

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑΣ

**ΕΠΑΝΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ
ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ
ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΓΕΟΦΟΝ ΣΤΟ ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ**

Εκπόνηση: *Γομμέλη Αφροδίτη*
Νικολάου Σοφοκλεία

Επίβλεψη: *Νικολήνταγα Ειρήνη*

Επιτροπή Επίβλεψης
Παπαδόπουλος Ηλίας
Σουπιός Παντελής
Κούλη Μαρία

ΧΑΝΙΑ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2008

TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTION CRETE
DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT
LABORATORY OF GEOPHYSICS AND SEISMOLOGY

**RELOCATION OF SEISMIC EPICENTRES USING
RECORDINGS OF GEOFON NETWORK IN
SOUTHERN AEGEAN SEA**

Development: Gommeli Afroditi
Nikolaou Sofoklia

Supervision: Nikolintaga Irine

Committee of Examination

Ilias Papadopoylos
Pantelis Soypios
Maria Koyli

Chania - February 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- 1.1 Γενικά
- 1.2 Τεκτονικό πλαίσιο
- 1.3 Ιστορική σεισμικότητα
- 1.4 Μηχανισμοί γένεσης ισχυρών σεισμών

2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- 2.1 Γενικά
- 2.2 Συλλογή δεδομένων
- 2.3 Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων
- 2.4 Υπολογισμός εστιακών παραμέτρων με το πρόγραμμα HYPO71
- 2.5 Νέος καθορισμός των εστιακών παραμέτρων

3 ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 01/01/2005 - 31/06/2005.

- 3.1 Γενικά
- 3.2 Σύγκριση της χωρικής κατανομής των επικέντρων των σεισμών από τον κατάλογο του Αστεροσκοπείου Αθηνών και της παρούσας μελέτης.
- 3.3 Κατανομή των εστιακών βαθών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το Αιγαίο Πέλαγος και οι γειτονικές περιοχές αυτού αποτελούν μία από τις πιο ενεργές σεισμικά περιοχές της Ευρώπης, αφού από τον ελληνικό χώρο περνάει η ευρασιατική ζώνη διάρρηξης που ξεκινά από δυτικά του Γιβραλτάρ και ακολουθώντας τις αλπικές πτυχώσεις περνάει από τα Βαλκάνια και μετά από την Περσία, τα Ιμαλάια, τη Βιρμανία και τελικά ενώνεται με την περιειρηνική ζώνη. Η πολυπλοκότητα του γεωδυναμικού καθεστώτος στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου και η συγκέντρωση σε αυτό μιας πληθώρας τυπικών χαρακτηριστικών ενεργού τεκτονισμού δικαιολογούν το χαρακτηρισμό που του έχει αποδοθεί ως ένα “φυσικό γεωδυναμικό εργαστήριο”. Η μελέτη λοιπόν των σεισμοτεκτονικών ιδιοτήτων της περιοχής αυτής είναι πάρα πολύ σημαντική.

Οι σεισμικά ενεργές ζώνες γύρω από την Κρήτη παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον εξαιτίας της υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας που σχετίζεται με την κατάδυση της Αφρικανικής λιθόσφαιρας κάτω από τη λιθόσφαιρα του Αιγαίου. Επιπλέον οι μελέτες σεισμικότητας δίνουν την ευκαιρία περαιτέρω μελέτης της γεωμετρίας της ζώνης κατάδυσης, της κατανομής των τάσεων και της παραμόρφωσης στην ευρύτερη περιοχή καθώς και γενικότερα της τεκτονικής του Αιγαίου.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τον προσδιορισμό των επικέντρων σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του Νοτίου Αιγαίου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του σεισμολογικού δικτύου της Geofon σε συνδυασμό με δεδομένα του σεισμολογικού δικτύου του Εργαστηρίου Γεωφυσικής & Σεισμολογίας του Τεχνολογικού και Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή των σεισμοτεκτονικών ιδιοτήτων της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Αναφέρονται στοιχεία για τους ισχυρότερους ιστορικούς σεισμούς της περιοχής, καθώς και σύντομες περιγραφές των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων τους. Τέλος δίνονται πληροφορίες για τους μηχανισμούς γένεσης των μεγαλύτερων σεισμών του νοτίου Αιγαίου, έτσι όπως προκύπτουν από μελέτη της βιβλιογραφίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αρχικά ο τρόπος συλλογής, επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων. Στη συνέχεια δίνονται μερικές βασικές πληροφορίες για το πρόγραμμα HYPO71 που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων των σεισμών, που μελετήθηκαν.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της σεισμικότητας στην περιοχή μελέτης, και γίνεται σύγκριση με τον κατάλογο του Αστεροσκοπείου

Αθηνών. Επίσης γίνεται και μια μελέτη της κατανομής των εστιακών βαθών και μεγεθών, έτσι όπως προκύπτουν από τον κατάλογο του Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Τέλος στο παράρτημα παρουσιάζονται οι καταγραφές μερικών από τους πιο ισχυρούς σεισμούς που μελετήθηκαν.

PREFACE

Aegean Sea and the neighbouring regions are one from the most active seismic regions of Europe, since from this region passes by the subduction zone that combines the African lithospheric plate and the European lithospheric plate, creating a Benioff zone right under the Aegean Sea. The complexity of geodynamic arrangement in the wider space of Aegean and the concentration in that of abundance of formal characteristics of active tectonism justify the characterization that has been attributed to it as a "natural geodynamic laboratory". The study of this region and its seismotectonic characteristics is of much importance.

The present work aims at the determination of epicentres of earthquakes in the wider region of Southern Aegean using the data of seismological network of Geofon in combination with data of seismological network of Laboratory of Geophysics and Seismology of the Technological and Educational Institution Crete.

In the first chapter we describe in brief the seismotectonic attributes of wider region of study. The most powerful historical earthquakes of region are mentioned, as well as short descriptions of their macroseismic results. Finally is given information on the fault mechanisms of bigger earthquakes of southern Aegean, thus as they result from study of bibliography.

In the second chapter is described initially the way of collecting, treatment and analysis of data. Afterwards is given certain basic information on program HYPO71 that was used for the determination of local parameters of earthquakes, that are included in the current study.

In the third chapter the volume distribution of earthquakes is presented in the region of study, and a comparison follows with seismic catalog of the National Observatory of Athens, Institute of Geodynamics. Also we made a study of the distribution of depths and magnitudes from the same catalogue.

In the fourth chapter we present the results of this study. Finally in the annex are presented the recordings of certain of the most powerful earthquakes that were studied.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός των επικέντρων σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του Νοτίου Αιγαίου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του σεισμολογικού δικτύου της Geofon σε συνδυασμό με δεδομένα του σεισμολογικού δικτύου του Εργαστηρίου Γεωφυσικής & Σεισμολογίας του Τεχνολογικού και Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή των σειμοτεκτονικών ιδιοτήτων της ευρύτερης περιοχής μελέτης, καθώς και τα βασικά στοιχεία που αφορούν στη γεωλογική δομή της Κρήτης. Αναφέρονται πληροφορίες για τους ισχυρότερους ιστορικούς σεισμούς της περιοχής, καθώς και πληροφορίες για τους μηχανισμούς γένεσης των μεγαλύτερων σεισμών του νοτίου Αιγαίου, έτσι όπως προκύπτουν από μελέτη της βιβλιογραφίας. Εξετάζοντας τη χωρική κατανομή των σεισμικών εστιών μπορούμε να συνάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, ενώ από τη μελέτη των μηχανισμών γένεσης των σεισμών μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα το πεδίο των τάσεων και να καθορίσουμε τη διεύθυνση κίνησης των πλακών, σχηματίζοντας έτσι μια γενική εικόνα για την ενεργό τεκτονική στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου.

CHAPTER 1 - INTRODUCTION

The aim of present study constitutes the determination of epicentres of earthquakes in the wider region of Southern Aegean using the data of seismological network of Geofon in combination with data of seismological network of Laboratory of Geophysics and Seismology of the Technological and Educational Institution Crete.

In this chapter we give a brief description of seismotectonic attributes of wider region of study, as well as basic elements of the geological structure of Crete.

Information on the more powerful historical earthquakes of the wider region are presented, as well as information on the focal mechanisms of those earthquakes as they are presented in this study and in references.

Examining the volume distribution of seismic hypocenters we can gather useful informations on the boundaries of lithospheric plates, while from the study focal mechanisms of earthquakes we can comprehend better the field of tendencies and determine the movement of those plates, shaping thus a general picture for the active tectonics in the wider region of Aegean.

Εικόνα 1. Το Αιγαίο όπως φαίνεται από φωτογραφία της NASA.

