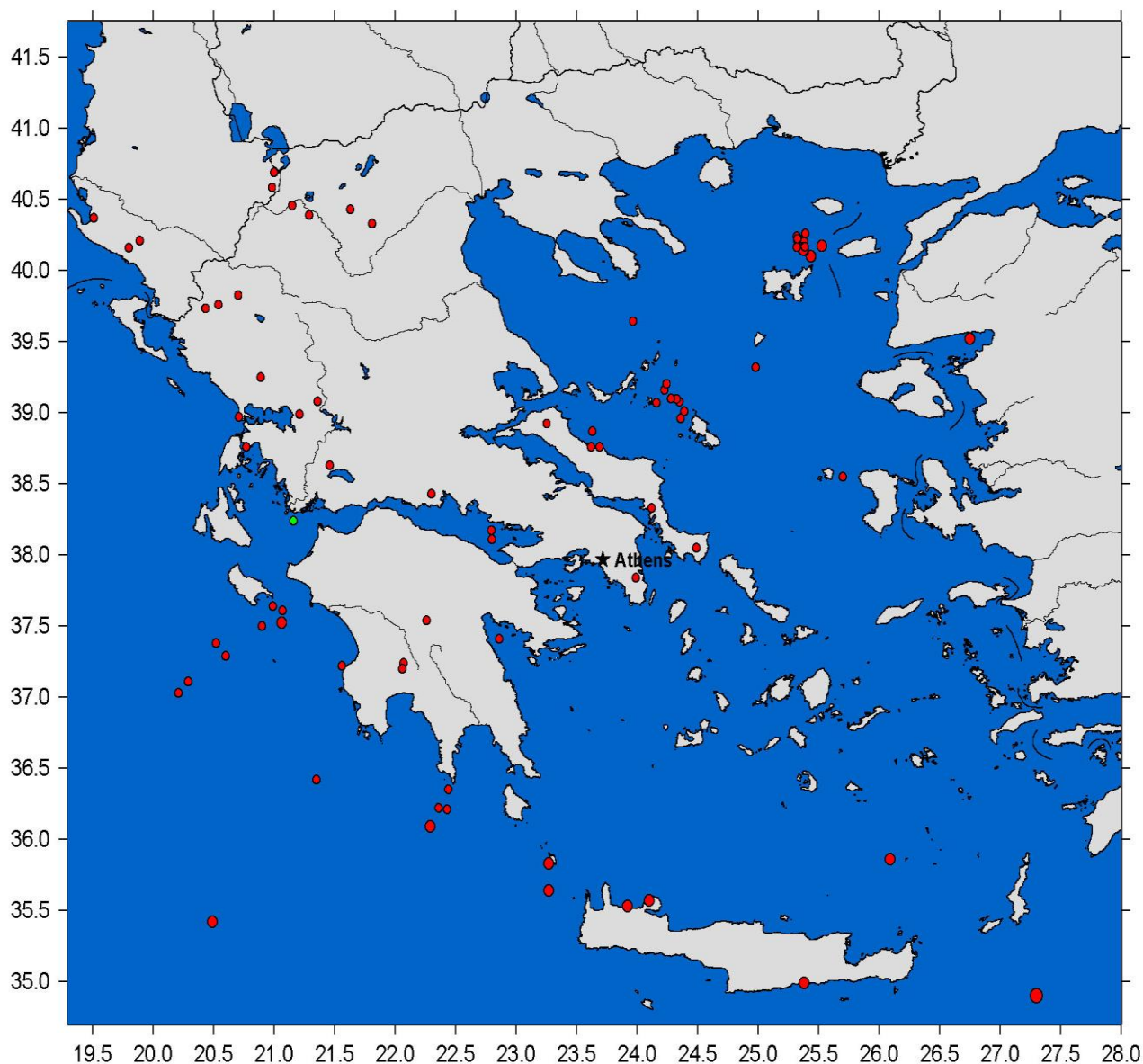
ΣΧΗΜΑ E.2.14. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.15 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 47 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 23 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται κυρίως στο Ελληνικό τόξο ενώ στο χώρο της Σκύρου παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα στη Σκύρο, που ωστόσο είναι ακόμα πιο ασθενής.

E.2.16 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ

ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2001

22 - 30/9/2001

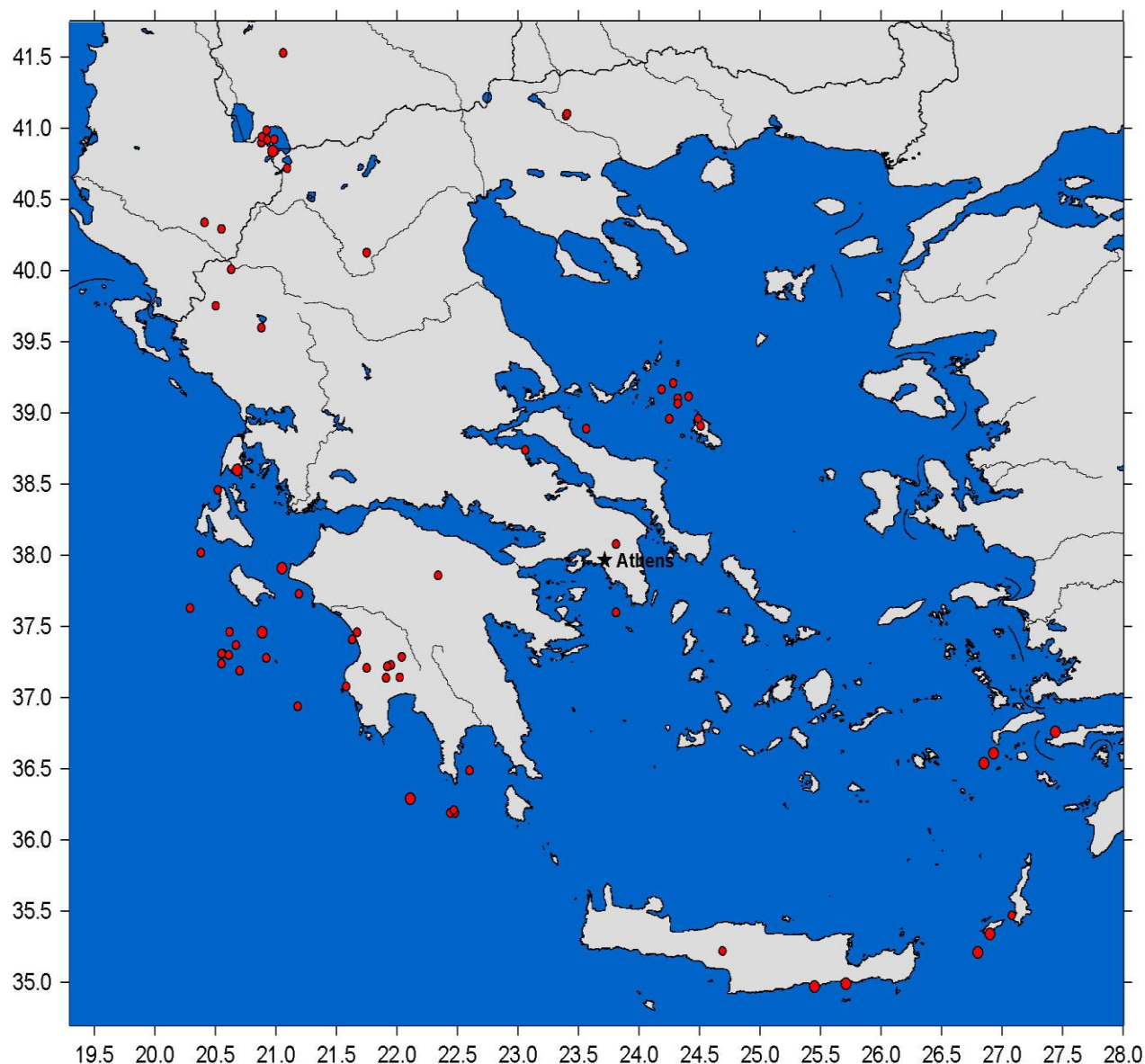


ΣΧΗΜΑ E.2.15. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.16 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 68 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 17 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι η σεισμικότητα είναι διάσπαρτη σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου και τη Β.Εύβοια, στο ΒΑ Αιγαίο & ιδιαίτερα ΒΔ της Λήμνου, αλλά και στο χώρο του Ιονίου.

E.2.17 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΗ ΤΟΥ 2001

1 - 7/10/2001

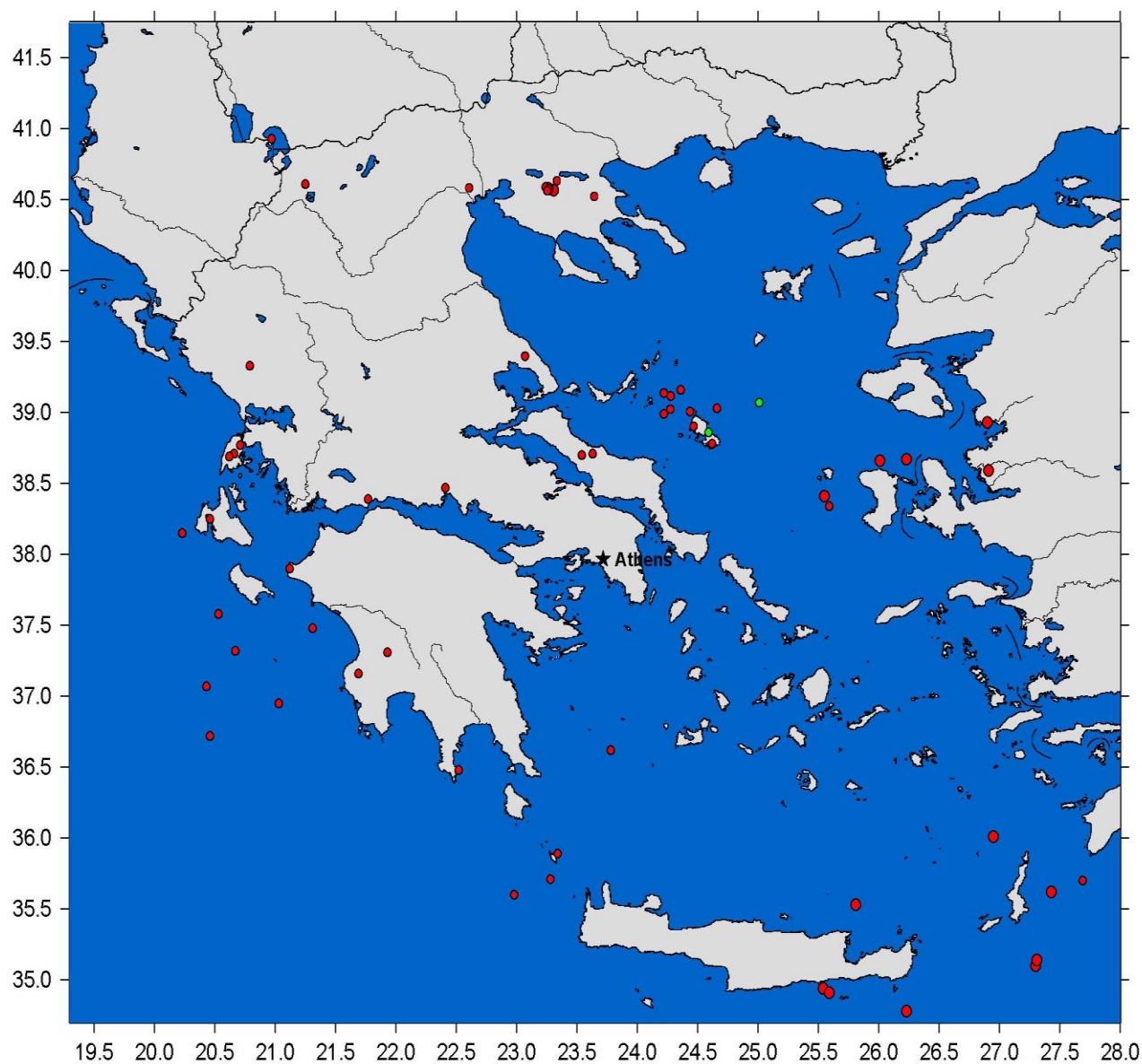


ΣΧΗΜΑ E.2.16. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001.

Στο σχήμα E.2.17 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 57 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 14 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στην περιοχή της Σκύρου & του Ιονίου Πελάγους (Κύθηρα - Ζάκυνθος – Λευκάδα) & και στη ΝΔ Πελοπόννησο.

E.2.18 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΗ ΤΟΥ 2001

8 - 14/10/2001

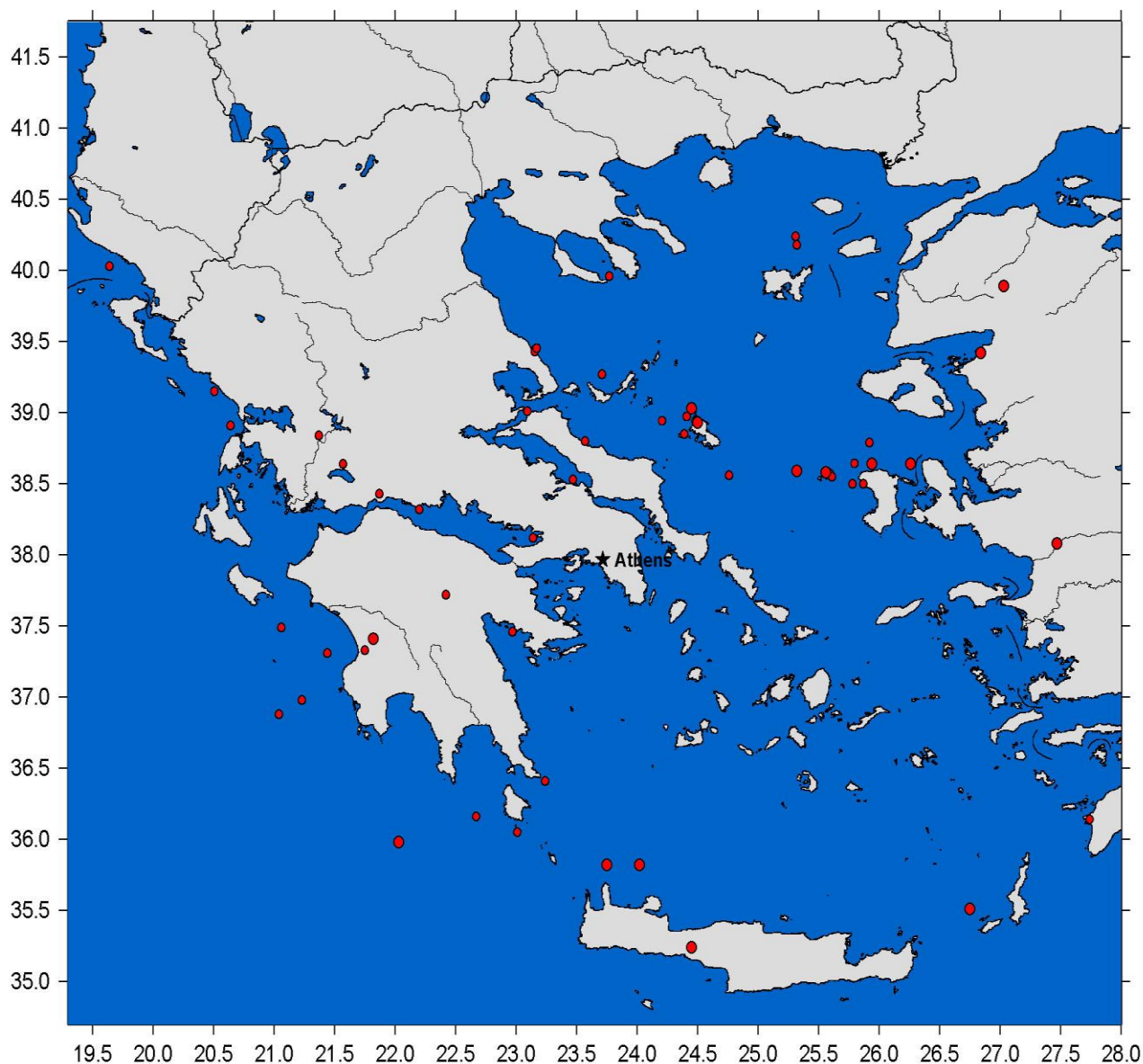


ΣΧΗΜΑ E.2.17. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001.

Στο σχήμα E.2.18 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 51 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 19 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στην περιοχή της Σκύρου, στο Ανατολικό Αιγαίο, Κρήτη, Ιόνιο Πέλαγος.

E.2.19 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΗ ΤΟΥ 2001

15 - 21/10/2001



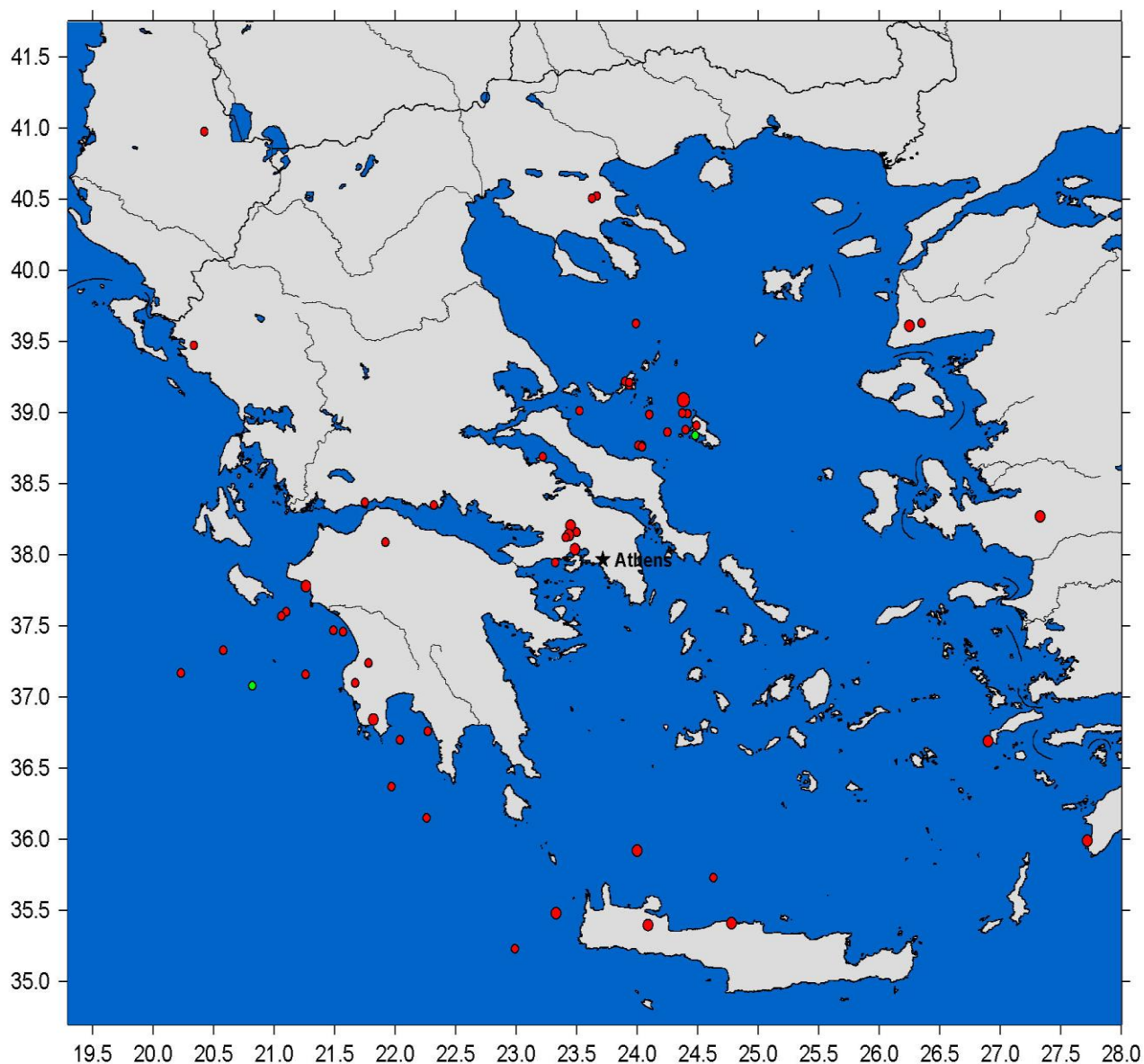
ΣΧΗΜΑ E.2.18. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001.

Στο σχήμα E.2.19 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 40 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 15 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Παρατηρείται και κάποια σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου (σαφώς ασθενέστερη σε σχέση με τα προηγούμενα χρονικά διαστήματα), ΒΔ της Χίου & στα Κύθηρα, στις ακτές της Δυτικής Πελοποννήσου.

E.2.20 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ

ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΗ ΤΟΥ 2001

22 - 31/10/2001

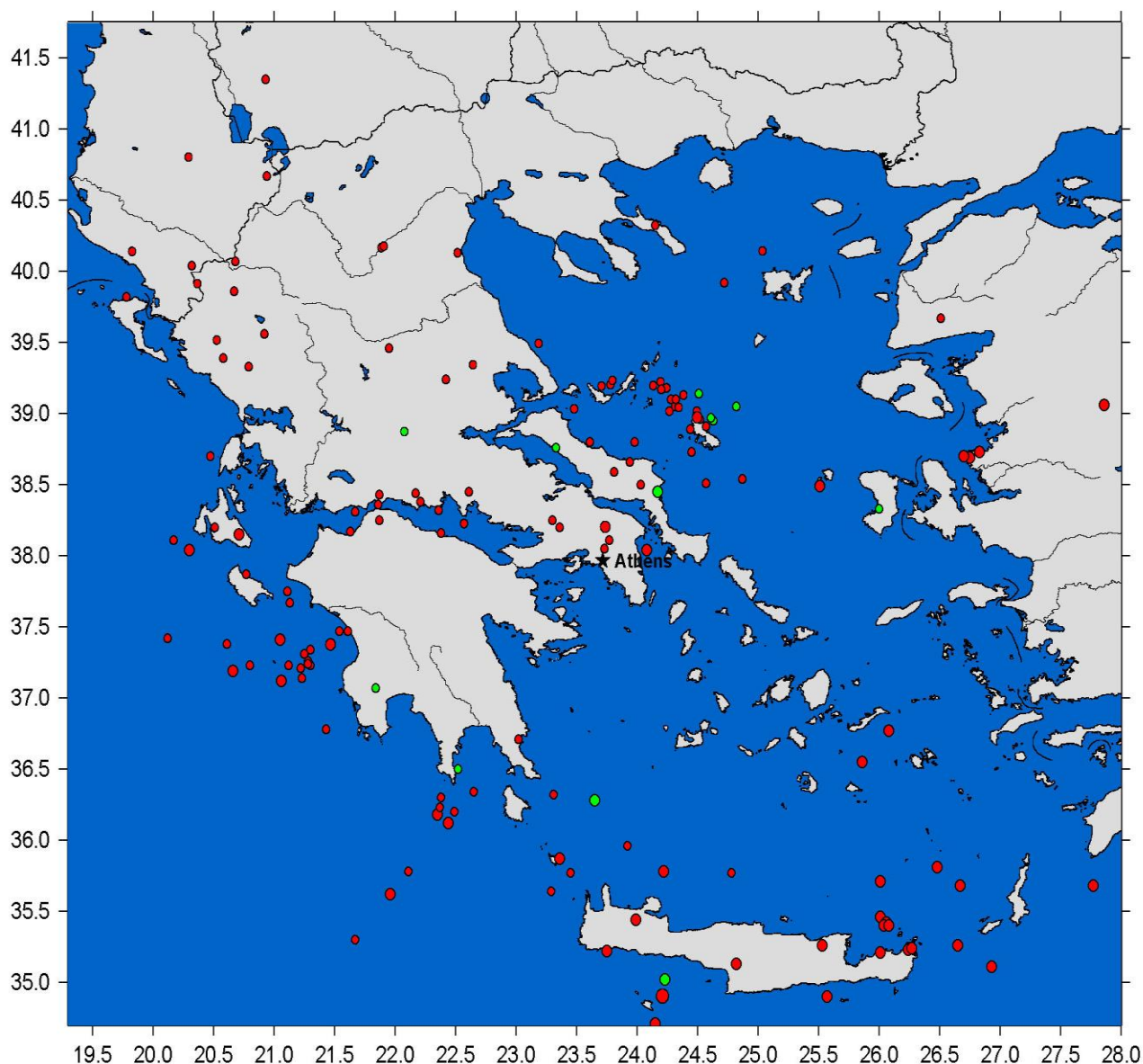


ΣΧΗΜΑ E.2.9. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο 10ήμερο του Οκτωβρίου του 2001.

Στο σχήμα E.2.20 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο 10ήμερο του Οκτωβρίου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 43 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 15 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 2 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Σκύρου, της Κρήτη & στα Κύθηρα, στις ακτές της Δυτικής Πελοποννήσου, αλλά και ΒΔ της Αθήνας.

E.2.21 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΝΟΕΜΒΡΙΟ ΤΟΥ 2001

November 2001

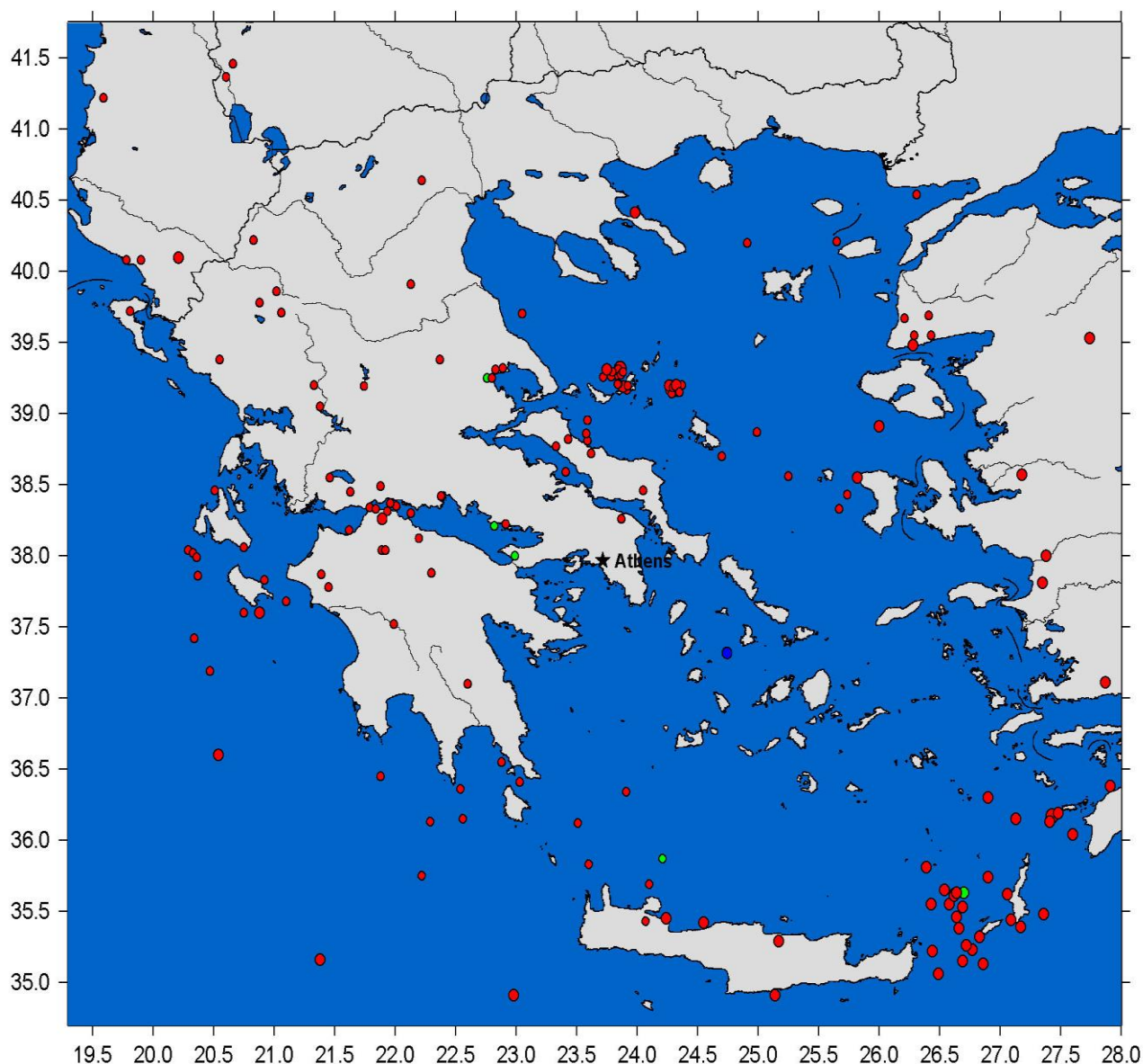


ΣΧΗΜΑ Ε.2.10. Κατανομή σεισμικότητας κατά το μήνα Νοέμβριου του 2001.

Στο σχήμα Ε.2.21 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Νοέμβριου του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 108 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 50 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 2 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή παρατηρείται έντονη σεισμική δραστηριότητα, σχεδόν σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο και, κυρίως, στις περιοχές της Σκύρου, Εύβοιας, Αττικής, στο θαλάσσιο χώρο της Κρήτης, στα Κύθηρα, στα Δυτικά παράλια της Πελοποννήσου, στη Ζάκυνθο, στην Κεφαλονιά.

E.2.22 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ ΤΟΥ 2001

December 2001

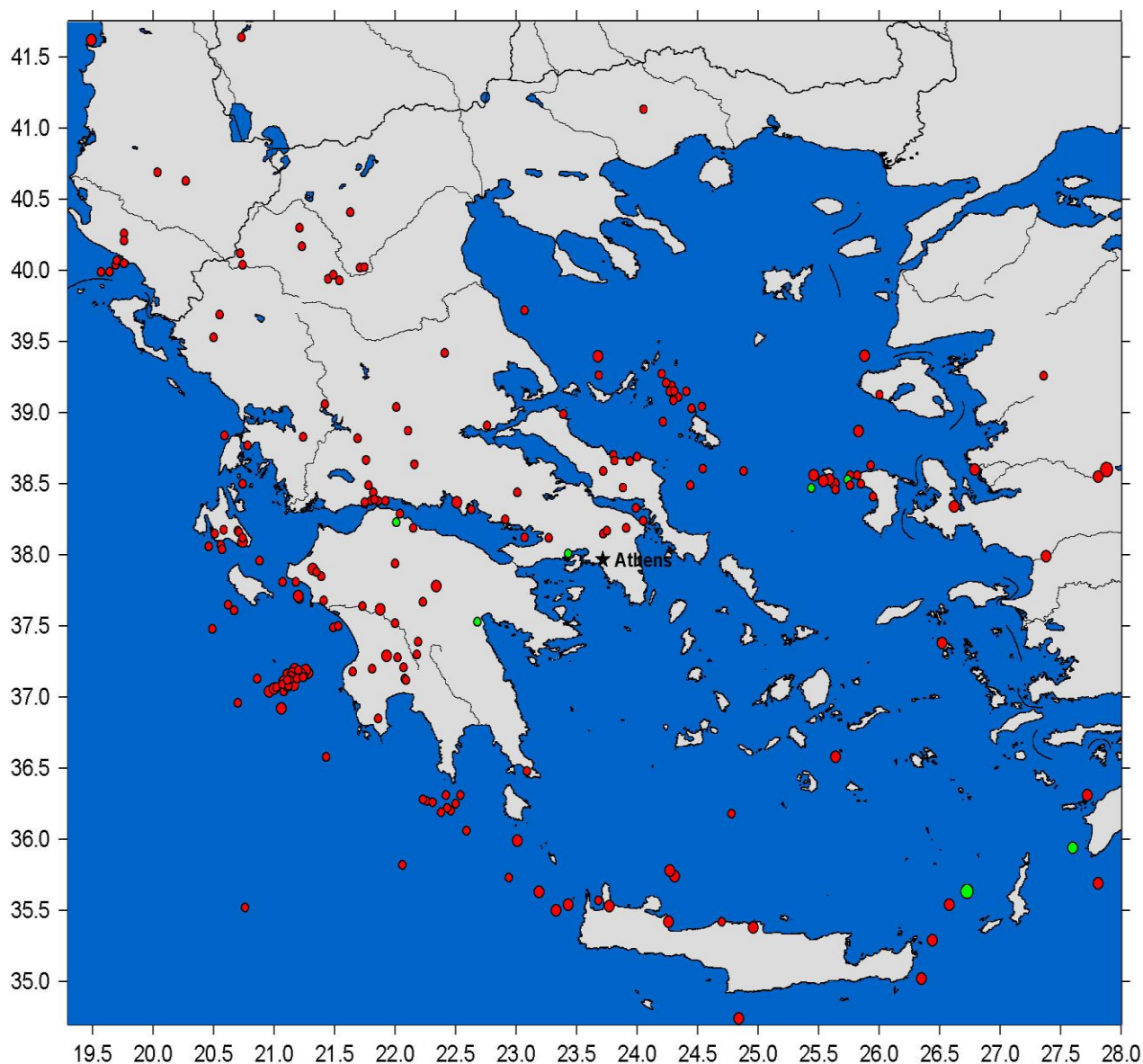


ΣΧΗΜΑ Ε.2.22. Κατανομή σεισμικότητας κατά το Δεκέμβριο του 2001.

Στο σχήμα Ε.2.22 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Δεκέμβριο του 2001. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 169 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 54 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα κυρίως στις περιοχές των Βόρειων Σποράδων, της Εύβοιας, του ΝΑ Αιγαίου, του Κορινθιακού Κόλπου, του Ιόνιου Πελάγους.

E.2.23 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2002

January 2002

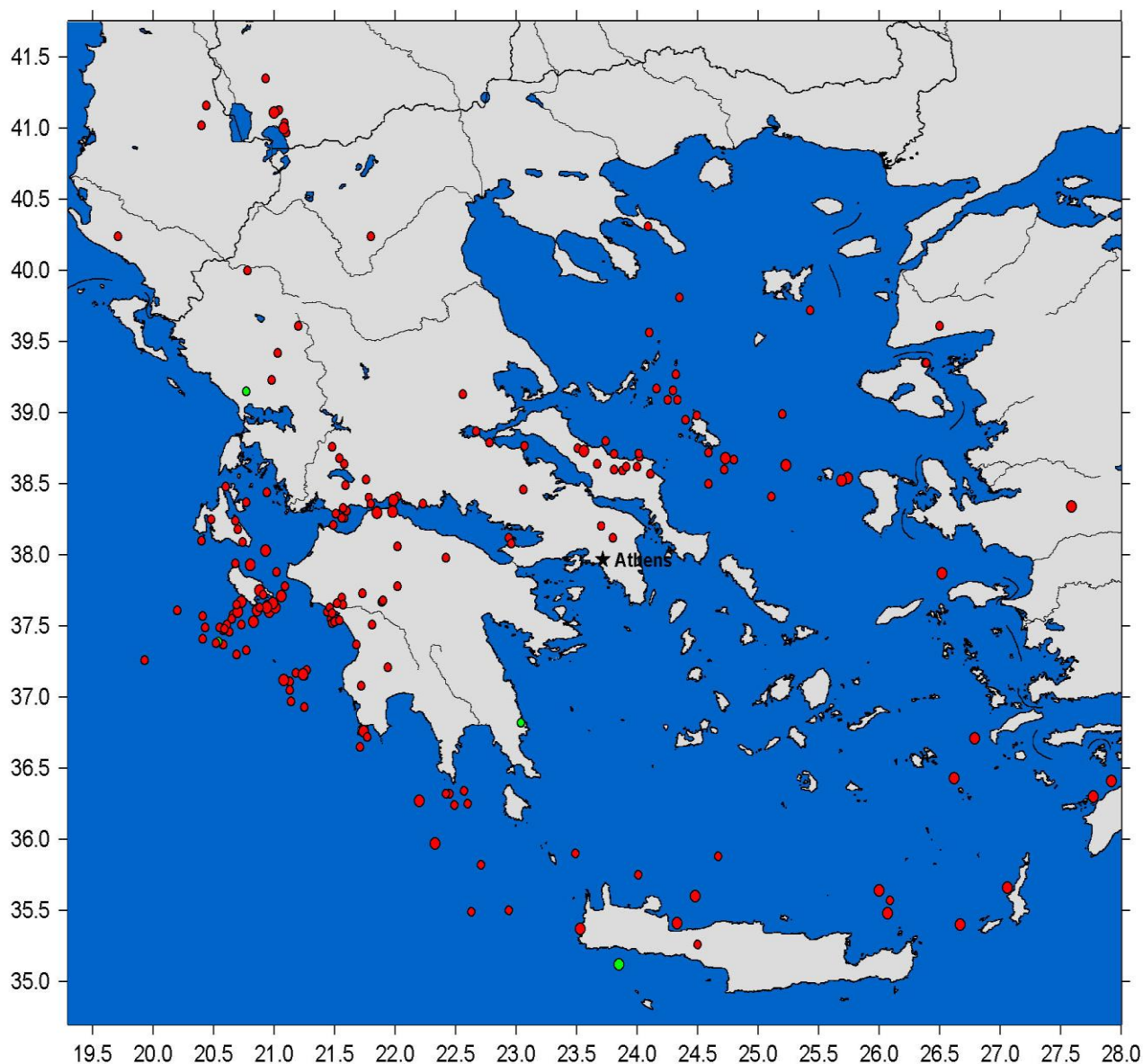


ΣΧΗΜΑ Ε.2.23. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Ιανουάριο του 2002.

Στο σχήμα Ε.2.23 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Ιανουάριο του 2002. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 166 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 59 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 2 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα σε σχεδόν σε όλο τον Ελληνικό χώρο, κυρίως όμως, στις περιοχές των Β.Σποράδων, της Εύβοιας, της Δυτικής Πελοποννήσου, του Κορινθιακού Κόλπου, του Ιόνιου Πελάγους, των Κυθήρων και ΒΔ της Χίου.

E.2.24 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2002

February 2002



ΣΧΗΜΑ E.2.24. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Φεβρουάριο του 2002.

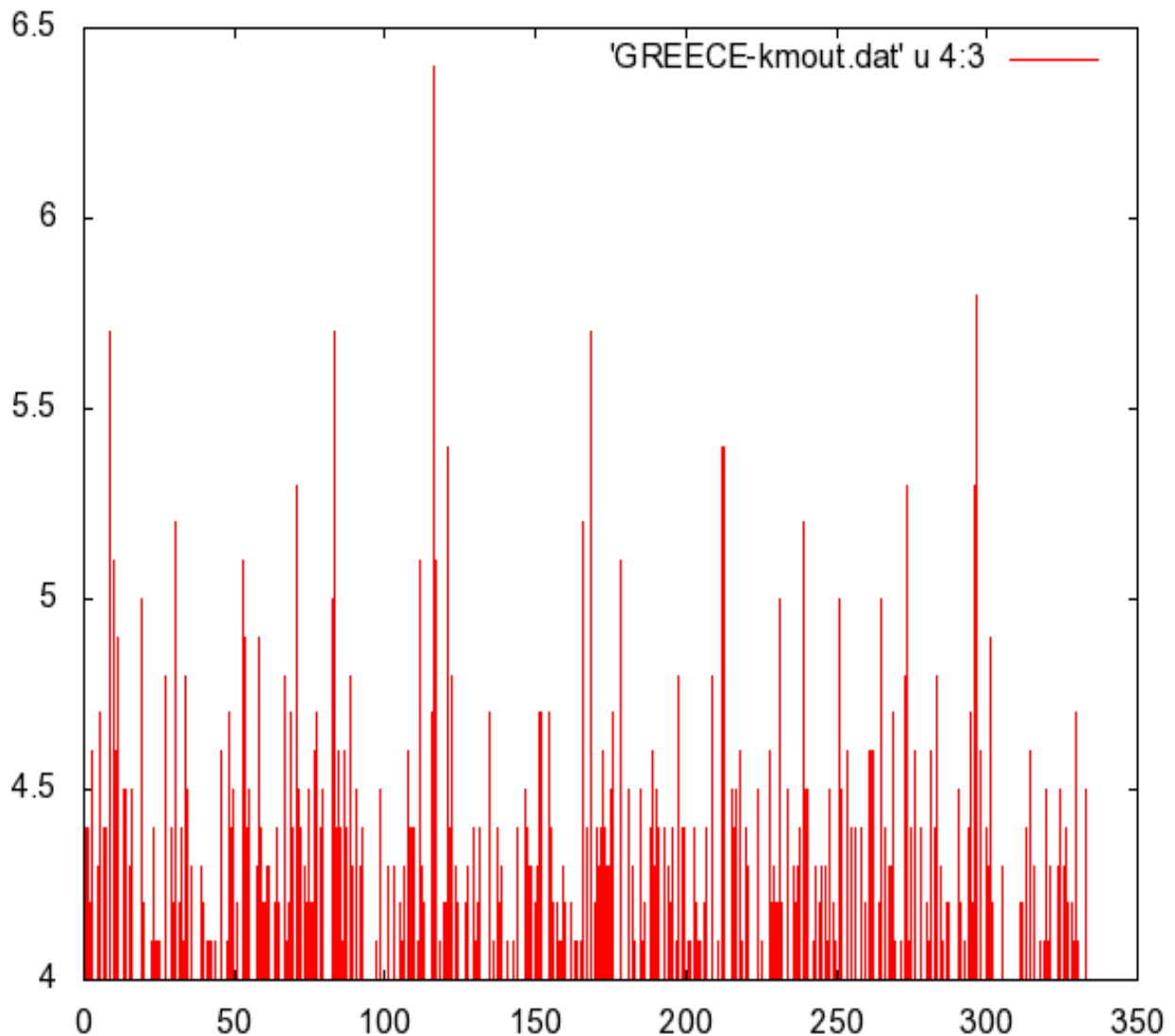
Στο σχήμα E.2.24 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Φεβρουάριο του 2002. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 149 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 44 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στις περιοχές των Βόρειων Σποράδων, της Εύβοιας, της Δυτικής Πελοποννήσου, του Κορινθιακού Κόλπου, του Ιόνιου Πελάγους (Ζάκυνθος, Κεφαλονιά), των Κυθήρων.

Ε3. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ)

Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν διαγράμματα με συντεταγμένες το μέγεθος του σεισμού και τον χρόνο (μέρες). Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται η σεισμική δραστηριότητα σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002 και έχουν χρησιμοποιηθεί οι σεισμοί με μέγεθος από 3 και πάνω.

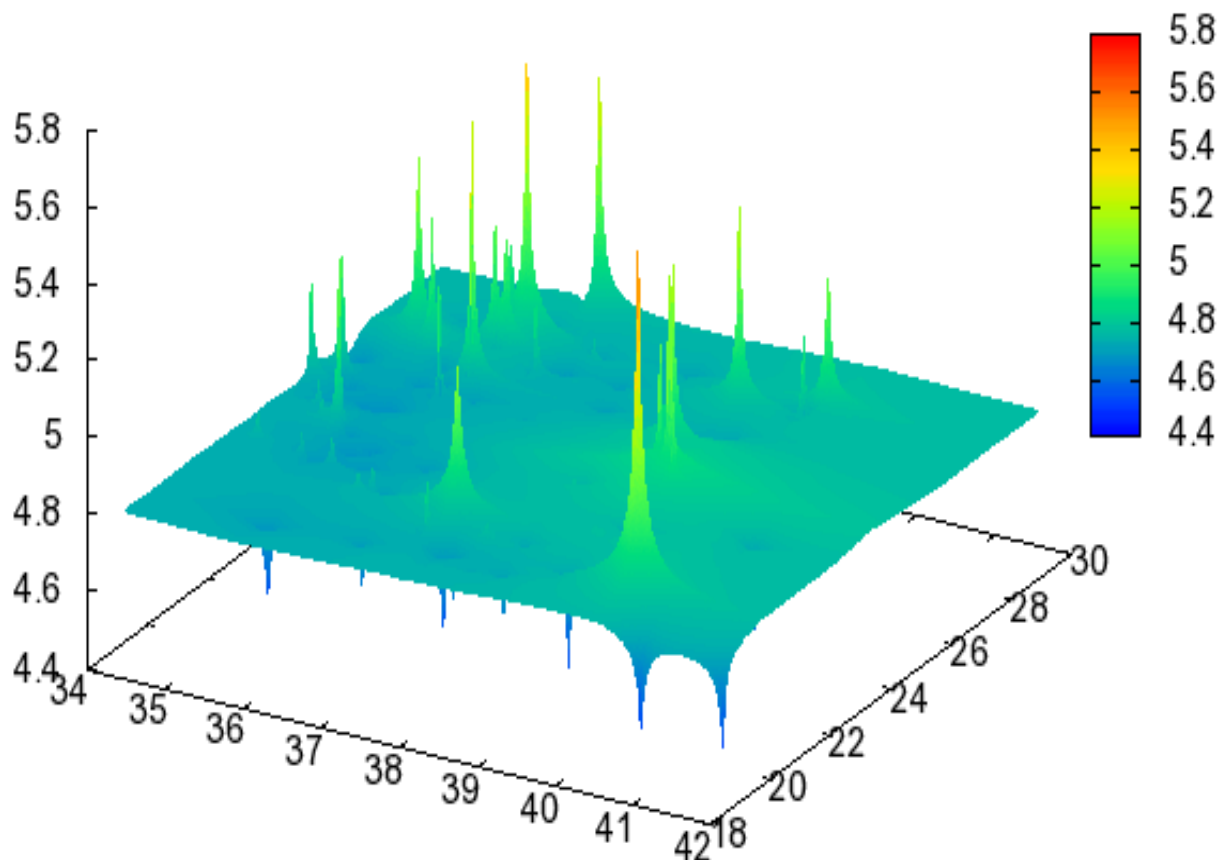
Το πρόγραμμα **FORTRAN** που χρησιμοποιήθηκε λέγεται **quakeday4.f** και παίρνει για είσοδο το αρχείο **parfile1** για «πλοτάρισμα» **gnuplot**.

Με τη βοήθεια προγράμματος Η/Υ λήφθηκαν δεδομένα σεισμών μέσα σε ορισμένη περιοχή (ορισμός μέγιστου και ελάχιστου γεωγραφικού πλάτους και μήκους) και με μέγεθος ίσο ή μεγαλύτερο ορισμένης τιμής. Με το δείγμα αυτό των σεισμών έγιναν τα διαγράμματα των σχημάτων **(A.)**, **(B.1)**, **(B.2)**.



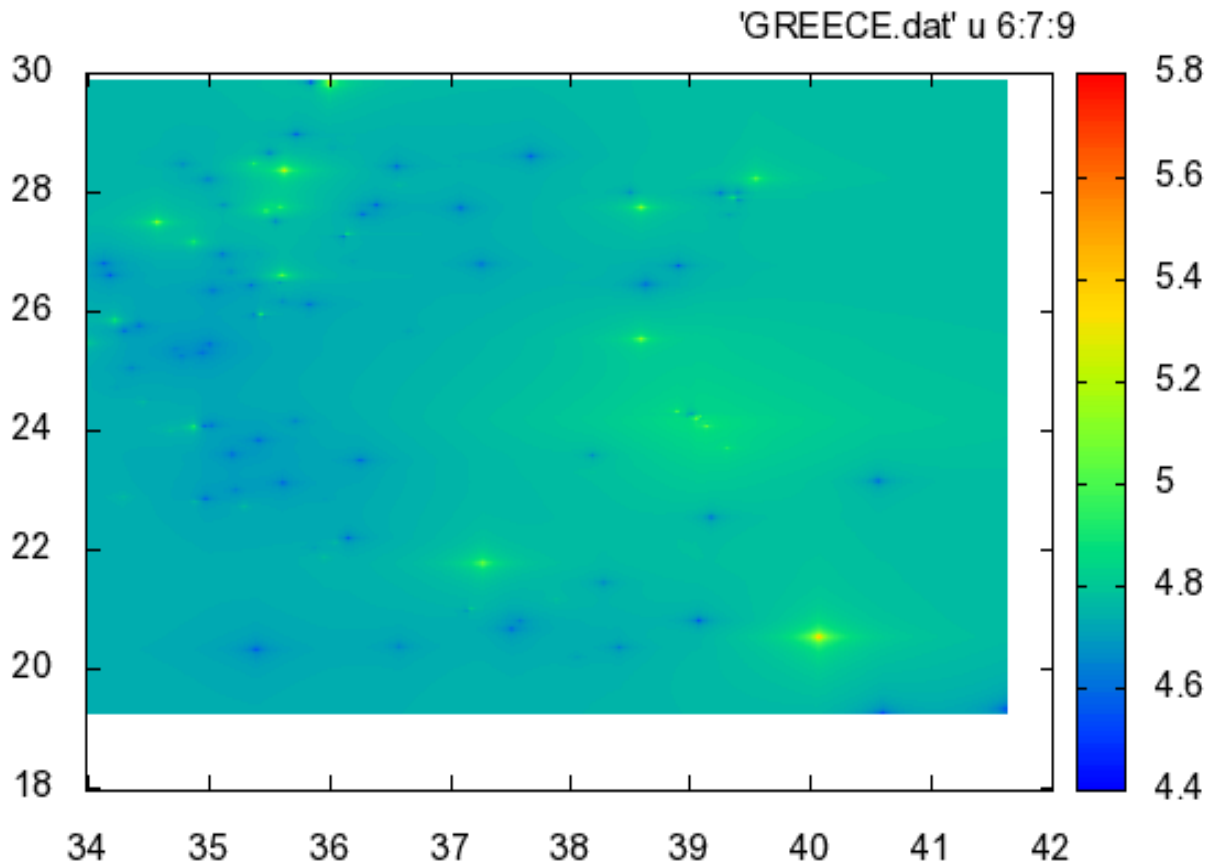
ΣΧΗΜΑ Α. Διάγραμμα δύο διαστάσεων χρόνου (ημέρες) & μεγέθους σεισμού (>3), με τους σεισμούς που έγιναν το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002 σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο.

'GREECE.dat' u 6:7:9



ΣΧΗΜΑ Β.1. Διάγραμμα τριών διαστάσεων, χρόνου (ημέρες) & μεγέθους σεισμού (>3), με τους σεισμούς που έγιναν το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002 σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο.

Τα 3d διαγράμματα δείχνουν τη σεισμική δραστηριότητα σε ολόκληρο το χώρο της Ελλάδας, πριν και μετά το μεγάλο σεισμό της Σκύρου ,από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002.



ΣΧΗΜΑ Β.2. Διάγραμμα τριών διαστάσεων, χρόνου (ημέρες) & μεγέθους σεισμού (>3), με τους σεισμούς που έγιναν το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002 σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο.