1.2 Τεκτονικό πλαίσιο

Το Αιγαίο και η γειτονική περιοχή παρουσιάζουν την πιο έντονη ενεργή παραμόρφωση κατά μήκος όλης της ζώνης σύγκρουσης Αφρικής - Ευρασίας. Περισσότερο από το 60% της Ευρωπαϊκής σεισμικότητας εκδηλώνεται σε αυτό το χώρο με σεισμούς με μεγέθη έως $M_w = 8,3$ (Parazachos, 1990). Αυτή η παραμόρφωση είναι αποτέλεσμα δυο βασικών γεωδυναμικών αιτιών: α) Της προς βορράς κίνησης της Αφρικής που έχει ως αποτέλεσμα την κατάδυση της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από τον χώρο του Αιγαίου (Parazachos and Comninakis, 1970, Le Pichon and Angelier, 1979) και β) της προς δυσμάς κίνησης της Τουρκίας κατά μήκος του ρήγματος της Ανατολίας και της προέκτασης του στο Βόρειο Αιγαίο (McKenzie, 1970, 1972).

Σχήμα 1.1. Το τεκτονικό καθεστώς της περιοχής της ανατολικής Μεσογείου (από McClusky et al., 2000)

Για πάρα πολλά χρόνια η τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης και του νοτίου Αιγαίου γενικότερα, θεωρούνταν ως το αποτέλεσμα της τελικής αλπικής, συμπιεστικής τεκτονικής και του μεταγενέστερου νεοτεκτονικού εφελκυσμού (Φυτρολάκης 1980, Angelier et al. 1982, Bonneau 1984, Hall et al. 1984). Σύμφωνα με το περισσότερο αποδεκτό μοντέλο από τα διάφορα που έχουν προταθεί, στην περιοχή αυτή θεωρούμε διαδοχική ανάπτυξη ζωνών υποβύθισης, οι οποίες συνεχώς μετατοπιζόνταν προς τις εξωτερικές περιοχές του ελληνικού χώρου. Όμως η αναγνώριση της διαδικασίας έκτασης ηπειρωτικού φλοιού ως κυρίας συνιστώσας κατά την τεκτονική εξέλιξη των Κυκλάδων και της Κρήτης, τροποποίησε τις μέχρι τότε απόψεις για τη γεωλογική εξέλιξη του νοτίου Αιγαίου.

Η παλιότερη παραμόρφωση των πετρωμάτων της Κρήτης παρατηρείται στα ανώτερα καλύμματα. Τα πετρώματα του καλύμματος των Αστερουσίων δέχτηκαν στο Άνω Κρητιδικό την επίδραση μιας μεταμόρφωσης υψηλής θερμοκρασίας που έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια μιας λέπτυνσης του φλοιού (Hall 1987). Επιπλέον,

υψηλής πίεσης-χαμηλής θερμοκρασίας μεταμόρφωση των πετρωμάτων του Πρέβελι θα πρέπει να συνδέεται με μια διαδικασία υποβύθισης πλακών, που έλαβε χώρα είτε κατά το Άνω Ιουρασικό (Seidel et al. 1977), είτε στο Ηώκαινο (Kilias et al. 1993, Fassoulas 1999).

Στο τέλος Ηώκαινου με αρχές Ολιγοκαινού, ένα κύριο τεκτονικό γεγονός επηρέασε όλα τα νεότερα καλύμματα (Fassoulas 1999), προκαλώντας την επώθηση προς τα δυτικά των καλυμμάτων και το σχηματισμό του Τεκτονικού mélange. Η τεκτονική αυτή διαδικασία πιθανόν σχετίζεται με μια απόσπαση και διαφυγή προς τα νοτιοδυτικά, πετρωμάτων υψηλής πίεσης, κρυσταλλοσχιστωδών και οφιολίθων, από το χώρο των Κυκλάδων προς την περιοχή της Κρήτης, καθώς οι δύο περιοχές συνδέονται γεωλογικά και τεκτονικά μεταξύ τους.

Στο Άνω Ολιγόκαινο, η φορά της τοποθέτησης των καλυμμάτων στράφηκε προς τα νότια. Οι παρατηρήσεις υπαίθρου έδειξαν ότι η μεταβολή της φοράς τοποθέτησης των καλυμμάτων δεν ήταν σταδιακή, αντιθέτως ήταν απότομη, και πιθανόν σχετίζεται με την αλλαγή που συνέβη στο Ολιγόκαινο στη σχετική κίνηση ανάμεσα στην Αφρική και την Ευρασία (Dercourt et al. 1986). Η καλυμματική τεκτονική του Ολιγοκαινού επηρέασε όλα τα καλύμματα της Κρήτης προκαλώντας την υποβύθιση και μεταμόρφωση των κατωτέρων καλυμμάτων και την επανατοποθέτηση, με ανάστροφα ρήγματα, των ανώτερων καλυμμάτων.

Στην αρχή του Μειόκαινου, τα πετρώματα της Κρήτης επηρεάστηκαν από μια βορρά-νότου ηπειρωτική έκταση, ως αντιστάθμισμα στην προηγούμενη πάχυνση του φλοιού (Kilias et al. 1993, Fassoulas et al. 1994, Φασσούλας 1995). Η έκταση αυτή δημιούργησε κανονικά, προς το βορρά και το νότο, ρήγματα απόσπασης, και προκάλεσε την κατάρρευση του οικοδομήματος των καλυμμάτων της Κρήτης και το σχηματισμό των πρώτων συντεκτονικών λεκανών. Τα ρήγματα απόσπασης διευκόλυναν την απομάκρυνση τουλάχιστον 10Km φλοιού που βρισκόταν ανάμεσα στα ανώτερα και τα κατώτερα καλύμματα, προκαλώντας ταυτόχρονα την τεκτονική ανύψωση και εκταφή τους. Η ανύψωση των κατωτέρων καλυμμάτων στη δυτική Κρήτη ήταν πολύ γρήγορη και ολοκληρώθηκε στο χρονικό διάστημα 24 με 15 εκατ. χρόνια από σήμερα (Thomson et al. 1998), ενώ στην κεντρική Κρήτη ήταν πιο αργή, επιτρέποντας έτσι την ανάπτυξη μιας μεταμόρφωσης πολύ χαμηλού βαθμού.

Κατά τη διάρκεια του Νεογενούς η Κρήτη επηρεάστηκε κυρίως από εφελκυστική τεκτονική με πιθανά διαλείμματα συμπιεστικών φάσεων. Η γεωλογική εξέλιξη της Κρήτης από το Μειόκαινο μέχρι σήμερα είναι ένα αποτέλεσμα δύο κυρίων

γεωδυναμικών διεργασιών : της συνεχούς σύγκλισης των πλακών της Αφρικής και Ευρασίας με την ταυτόχρονη οπισθοχώρηση της ζώνης υποβύθισης και της τεκτονικής διαφυγής προς τα νοτιοδυτικά της μικροπλάκας της Ανατολίας. Πρόσφατες τεκτονικές μελέτες στην περιοχή της κεντρικής Κρήτης (ten Veen & Meijer 1999, Fassoulas 2000) έδειξαν ότι από το μέσο Μειόκαινο μέχρι σήμερα, η τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης ήταν αποτέλεσμα διαδοχικών εφελκυστικών περιόδων που δημιούργησαν τουλάχιστον τρεις γενεές ρηγμάτων. Η πρώτη γενεά αποτελείται από ρήγματα με διεύθυνση ανατολής-δύσης. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη των ρηγμάτων αυτών συνέβη κατά τη διάρκεια του μέσο/άνω Μειόκαινου με αρχές Μεσηνίου, ως αποτέλεσμα της οπισθοχώρησης προς τα νότια της ζώνης υποβύθισης. Αυτό το βορρά-νότου εφελκυστικό πεδίο των τάσεων δημιούργησε και τις πρώτες λεκάνες της Κρήτης στη διεύθυνση ανατολής-δύσης.

Στο τέλος του Μεσηνίου, η έναρξη της ολιόθησης κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας και η επαγομένη τεκτονική διαφυγή της πλάκας της Ανατολίας (Westaway 1994) προκάλεσαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο πεδίο των τάσεων στην Κρήτη. Κατά τη διάρκεια του τέλους Μεσηνίου με μέσο Πλειοκαίνου, δημιουργήθηκαν τα δεύτερης γενεάς ρήγματα με διεύθυνση βορρά-νότου, τα οποία προκάλεσαν σημαντική ανύψωση ορισμένων περιοχών και ταυτόχρονα τη δημιουργία των λεκανών του Ηρακλείου, της Ιεράπετρας και του Καστελίου Χανίων. Τα ρήγματα αυτά είναι αποτέλεσμα της έκτασης παράλληλα στη διεύθυνση του τόξου, που προκάλεσε η διαφυγή προς τα νοτιοδυτικά της πλάκας της Ανατολίας (Fassoulas 2000).