Τα 3d διαγράμματα είναι τριών διαστάσεων (πλέγμα 50 επί 50 κόμβοι και πλέγμα 200 επί 200 κόμβοι).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ

ΣΤ1. ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

ΣΤ1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την μελέτη της σεισμικής δραστηριότητας, πριν και μετά το σεισμό της 14ης Αυγούστου 2003 στην Λευκάδα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που πάρθηκαν από τον σεισμολογικό σταθμό της Θεσσαλονίκης.

Όπως και για τον σεισμό της Σκύρου, αυτά τα δεδομένα αφορούν σεισμούς που έγιναν στον Ελληνικό χώρο από το 2000 έως το 2008. Ο κατάλογος παρέχει πληροφορίες για τις βασικές εστιακές παραμέτρους (χρόνος γένεσης, επικεντρικές συντεταγμένες, εστιακό βάθος, μέγεθος) σεισμών που έχουν καταγραφεί από το δίκτυο σειсмоγράφων του Τομέα Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. και για τους οποίους υπολογίστηκαν οι παραπάνω αναφερόμενες παράμετροι. Οι σεισμοί που λήφθηκαν υπόψη στην συγκεκριμένη εργασία έχουν μέγεθος $M \geq 3.0$ ώστε να διασφαλιστεί η πληρότητα του δείγματος των δεδομένων.

ΣΤ2. ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Για την δημιουργία χαρτών και διαγραμμάτων, χρησιμοποιήθηκαν οι σεισμοί που έγιναν σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, από το 2000 έως το 2008 και είχαν μέγεθος από 3 και πάνω.

Για τη δημιουργία χαρτών, όπως και στην περίπτωση της Σκύρου, έγινε χρήση του προγράμματος **GMT** (**G**eneric **M**apping **T**ools).

Με τη βοήθεια του προγράμματος GMT, κατασκευάστηκαν χάρτες όλης της Ελλάδας, ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, στους οποίους φαίνονται οι σεισμοί που έγιναν στην περιοχή πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό της 14ης Αυγούστου 2003 στην Λευκάδα.

Συγκεκριμένα ,κατασκευάστηκαν 5 χάρτες που δείχνουν την κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας πριν τον κύριο σεισμό (4 χάρτες, που ο καθένας δείχνει τη σεισμική δραστηριότητα των μηνών Απρίλιος, Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος του 2003 και 1 χάρτης που δείχνει τη σεισμική δραστηριότητα της εβδομάδας 01/08 έως 07/08/2003).

Επίσης, κατασκευάστηκε ένας χάρτης στον οποίο φαίνεται η κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας την εβδομάδα 08/08 έως 14/08/2003, κατά τη διάρκεια της οποίας συνέβη και ο ισχυρός σεισμός της Λευκάδας (14/08/2003), καθώς και ένας χάρτης που δείχνει τη σεισμική δραστηριότητα την ημέρα του ισχυρού σεισμού της Λευκάδας.

Τέλος, κατασκευάστηκαν 18 χάρτες που δείχνουν την κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας μετά τον κύριο σεισμό, τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο του 2003 και τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο του 2004. (14 χάρτες που αντιστοιχούν στα χρονικά διαστήματα : εβδομάδα 15/08 έως 21/08/2003, εβδομάδα 22/08 έως 31/08/2003, εβδομάδα 01/09 έως 07/09/2003, εβδομάδα 08/09 έως 14/09/2003, εβδομάδα 15/09 έως 21/09/2003, εβδομάδα 22/09 έως 30/09/2003, εβδομάδα 01/10 έως 07/10/2003, εβδομάδα 08/10 έως 14/10/2003, εβδομάδα 15/10 έως 21/10/2003, εβδομάδα 22/10 έως 31/10/2003, εβδομάδα 01/11 έως 07/11/2003, εβδομάδα 08/11 έως 14/11/2003, εβδομάδα 15/11 έως 21/11/2003, εβδομάδα 22/11 έως 30/11/2003, και 4 χάρτες με τους μήνες Δεκέμβριο του 2003 και τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο του 2004.

Δηλαδή ,γίνεται απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας , για μέχρι και περίπου 5 μήνες πριν το μεγάλο σεισμό, και ομοίως απεικόνιση της σεισμικής δραστηριότητας για περίπου 7 μήνες μετά.

Όπως και στο κεφάλαιο «ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ», στους χάρτες οι σεισμοί συμβολίζονται με κύκλους, των οποίων το μέγεθος και το χρώμα αντιπροσωπεύουν το μέγεθος των σεισμών και το εστιακό βάθος, αντίστοιχα.

Τα χρώματα για το εστιακό βάθος διαμορφώνονται ως εξής :

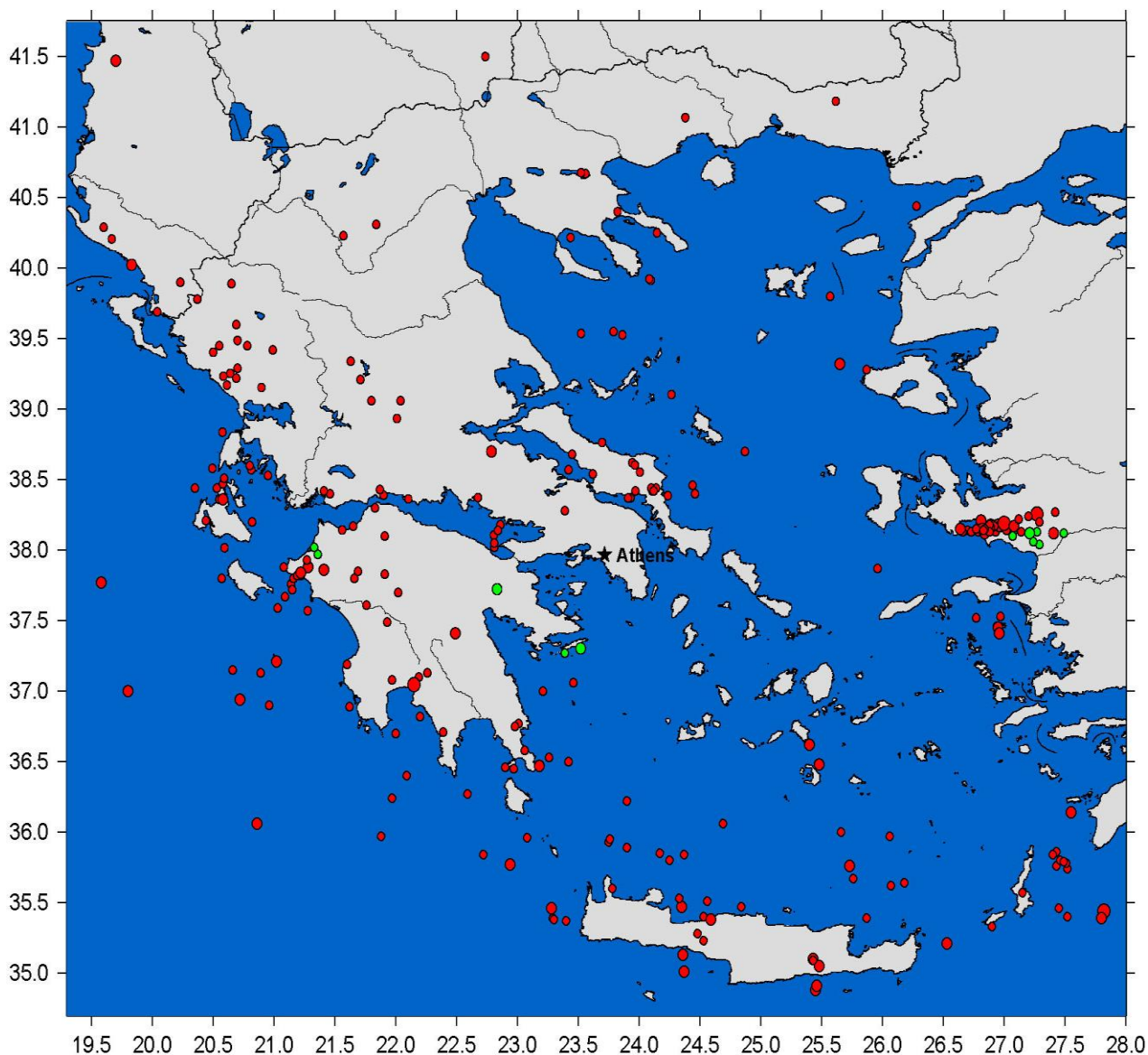


- ❖ $h \leq 40.0 \text{ km}$ ● (κόκκινος κύκλος)
- ❖ $40.0 \text{ km} < h \leq 100.0 \text{ km}$ ● (πράσινος κύκλος)
- ❖ $h > 100.0 \text{ km}$ ● (μπλε κύκλος)

Το μέγεθος του σεισμού είναι ανάλογο της ακτίνας του κύκλου. Η ακτίνα του κύκλου υπολογίζεται από το γινόμενο του ακέραιου μεγέθους, πολλαπλασιασμένο με 0.02 ίντες και ανάλογο με την κλίμακα του χάρτη.

ΣΤ2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2003

April 2003

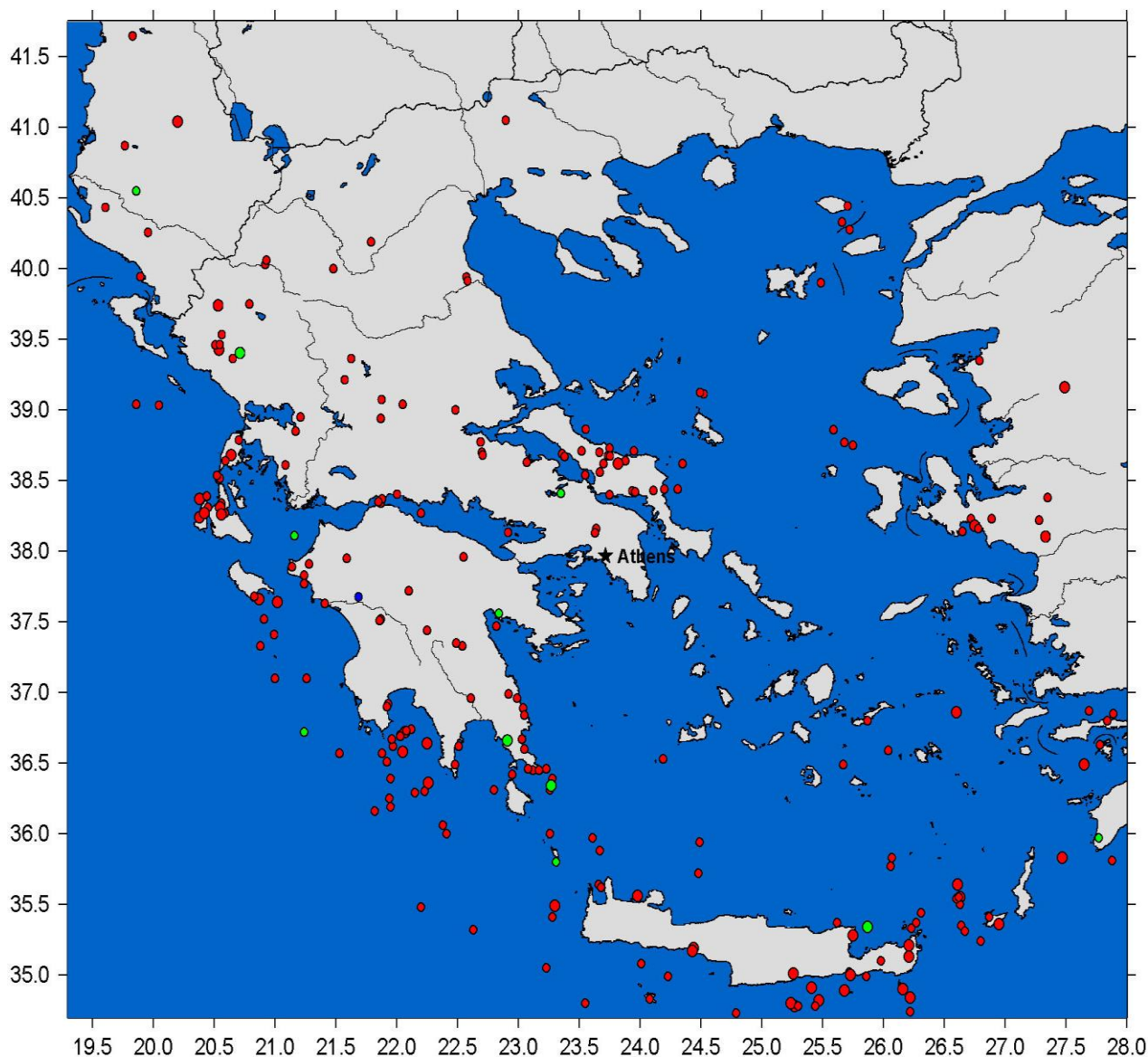


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.1. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Απρίλιο του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.1 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Απριλίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 206 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 52 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 6 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Η σεισμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται κυρίως στο Ελληνικό τόξο και στην Κεντρική και Δυτική Ελλάδα, ενώ στο χώρο της Σκύρου δεν παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα.

ΣΤ2.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2003

May 2003

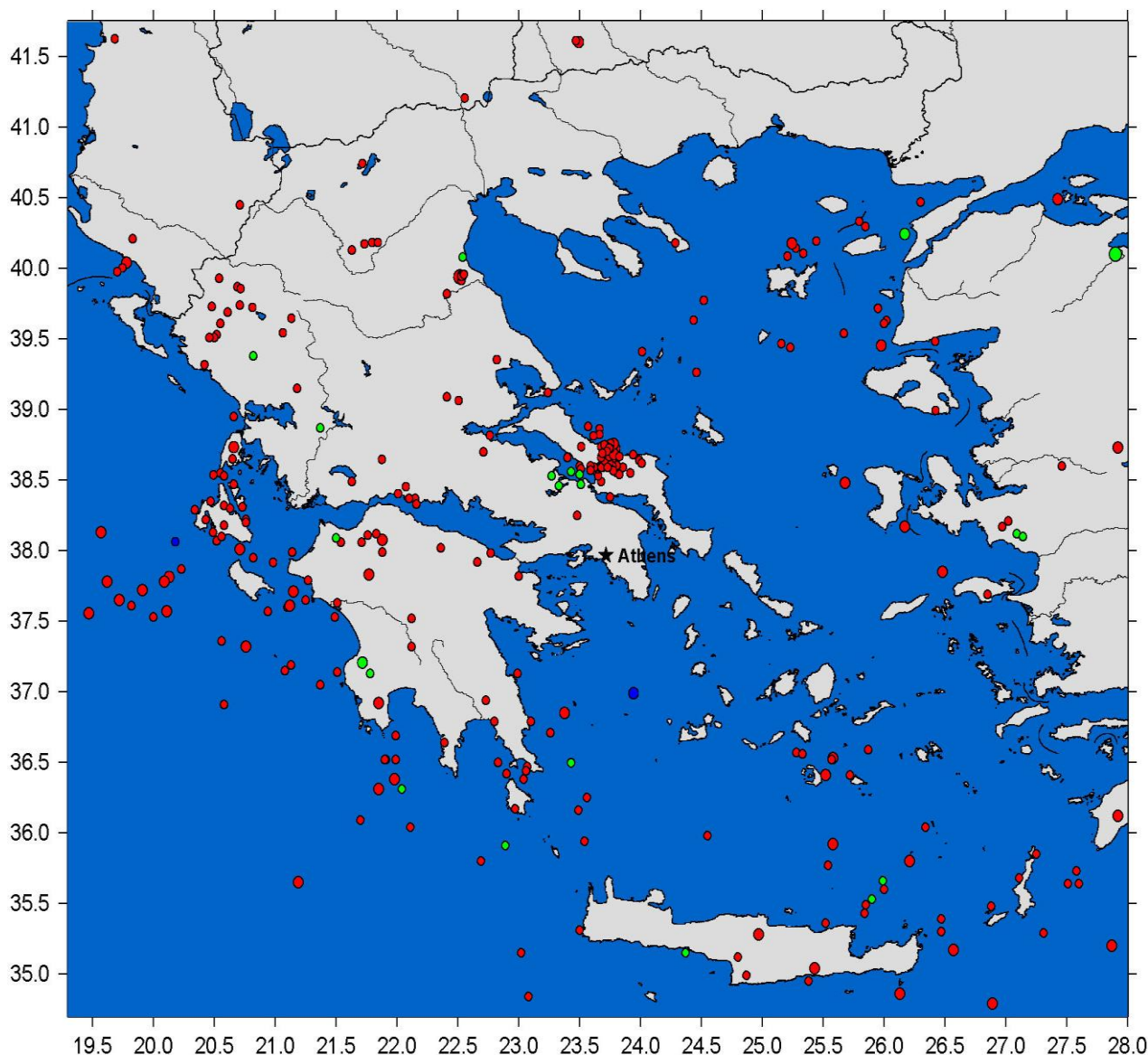


ΣΤ.2.2. Κατανομή σεισμικότητας κατά το Μάιο του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.2 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Μαΐου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 206 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 54 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το Μάιο του 2003 παρατηρείται σεισμικότητα, σε όλο τον Ελληνικό χώρο και κυρίως πάνω στο Ελληνικό τόξο (κεντρική και νότια Ελλάδα).

ΣΤ2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2003

June 2003

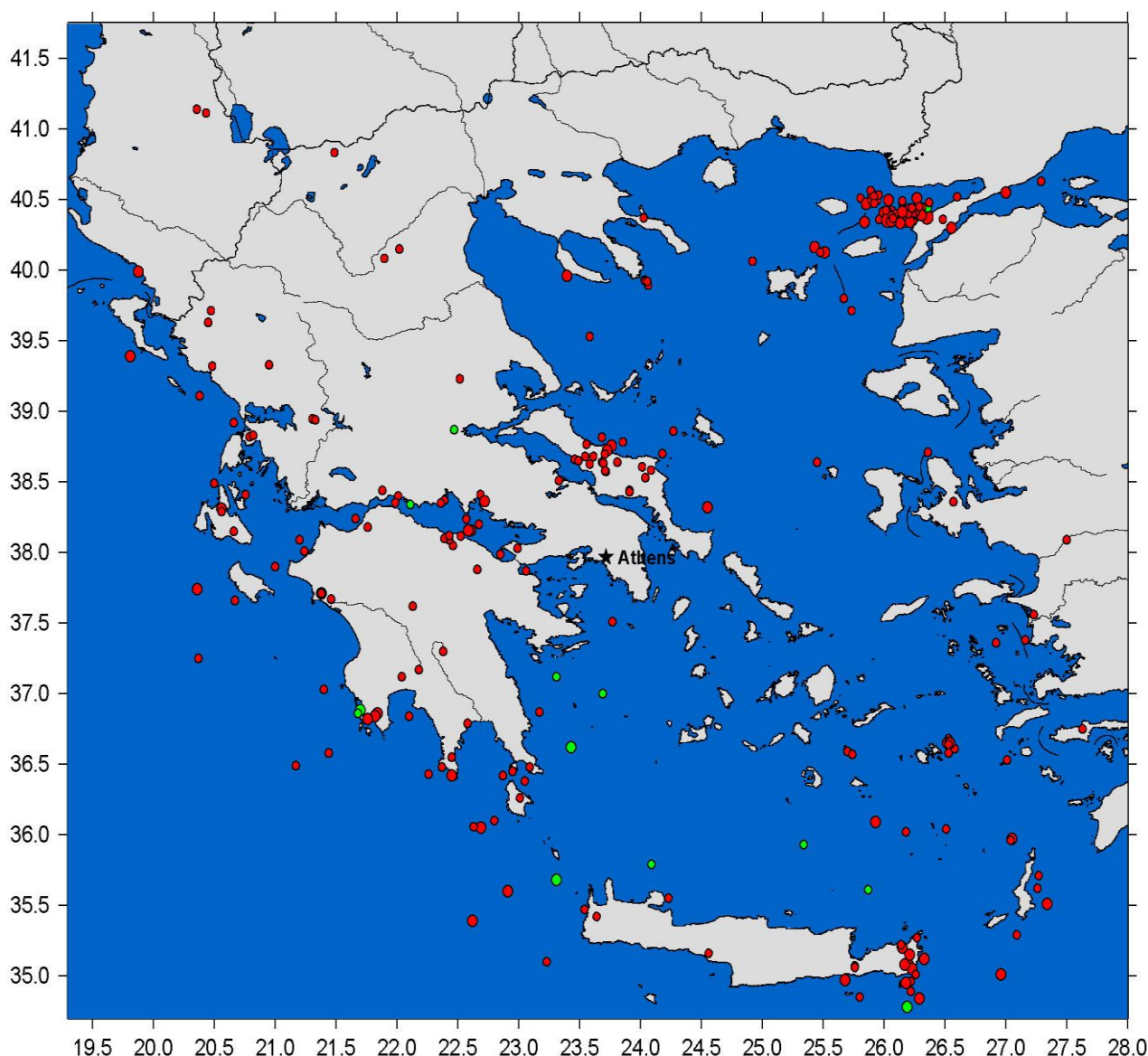


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.3. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Ιούνιο του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.3 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Ιουνίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 240 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 67 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 4 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι παρατηρείται διάσπαρτη σεισμικότητα, σχεδόν, σε όλο τον Ελληνικό χώρο. Φαίνεται έντονη σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της κεντρικής Εύβοιας και στο Ιόνιο Πέλαγος (Λευκάδα).

ΣΤ2.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΙΟΥΛΙΟ ΤΟΥ 2003

July 2003

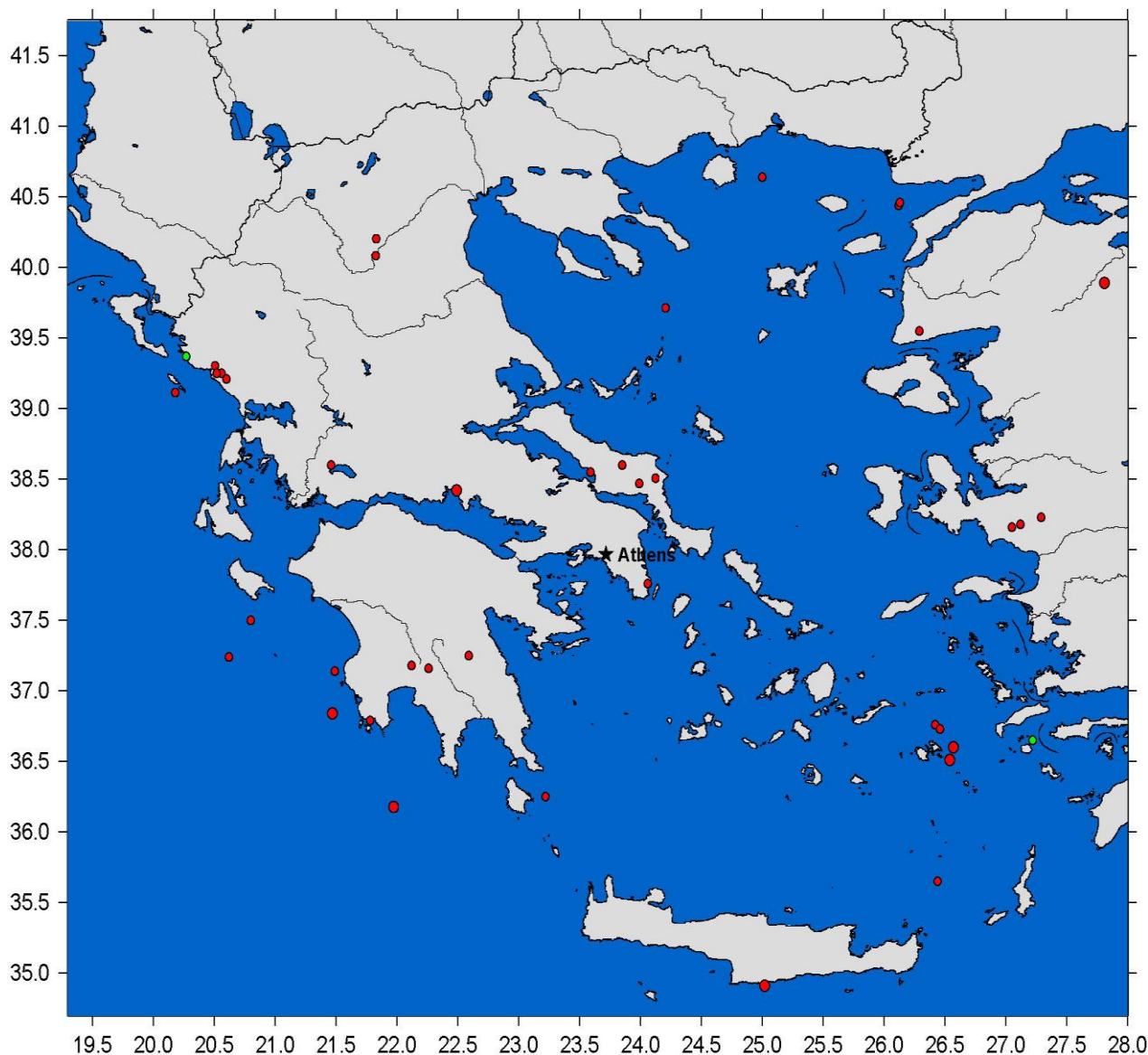


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.4. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Ιούλιο του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.4 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη διάρκεια του Ιουλίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 190 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 80 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 7 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα κυρίως στις περιοχές Κρήτης – Κυθήρων – Ιονίου Πελάγους – Κορινθιακού Κόλπου – Εύβοιας και έντονη σεισμική δραστηριότητα Ανατολικά της Σαμοθράκης.

ΣΤ2.5 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2003

1 - 7/8/2003

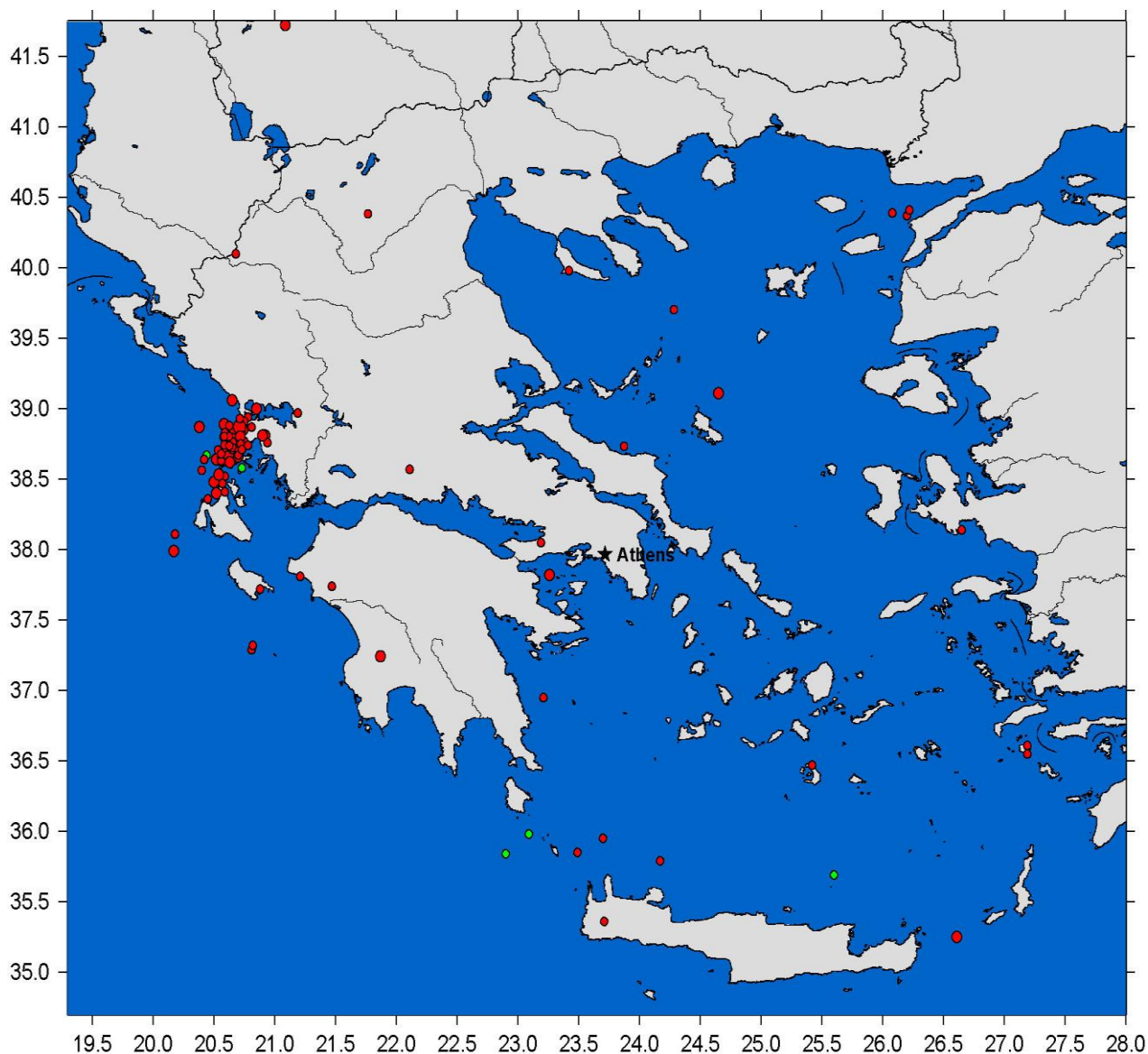


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.5. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.5 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 36 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 7 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα σε όλο τον Ελληνικό χώρο.

ΣΤ2.6 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2003

8 - 14/8/2003

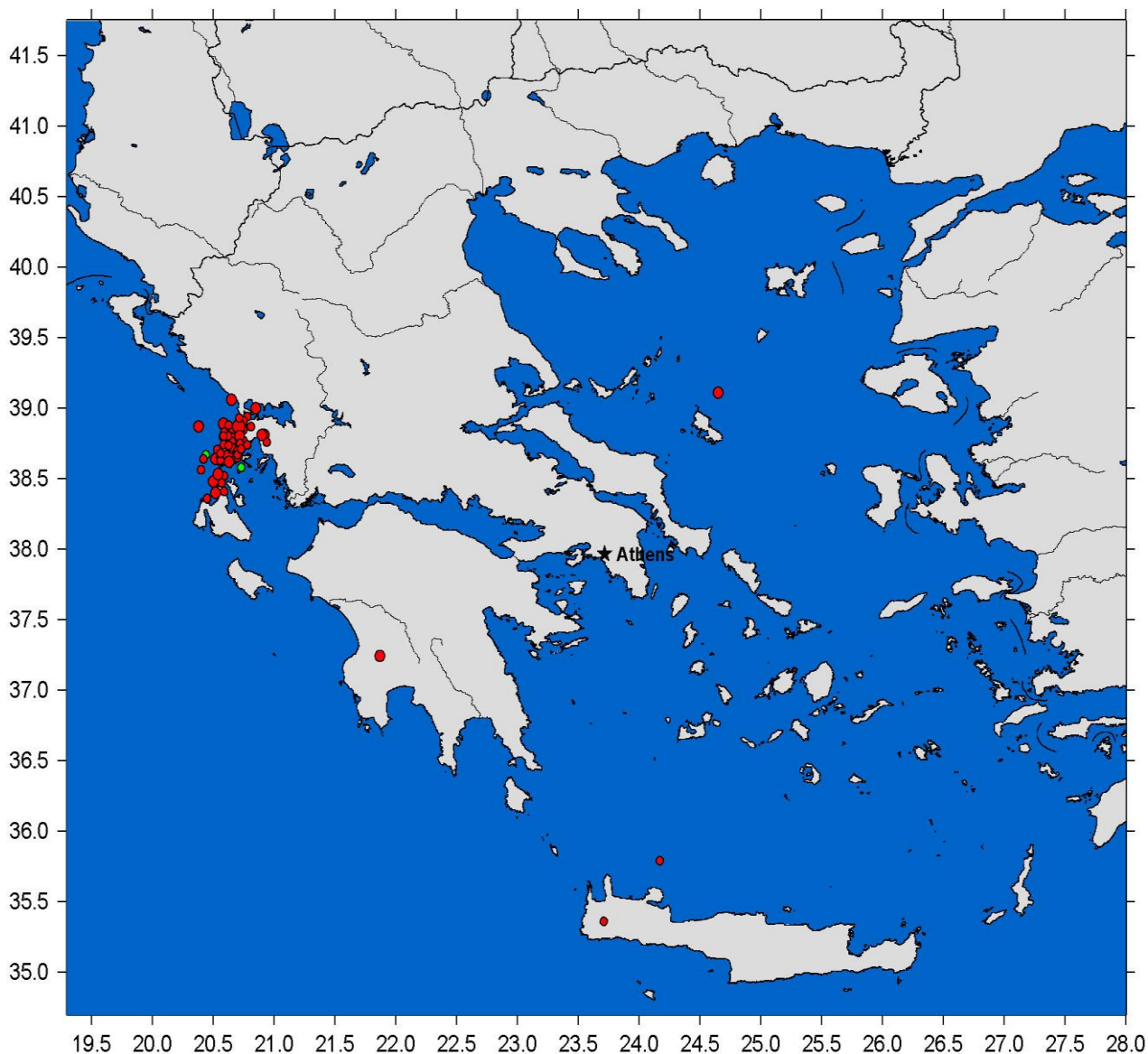


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.6. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.6 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 74 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 29 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$, 3 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$ και ο μεγάλος σεισμός με μέγεθος $M=6.2$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι παρατηρείται έντονη σεισμική δραστηριότητα, αποκλειστικά σχεδόν, στο θαλάσσιο χώρο μεταξύ Λευκάδας & Πρέβεζας.

ΣΤ2.7 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ (14 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2003)

14/8/2003

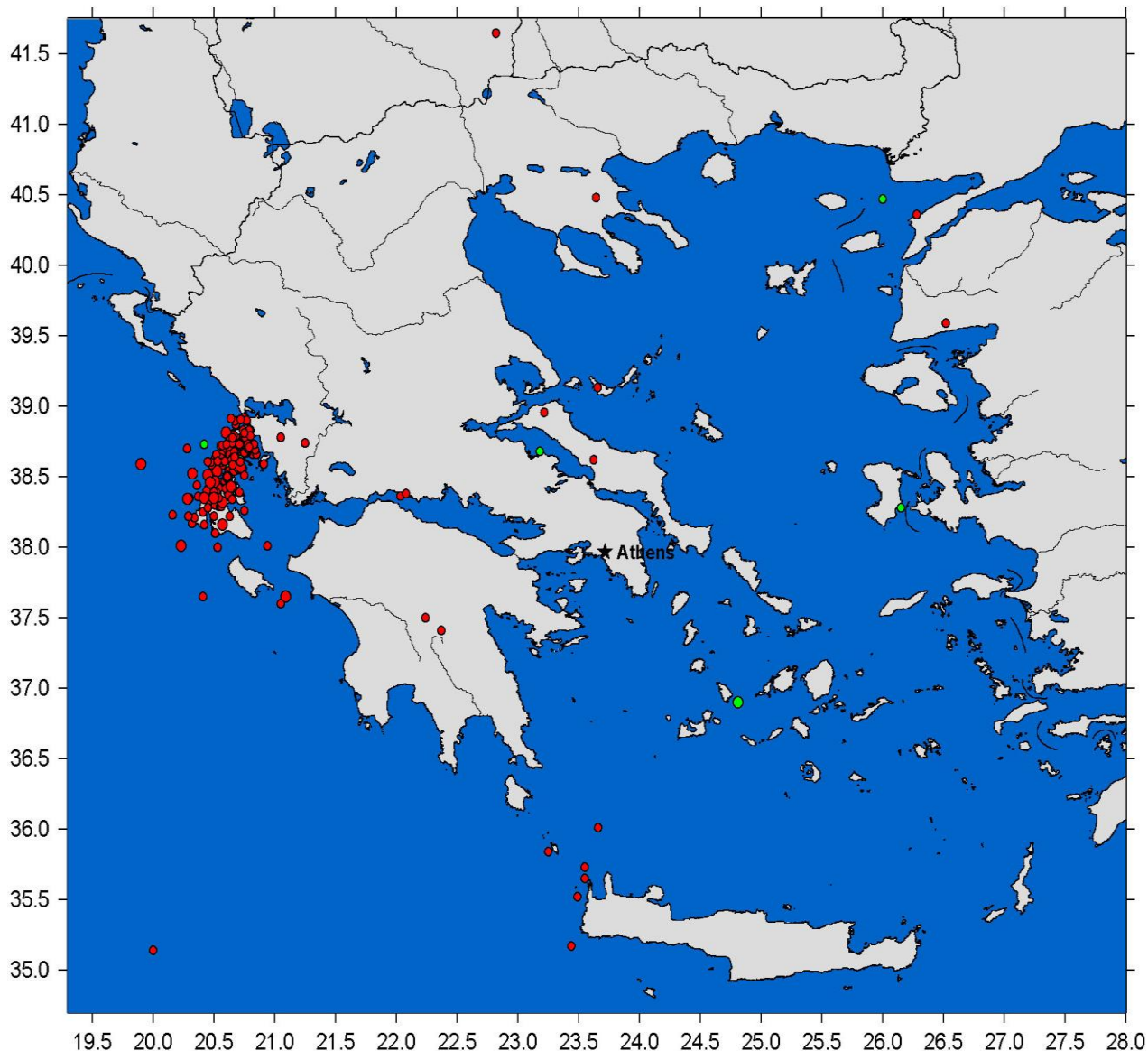


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.7. Κατανομή σεισμικότητας κατά την ημέρα του κύριου σεισμού.

Στο σχήμα ΣΤ.2.7 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη την ημέρα του κύριου σεισμού. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 45 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 24 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και 3 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Ο μεγαλύτερος μετασεισμός ($M_s = 5.7$) σημειώθηκε το απόγευμα της ίδιας ημέρας λίγες ώρες μετά τον κύριο σεισμό. Από την κατανομή αυτή φαίνεται πολύ έντονη σεισμική δραστηριότητα την ημέρα του μεγάλου σεισμού στη Λευκάδα.

ΣΤ2.8 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΜΕΤΑ ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2003

15 - 21/8/2003

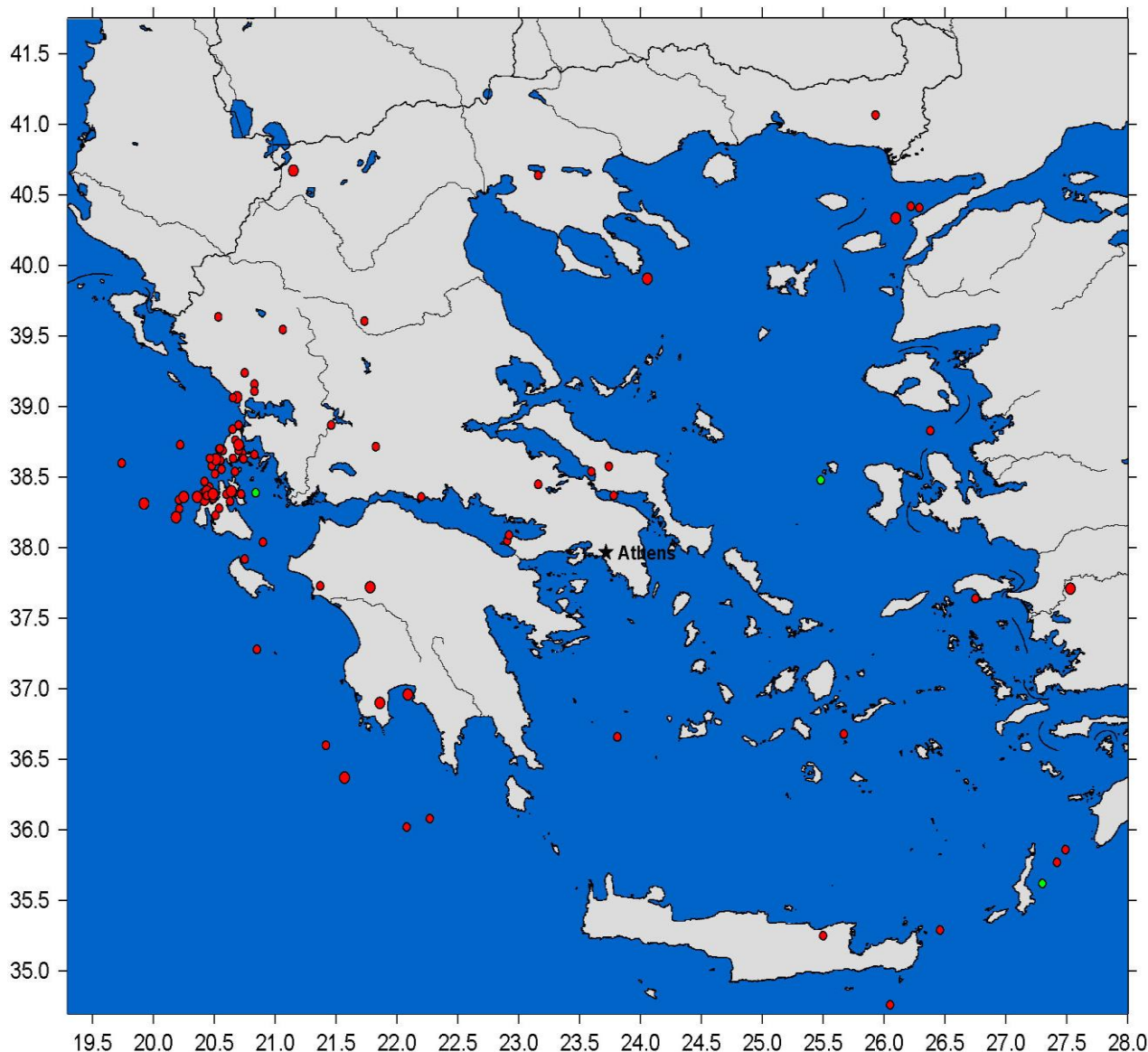


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.8. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.8 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Αυγούστου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 184 μετασεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 40 μετασεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5.1$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι συνεχίζεται η έντονη σεισμική δραστηριότητα, αποκλειστικά σχεδόν, στην περιοχή της Λευκάδας.

ΣΤ2.9 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 2003

22 - 31/8/2003

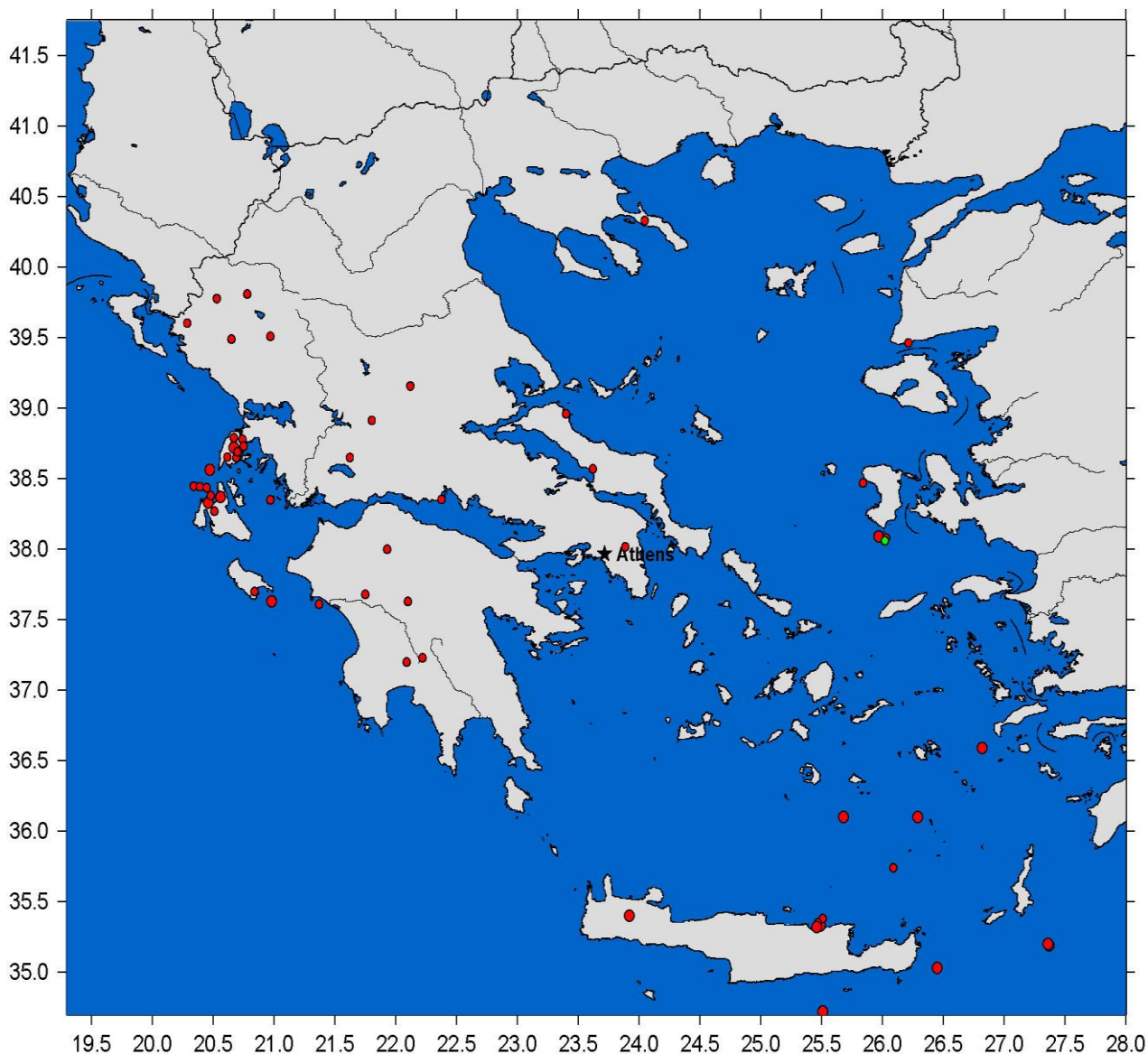


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.9. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Αυγούστου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.9 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Αυγούστου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 75 σεισμοί με μέγεθος $3 \leq M < 4$ και 22 σεισμοί με μέγεθος $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι Αυγούστου συνεχίζεται η έντονη σεισμική δραστηριότητα στη Λευκάδα, με φθίνουσα, ωστόσο, πορεία.

ΣΤ2.10 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

1 - 7/9/2003

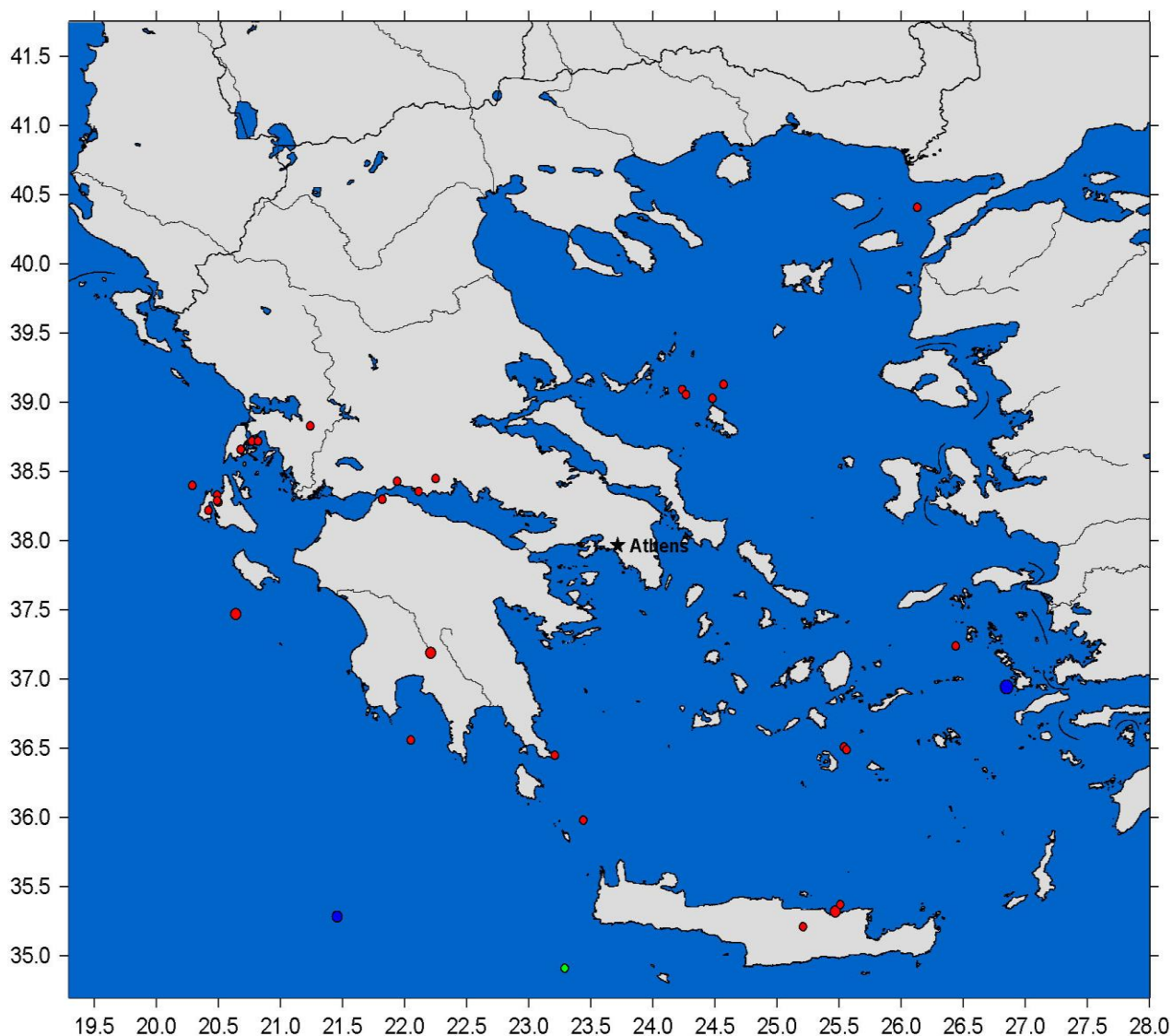


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.10. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.10 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 43 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 18 σεισμοί με μέγεθος $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι η σεισμική δραστηριότητα στη Λευκάδα συνεχίζεται με φθίνοντα ρυθμό. Παρατηρούνται και κάποιοι σεισμοί κυρίως στο Ιόνιο και στο ΝΑ Αιγαίο.