Στο τέλος του Πλειόκαινου, η σταθεροποίηση του πεδίου των τάσεων στην Κρήτη που δημιούργησε το σημερινό, ενεργό γεωδυναμικό καθεστώς (δηλαδή η οπισθοχώρηση της ζώνης υποβύθισης και η διαφυγή της Ανατολίας), προκάλεσε τα ρήγματα της τρίτης γενεάς. Αυτά αναπτύχθηκαν κάθετα μεταξύ τους, λόγω του ότι οι εφελκυστικοί άξονες του πεδίου των τάσεων βρίσκονται οριζόντιοι και με το ίδιο μέγεθος. Εξαιτίας των ρηγμάτων αυτών δημιουργήθηκαν νέες λεκάνες με διεύθυνση βορειανατολική-νοτιοδυτική και βορειοδυτική-νοτιοανατολική, ενώ ταυτόχρονα συνεχίστηκε με μεγάλους ρυθμούς η τεκτονική ανύψωση ορισμένων περιοχών. Η σημερινή τοπογραφία και το ανάγλυφο της Κρήτης διαμορφώθηκαν από τη δράση πολλών, μεγάλης κλίμακας ρηγμάτων τρίτης γενεάς με ορισμένα από αυτά να είναι ακόμα ενεργά.

Από το τέλος του Μειόκαινου, η τεκτονική ανύψωση ολόκληρης σχεδόν της Κρήτης ενίσχυσε την καρστική αποσάθρωση των ανθρακικών πετρωμάτων σχηματίζοντας πολλά φαράγγια, σπηλιές και οροπέδια, καθώς επίσης και άλλες εντοπωσιακές καρστικές δομές.

Σχήμα1. 2. Η τεκτονική ανύψωση της Κρήτης

Το Ελληνικό τόξο

Το Ελληνικό Τόξο αποτελεί το όριο επαφής και σύγκλισης της αφρικανικής με την ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα. Η πρώτη βυθίζεται με ταχύτητα περίπου 4,5 εκατοστών τον χρόνο κάτω από τη δεύτερη. Αποτελείται από το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο το οποίο συνδέει τις Διναρικές Άλπεις με τις Τουρκικές Ταυρίδες και το εσωτερικό ηφαιστειακό τόξο το οποίο είναι παράλληλο προς το ιζηματογενές τόξο και βρίσκεται σε μια μέση απόσταση 200Km από αυτό. Το ιζηματογενές τόξο (που περιλαμβάνει τις Έλληνιδες οροσειρές, τα Ιόνια νησιά, την Κρήτη και τη Ρόδο) αποτελείται από Παλαιοζωικά μέχρι Τριτογενή πετρώματα, ενώ το ηφαιστειακό τόξο αποτελείται από διάφορα ηφαιστειακά νησιά, ανδρειακά ενεργά ηφαίστεια (Μέθανα, Σαντορίνη, Νίσυρος) και θειονίες. Μεταξύ του ιζηματογενούς και του ηφαιστειακού τόξου βρίσκεται η λεκάνη του Κρητικού Πελάγους (λεκάνη νοτίου Αιγαίου) με βάθος μέχρι 2Km. Στο βόρειο Αιγαίο βρίσκεται η τάφος του Αιγαίου με βάθος νερού μέχρι 1500m. Οι βαρομετρικές ανωμαλίες ελευθέρου αέρα είναι θετικές στο Αιγαίο ενώ αυτές είναι αρνητικές στη Ανατολική Μεσόγειο. Τέλος η ροή θερμότητας είναι υψηλή στο Αιγαίο (2,1HFU), ενώ είναι χαμηλή στην ανατολική Μεσόγειο (0,7HFU).

Σχήμα 1. 3. Το Ελληνικό τόξο (www.egelados.com)

Η μεγαλύτερη σεισμική δραστηριότητα παρουσιάζεται στο δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου, ένας χώρος με ιδιαίτερα τεκτονικά χαρακτηριστικά που τον κατατάσσουν στην πρώτη θέση της λίστας των περιοχών υψηλότερης σεισμικότητας στο Αιγαίο και στην Ευρώπη. Κατά μήκος των ακτών της Δυτικής Ελλάδας από την

Κέρκυρα ως τη Δυτική Κρήτη, η σεισμική δραστηριότητα μπορεί να διακριθεί γενικά σε τρεις περιοχές:

- Η πρώτη περιοχή βρίσκεται βορείως της Λευκάδας και η σεισμική δραστηριότητα εκεί οφείλεται σε συμπιεστικές δυνάμεις περίπου ανατολικής - δυτικής διεύθυνσης (κάθεται στη διεύθυνση των ακτών της Δυτικής Ελλάδας).
- Η δεύτερη περιοχή βρίσκεται νοτίως της Κεφαλονιάς. Η μεγάλη σεισμική δραστηριότητα οφείλεται στη σύγκλιση μεταξύ της αφρικανικής πλάκας και του Αιγαίου και της κατάδυσης της πρώτης κάτω από τη δεύτερη. Αποτέλεσμα της κατάδυσης αυτής είναι και η εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας ενδιάμεσου βάθους (εστιακά βάθη σεισμών μεγαλύτερα των 60 χιλιομέτρων) κάτω από την Πελοπόννησο και ανατολικά αυτής περίπου ως τον χώρο των Κυκλάδων.
- Η τρίτη περιοχή βρίσκεται μεταξύ των δύο προηγούμενων, στον ευρύτερο χώρο της Κεφαλονιάς, από τη Ζάκυνθο ως τη Λευκάδα. Η σεισμική δραστηριότητα εδώ εκδηλώνεται κυρίως κατά μήκος ενός ρήγματος, με διεύθυνση βορειοανατολική - νοτιοδυτική. Η σεισμική δραστηριότητα στον χώρο αυτό εκδηλώνεται επειδή έχουμε μια οριζόντια κίνηση του χώρου νοτίως του ρήγματος προς τα νοτιοδυτικά (προς τη Μεσόγειο) και του χώρου βορείως του ρήγματος προς τα βορειοανατολικά (προς την Πίνδο). Η συνολική σχετική κίνηση κοντά στο ρήγμα αυτό είναι της τάξεως των 25 χιλιοστών ανά έτος.

Η μεγάλη σεισμικότητα της Ελλάδας (η χώρα μας κατέχει την έκτη θέση στην παγκόσμια κατάταξη και την πρώτη στην Ευρώπη) οφείλεται στα ιδιαίτερα γεωλογικά χαρακτηριστικά της, τα οποία έχουν διαμορφωθεί από τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Η Τουρκία κινείται δυτικά προς το Αιγαίο με ταχύτητα 25 χιλιοστά τον χρόνο κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Το Αιγαίο ακολουθεί την κίνηση αυτή και κινείται με την ίδια ταχύτητα σε σχέση με την Ευρώπη κατά μήκος της τάφρου του Βορείου Αιγαίου προς τα δυτικά. Ταυτόχρονα όμως το Αιγαίο, λόγω εσωτερικής παραμόρφωσης, επεκτείνεται προς τα νότια (με μια ταχύτητα η οποία φθάνει περίπου τα 10 χιλιοστά

ανά έτος). Με τον τρόπο αυτό, ο ρυθμός ολίσθησης στο νότιο τμήμα του φθάνει ως τα 35 χιλιοστά το έτος, περίπου, με διεύθυνση βορειοανατολικά - νοτιοδυτικά. Επειδή και η Αφρική κινείται προς τα βόρεια (με ταχύτητα 10 χιλιοστά ανά έτος), ο ρυθμός σύγκλισης μεταξύ της αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας με εκείνης του Αιγαίου είναι της τάξεως των 45 χιλιοστών το έτος, με αποτέλεσμα τη διαρκή επέκταση του Αιγαίου.

Επιπλέον δυτικά του ελληνικού χώρου (στην περιοχή βόρεια της Κεφαλονιάς), η Απουλία μικροπλάκα (Βόρειο Ιόνιο - Αδριατική) εκτελεί μια αριστερόστροφη κίνηση και το ανατολικό της όριο συγκρούεται με την Πίνδο. Όλες αυτές οι παραπάνω κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελούν και την κύρια αιτία της σεισμικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στον ελληνικό χώρο «συναντώνται» στην περιοχή της Κεφαλονιάς, γεγονός που έχει αποτέλεσμα στον χώρο αυτό να παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου, ολόκληρης της Ελλάδας και κατ' επέκταση της Ευρώπης.

***Σχήμα1. 4** Η αριστερόστροφη κίνηση της Απουλίας πλάκας*

Γεωλογική δομή της νήσου Κρήτης

Η Κρήτη δεν φημίζεται μόνο για τις αρχαιότητες, τον πολιτισμό και τη βιοποικιλότητά της, αλλά και για τον εκπληκτικό της γεωλογικό πλούτο. Πάνω στο νησί σχηματίζεται ένα πολύμορφο ανάγλυφο ως αποτέλεσμα της ενεργούς ορογενετικής διαδικασίας που προκαλείται από την υποβύθιση της αφρικανικής πλάκας κάτω από την ευρασιατική.

Η γεωλογική δομή της Κρήτης χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κυρίως αλπικών και προ-αλπικών πετρωμάτων τα οποία συνθέτουν ένα πολύπλοκο οικοδόμημα τεκτονικών καλυμμάτων (Φυτρολάκης 1980, Bonneau 1984). Επιπλέον όμως χαρακτηρίζεται και από την εμφάνιση πολλών μετα-αλπικών ιζημάτων τα οποία καλύπτουν τις λεκάνες που χωρίζουν τα ψηλά βουνά. Το οικοδόμημα των καλυμμάτων της Κρήτης δημιουργείται από έναν αριθμό τεκτονικών ενοτήτων που τοποθετούνται η μια πάνω στην άλλη.