ΣΤ2.11 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

8 - 14/9/2003

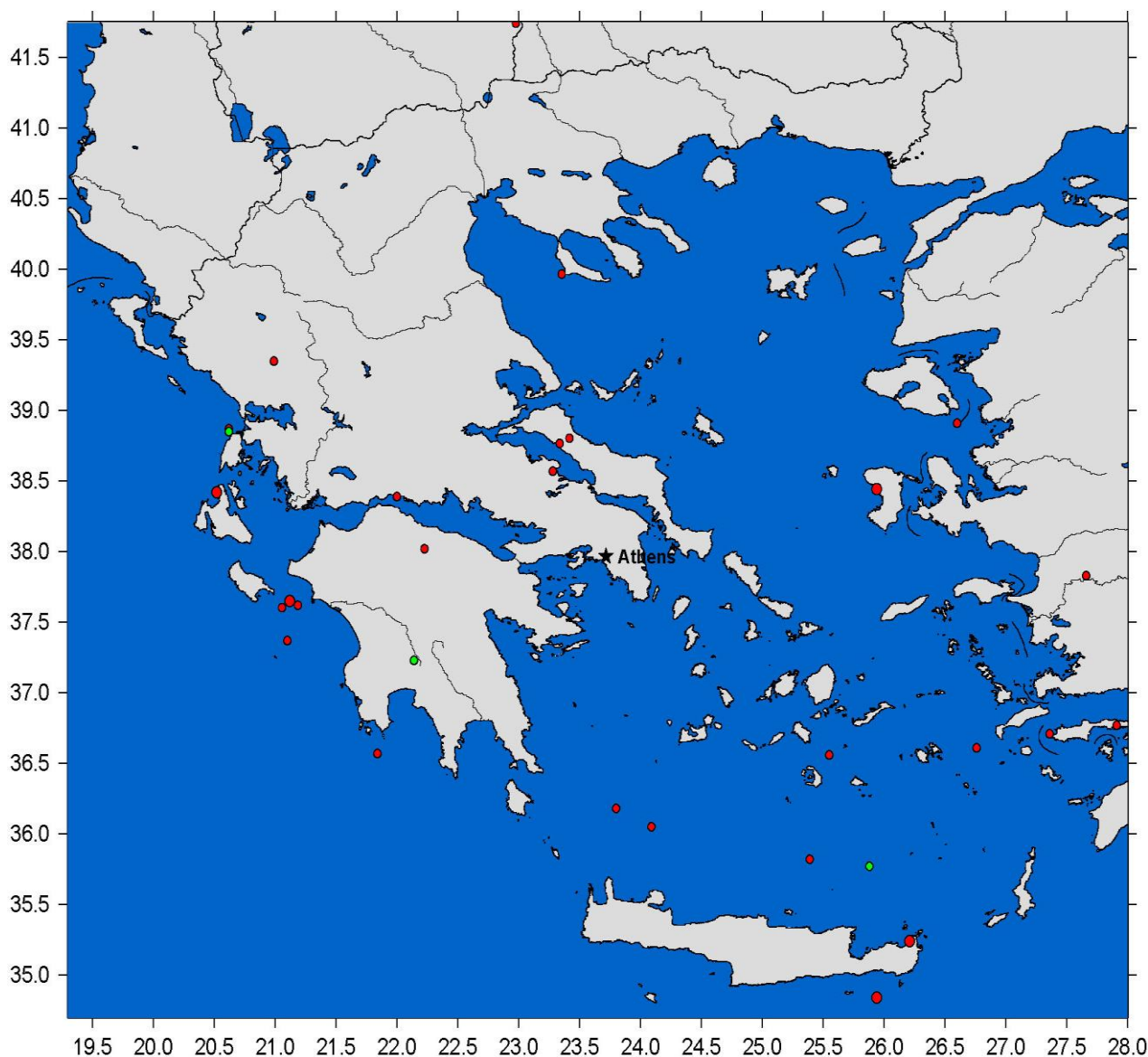


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.11. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.11 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 29 σεισμοί με μέγεθος $3 \leq M < 4$, 5 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, η σεισμική δραστηριότητα στην περιοχή της Λευκάδας είναι έντονα ασθενέστερη σε σχέση με τα προηγούμενα χρονικά διαστήματα. Γενικά, παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα σε όλο τον Ελληνικό χώρο.

ΣΤ2.12 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

15 - 21/9/2003

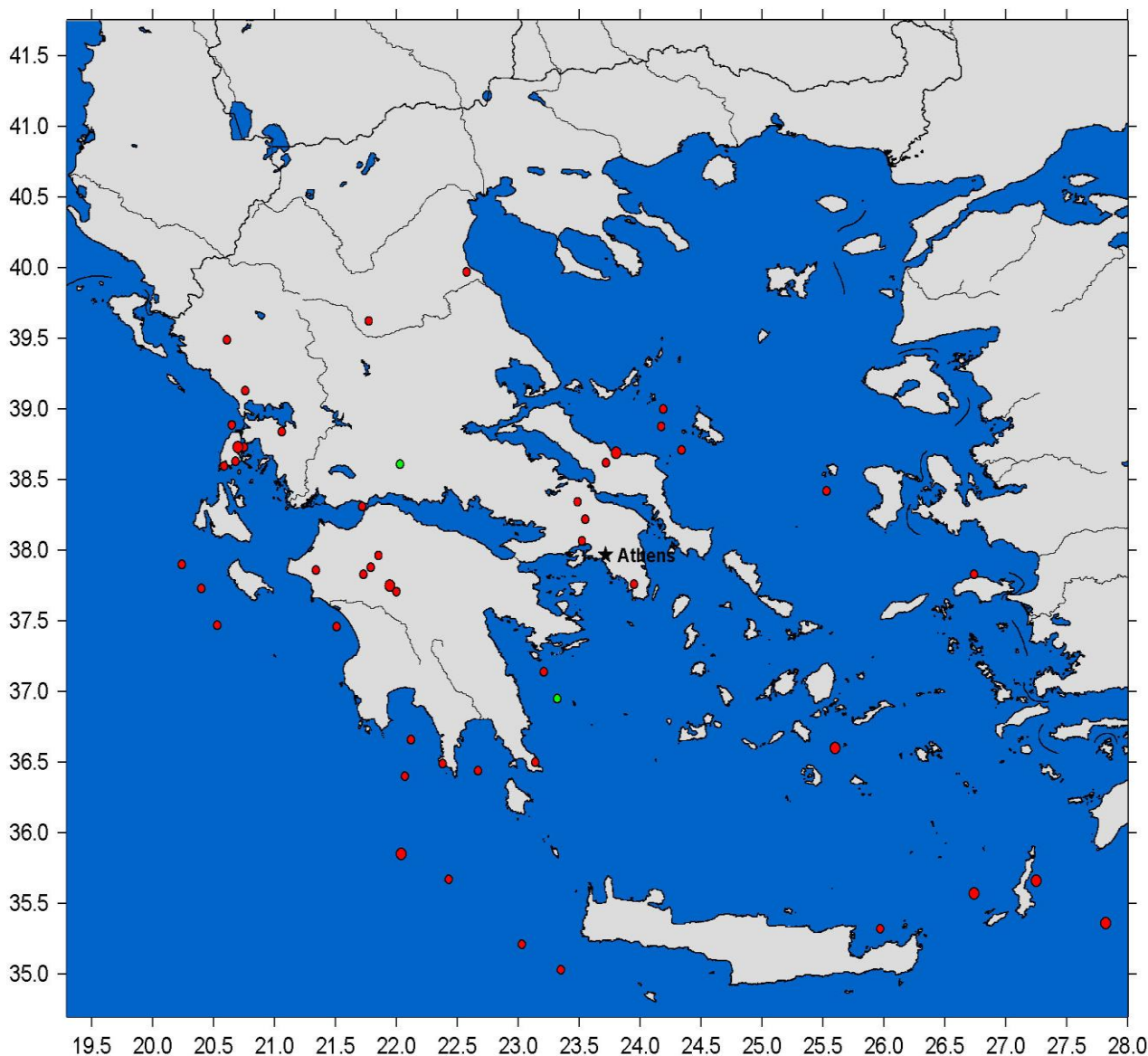


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.12. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.12 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 27 σεισμοί με μέγεθος $3 \leq M < 4$ και 5 σεισμοί $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα, διάσπαρτη, σχεδόν, σε όλο τον Ελληνικό χώρο.

ΣΤ2.13 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

22 - 30/9/2003

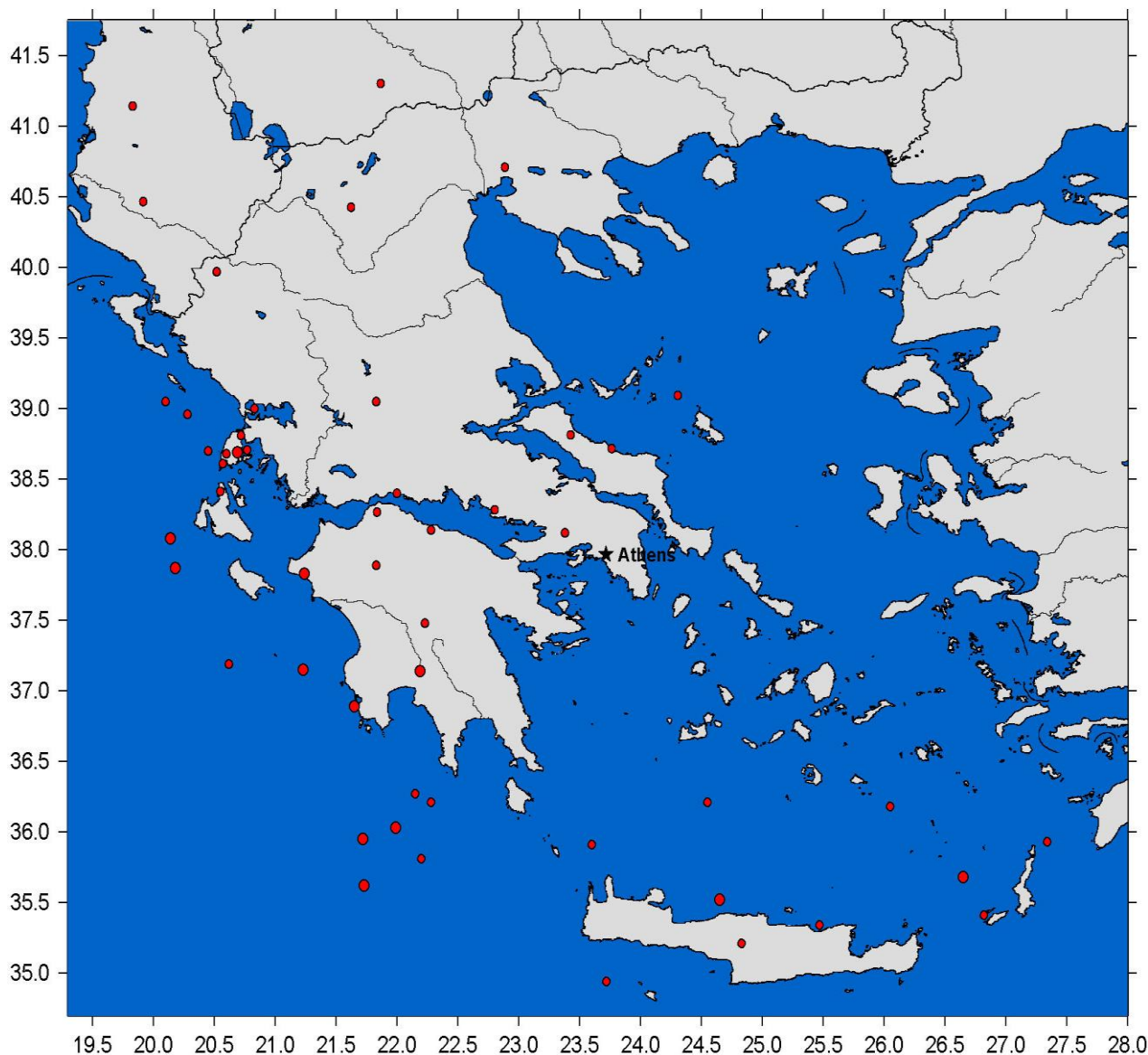


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.13. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.13 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 42 σεισμοί με μέγεθος $3 \leq M < 4$ και 9 σεισμοί με μέγεθος $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το τελευταίο 10ήμερο του Σεπτεμβρίου παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα κυρίως στις περιοχές Κυθήρων – Ιονίου Πελάγους - Β. Σποράδων.

ΣΤ2.14 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

1 - 7/10/2003



ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.14. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.14 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 40 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 14 σεισμοί με μέγεθος $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι την πρώτη εβδομάδα του Οκτώβρη παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στην περιοχή του Ιονίου Πελάγους και της ΝΔ Πελοποννήσου.

ΣΤ2.15 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

8 - 14/10/2003

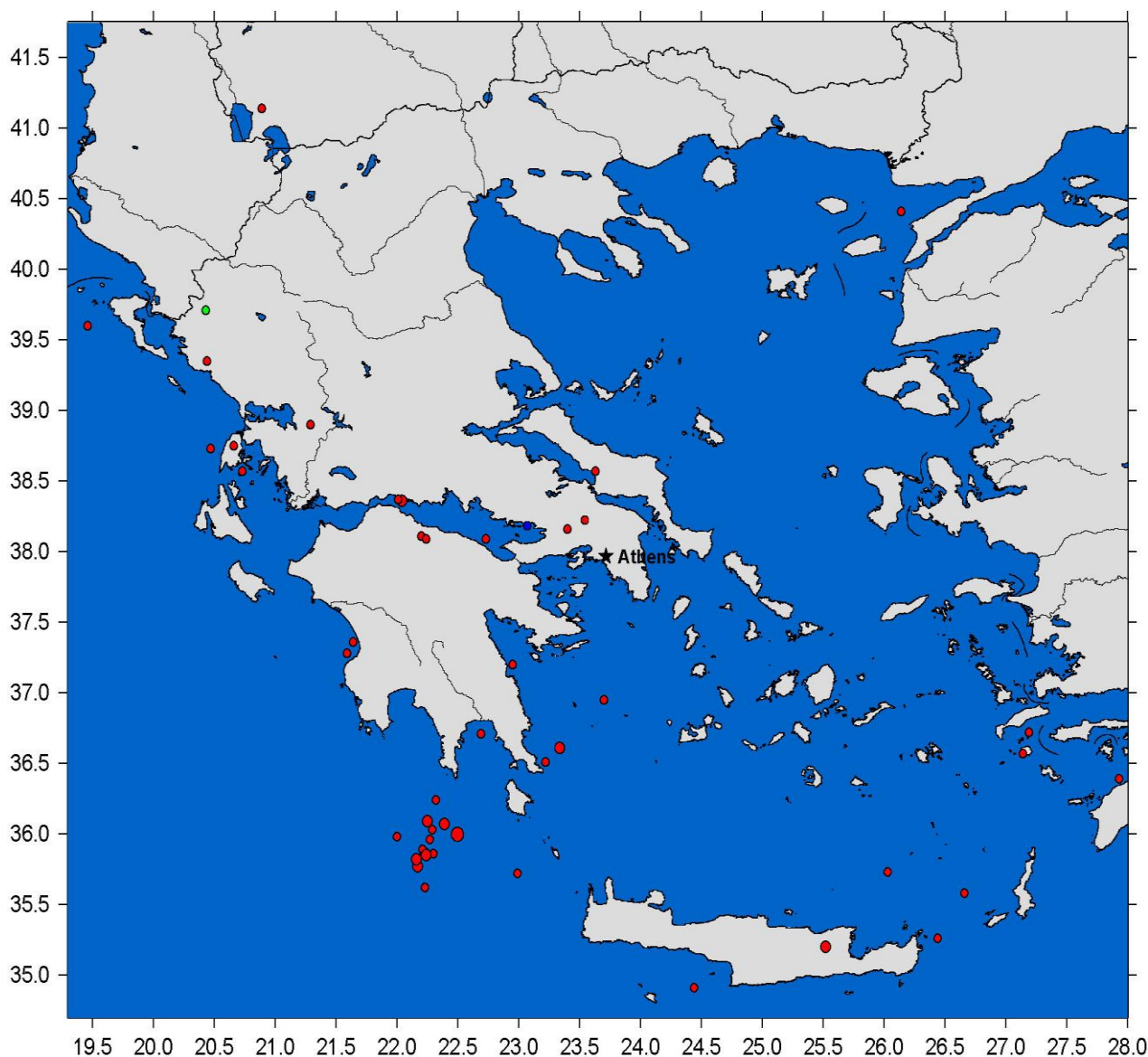


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.15. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.15 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την δεύτερη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 27 σεισμοί με μέγεθος $3 \leq M < 4$ και 6 σεισμοί με μέγεθος $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τη δεύτερη εβδομάδα του Οκτώβρη παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα κυρίως στη Δυτική Ελλάδα.

ΣΤ2.16 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

15 - 21/10/2003

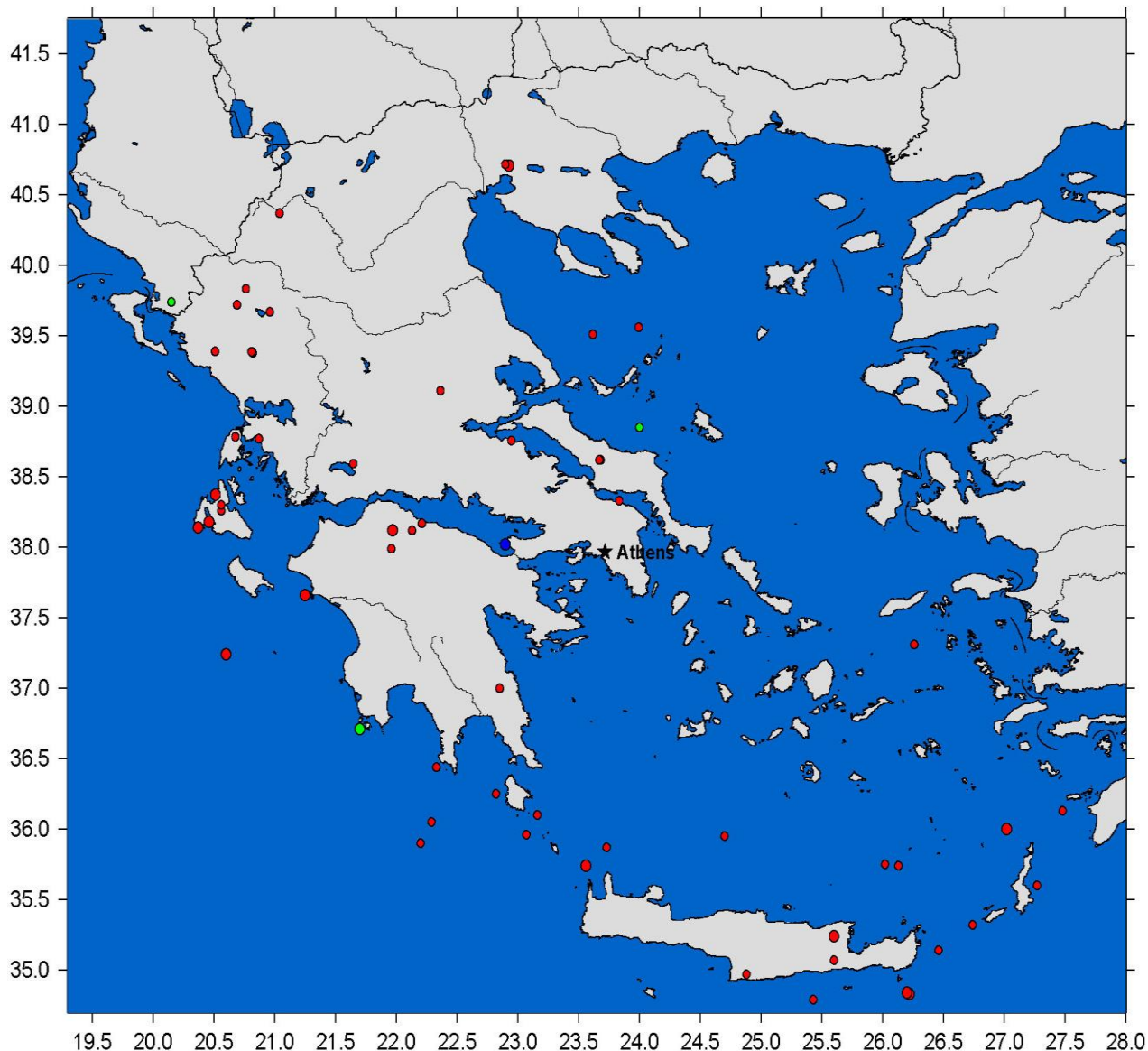


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.16. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.16 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Οκτώβρη του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 42 σεισμοί $3 \leq M < 4$ και 12 σεισμοί $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα κυρίως στο θαλάσσιο χώρο Νότια Πελοποννήσου.

**ΣΤ2.17 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ
ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003**

22 - 31/10/2003

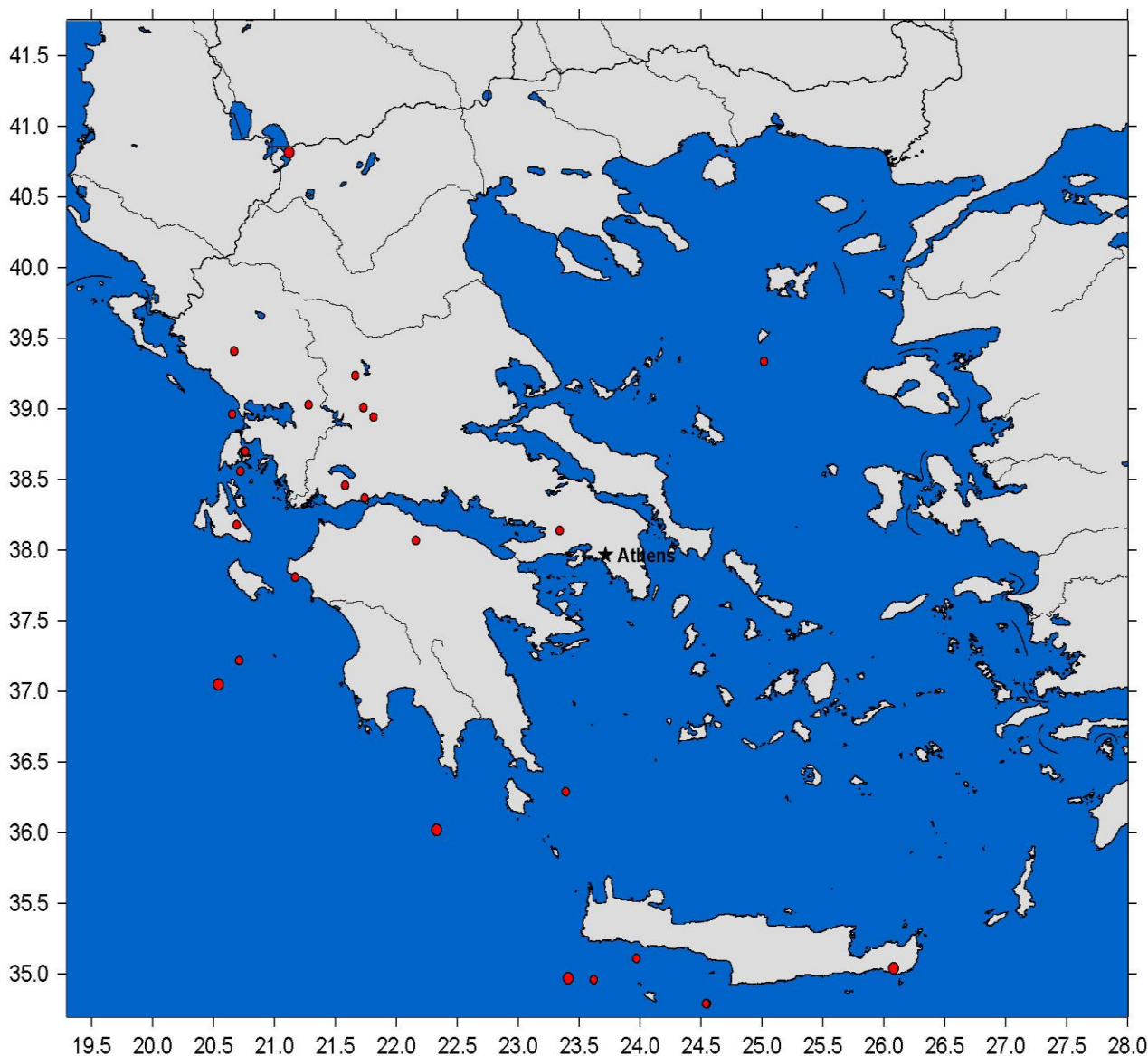


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.17. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Οκτώβρη του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.17 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Οκτώβρη του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 45 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 16 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, σε τρεις περιοχές, στο θαλάσσιο χώρο γύρω από τα Κύθηρα, στο ΝΑ Αιγαίο και στο Ιόνιο.

**ΣΤ2.18 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ
ΤΟΥ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003**

1 - 7/11/2003

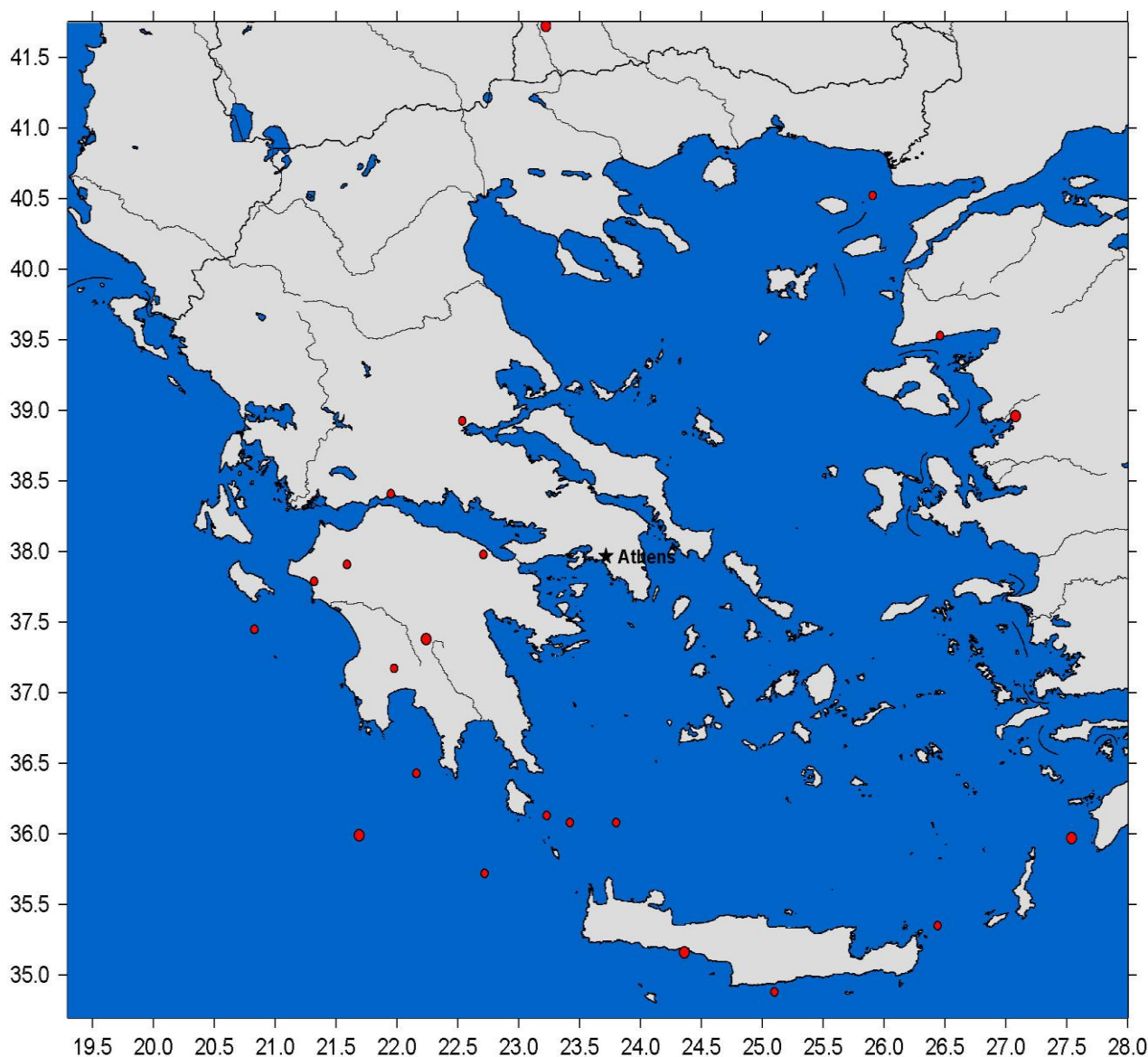


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.18. Κατανομή σεισμικότητας κατά την πρώτη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.18 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 22 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 10 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα κυρίως στη Δυτική Ελλάδα.

ΣΤ2.19 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

8 - 14/11/2003

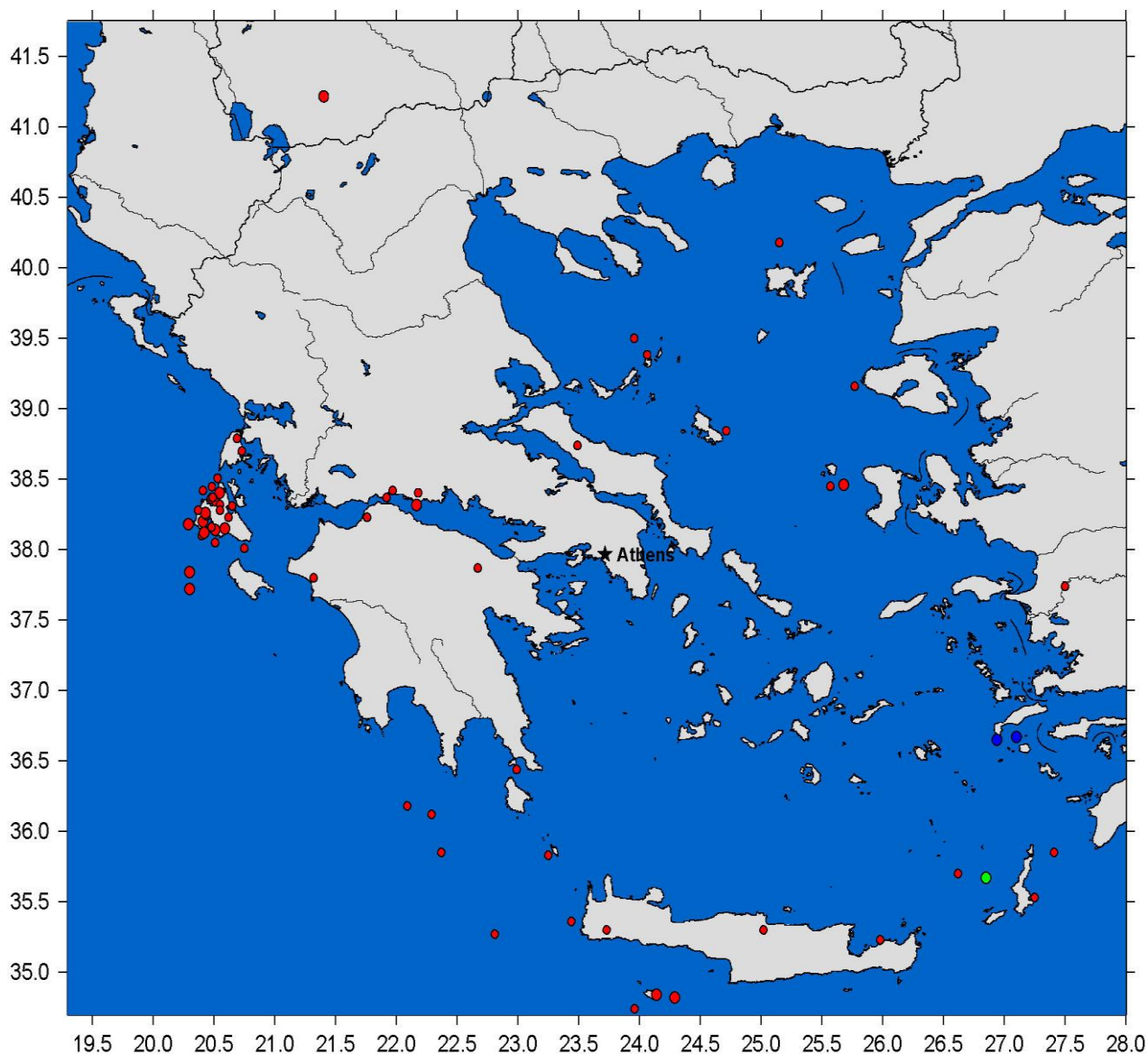


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.19. Κατανομή σεισμικότητας κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.19 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά τη δεύτερη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 17 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 9 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τη δεύτερη εβδομάδα του Νοεμβρίου παρατηρείται ασθενής σεισμική δραστηριότητα κυρίως στη Νότια Ελλάδα.

**ΣΤ2.20 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΡΙΤΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ
ΤΟΥ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003**

15 - 21/11/2003

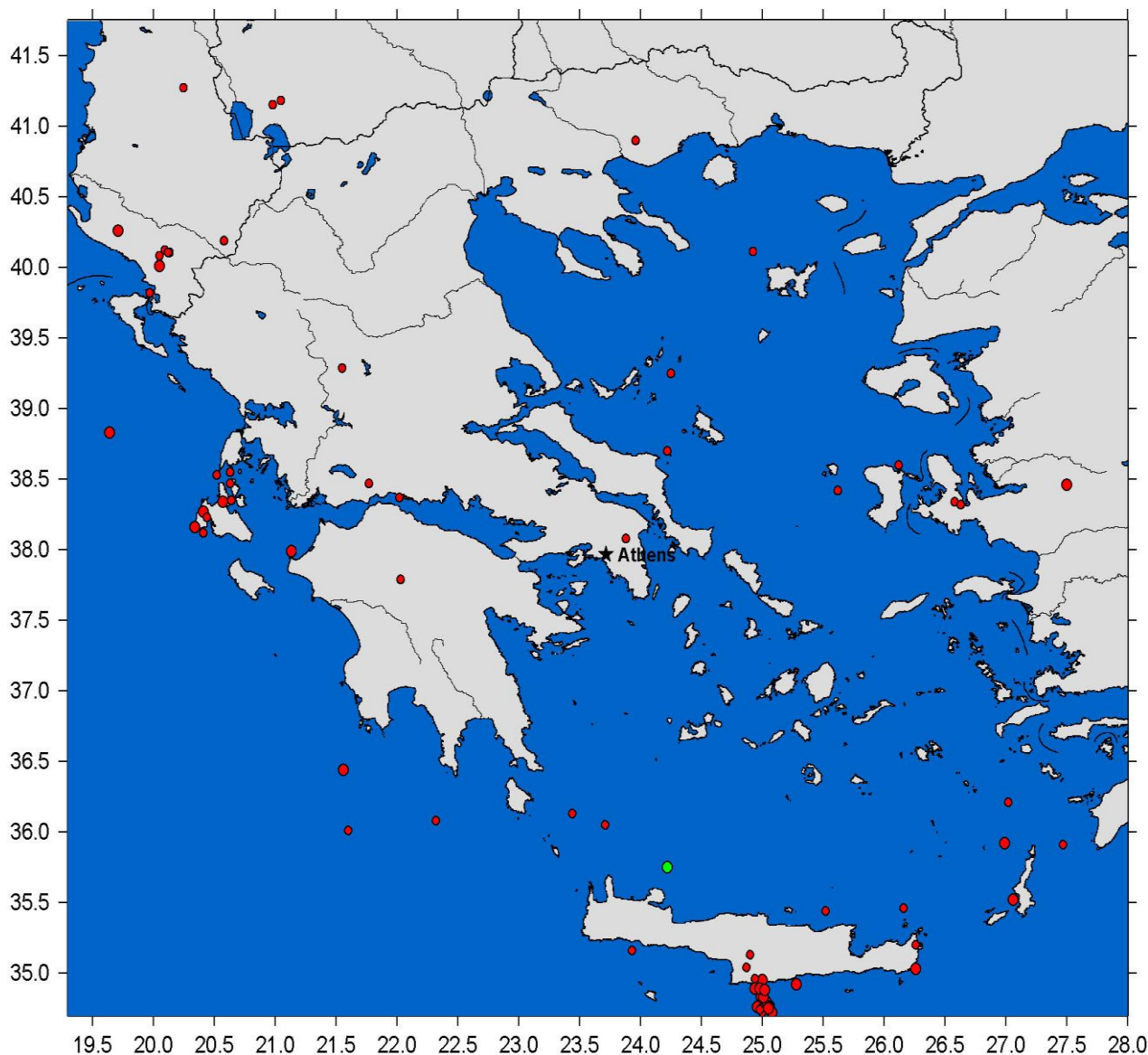


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.20. Κατανομή σεισμικότητας κατά την τρίτη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.20 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά την τρίτη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 52 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 21 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Στις 16 Νοεμβρίου έγινε σεισμός με μέγεθος $M=5.3$ ο οποίος συνοδεύτηκε από τη δική του μετασεισμική ακολουθία. Από την κατανομή αυτή παρατηρείται έντονη σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στην περιοχή της Λευκάδας.

ΣΤ2.21 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΔΕΚΑΗΜΕΡΟ ΤΟΥ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ ΤΟΥ 2003

22 - 30/11/2003

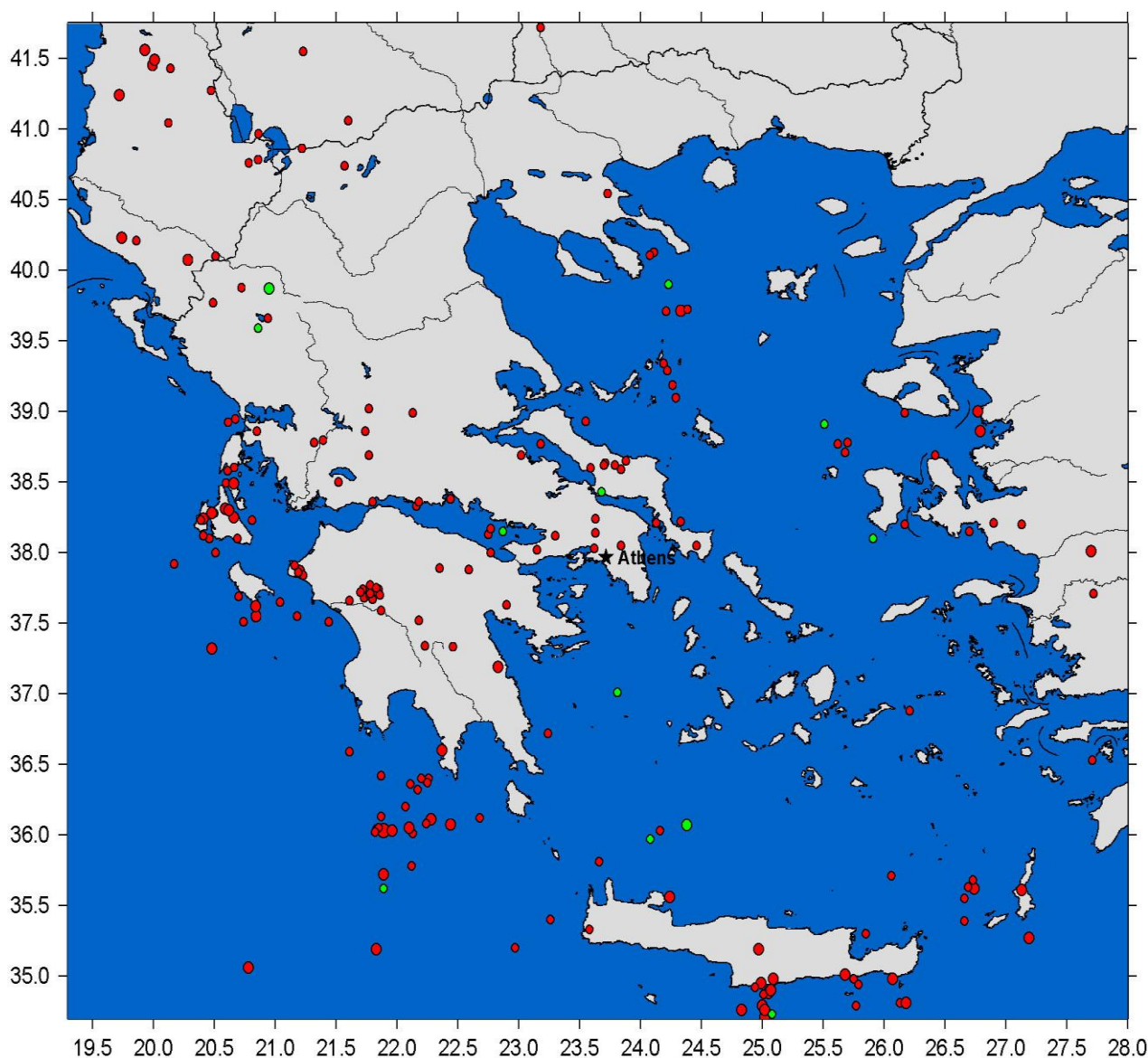


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.21. Κατανομή σεισμικότητας κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Νοεμβρίου του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.21 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το τελευταίο δεκαήμερο του Νοεμβρίου του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 52 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 33 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το τελευταίο 10ήμερο του Νοεμβρίου παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στην περιοχή νότια της Κρήτης και νότια της Λευκάδας.

ΣΤ2.22 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ ΤΟΥ 2003

December 2003

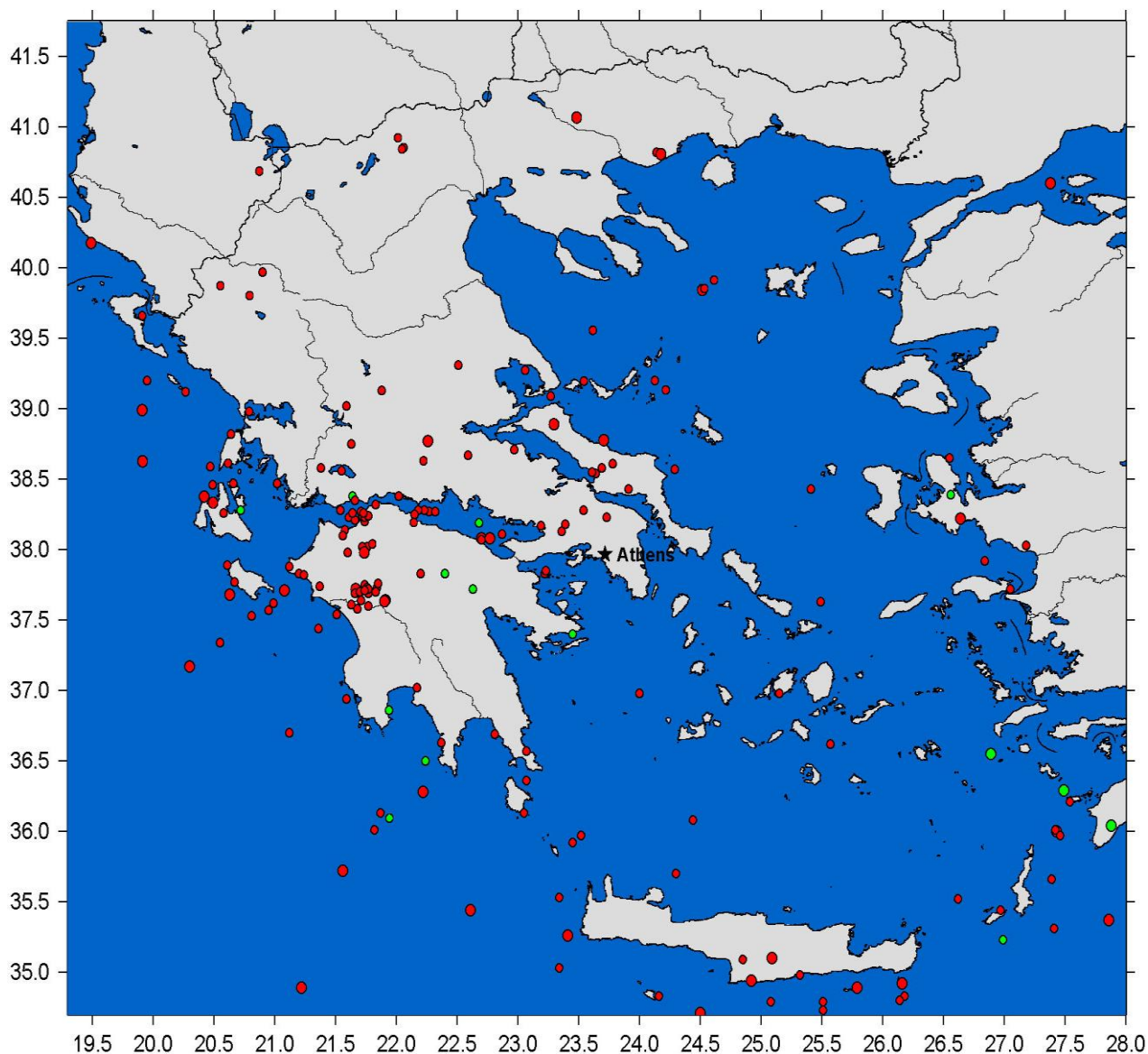


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.22. Κατανομή σεισμικότητας κατά το Δεκέμβριο του 2003.

Στο σχήμα ΣΤ.2.22 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Δεκέμβριο του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 108 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 59 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$ και ένας σεισμός μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το Δεκέμβριο του 2003 παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα διάσπαρτη, σχεδόν σε όλο τον Ελληνικό χώρο και κυρίως στις περιοχές, Ιονίου Πελάγους, των Β.Σποράδων, της Εύβοιας, του ΝΑ Αιγαίου, και του Κορινθιακού Κόλπου.

ΣΤ2.23 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2003

January 2004

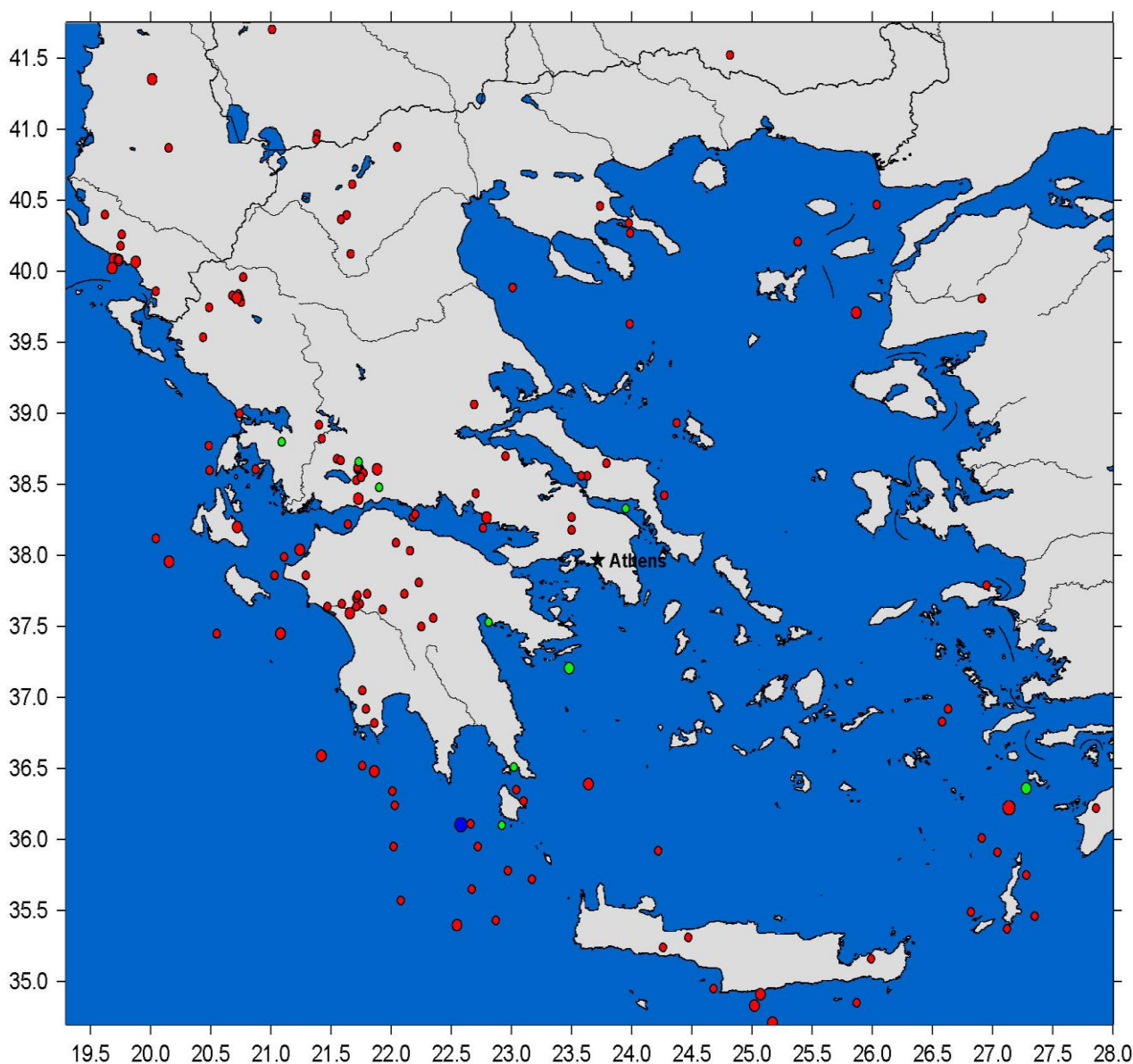


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.23. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Ιανουάριο του 2004.

Στο σχήμα ΣΤ.2.23 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Ιανουάριο του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 168 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$ και 45 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τον Ιανουάριο του 2004 παρατηρείται διάσπαρτη σεισμική δραστηριότητα σε σχεδόν ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, κυρίως όμως στη Δυτική Ελλάδα.