Ανάλογα με την τεκτονική και στρωματογραφική τους θέση και τη μεταμορφική τους ιστορία (Kilias et al., 1993, Fassoulas et al., 1994, Fassoulas, 1995),

οι τεκτονικές αυτές ενότητες χωρίζονται από μια κύρια, κανονική ρηξιγενή ζώνη απόσπασης σε δυο μεγάλες ομάδες, τα ανώτερα και τα κατώτερα καλύμματα. Τα κατώτερα καλύμματα, σε αντίθεση με τα ανώτερα, δέχθηκαν κατά το Άνω Ολιγόκαινο/Κάτω Μειόκαινο, την επίδραση μιας μεταμόρφωσης σε συνθήκες υψηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας. Η εξαφάνιση ολόκληρων καλυμμάτων ή πετρολογικών σχηματισμών από το οικοδόμημα των καλυμμάτων είναι πολύ συχνή στην κεντρική Κρήτη.

Σχήμα1. 5 Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης(Fassoulas).

Σε ό,τι αφορά λοιπόν τη στρωματογραφία από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η Κρήτη αποτελείται από ένα αυτόχθον έως παραυτόχθονο σύστημα πετρωμάτων που περιλαμβάνει την ημιμεταμορφωμένη ενότητα των πλακωδών ασβεστόλιθων και τους υποκείμενους ασβεστόλιθους, δολομίτες, με παρεμβολές σχιστόλιθων, ένα αλλόχθονο σύστημα αποτελούμενο από διάφορα επιμέρους καλύμματα επωθημένο πάνω στο αυτόχθον και από τα νεότερα ιζήματα του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

❖ **ΑΥΤΟΧΘΟΝΗ ΣΕΙΡΑ – ΙΟΝΙΟΣ ΖΩΝΗ** : περιλαμβάνει την ενότητα των πλακωδών ασβεστόλιθων που χαρακτηρίζεται από την λεπτοστρωματώδη ανάπτυξη ισχυρά ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων - μαρμάρων στους οποίους παρεμβάλλονται πυριτόλιθοι με μορφή λεπτών στρώσεων, κονδύλων ή φακών, σχιστόλιθους κυρίως πυριτικούς που βρίσκονται με μορφή ένστροφης στη βάση των πλακωδών κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, και παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους έως μάρμαρα και δολομίτες. Τα ανθρακικά της Ιονίου ζώνης αναπτύσσονται κυρίως στα κεντρικά τμήματα των ορεινών όγκων (Λευκά όρη, Ψηλορείτης, Ταλαία Όρη, Δίκτη, Σέλινα και Τρίπη) και σποραδικά σε άλλα τμήματα ιδιαίτερα στο Ν.Ρεθύμνου.

❖ **ΑΛΛΟΧΘΟΝΕΣ ΣΕΙΡΕΣ**

τεκτονικό κάλυμμα Ομαλού – Τρωπαλίου : Αποτελεί το κατώτερο τεκτονικό κάλυμμα της νήσου Κρήτης και βρίσκεται επωθημένο επάνω στην αυτόχθονη σειρά των λεπτοπλακωδών κρυσταλλικών ασβεστόλιθων. Εμφανίζει μεγάλη εξάπλωση στη Δυτική Κρήτη και αναπτύσσεται σε μεγάλο τμήμα των Λευκών Όρεων.

- *τεκτονικό κάλυμμα ζώνης Τρίπολης* : Το τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Τρίπολης συναντάτε επωθημένο είτε απευθείας πάνω στους Πλακώδεις ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης, είτε και κυρίως πάνω σε υπολείμματα της φυλλιτικής - χαλαζιτικής σειράς με αποτέλεσμα να παρουσιάζει έντονο κερματισμό στη βάση του. Περιλαμβάνει τους σχηματισμούς του φλύσχη και τους μέσο-παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους και δολομίτες που είναι έντονα τεκτονισμένοι. Τα ανθρακικά πετρώματα της Τρίπολης παρουσιάζουν μεν μεγάλο πάχος, έχουν όμως εξαιτίας των επωθήσεων και των ρηγμάτων κατατμηθεί και συναντώνται πολλές φορές ως τεκτονικά ράκη πάνω στους υποκείμενους τεκτονικά σχηματισμούς. Εξαιτίας της θέσης τους ως υπερκείμενοι των φυλλιτών και λεπτοπλακωδών ασβεστόλιθων διαδραματίζουν ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών λεκανών της Κρήτης.

- ❖ *ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ* : Τα νεογενή και πλειστοκαινικά ιζήματα αναπτύσσονται σε μεγάλες εκτάσεις στο σύνολο της Κρήτης. Επικάθονται ασύμφωνα στους αλπικούς σχηματισμούς. Αποτελούνται από ιζήματα χερσαίας, ποτάμιας, υφάλμυρης και θαλάσσιας φάσης. Παρουσιάζουν ανομοιομορφία τόσο ως προς την ηλικία τους όσο και ως προς τη λιθολογία τους. Αποτελούνται από εκτεταμένες αποθέσεις μάργων, κροκάλων και μαργαϊκών ασβεστόλιθων. Βιβλιογραφικά ανάλογα κυρίως από τη θέση εμφάνισης τους έχουν δοθεί διαφορετικές ονοματολογίες των διαφόρων φάσεων τους (π.χ. σχηματισμοί Αγ. Βαρβάρας, Φοινικιάς κλπ).

Στη δυτική Κρήτη στο βόρειο τμήμα αναπτύσσονται λατυποκροκαλοπαγή των Τοπολίων αποτελούνται από ισχυρά συγκολλημένες με ασβεστιτικό συνδετικό υλικό ανθρακικές κυρίως λατύπες προερχόμενες μόνο από τους σχηματισμούς των ζωνών Τρίπολης και Πίνδου. Παρόμοιες αποθέσεις μεγάλου πάχους συναντώνται και στην περιοχή Παλαιόχωρας - Στομίου. Οι αποθέσεις αυτές συμπεριφέροντε ως καρστικοί σχηματισμοί.

- ❖ *ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ* : Τα τεταρτογενή ιζήματα είναι τοποθετημένα πάνω σε όλους τους σχηματισμούς τόσο του αλπικού υποβάθρου όσο και των νεογενών αποθέσεων και αποτελούνται από

χερσαίες, θαλάσσιες έως λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις, άμμων, κροκάλων, αργίλων και χαλίκων ασύνδετων έως ελαφρά συγκολλημένων.

1.3 Ιστορική σεισμικότητα

Πληροφορίες για τους ιστορικούς σεισμούς στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου υπάρχουν από το 550 π.Χ. (Παπαζάχος Β. & Παπαζάχου Κ., 2003). Στον Πίνακα δίνονται πληροφορίες για τους ισχυρότερους σεισμούς ($M \geq 6.0$) οι οποίοι εκδηλώθηκαν στην περιοχή ενδιαφέροντος από το 550 π.Χ. έως σήμερα. Στη συνέχεια γίνεται συνοπτική περιγραφή των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων μερικών επιλεγμένων σεισμών στην Κρήτη και γειτονικών περιοχών αυτής, όπως ακριβώς αυτές παρατίθενται στο βιβλίο Παπαζάχος & Παπαζάχου (2003). Στο χάρτη του σχήματος έχει γίνει χαρτογράφηση των epicέντρων των σεισμών αυτών.

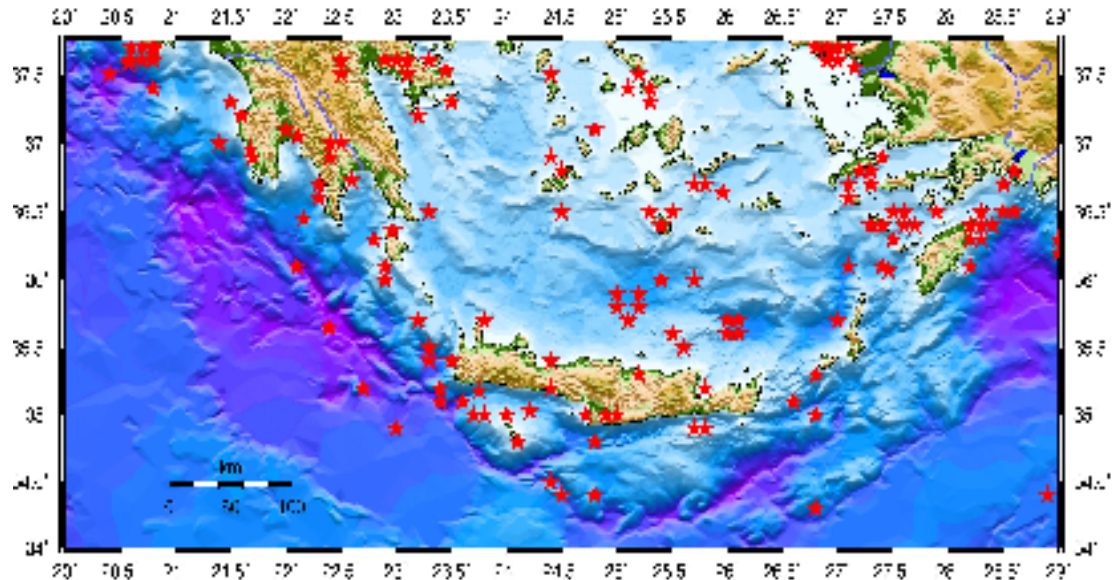
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Πληροφορίες για τους σεισμούς με $M \geq 6.0$ οι οποίοι εκδηλώθηκαν στην ευρύτερη περιοχή το Νοτίου Αιγαίου από το 550 π.Χ. έως σήμερα (Παπαζάχος Β. & Παπαζάχου Κ., 2003) .

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΓΕΝΕΣΗΣ	ΓΕΩΓΡ. ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΝΤΑΣΗ	
412 π.Χ.			36.8	27.2		6.8	Κως	IX
227 π.Χ.			36.4	28.4		7.5	Ρόδος	IX
200 π.Χ.			37.7	26.9		6.3	Σάμος	VIII
198 π.Χ.	Αύγουστος		36.3	28.2		7.2	Ρόδος	IX
198 π.Χ.			36.4	25.4		<6.0	Θήρα	
46			36.4	25.4		6.5	Θήρα	
62			34.8	24.1		7.5	Κρήτη	VIII, Λεβινάιο Ιερό
142			36.3	29.0		7.5	Ρόδος	IX
334			36.9	27.4		6.6	Κως	VIII
344			36.3	28.3		6.5	Ρόδος	VIII
365	Ιούλιος 21		35.2	23.4		8.3	Κρήτη	VIII, Γόρτυς
448	Νοέμβριος 6		34.8	24.8		7.2	Κρήτη	VIII, Γόρτυς
459			36.7	27.3		6.6	Κνίδος	IX
476			36.4	28.3		6.7	Ρόδος	VIII
515			36.4	28.2		6.4	Ρόδος	VIII
556	Αύγουστος		36.8	27.3		7.0	Κως	X

796	Απρίλιος			34.5	24.4		7.1	Κρήτη	
1246				35.4	23.3		7.0	Χανιά	VII
1303	Αύγουστος 18			36.1	29.4		8.0	Ρόδος	X
1366	Απρίλιος 30			36.8	28.6		7.2	Ρόδος	IX
1457				37.3	23.5		6.3	Υδρα	VII
1481	Μάιος 3			36.2	29.0		7.2	Ρόδος	IX
1493	Αύγουστος 18			36.7	27.1		6.8	Κως	IX, Κέφαλος
1494	Ιούλιος 1			35.5	23.3		7.5	Ηράκλειο	VIII
1508	Μάιος 29			35.2	25.8		7.2	Ιεράπετρα	X
1513	Μάρτιος 28			36.1	28.2		7.2	Ρόδος	VIII
1595	Νοέμβριος 26			35.3	25.2		6.4	Κρήτη	VIII
1604				35.8	25.2		6.5	Ηράκλειο	VII
1609	Απρίλιος			36.2	29.0		7.2	Ρόδος	IX
1612	Νοέμβριος 8			35.0	23.8		7.2	Ηράκλειο	VIII
1616				36.5	28.5		6.4	Ρόδος	VIII
1630	Μάρτιος 9	09		35.0	23.7		7.3	Κρήτη	IX
1646	Ιανουάριος 15			35.4	24.4		6.0	Ρέθυμνο	VI
1650	Οκτώβριος 9			36.5	25.5		6.0	Θήρα	VIII
1665	Ιανουάριος			35.9	25.0		7.0	Ηράκλειο	VIII
1673	Μάιος 7			36.0	25.4		7.0	Ηράκλειο	VII
1681	Ιανουάριος 10			35.4	23.5		7.0	Κρήτη	VIII, Ηράκλειο
1707	Σεπτέμβριος 13	21:34		36.4	25.4		6.0	Θήρα	
1717				35.9	22.9		.0	Κρήτη	VIII
1733	Δεκέμβριος 23	15		37.1	24.8		6.5	Σίφνος	VIII
1735				36.8	24.5		6.5	Μήλος	VIII
1741	Ιανουάριος 31	1:15		36.2	29.3		7.3	Ρόδος	VIII
1750	Ιούνιος 7			36.3	22.8		7.2	Κύθηρα	IX
1756	Φεβρουάριο 13			36.3	27.5		7.5	Ρόδος	VII
1769	Δεκέμβριος			35.6	25.5		7.0	Ηράκλειο	VII
1780	Οκτώβριος			34.9	25.8		6.8	Ιεράπετρα	X
1796	Αύγουστος			36.9	21.7		6.6	Ναυαρίνο	VIII
1798	Ιούνιος	29		36.0	22.9		6.8	Κύθηρα	VIII
1805	Ιούλιος	3	04	35.0	24.0		7.0	Χανιά	VIII
1810	Φεβρουάριο	16	22:15	35.5	25.6	90	7.8	Ηράκλειο	IX
1815	Δεκέμβριος			34.9	25.7		6.8	Ιεράπετρα	VIII
1842	Απρίλιος	18		36.7	22.3		6.7	Μάνη	VIII
1843	Οκτώβριος	18		36.4	27.7		6.6	Δωδεκάνησα	IX, Χάλκη
1846	Μάρτιος	28	17	35.8	25.0	90	7.3	Κρήτη	VII, Ηράκλειο
1846	Ιούνιος	11	02	37.1	22.0		6.6	Μεσσηνία	X, Μεσσήνη
1856	Οκτώβριος	12	02:45	35.6	26.0		8.0	Ηράκλειο	IX
1862	Μάρτιος	24		36.4	27.4		6.3	Ρόδος	VII
1862	Ιούνιος	21	05:30	36.9	24.4	150	7.0	Μήλος	VIII
1863	Απρίλιος	22	21:30	36.4	27.6	90	7.5	Ρόδος	X
1866	Ιανουάριος	31	Νύχτα	36.4	25.4		6.1	Θήρα	VII
1866	Φεβρουάριο	6		36.1	22.9		6.8	Κύθηρα	VIII
1867	Σεπτέμβριο	20		36.73	22.60		6.8	Μάνη	IX, Μαρούλια
1868	Μάιος	3		37.6	26.9		6.0	Σάμος	VII, Παγόνδας
1869	Απρίλιος	18		36.5	27.6		6.8	Δωδεκάνησα	IX, Σύμη
187	Νοέμβριος	16		36.5	27.9		7.0	Ρόδος	VII
1886	Αύγουστος	27	21:32	37.0	21.4		7.5	Φλιατρά	X
1887	Ιούλιος	17	07:45	35.7	26.0	100	7.4	Ηράκλειο	VII
1896	Οκτώβριος	27		36.5	28.3		6.4		VII, Ρόδος
1903	Αύγουστος	11	04:32:54	36.36	22.97	80	7.4	Κύθηρα	XI, Μητάτα
1908	Μάιος	17	12:30:42	35.7	25.1	80	6.6	Ηράκλειο	V