ΣΤ2.24 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2003

February 2004

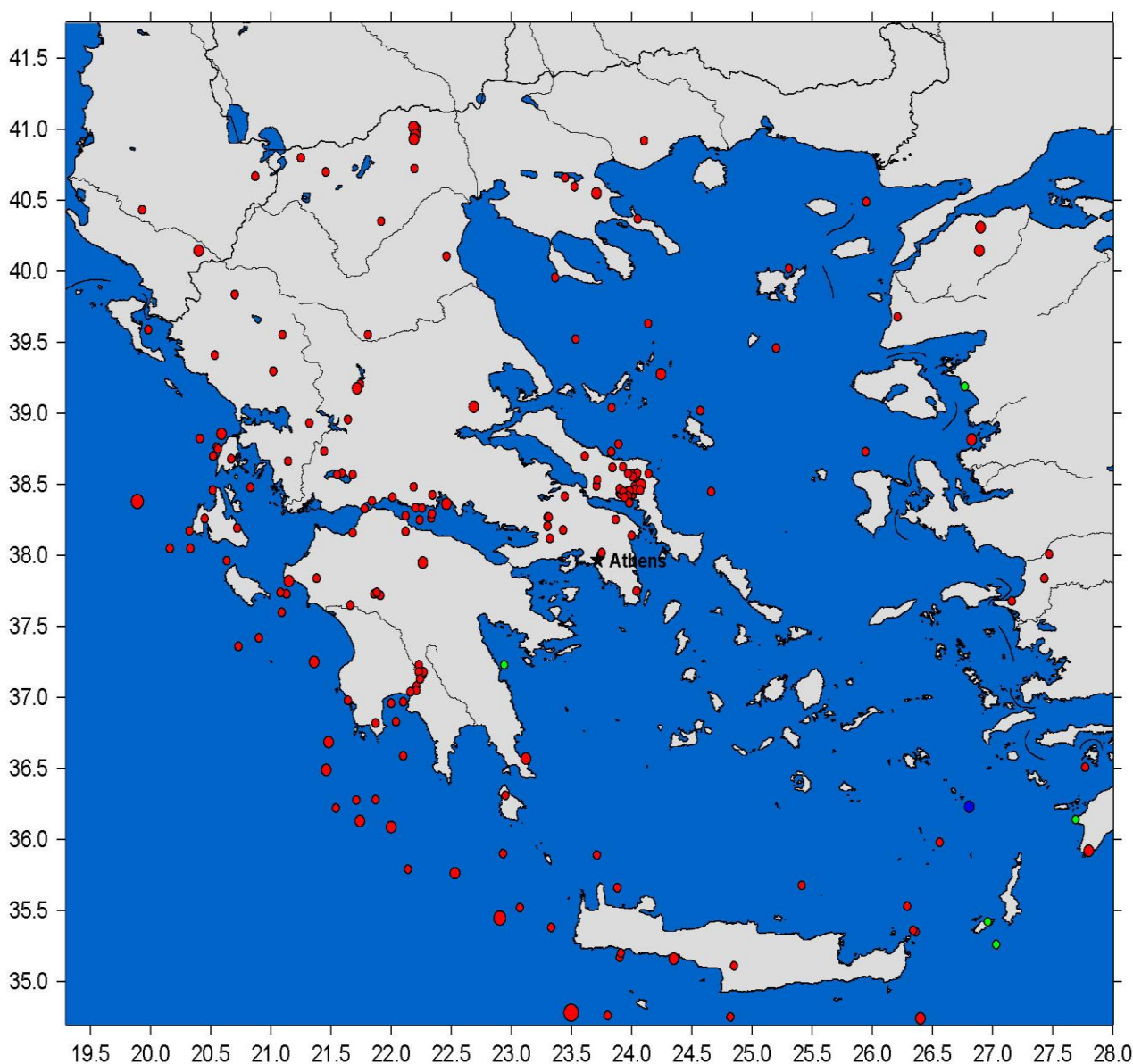


ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.24. Κατανομή σεισμικότητας κατά τον Φεβρουάριο του 2004.

Στο σχήμα ΣΤ.2.24 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Φεβρουάριο του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 133 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 37 σεισμοί $4 \leq M < 5$ και 3 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι τον Φεβρουάριο του 2004 παρατηρείται διάσπαρτη σεισμική δραστηριότητα αλλά κυρίως στην κεντρική και Δυτική Ελλάδα.

ΣΤ2.25 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2003

March 2004



ΣΧΗΜΑ ΣΤ.2.25. Κατανομή σεισμικότητας κατά το Μάρτιο του 2004.

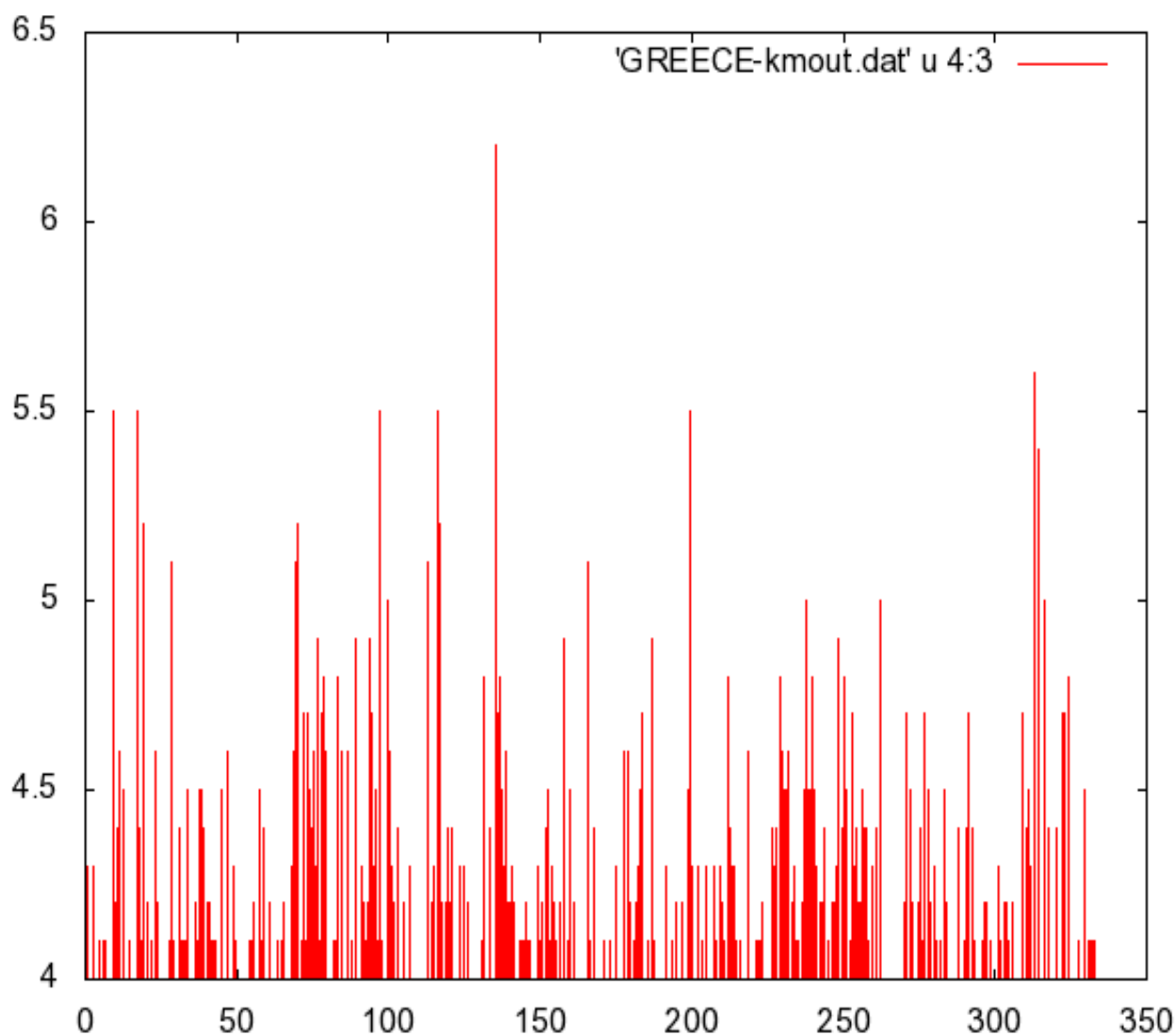
Στο σχήμα ΣΤ.2.25 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλο τον Ελληνικό χώρο κατά το μήνα Μάρτιο του 2003. Κατά το διάστημα αυτό έγιναν 179 σεισμοί μεγέθους $3 \leq M < 4$, 33 σεισμοί μεγέθους $4 \leq M < 5$, 3 σεισμοί μεγέθους $5 \leq M < 6$ και ένας σεισμός μεγέθους $M=6.3$ στο Λιβυκό Πέλαγος. Από την κατανομή αυτή φαίνεται ότι το Μάρτιο του 2004 παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα, κυρίως, στο Ιόνιο Πέλαγος, Νότια της Πελοποννήσου, στον Κορινθιακό Κόλπο και στην Κεντρική Εύβοια.



Στη συνέχεια, όπως και στην περίπτωση της Σκύρου, δημιουργήθηκαν διαγράμματα με συντεταγμένες το μέγεθος του σεισμού και τον χρόνο (μέρες). Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται η σεισμική δραστηριότητα σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, το διάστημα από τον Απρίλιο του 2001 έως και τον Φεβρουάριο του 2002 και έχουν χρησιμοποιηθεί οι σεισμοί με μέγεθος από 3 και πάνω.

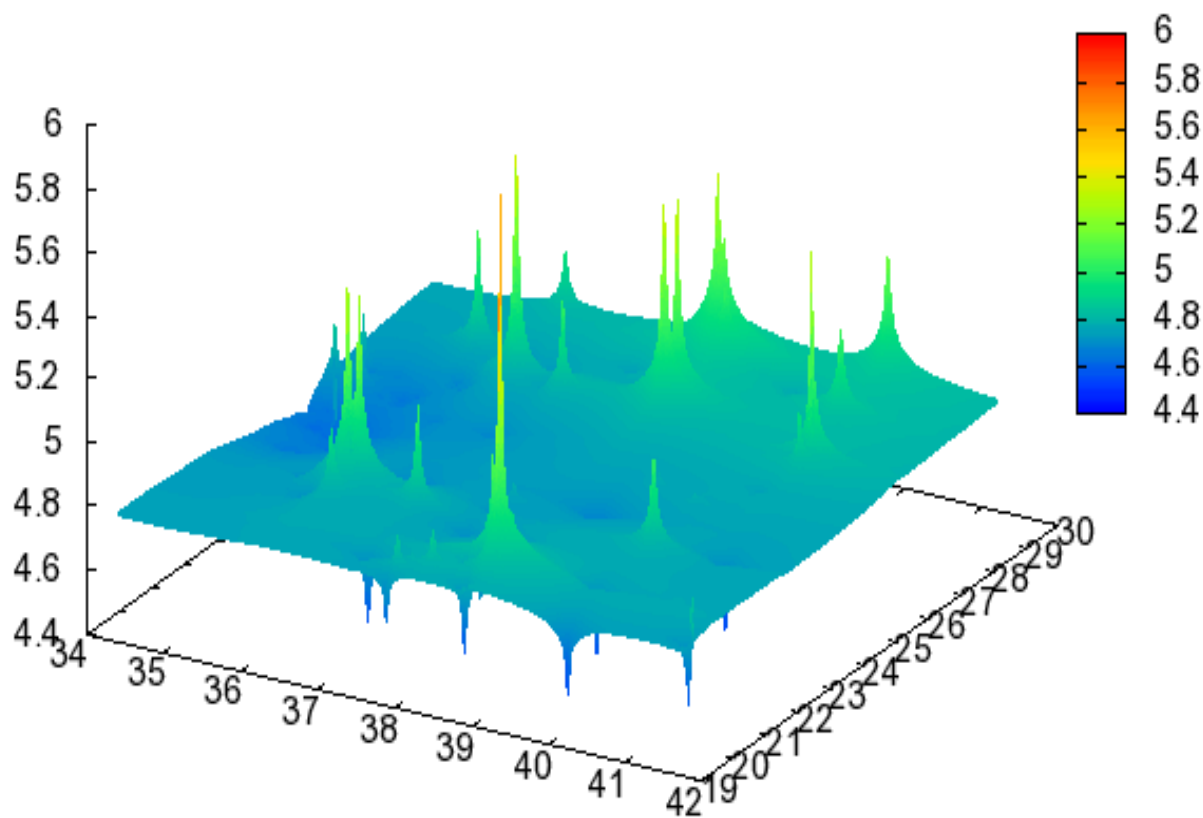
Το πρόγραμμα **FORTTRAN** που χρησιμοποιήθηκε λέγεται **quakeday4.f** και παίρνει για είσοδο το αρχείο **parfile1** για «πλοτάρισμα» **gnuplot**.

Με τη βοήθεια προγράμματος Η/Υ λήφθηκαν δεδομένα σεισμών μέσα σε ορισμένη περιοχή (ορισμός μέγιστου και ελάχιστου γεωγραφικού πλάτους και μήκους) και με μέγεθος ίσο ή μεγαλύτερο ορισμένης τιμής. Με το δείγμα αυτό των σεισμών έγιναν τα διαγράμματα των σχημάτων **(Α'.), (Β'.1), (Β'.2).**



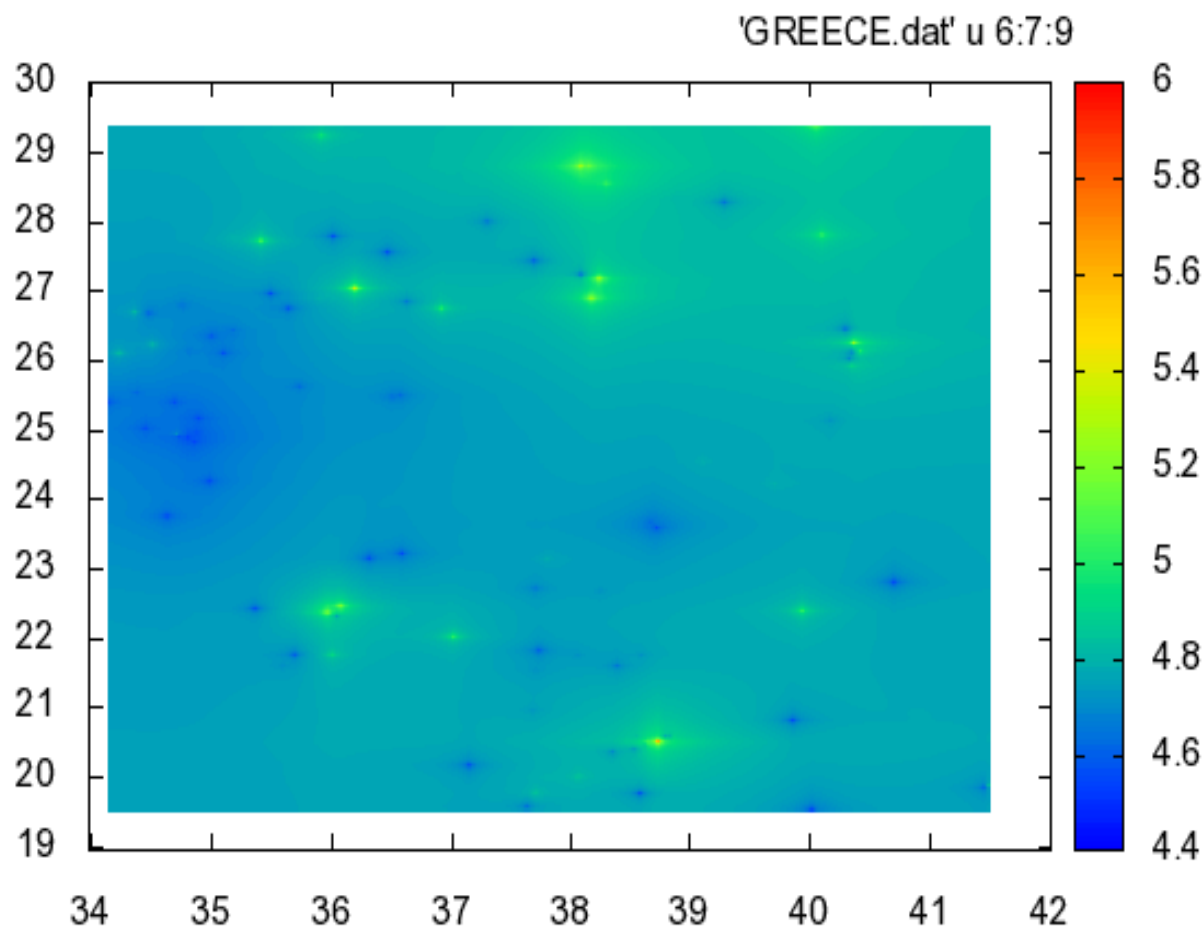
ΣΧΗΜΑ Α΄. Δυσδιάστατο διάγραμμα μεγέθους σεισμού – χρόνου (μέρες), πριν και μετά τον σεισμό της Λευκάδας, το χρονικό διάστημα από τον Απρίλιο του 2003 έως και το Μάρτιο του 2004.

'GREECE.dat' u 6:7:9



ΣΧΗΜΑ Β'.1. Τρισδιάστατο διάγραμμα μεγέθους σεισμού – χρόνου (μέρες), πριν και μετά τον σεισμό της Λευκάδας, το χρονικό διάστημα από τον Απρίλιο του 2003 έως και το Μάρτιο του 2004.

Τα 3d διαγράμματα δείχνουν τη σεισμική δραστηριότητα σε ολόκληρο το χώρο της Ελλάδας, πριν και μετά τον ισχυρό σεισμό της Λευκάδας ,από τον Απρίλιο του 2003 έως και το Μάρτιο του 2004.



ΣΧΗΜΑ Β'.2. Τρισδιάστατο διάγραμμα μεγέθους σεισμού – χρόνου (μέρες), πριν και μετά τον σεισμό της Λευκάδας, το χρονικό διάστημα από τον Απρίλιο του 2003 έως και το Μάρτιο του 2004.

Τα 3d διαγράμματα είναι τριών διαστάσεων (πλέγμα 50 επί 50 κόμβοι και πλέγμα 200 επί 200 κόμβοι), όπως και στη περίπτωση της Σκύρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ

Ζ1. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΧΑΡΤΩΝ & ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΥ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χάρτες (ΧΑΡΤΗΣ 1 έως ΧΑΡΤΗΣ 24) αλλά και τα διαγράμματα (ΣΧΗΜΑ Α, ΣΧΗΜΑ Β, ΣΧΗΜΑ Γ) που παρουσιάστηκαν παραπάνω δείχνουν τη σεισμική δραστηριότητα στον Ελληνικό χώρο, πριν και μετά το μεγάλο σεισμό της 26^{ης} Ιουλίου 2001, 00:21 πμ, στη Σκύρο.

Ο κύριος σεισμός της σεισμικής ακολουθίας της Σκύρου μεγέθους $M_w = 6.4$ έγινε στις 26 Ιουλίου 2001 με επίκεντρο στον υποθαλάσσιο χώρο του Βορείου Αιγαίου μεταξύ των νησιών Αλοννήσου (ΒΔ) και Σκύρου (ΝΑ) (39.05°B , 24.248°A) προκαλώντας υλικές καταστροφές κυρίως στη Σκύρο. Όπως προκύπτει από το μηχανισμό γένεσης του κύριου σεισμού και τη λεπτομερή μελέτη της σεισμικής ακολουθίας (Karakostas et al., 2003), η διάρρηξη έλαβε χώρα σε ένα αριστερόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης ($148^\circ/71^\circ/-1^\circ$), μήκους περίπου 24 km σε συμφωνία με γνωστές εμπειρικές σχέσεις (Parazachos et al., 2004). Η περιοχή του Β.Αιγαίου κυριαρχείται από δεξιόστροφα ρήγματα διεύθυνσης, παράταξης ΒΑ-ΝΔ, καθώς και μικρότερα κανονικά ρήγματα (Parazachos et al., 1998). Το ρήγμα που συνδέεται με τον κύριο σεισμό είναι μία μεγάλη Τεταρτογενής τεκτονική δομή στο κεντρικό Αιγαίο (Ganas et al., 2004), συζυγής στα δεξιόστροφα ρήγματα και θεωρείται ότι αποτελεί το όριο μεταξύ αυτών και των κανονικών ρηγμάτων, παράταξης Α-Δ, που κυριαρχούν στην ηπειρωτική Ελλάδα. Οι εστίες των μετασεισμών κατανέμονται σε βάθη από 5-20 km (Karakostas et al., 2003). Εύκολα μπορεί να βγει το συμπέρασμα για την σχεδόν ανύπαρκτη προ – σεισμική δραστηριότητα, σε αντίθεση με την έντονη και πλούσια μετα – σεισμική δραστηριότητα.

Μελετώντας την περιοχή της Σκύρου (χάρτες & διαγράμματα), από το τέλος του Μαρτίου του 2001 και για περίπου 11 μήνες, έως το τέλος του Φεβρουαρίου του 2002, βλέπουμε ότι :

 Πριν τον σεισμό, στην περιοχή της Σκύρου :

- Ολόκληρο τον Απρίλιο του 2001 δεν παρατηρείται καμία σεισμική δόνηση μεγέθους > 3.0 . (Χάρτης 1.)
- Το Μάιο του 2001, παρατηρείται : μόνο μία σεισμική δόνηση ΝΑ του νησιού, μεγέθους ≥ 3 και εστιακού βάθους μεταξύ 30 km και 70 km, στο χρονικό διάστημα από 04/5 έως 10/05/2001 και δύο σεισμικές δονήσεις μεγέθους ≥ 3 και εστιακού βάθους ≤ 30 km ,το χρονικό διάστημα από 25/05 έως 31/05/2001. (Χάρτης 2.)
- Τον Ιούνιο του 2001, στην περιοχή της Σκύρου παρατηρείται μόνο μία σεισμική δόνηση μεγέθους ≥ 3 και εστιακού βάθους ≤ 30 km,το χρονικό διάστημα από 08/06 έως 14/06/2001. (Χάρτης 3.)
- Τον Ιούλιο του 2001 δεν παρατηρείται καμία σεισμική δόνηση μεγέθους από 3.0 και πάνω, μέχρι και μία βδομάδα πριν τον μεγάλο σεισμό. (Χάρτες 4 & 5.)
- Το χρονικό διάστημα από 20/07 έως 25/07/2001 παρατηρούνται πέντε σεισμικές δονήσεις ΒΔ του νησιού, μεγέθους ≥ 3 και εστιακού βάθους ≤ 30 km. Ο μεγαλύτερος προσεισμός έγινε στις 21 Ιουλίου ($M=5.1$). (Χάρτης 6.)

 Την ημέρα του σεισμού 26 Ιουλίου 2001, στην περιοχή της Σκύρου :

- Έντονη σεισμική δραστηριότητα την ημέρα του μεγάλου σεισμού 26/07/2001, ΒΔ της Σκύρου. Ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε την ίδια μέρα ($M= 5,3$), κάποιες ώρες μετά, καθώς και πολλοί άλλοι σεισμοί μεγέθους ≥ 3 και με εστιακό βάθος ≤ 30 km ,και λίγοι με εστιακό βάθος μεταξύ 30 km και 70 km.

✚ Μετά τον σεισμό στις 26 Ιουλίου 2001, στην περιοχή της Σκύρου :

- Παρατηρείται έντονη σεισμική δραστηριότητα ΒΔ της Σκύρου. Πολλοί σεισμοί μεγέθους ≥ 3 και με εστιακό βάθος ≤ 30 km ,και αρκετοί με εστιακό βάθος μεταξύ 30 km και 70 km, το χρονικό διάστημα από 26/07 έως 01/08/2001.
- Τον Αύγουστο του 2001 παρατηρείται έντονη σεισμική δραστηριότητα ΒΔ της Σκύρου. Πολλοί σεισμοί μεγέθους ≥ 3 και με εστιακό βάθος ≤ 30 km και αρκετοί σεισμοί μεγέθους ≥ 3 και εστιακού βάθους μεταξύ 30 km και 70 km.
- Τον Σεπτέμβριο του 2001 η σεισμική δραστηριότητα συνεχίζεται, ωστόσο δεν είναι τόσο έντονη όσο τον προηγούμενο μήνα.
- Τον Οκτώβρη του 2001 η σεισμική δραστηριότητα συνεχίζεται με περίπου ίδια ένταση με τον Σεπτέμβριο. Αρκετοί σεισμοί μεγέθους ≥ 3 και με εστιακό βάθος ≤ 30 km ,και λιγότεροι με εστιακό βάθος μεταξύ 30 km και 70 km.
- Το Νοέμβρη του ίδιου έτους παρατηρείται σεισμική δραστηριότητα ΒΔ και όχι μόνο του νησιού. Όπως φαίνεται οι σεισμοί γίνονται όλο και λιγότεροι.
- Τον Δεκέμβριου παρατηρούνται λίγοι επιφανειακοί σεισμοί ΒΔ της Σκύρου, μεγέθους ≥ 3 & με εστιακό βάθος ≤ 30 km.
- Τον Ιανουάριο του 2001 ομοίως, παρατηρούνται λίγοι επιφανειακοί σεισμοί, κυρίως ΒΔ της Σκύρου, μεγέθους ≥ 3 .
- Τέλος, τον Φεβρουάριο του 2002 παρατηρούνται ελάχιστοι επιφανειακοί σεισμοί κυρίως ΒΔ της Σκύρου, μεγέθους ≥ 3 , με εξαίρεση την εβδομάδα από 21/02 έως 28/02/2002 : τρεις σεισμοί Ν της Σκύρου, μεγέθους ≥ 3 και με εστιακό βάθος μεταξύ 30 km & 70 km.