1910	Φεβρουάριο	18	05:09:18	35.7	23.8	90	7.0	Κρήτη	VIII, Χανιά
1910	Αύγουστος	21	17:14:30	34.3	26.8		6.0	ΝΑ. Κρήτη	
1911	Απρίλιος	4	15:43:54	36.5	25.5	140	7.1	Θήρα	IV
1913	Σεπτέμβριο	30	07:33:39	35.0	24.0	60	6.1	Ν. της Κρήτης	
1918	Ιούλιος	16	20:03:36	36.7	25.8	150	6.6	Μήλος	VI
1919	Φεβρουάριο	24	01:56:00	37.3	21.5		6.3	Κυπαρισσία	VII
1919	Οκτώβριος	25	17:10:00	36.5	25.3		6.1	Θήρα	VII, Φυρά
1920	Νοέμβριος	15	09:20:43	36.0	25.7	120	6.0	Θήρα	VI
1922	Αύγουστος	13	00:09:54	35.0	26.8		6.8	Α. Κρήτη	VI+, Ζάκρος
1923	Αύγουστος	1	08:16:38	35.0	25.0	90	6.8	Ρέθυμνο	IV, Ανώγεια
1926	Ιούνιος	26	19:46:34	36.5	27.5	100	7.7	Ρόδος	XI, Αρχάγγελος
1926	Αύγουστος	30	11:38:12	36.5	23.3	100	7.2	Σπάρτη	VIII
1926	Σεπτέμβριο	19	01:03:57	36.1	22.1		6.3	Μεσσηνία	V, Κορώνη
1930	Φεβρουάριο	14	18:38:12	36.5	24.5	130	6.7	Ηράκλειο	X, Αϊτάνια
1933	Απρίλιος	23	05:57:37	36.80	27.30		6.6	Κως	IX
1934	Νοέμβριος	9	13:40:56	36.7	25.7	150	6.2	Σητεία	V
1935	Φεβρουάριο	25	02:51:31	35.9	25.2	100	7.0	Λασιθι	VIII, Ανώγεια
1935	Μάρτιος	18	08:40:45	35.3	26.8	70	6.4	Σαντορίνη	V
1937	Οκτώβριος	16	17:35:27	35.7	23.2	100	6.0	Κύθηρα	V
1940	Φεβρουάριο	29	16:07:44	35.6	26.1		6.0	Λασιθι	V, Σητεία
1944	Μάιος	27	23:52:30	36.1	27.1	100	6.0	Ρόδος	VII
1944	Ιούλιος	30	04:00:35	36.6	22.3		6.0	Λακωνία	IX, Κάμπος
1945	Σεπτέμβριο	2	11:54:05	34.4	28.9	80	6.4	ΝΑ. της Ρόδου	
1947	Αύγουστος	30	22:21:31	35.1	23.4		6.3	Χανιά	V
1947	Οκτώβριος	6	19:55:34	36.96	21.68		7.0	Μεσσηνία	IX, Πυλία
1948	Φεβρουάριο	9	12:58:13	35.7	27.0		7.1	Κάρπαθος	IX
1948	Ιουλίου	24	06:03:05	35.2	24.4	80	6.6	Χανιά	V
1952	Δεκέμβριος	17	23:03:57	34.4	24.5		7.0	Ηράκλειο	VI
1956	Ιούλιος	9	03:11:40	36.64	25.96		7.5	Αμοργός	IX, Ποταμός
1956	Ιούλιος	30	09:14:57	35.7	26.1		6.0	Λασιθι	V+, Ιεράπετρα
1957	Απρίλιος	25	02:25:42	36.50	28.60		7.2	Ρόδος	VIII
1958	Ιούνιος	30	08:42:44	36.4	27.3	110	6.0	Σύμη	V
1959	Μάιος	14	06:36:56	35.00	24.72		6.3	Ηράκλειο	VIII+, Πιτσιδιά
1961	Μάιος	23	02:45:20	36.7	28.5	70	6.4	Ρόδος	VII
1962	Ιανουάριος	26	08:17:35	35.2	22.7		6.2	ΝΔ. της Κρήτης	
1965	Απρίλιος	9	23:57:02	35.03	24.21		6.1	Χανιά	VI+, Κάνδανος
1965	Νοέμβριος	28	05:26:05	36.1	27.4	73	6.0	Ρόδος	VI, Καπτάβια
1968	Δεκέμβριος	5	07:52:11	36.6	27.1		6.0	Νισυρος	V+, Μανδράκι
1969	Ιούνιος	12	15:13:31	34.4	24.8		6.1	Ν. της Κρήτης	V, Γαλιά
1972	Μάιος	4	21:39:57	35.1	23.6	40	6.5	Χανιά	V, Κάντανος
1973	Νοέμβριος	29	10:57:44	35.18	23.75		6.0	Χανιά	VII+, Παλατοχώρα
1977	Σεπτέμβριο	11	23:19:19	34.9	23.0		6.3	Χανιά	IV, Καστέλι
1984	Ιούνιος	21	10:43:43	35.4	23.3		6.2	Χανιά	V+, Κάντανος
1986	Σεπτέμβριο	13	17:24:34	37.05	22.11		6.0	Καλαμάτα	IX
1992	Απρίλιος	30	11:44:40	35.1	26.6		6.1	Λασιθι	IV+, Αγία Τριάδα
1992	Νοέμβριος	21	05:07:19	35.65	22.39	65	6.3	Κύθηρα	IV

1994	Μάϊος	23	06:46:12	35.00	24.90	80	6.1	Ηράκλειο	VII
1996	Ιούλιος	20	00:00:39	36.07	27.46		6.2	Κάρπαθος	V
1997	Οκτώβριος	13	13:39:39	36.45	22.16		6.4	Μεσσηνία	VI+, Κορώνη



Σχήμα 1.6. Κατανομή ισχυρών σεισμών ($M \geq 6.0$) που έγιναν στην ευρύτερη περιοχή του νοτίου Αιγαίου.

Αναλυτικές περιγραφές για τους σεισμούς με $M > 6.0$ δίνονται παρακάτω όπως αυτές παρατίθενται στο βιβλίο Παπαζάχος και Παπαζάχου (2003).

412 π.Χ., 36.8° N, 27.2° E, h = n, M = (6.8), Κως (IX)

Ο **Θουκυδίδης** γράφει ότι ο Αστόχος, Σπαρτιάτης ναύαρχος, αποβιβάστηκε στην Κω την Μεροπίδα, η οποία ήταν σύμμαχος των Αθηνών. Αυτός λεηλάτησε την πόλη, γιατί δεν είχε τείχη αφού είχε καταστραφεί από σεισμό που ήταν ο ισχυρότερος από όσους θυμούνταν μέχρι τότε. Οι κάτοικοι κατέφυγαν στα βουνά (Γεωργιάδης 1904, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994).

227 π.Χ., 36.4° N, 28.4° E, h = n, M = (7.5), Ρόδος (IX)

Πρόκειται για το μεγάλο σεισμό, ο οποίος προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές και γκρέμισε τον Κολοσό της Ρόδου που ήταν ένα από τα επτά θαύματα της αρχαιότητας. Στο σεισμό αυτόν αναφέρονται οι Πολύβιος, Διόδωρος, Στράβων, Πλίνιος, Παυσανίας (Hoff 1840, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994).

Ο σεισμός αυτός αναφέρεται ως κλασσικό παράδειγμα διεθνούς αλληλεγγύης σε περίπτωση συμφοράς αλλά και παράδειγμα αναβάθμισης μιας περιοχής μετά τη γένεση ενός σεισμού. Έτσι, όπως παραστατικά περιγράφει ο Πολύβιος, οι Ρόδιοι κατόρθωσαν με τις προσωπικές και δημόσιες παραστάσεις να επιτύχουν δωρεές για την πόλη τους ώστε προέκυψε τελικώς γι' αυτήν περισσότερο όφελος παρά ζημιά. Είναι αυτό που σήμερα αναφέρεται από το λαό μας ως «σεισμός - σωσμός».

198 π.Χ., Αύγουστος, 36.3° N, 28.2° E, h = n, M = 7.2, Ρόδος (IX)

Σύμφωνα με τον **Ιουστίνο**, ο σεισμός χτύπησε τη Ρόδο και πολλές άλλες πόλεις προκαλώντας εκτεταμένες καταστροφές και εξαφανίζοντας σχεδόν ολοκληρωτικά μερικές πόλεις. Πέρα από την πληροφορία αυτή, υπάρχουν σχετικές επιγραφές σε μερικές πόλεις του νοτιοανατολικού Αιγαίου. Σ' αυτές περιγράφονται μακροσεισμικά αποτελέσματα τα οποία είναι πολύ πιθανόν να οφείλονται σ' αυτό το σεισμό.

(62) μ.Χ., 34.8° N, 24.1° E, h = n, M = (7.5), Κρήτη (VIII, Λεβηναίο Ιερό)

Ο **Φλάβιος Φιλόστρατος**, στους Βίους του Απολλώνιου του Τυανέα, γράφει ότι όταν ο Απολλώνιος βρισκόταν στη Λεβήνη, επίνειο της Γόρτυνας στη νότια Κρήτη στο ναό του Ασκληπιού, στο Λεβηναίο Ιερό, την ώρα που συζητούσε με πολλούς ιερείς του ναού, σεισμός συγκλόνισε ολόκληρο το νησί της Κρήτης. Ένας τρομαχτικός κρότος ακούστηκε να εξέρχεται από τη γη και η θάλασσα υποχώρησε κατά επτά στάδια (1,3 km) περίπου. Μερικές μέρες αργότερα ταξιδιώτες έφθασαν από την Κυδωνία (Χανιά) και ανακοίνωσαν ότι την ίδια μέρα που έγινε αυτός ο σεισμός κατά την αυτή περίπου ώρα, στο μέσον της ημέρας, νησί αναδύθηκε στον πορθμό μεταξύ Θήρας και Κρήτης. Ο **Σεπτίμιος**, ο οποίος μετέφρασε (κατά διαταγή του Νέρωνα) στα Λατινικά το έργο του **Δίκτυος του Κρητικού** (μυθογράφου της αρχαιότητας), αναφέρει ότι έγιναν σεισμοί στην πόλη της Κνωσού, όπου εξ αιτίας τους άνοιξαν πολλοί τάφοι, συμπεριλαμβανομένου και αυτού του Δίκτυος όπου βρέθηκαν τα χειρόγραφα της Εφημερίδας με ολόκληρη την αλήθεια για τον Τρωικό Πόλεμο.