Η προσεισμική δραστηριότητα άρχισε πέντε ημέρες πριν τον κύριο σεισμό με 4 σεισμούς μεγέθους 3.5 – 5.1 οι οποίοι έγιναν πολύ κοντά στην εστία του επερχόμενου κύριου σεισμού, ο ισχυρότερος από τους οποίους έγινε στις 21 Ιουλίου 2001 ($M_w = 5.1$). Η μετασεισμική δραστηριότητα ήταν ιδιαίτερως έντονη με επτά σεισμούς μεγέθους $M_w \geq 5.0$ να γίνονται την πρώτη ημέρα μετά τον κύριο σεισμό. Οι ισχυρότεροι εξ αυτών με μέγεθος $M_w = 5.3$ είναι δύο και έγιναν 13 λεπτά και δύο ώρες, αντίστοιχα, μετά τον κύριο σεισμό. Οι δύο ισχυρότεροι όμως μετασεισμοί της ακολουθίας έχουν το ίδιο μέγεθος ($M_w = 5.4$) και έγιναν στις 30 Ιουλίου 2001 και στις 29 Οκτωβρίου 2001, αντίστοιχα.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΓΕΩΓΡ. ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΜΗΚΟΣ	M_w
20010726	39.054	24.267	5.3
20010726	39.118	24.198	5.0
20010726	38.965	24.342	5.2
20010726	38.901	24.373	5.3
20010726	39.011	24.273	5.1
20010726	39.057	24.271	5.1
20010726	39.139	24.179	5.1

Πίνακας 1. Οι 7 ισχυρότεροι μετασεισμοί που έγιναν την ίδια ημέρα με τον κύριο σεισμό.(Karakostas et al.2003).

Οι μετασεισμοί κατανέμονται χωρικά σε τρεις ομάδες. Η πρώτη αναπτύσσεται ΝΑ του επικέντρου του κύριου σεισμού κατά μήκος μίας μετασεισμικής ζώνης ΒΔ- ΝΑ παράταξης (περίπου 150°), η δεύτερη αναπτύσσεται ΒΔ του επικέντρου, κατά μήκος επίσης μίας μετασεισμικής ζώνης παράταξης ΒΔ- ΝΑ (περίπου 120°), και μία ΔΝΔ του κύριου σεισμού με ανάπτυξη ΑΒΑ- ΔΝΔ. Οι μετασεισμοί της πρώτης ομάδας συνδέονται με το ρήγμα που προκάλεσε την κύρια διάρρηξη, ενώ οι μετασεισμοί των δύο άλλων ομάδων γίνονται σε γειτονικά ρήγματα (Karakostas et al., 2003).

Η κατανομή αυτή αποτελεί ένδειξη ενεργοποίησης γειτονικών δομών οι οποίες επηρεάζονται από τη γένεση του κύριου σεισμού. Από τη συγκεκριμένη κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών και από το γεγονός ότι υλικές καταστροφές υπέστη μόνο η Σκύρος και όχι η Αλόννησος συμπεραίνεται ότι η διάδοση της διάρρηξης είναι μονοκατευθυντική προς τα ΝΑ (Karakostas et al., 2003). Επιπροσθέτως, η συγκεκριμένη χωρική κατανομή των μετασεισμών της πρώτης ομάδας καθορίζει ένα ρήγμα μήκους περίπου 24 km που βρίσκεται σε πολύ καλή αντιστοιχία με το μέγεθος του κύριου σεισμού, $M_w = 6.4$ (Papazachos et al., 2004; Wells and Coppersmith, 1994).

Απ' ότι βλέπουμε, η σεισμική δραστηριότητα πριν το μεγάλο σεισμό, εντοπίζεται κυρίως στο θαλάσσιο χώρο ΒΔ της Σκύρου και παρουσιάζει κυρίως επιφανειακούς σεισμούς (> 30 km) και ελάχιστους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους (30 km – 70 km).

Ύστερα από το μεγάλο σεισμό δημιουργείται σεισμικός όγκος εντός του οποίου έχουμε τους μετασεισμούς. Τις πρώτες ώρες ύστερα από το μεγάλο σεισμό έχουμε έντονη φάση μετασεισμικής δραστηριότητας από τον Ιούλιο μέχρι και τον Φεβρουάριο, αφού καταγράφηκαν πάρα πολλοί μετασεισμοί. Αυτό είχε αποτέλεσμα τη σταδιακή εκτόνωση της ενέργειας μέχρι να επανέλθει η περιοχή στα κανονικά της επίπεδα.

Οι καταγραφές των σεισμολογικών σταθμών του εθνικού μόνιμου σεισμολογικού δικτύου ήταν επαρκείς για να καθοριστεί με ακρίβεια οι παράμετροι της σεισμικής ακολουθίας της Σκύρου.

Ο Σεισμολογικός Σταθμός που βρίσκεται στο νησί της Αλοννήσου (39.170 N - 23,880 E) είναι ο πλησιέστερος ,σε απόσταση περίπου 30 χλμ από το κύριο επίκεντρο της δόνησης, συμβάλλοντας σημαντικά στην ακριβή εκτίμηση των εστιακών παραμέτρων και ιδιαίτερα του εστιακού βάθους.

Έντονη μετασεισμική δραστηριότητα ακολούθησε τον κύριο σεισμό, με τέσσερις σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου του 5.0 ως την 30η Ιουλίου 2001.

Οι ζημιές που προκλήθηκαν ήταν σοβαρές στην Σκύρο και αμελητέες στην Αλόνησο, ενώ και οι δύο περιοχές βρίσκονται σε σχεδόν ίσες αποστάσεις από το επίκεντρο της κύριας δόνησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ρήξη ήταν μονομερής, ξεκινώντας από τον κύριο σεισμό και διαδίδεται προς τα νοτιοανατολικά.

Η σεισμική ακολουθία της Σκύρου εκθέτει την πολυπλοκότητα της σημερινής τεκτονικής στο Βόρειο Αιγαίο, η οποία χαρακτηρίζεται ,ως επί το πλείστον από δεξιόστροφη κίνηση οριζόντιας ολίσθησης με διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ και ,σε μικρότερο βαθμό από κανονικά ρήγματα με διεύθυνση Α - Δ (Parazachos et al., 1998).

Ο εφελκυσμός που επικρατεί στην περιοχή πίσω από το τόξο του Αιγαίου είναι η κίνηση «κλειδί» που οδηγεί σε δεξιόστροφες κινήσεις ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ και σε αριστερόστροφες κινήσεις ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ.

Η ερμηνεία αυτή στηρίζεται στην παραδοχή ότι τα ρήγματα που καταλαμβάνουν τη δυτική ακτή του Αιγαίου είναι κάθετα προς τα δεξιόστροφα ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και είναι το σύνορο μεταξύ αυτών και των Α - Δ κανονικών ρηγμάτων της ηπειρωτικής Ελλάδας.

22. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΧΑΡΤΩΝ & ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χάρτες (ΧΑΡΤΗΣ 25 έως ΧΑΡΤΗΣ 49) αλλά και τα διαγράμματα (ΣΧΗΜΑ Α', ΣΧΗΜΑ Β'.1, ΣΧΗΜΑ Β'.2) που παρουσιάστηκαν παραπάνω απεικονίζουν τη σεισμική δραστηριότητα στον Ελληνικό χώρο, πριν και μετά το μεγάλο σεισμό της 14ης Αυγούστου 2003, 05:14 πμ, στη Λευκάδα.

Έντονη μετασεισμική δραστηριότητα ακολούθησε τον κύριο σεισμό με το μήκος της μετασεισμικής ζώνης να φτάνει μέχρι και τα 60 km και να εκτείνεται κατά μήκος των ΒΔ ακτών της Λευκάδας μέχρι τις ΒΔ ακτές της Κεφαλονιάς (Καρακώστας, 2008). Το μήκος αυτό της μετασεισμικής ζώνης είναι πολύ μεγαλύτερο από τις αναμενόμενες διαστάσεις του σειсмоγόνου χώρου ενός

σεισμού με μέγεθος $M_w = 6.2$. Σύμφωνα με τον Καρακώστα και τους συνεργάτες του (2004) το γεγονός αυτό ερμηνεύεται από την ενεργοποίηση γειτονικών τεκτονικών δομών λόγω των μεταβολών των τάσεων Coulomb οι οποίες οφείλονται στην κύρια διάρρηξη. Αντίθετα άλλοι επιστήμονες (Benetatos et al., 2005,2007; Zahradnik et al., 2005) υποστηρίζουν ότι η μετασεισμική ζώνη επεκτάθηκε τόσο πολύ σε μήκος λόγω της διαδοχικής γένεσης τριών ισχυρών σεισμών με τα επίκεντρά τους να μετατοπίζονται από βορρά προς νότο.

Η κύρια ομάδα των μετασεισμών συγκεντρώνεται στο ΒΔ τμήμα του νησιού. Η επιμήκης ανάπτυξη της κύριας αυτής μετασεισμικής ζώνης συμπίπτει με την παράταξη του επιπέδου του ρήγματος (ΒΑ - ΝΔ) και το μήκος της είναι περίπου 15 km, το οποίο συμφωνεί με το αναμενόμενο μήκος της διάρρηξης σε σχέση με το μέγεθος του κύριου σεισμού (20.5 και 18.5 km όπως προκύπτει από τις σχέσεις που προτάθηκαν από τους Papazachos και συνεργάτες (2004) και Wells και Coppersmith (1994). Το επίκεντρο του κύριου σεισμού τοποθετείται στο βόρειο άκρο της συγκεκριμένης ομάδας μετασεισμών και επομένως συμπεραίνεται ότι πρόκειται για μονοκατευθυντική διάρρηξη (Καρακώστας, 2008). Βορειότερα αυτής εμφανίζεται μία μικρή ομάδα μετασεισμών σαφώς διαχωρισμένη. Νότια της κύριας ομάδας αναπτύσσεται μία μικρότερων διαστάσεων ομάδα μετασεισμών παρόμοιας διεύθυνσης (Καρακώστας, 2008). Επίσης από το ΝΔ άκρο της Λευκάδας και μέχρι τις ΒΔ ακτές της Κεφαλονιάς εμφανίζεται μία ομοιόμορφη χωρικά, μετασεισμική δραστηριότητα, η διεύθυνση της οποίας μεταβάλλεται σε σχέση με τις προηγούμενες ομάδες αφού στρέφεται με μεγαλύτερη γωνία προς τα ανατολικά (Καρακώστας, 2008). Τέλος αναπτύσσονται και δυο μικρότερων διαστάσεων ομάδες μετασεισμών. Η πρώτη με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ, αρχίζει από το επίκεντρο του κύριου σεισμού και φτάνει περίπου μέχρι το κεντρικό τμήμα της βόρειας Λευκάδας. Από τη θέση αυτή και με διεύθυνση προς τα ΝΔ αναπτύσσεται η δεύτερη ομάδα μετασεισμών η οποία φτάνει μέχρι το νοτιότερο άκρο της κύριας ομάδας μετασεισμών της ακολουθίας (Καρακώστας, 2008).

Τα εστιακά βάθη των μετασεισμών της κύριας ομάδας βρίσκονται μεταξύ 3 - 12 km ενώ τα αντίστοιχα βάθη της γειτονικής ζώνης μετασεισμών, νοτιότερα της κύριας, είναι πιο επιφανειακά και βρίσκονται μεταξύ 3 - 7 km, με βαθμιαία αύξηση αυτών από τα νότια προς τα βόρεια, όπως προκύπτει από τομή παράλληλη στην ανάπτυξη των δύο μετασεισμικών ζωνών (Καρακώστας, 2008).

Αμέσως μετά τη γένεση του κύριου σεισμού εγκαταστάθηκε και λειτούργησε στην περιοχή δίκτυο επτά ψηφιακών σειсмоγράφων αποτελούμενο από πέντε σεισμόμετρα ευρέως φάσματος (30 sec) και δύο βραχείας περιόδου (1 Hz) τριών συνιστωσών (Karakostas et al., 2004). Η κατανομή των επικέντρων της μετασεισμικής ακολουθίας μέχρι τις 21 Αυγούστου 2003 με βάση τις καταγραφές στο δίκτυο αυτό και σε ένα μόνιμο σεισμολογικό σταθμό που λειτουργεί στη Λευκάδα, έδειξε μια BBA–NNA ζώνη σε συμφωνία με τη διεύθυνση του ενός εκ των δύο επιπέδων του μηχανισμού γένεσης του σεισμού ο οποίος προτάθηκε από το Harvard ($\phi=180^\circ$, $\theta=60^\circ$, $\lambda=175^\circ$), το οποίο θεωρήθηκε ως το επίπεδο του ρήγματος από τους προαναφερόμενους ερευνητές.

Η μετασεισμική ζώνη στο σύνολό της καταλαμβάνει μια περιοχή μήκους περίπου 60 km από τα βόρεια της Λευκάδας μέχρι τις βορειοδυτικές ακτές της Κεφαλονιάς που είναι πολύ μεγαλύτερη από τις διαστάσεις του σεισμογόνου χώρου ενός σεισμού με μέγεθος $M=6.2$ (Wells and Coppersmith, 1994; Papazachos et al., 2004). Η κατανομή αυτή ερμηνεύθηκε από τους Karakostas et al., (2004) ως αποτέλεσμα διέγερσης της σεισμικότητας στην ευρύτερη περιοχή που οφείλεται στη γένεση του κύριου σεισμού στη Λευκάδα και στην κατανομή των τάσεων Coulomb που αυτός προκάλεσε, ερμηνεία με την οποία συμφωνούν και οι Papadopoulos et al., (2003). Διαφορετική ερμηνεία έχει δοθεί από τους Benetatos et al., (2005, 2007) και Zahradnik et al., (2005) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η κύρια διάρρηξη επεκτάθηκε σε ολόκληρη τη μετασεισμική ζώνη με τη διαδοχική γένεση τριών επί μέρους σεισμών από το βόρειο προς το νότιο τμήμα.

Η χωρική κατανομή των επικέντρων της μετασεισμικής ακολουθίας είναι παρόμοια με αυτή της πρώτης εβδομάδας από τη γένεση του κύριου σεισμού

(Karakostas et al., 2004) δείχνοντας ότι δεν υπήρξε δραστηριοποίηση νέων ρηγμάτων στο επόμενο χρονικό διάστημα.

Στο θαλάσσιο χώρο βόρεια της Λευκάδας υπάρχει μια συγκέντρωση μετασεισμών η οποία διακρίνεται σαφώς από την κύρια ομάδα των μετασεισμών που καλύπτει το βορειοδυτικό τμήμα του νησιού. Σε μικρή απόσταση από την κύρια ομάδα των μετασεισμών και νότια αυτής ακολουθεί μια μικρότερων διαστάσεων συγκέντρωση επικέντρων σαφώς οριοθετημένη. Από το θαλάσσιο χώρο στο νοτιοδυτικό άκρο της Λευκάδας αρχίζει μια δραστηριότητα η οποία κατανέμεται περίπου ομοιόμορφα και φθάνει μέχρι τις βορειοδυτικές ακτές της Κεφαλονιάς. Η σεισμική δραστηριότητα στο χώρο της Λευκάδας ακολουθεί τη γενική διεύθυνση των δυτικών ακτογραμμών, ενώ παρατηρείται μια μεταβολή της διεύθυνσης της μετασεισμικής ζώνης που βρίσκεται στο θαλάσσιο χώρο νότια της Λευκάδας προς τα νοτιοδυτικά. Με τον τρόπο αυτό οριοθετούνται τα δύο τμήματα της ρηξιγενούς ζώνης, της Λευκάδας προς τα βόρεια και της Κεφαλονιάς προς τα νότια.

Η σεισμική δραστηριότητα τις πρώτες ώρες μετά την εκδήλωση του κύριου σεισμού περιορίζεται στο βόρειο τμήμα και επεκτάθηκε νότια από το γεωγραφικό πλάτος των 38.6ο Β μετά από 12 ή περισσότερες. Στο νότιο τμήμα, τρεις περίπου μήνες μετά τη γένεση του κύριου σεισμού έγινε σεισμός με μέγεθος $M=5.3$ ο οποίος συνοδεύτηκε από τη δική του μετασεισμική ακολουθία.

Την κύρια δόνηση ακολούθησαν 17 μετασεισμοί με μέγεθος $ML=4.0 - 5.4$ μέχρι τις 31 Αυγούστου και 324 σεισμικά γεγονότα μικρότερου μεγέθους. Ο μεγαλύτερος μετασεισμός ($M_s=5.7$) σημειώθηκε το απόγευμα της ίδιας ημέρας λίγες ώρες μετά τον κύριο σεισμό.

Η μειωμένη σεισμικότητα των πρώτων ημερών μετά τον κύριο σεισμό είναι πιθανό να οφείλεται στην ανεπαρκή καταγραφή του συνόλου των μετασεισμών που έγιναν σε αυτό το διάστημα εξαιτίας της μικρής πυκνότητας του δικτύου των σεισμολογικών σταθμών στην περιοχή πριν την εγκατάσταση του τοπικού δικτύου.

Τις πρώτες 25 περίπου ημέρες η σεισμική δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα έντονη τόσο στο βόρειο τμήμα της όσο και στην περιοχή που επεκτάθηκε

προς τα νότια. Στη συνέχεια η μετασεισμική δραστηριότητα περιορίζεται αισθητά μέχρι τις 16 Νοεμβρίου 2003 όπου στο νοτιότερο τμήμα της μετασεισμικής περιοχής έγινε σεισμός με μέγεθος $M=5.3$ ο οποίος συνοδεύτηκε από τη δική του μετασεισμική ακολουθία. Στο βόρειο τμήμα δεν παρατηρήθηκε κάποια νέα έξαρση της σεισμικής δραστηριότητας.

Αυτή η χωροχρονική εξέλιξη βρίσκεται σε συμφωνία με την ερμηνεία που έχει δοθεί από τους Karakostas et al., (2004) οι οποίοι μελέτησαν την κατανομή της μεταβολής των τάσεων Coulomb που προκάλεσε ο κύριος σεισμός στη γύρω περιοχή. Ο κύριος σεισμός συνδέεται με τη διάρρηξη μήκους περίπου 15 km στο βόρειο τμήμα της μετασεισμικής ζώνης. Κατά τη διεύθυνση της διάρρηξης και σε χώρους με θετική μεταβολή της τάσης προκλήθηκε διέγερση της σεισμικής δραστηριότητας με σημαντικότερη τη γένεση του σεισμού μεγέθους $M=5.3$ στις 11 Νοεμβρίου 2003.

Η αναγνώριση ότι ο χώρος αυτός αποτελεί περιοχή αυξημένης σεισμικής επικινδυνότητας ενισχύεται και από τη γένεση του ισχυρού σεισμού με μέγεθος $M=5.7$ στις 25 Μαρτίου 2007 κοντά στις βορειοδυτικές ακτές της Κεφαλονιάς, ο οποίος συνοδεύτηκε από έντονη μετασεισμική δραστηριότητα. Σε χώρο θετικών μεταβολών των τάσεων Coulomb βρίσκεται και μια μικρή ομάδα σεισμών βόρεια από τη Λευκάδα.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Benetatos, C., A. Kiratzi, Z. Roumelioti, G. Stavrakakis, G. Drakatos and I. Latoussakis (2005), The 14 August 2003 Lefkada Island (Greece) earthquake: Focal mechanisms of the mainshock and of the aftershock sequence, *J. Seismology*, 9, 171-190.
- Karakaisis, G. F., B. G. Karakostas, E. E. Papadimitriou and B. C. Papazachos (1984), Properties of the 1979 Monte Negro (southwest Yugoslavia) seismic sequence, *Pure Appl. Geophys.*, 122, 25-35.
- Karakaisis. G. F., E. E. Papadimitriou and P. E. Comninakis (1985), Time and magnitude distribution of the January – May 1983 seismic sequence in the Cephalonia island of Ionian Sea, *Sci. Ann. Fac. Phys. Math.*, pp 12.
- Karakostas, V. G., (2008). Relocation of aftershocks of the 2003 Lefkada sequence: Seismotectonic implications Proc. 3rd Hellenic Conf. Earthquake Engineering & Engineering Seismology, Athens 7 Nov. 2008, CD ROM, pp.16.
- Karakostas, V. G., E. E. Papadimitriou, G. F. Karakaisis, C. B. Papazachos, E. M. Scordilis, G. Vargemezis and E. Aidona (2003), The 2001 Skyros, Northern Aegean, Greece, earthquake sequence: off – fault aftershocks, tectonic implications, and seismicity triggering, *Geophys. Res. Lett.*, 30 (1), doi:10.1029/2002GL015814.
- Karakostas, V. G., E. E. Papadimitriou and C. B. Papazachos (2004), Properties of the 2003 Lefkada, Ionian Islands, Greece, earthquake seismic sequence and seismicity triggering, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 94, 1976 – 1981.



- **Keilis – Borok, V. I. and L. N. Malinovskaya (1964), One regularity in the occurrence of strong earthquakes, J. Geophys. Res., 70, 3019- 3024.**
- **Kiratzí, A., C. Benetatos and Z. Roumelioti (2007), Distributed earthquake focal mechanisms in the Aegean Sea, Bull. Geol. Soc. Greece, 1125-1137.**
- **Mogi, K. (1967), Regional variations in magnitude – frequency relation of earthquakes, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo.**
- **Omori, F. (1894), On the aftershocks of earthquake, J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo.**
- **Papadimitriou, E. E. and L. R. Sykes (2001), Evolution of the stress field in the Northern Aegean Sea (Greece), Geophys. J.R.**
- **Papazachos, B. C. (1971), Aftershock activity and aftershock risk in the area of Greece, Annal. Di Geofis.**
- **Papazachos, B. C. (1974a), On certain aftershock and foreshock parameters in the area of Greece. Ann. Geofis.**
- **Papazachos, B. C. and P. E. Comninakis (1971), Geophysical and tectonic features of the Aegean Arc, J. Geophys.**
- **Papazachos, B. C., A. Kiratzí, P. Hatzidimitriou and A. Rocca (1984b), Seismic faults in the Aegean area, Tectonophysics, 106, 71-85.**
- **Papazachos, B. C., G. F. Karakaisis and P. M. Hatzidimitriou (1994), Further information on the transform fault of the Ionian sea, Proc. XXIV Gen. As. Europ. Seism. Com., Athens 19- 24, Sept., 1994, 1, 377- 384.**

- Sokos, E. and J. Zahradnik (2007). ISOLA a fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data, Computers and Geosciences, in press.axa.
- Skordilis, E. M., G. F. Karakaisis, B. G. Karakostas, D. G. Panagiotopoulos, P. E. Comninakis and B. C. Papazachos (1985), Evidence for transform faulting in the Ionian Sea. The Cephalonia island earthquake sequence of 1983, Pure Appl. Geophys.
- Utsu, T. (1961), A statistical study on the occurrence of aftershocks, Geophys. Mag.
- Wessel, P., and W.H.F Smith (1998). New improved version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans.
- Αδαμάκη Α. Κ. 2010 : Συμβολή στη μελέτη της βραχυπρόθεσμης πρόκλησης σεισμικότητας μετά από ισχυρούς σεισμούς. –Διατριβή Ειδίκευσης, Θεσσαλονίκη.
- Δημητρίου, Π., Θεοδουλίδης, Ν., Μάργαρης, Β., Παπαϊωάννου, Χ., Αναστασιάδης, Α., Κλήμης, Ν., Μάκρας, Κ., Δημοσθένους, Μ., Καρακώστας, Χ., Λεκίδης, Β., Μακάριος, Τ., Σαλονικιός, Θ., και Σούς Ι. (2004), "Ο σεισμός της Λευκάδας (M=6.2), 14 Αυγούστου 2003. Συνέπειες στο δομημένο και φυσικό περιβάλλον". Έκδοση ΤΕΕ, 78 σελ.
- Δρακόπουλος, Ι. Κ. (1968), Χαρακτηριστικά παράμετροι των προκαταρτικών σεισμών εις τον Ελληνικόν χώρο, Διδακτορική Διατριβή, Παν. Αθηνών, σελ. 128.
- ΙΤΣΑΚ, 2003. Ο σεισμός της Λευκάδος (M=6.4), 14 Αυγούστου 2003, Προκαταρκτική έκθεση των συνεπειών του σεισμού στο δομημένο και μη περιβάλλον, σελ. 61.



- **Καρακαίσης, Γ. Φ. (1984), Συμβολή στη μελέτη σεισμικών ακολουθιών στο Αιγαίο και στις γύρω περιοχές, Διδ. Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 192.**
- **Κουρουζίδης, Μ. (2003), Μελέτη των σεισμικών ακολουθιών στην Ελλάδα και η συμβολή της στην πρόγνωση των σεισμών, Διδ. Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.**
- **Ε. Λέκκας, Ε. Βερυκίου, Γ. Δανάμος, Σ. Λόζιος, Ε. Σκούρτσος : Η Γεωγραφική κατανομή των κατολισθήσεων στον σεισμό της Λευκάδας (14 Αυγούστου 2003) και παράγοντες που ευνοούν την εκδήλωσή τους. , Αθήνα.**
- **Μελέντης Κ. Ι. : Η Γεωλογία της νήσου Σκύρου.**
- **Μουντράκης Δ. , 1985: Γεωλογία της Ελλάδας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.**
- **Μουντράκης, Δ., , 2010 : Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.**
- **Μπουρνόβας Ι. 1964 : Η Γεωλογία της νήσου Λευκάδας. – Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.**
- **Παπαζάχος, Β. Κ. και Α. Κ. Παπαζάχου (1989), Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.**
- **Παπασταματίου Ι., 1961 : Παρατηρήσεις επί της γεωλογίας και μεταλλογενέσεως της νήσου Σκύρου. Δελτ. Γεωλ. Εταιρ.**
- **Παπαχελάς Ε. , Παναγουλέας Δ. , 1962 : Έκθεσης επί της αναγνωρίσεως των μαρμαροφόρων περιοχών της νήσου Σκύρου, δια την Εταιρεία «Ελληνικά Μάρμαρα Α.Ε».**



- **Παυλίδης Σ. , 1994 : Νεοτεκτονική, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.**