142, 36.3° N, 29.0° E, h = n, M = 7.5, Ρόδος (IX)

Ο **Πανσανίας** γράφει ότι πόλεις στη Λυκία, στην Καρία καθώς επίσης η Κως και η Ρόδος χτυπήθηκαν από βίαιο σεισμό και γι' αυτό το λόγο ο Αυτοκράτορας Αντωνίνος ο Πίος στήριξε γενναία την αναστύλωση τους. Από ένα ρητορικό λόγο του

Αιλίου Αριστείδη προκόπτει ότι η πόλη της Ρόδου ερημώθηκε όχι εξαιτίας του σεισμού αλλά από το θαλάσσιο κύμα (τσουνάμι) που ακολούθησε.

334, 36.9° N, 27.4° E, h = n, M = (6.6), Κως (VIII)

Σύμφωνα με τον **Μητροπολίτη Ηλία της Νισίβεως** (Αντιόχειας) εκείνη τη χρονιά έγινε σεισμός στο νησί της Κω και πολλές πόλεις κατέρρευσαν (Guidoboni et al. 1994).

344, 36.3° N, 28.3° E, h = n, M = (6.5), Ρόδος (VIII)

Ο **Θεοφάνης** αναφέρει ότι έγινε βίαιος σεισμός εκείνη τη χρονιά και το νησί της Ρόδου καταστράφηκε. Το ίδιο επαναλαμβάνεται και από τον **Κεδρηνό** (Hoff 1840, Perrey 1848, Mallet 1854, Γεωργιάδης 1904, Guidoboni et al. 1994).

365, Ιούλιος 21, 35.2° N, 23.4° E, h = n, M = 8.3, Κρήτη (VIII, Γόρτυς)

Πρόκειται για το μεγαλύτερο γνωστό σεισμό της Μεσογείου, ο οποίος συνοδεύτηκε από το επίσης μεγαλύτερο γνωστό θαλάσσιο κύμα βαρύτητας (τσουνάμι). Το επίκεντρό του, όπως προκύπτει από παρατηρήσεις υπαίθρου (ανύψωση του Ρωμαϊκού λιμανιού Φαλάσαρνας στη δυτική Κρήτη, ανύψωση ακτών όπως προκύπτει από τη θαλάσσια πανίδα) είναι στο θαλάσσιο χώρο κοντά στο νοτιοδυτικό άκρο της Κρήτης (Thommerete et al. 1981, Pirazzoli et al. 1992). Ο σεισμός γεννήθηκε από ένα ανάστροφο ρήγμα, το οποίο έχει βορειοδυτική διεύθυνση και κλίνει προς το Αιγαίο, η δε μετατόπιση πάνω στο ρήγμα αυτό ήταν 10m περίπου (Parazachos, 1996). Πληροφορίες για το σεισμό αυτό παρέχονται από τους Αμμιανό Μαρκελλίνο, Ιερώνυμο, Αθανάσιο, Σωκράτη Σχολαστικό, Σωζόμενο, Ζώσιμο, Θεοφάνη, Κεδρηνό (Γεωργιάδης 1904, Guidoboni et al. 1994, Σπυρόπουλος 1997, Stiros 2000).

Ο **Αμμιανός Μαρκελλίνος** γράφει ότι η τρομερή καταστροφή ξέσπασε ξαφνικά σ' ολόκληρο τον (τότε γνωστό) κόσμο παρόμοια της οποίας δε βρίσκει κανείς πουθενά, ούτε στους θρύλους ούτε στα αληθινά ιστορικά γεγονότα. Λίγο μετά το πρώτο φως της αυγής, αφού προηγήθηκαν βροντές και αστραπές, ολόκληρη η Γη συνταράχθηκε. Η θάλασσα αποσύρθηκε και τα νερά της τραβήχτηκαν σε τέτοια έκταση ώστε ο βυθός της αποκαλύφθηκε. Μπορούσε, έτσι, κανείς να δει χωμένα βαθιά στη λάσπη πολλά θαλάσσια όντα και πολλές οροσειρές και κοιλάδες που, ενώ ήταν πάντοτε σκεπασμένες με νερό, έγιναν ορατές καθώς έπεφταν πάνω τους για πρώτη φορά οι ακτίνες του ηλίου. Πολλά πλοία εξόκειλαν και πολλοί άνθρωποι περιπλανιόνταν στα λίγα νερά

που έμειναν μαζεύοντας ψάρια και άλλα θαλάσσια όντα, αλλά τα θαλάσσια κύματα επανήλθαν υπερυψωμένα και όρμισαν πάνω στα αβαθή νερά, στα νησιά και σε εκτεταμένες στεριές ισοπεδώνοντας πολλά κτίρια ή στιδήποτε συναντούσαν στο δρόμο τους. Τεράστιες ποσότητες νερού φόνευσαν, κατά την επιστροφή τους, πολλές χιλιάδες ανθρώπων. Όταν η μανία των νερών κόπασε, φάνηκαν μερικά κατεστραμμένα πλοία και πτώματα ναυαγών. Μερικά μεγάλα πλοία είχαν εκσφενδονιστεί από το κύμα στις στέγες σπιτιών, όπως συνέβη στην Αλεξάνδρεια, και άλλα σε απόσταση μέχρι δύο μίλια μέσα στην ξηρά. Ο Μαρκελλίνος προσθέτει ότι είδε ο ίδιος κοντά στη Μεθώνη ένα πλοίο των Σπαρτιατών, το οποίο παρέμεινε και διαλύθηκε εκεί που το άφησαν τα κύματα. Ο **Ιερώνυμος** γράφει (στο Χρονικό) ότι έγινε ένας παγκόσμιος σεισμός και η θάλασσα ξεχύθηκε πάνω στη στεριά προκαλώντας ζημιές σε αμέτρητους ανθρώπους στη Σικελία και σε πολλά άλλα νησιά. Ο ίδιος συγγραφέας (στους Βίους του Αγ. Ιλαρίωνα) αναφέρει ότι στην περιοχή της Επιδαύρου (σημερινή πόλη Cavtat στις ακτές της Δαλματίας στην Αδριατική) οι κάτοικοι είδαν το τεράστιο θαλάσσιο κύμα το οποίο εκσφενδόνισε πλοία στα βουνά και επειδή φοβήθηκαν ότι η πόλη τους θα καταστρεφόταν ζήτησαν τη βοήθεια του Αγ. Ιλαρίωνα και, όπως λέγεται, αυτός στάθηκε όρθιος στην παραλία και εμπόδισε το κύμα να κατακλύσει την πόλη. Ο **Αθανάσιος** γράφει ότι όταν έγινε ο σεισμός στις 21 Ιουλίου (365μ.Χ.) η θάλασσα αποσύρθηκε από τα ανατολικά. Πολλοί άνθρωποι σκοτώθηκαν και χάθηκαν πολλές περιουσίες. Όπως προκύπτει από μια επιστολή του, η οποία δημοσιεύθηκε αργότερα σε ανώνυμο κείμενο με τίτλο η «Ζωή του Αθανασίου», από το σεισμό του 365 καταστράφηκαν στην Κρήτη περισσότερες από 100 πόλεις. Αναφέρει επίσης ότι το θαλάσσιο κύμα που ακολούθησε το σεισμό πλημμύρισε την ξηρά σε ορισμένα μέρη και σε άλλα αποσύρθηκε.

Ο ιστορικός **Σωκράτης ο Σχολαστικός** γράφει ο σεισμός έβλαψε πολλές πόλεις. Ο **Σωζόμενος** (c. 450μ.Χ.) γράφει ότι η Γη δονήθηκε από τόσο φοβερούς σεισμούς ώστε σπίτια κατέρρευσαν, χάσματα άνοιξαν παντού και δεν υπήρχε μεγαλύτερη ασφάλεια έξω από τα σπίτια απ' ότι μέσα. Μεγάλη καταστροφή έγινε κοντά στην Αλεξάνδρεια όταν η θάλασσα πρώτα αποσύρθηκε και μετά επανήλθε και πλημμύρισε την ξηρά σε μεγάλη απόσταση. Ακόμα και βάρκες βρέθηκαν στις οροφές των σπιτιών. Ο Σωζόμενος προσθέτει ότι ακόμα και στην εποχή του την ημέρα αυτή (21 Ιουλίου) γιορταζόταν κάθε χρόνο στην Αλεξάνδρεια η επέτειος του σεισμού. Ο **Ζώσιμος** γράφει ότι σειστήκε περισσότερο η Κρήτη και η Πελοπόννησος με την υπόλοιπη Ελλάδα. Καταστράφηκαν πολλές πόλεις πλην της Αθήνας και της Αττικής. Λέγεται ότι σώθηκε η Αθήνα και η

Αττική από τον ήρωα Αχιλλέα επειδή έγινε προ του σεισμού δημόσια εκδήλωση προς τιμή του μετά από σχετικό όνειρο του Ξεστορίου. Ο **Θεοφάνης** γράφει ότι στην Αλεξάνδρεια το θαλάσσιο κύμα υπερέβη τις υψηλές οικοδομές και τα τείχη και έριξε πλοία στις αυλές. Οι κάτοικοι της πόλης άρχισαν την αρπαγή των φορτίων των πλοίων αλλά το κύμα επανήλθε και κάλυψε τα πάντα. Όπως ανέφεραν ναυτικοί, τα πλοία τους στην Αδριατική άγγιξαν τον πυθμένα της θάλασσας και συνέχισαν την πλεύση όταν επανήλθε το νερό της θάλασσας. Ο **Κεδρηνός** αναφέρει ότι χάθηκαν πολλά μέρη της Κρήτης, της Αχαΐας, της Βοιωτίας, της Ηπείρου και της υπόλοιπης Ελλάδας και ότι στην Αλεξάνδρεια πνίγηκαν 50.000 άνθρωποι.

448, Νοέμβριος 6, 34.8° N, 24.8° E, h = n, M = (7.2), Κρήτη (VIII, Γόρτυς)

Ο **Μαλάλας** αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Θεοδοσίου του II, το νησί της Κρήτης υπέφερε από την οργή του Θεού και ολόκληρη η γύρω περιοχή υπέφερε επίσης. Στην μητρόπολη της Γορτύνας τα δημόσια λουτρά, που είχαν κατασκευαστεί από τον Ιούλιο Καίσαρα, κατέρρευσαν (Γεωργιάδης 1904, Guidoboni et al. 1994). Ο Di Vita (1995, 1996) δεν θεωρεί αξιόπιστη την πληροφορία του Μαλάλα και υποστηρίζει ότι η καταστροφή της Γορτύνας προκλήθηκε από το σεισμό του 365 μ.Χ.

476, 36.4° N, 28.3° E, h = n, M = (6.7), Ρόδος (VIII)

Σε μεσαιωνικό κείμενο του **Μεγάλου Χρονογράφου** αναφέρεται ότι κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Ζήνωνα έγινε σεισμός στη Ρόδο και καταστράφηκαν τα γυμναστήρια και τα κάλλη της πόλης (Schreiner 1975, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994).

515, 36.4° N, 28.2° E, h = n, M = (6.4), Ρόδος (VIII)

Σύμφωνα με το **Μαλάλα**, κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Αναστασίου, το νησί της Ρόδου υπέφερε την τρίτη συμφορά του τη νύχτα και ο Αυτοκράτορας βοήθησε γενναιόδωρα τους επιζήσαντες και την ανοικοδόμηση της πόλης. Ο **Ευάγγριος** αναφέρει ότι η Ρόδος υπέφερε από βίαιο σεισμό καθώς τελείωνε η νύχτα (Σάθας 1867, Μουγιάρης 1994, Guidoboni et al. 1994).

556, Αύγουστος, 36.8° N, 27.3° E, h = n, M = (7.0), Κως (X)

Ο **Αγαθίας** αναφέρει ότι όταν αυτός αποβιβάστηκε στην Κω υπήρχε σωρός από πέτρες, σπασμένες κολώνες και ξύλα κάλυπταν τους δρόμους της πόλης και μόνο

μερικά κτίσματα από πλίνθους είχαν διασωθεί. Το θαλάσσιο σεισμικό κύμα υψώθηκε σε φοβερό ύψος και έπληξε όλα τα παράκτια οικήματα καταστρέφοντας τα πάντα και εξαφανίζοντας μαζί με τις περιουσίες τους και τους ανθρώπους. Η δεξαμενή του πόσιμου νερού γέμισε θαλασσινό νερό, πολλαπλασιάζοντας έτσι τα προβλήματα των απελπισμένων κατοίκων. Σχεδόν όλοι οι κάτοικοι εξαφανίστηκαν

796, Απρίλιος, 34.5° N, 24.4° E, h = n, M = (7.1), Κρήτη

Ο **Θεοφάνης** αναφέρει ότι ένας πολύ βίαιος σεισμός συγκλόνισε το νησί της Κρήτης. Είναι πιθανώς ο ίδιος σεισμός που σύμφωνα με τον Άραβα ιστορικό **Al - Tabari** εκείνο τον καιρό συγκλόνισε την Αίγυπτο και η κορυφή του φάρου της Αλεξάνδρειας κατέρρευσε. Ίσως είναι ο ίδιος σεισμός που έγινε αισθητός στην Σικελία και στην Ιταλία (Hoff 1840, Mallet 1854, Γεωργιάδης 1904, Guidoboni et al. 1994).

1246, 35.4° N, 23.3° E, h = n, M = (7.0), Χανιά (VII)

Ο σεισμός σάρωσε κάτω τα τείχη της πόλης των Χανίων (Hoff 1840, Perrey 1848, Schmidt 1867a).

1303, Αύγουστος 18, 36.1° N, 29.4° E, h = n, M = 8.0, Ρόδος (X)

Αυτός είναι ένας από τους μεγαλύτερους σεισμούς της Μεσογείου, ο οποίος επίσης συνοδεύτηκε με ένα από τα μεγαλύτερα θαλάσσια κύματα βαρύτητας (τσουνάμι) που παρατηρήθηκαν στην περιοχή. Είναι ο μεγαλύτερος γνωστός επιφανειακός σεισμός του ανατολικού τμήματος του Ελληνικού τόξου, αντίστοιχος του σεισμού του 365 μ.Χ. του δυτικού τμήματος του τόξου και με αντίστοιχο τεράστιο τσουνάμι. Ο σεισμός έγινε την Πέμπτη στις 18 Αυγούστου 1303, στις 3 και 30' (GMT). Προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές στην ανατολική και κεντρική Κρήτη. Ο σεισμός ήταν πολύνεκρος στη Ρόδο, την Κρήτη και στην Αλεξάνδρεια αλλά δεν είναι με ακρίβεια γνωστός ο αριθμός των θυμάτων. Σε επιστολή του Δονάτου, που γράφτηκε όμως το 1508, αναφέρεται ότι ο αριθμός των νεκρών από το σεισμό αυτό στο Ηράκλειο ανήλθε στις 4.000.

Τα μακροσεισμικά αποτελέσματα του σεισμού αυτού έχουν το βασικό χαρακτηριστικό των ισχυρών σεισμών του ελληνικού τόξου, που είναι η εύκολη διάδοση των κυμάτων τους και η πρόκληση βλαβών κατά μήκος του τόξου και προς το κυρτό του μέρος (ανατολική Μεσόγειος) και η έντονη απόσβεση των κυμάτων στο εσωτερικό του τόξου, δηλαδή, στην περιοχή του Αιγαίου (Papazachos and Comninakis

1971). Εξάλλου η γένεση του μεγάλου τσουνάμι που συνόδεψε το σεισμό δείχνει ότι αυτός είναι επιφανειακός σεισμός, ο οποίος προκλήθηκε από μεγάλο ανάστροφο ρήγμα που χωρίζει την ανατολική Μεσόγειο (μπροστινό μέρος της Αφρικανικής πλάκας) από το Αιγαίο -Ανατολία (μπροστινό μέρος της Ευρασιατικής πλάκας).

1366, Απρίλιος 30, 36.8° N, 28.6° E, h = n, M = 7.2, Ρόδος (IX)

Πληροφορίες για το σεισμό αυτό υπάρχουν στο δημοσιευμένες στο **Eulogium Historiarum** καθώς και σε αραβικές πηγές. Από το σεισμό κατέρρευσε όλο το Κάστρο της Ρόδου και ισοπεδώθηκαν πολλά μικρότερα κάστρα. Την ίδια περίοδο καταστράφηκε και το Targuzlu (Denisli) πολύ πιθανώς από τον ίδιο σεισμό (Luttrell 1999).

1481, Μάιος 3, 36.2° N, 29.0° E, h = n, M = 7.2, Ρόδος (IX)

Σύμφωνα με τους **Coronelli** και **Parisotti** (1688), οι δονήσεις άρχισαν στις 15 Μαρτίου και προκάλεσαν τρόμο στους κατοίκους. Τη νύχτα στις 3 Μαΐου έγινε ο μεγαλύτερος σεισμός που συνοδεύτηκε από θαλάσσιο κύμα ύψους 3m στην ακτή. Το κύμα πλημμύρισε τη στεριά και στο λιμάνι ένα πλοίο παρασύρθηκε, συντρίφτηκε σε βράχο και βυθίστηκε με ολόκληρο το πλήρωμα. Όταν η θάλασσα ηρέμησε και τα νερά αποσύρθηκαν, διαπιστώθηκε ότι κανένα κτίριο δεν κατέρρευσε. Οι δονήσεις συνεχίστηκαν μέχρι τις 3 Οκτωβρίου όταν ο σεισμός που έγινε προκάλεσε την ερήμωση της Ρόδου. Οι δονήσεις σταμάτησαν για λίγες εβδομάδες και ξεκίνησαν ξανά στις 18 Δεκεμβρίου. Οι μετασεισμικές δονήσεις συνεχίστηκαν μέχρι τα μέσα του Ιανουαρίου 1482. Η ακολουθία αυτών των σεισμών σώρασε στο έδαφος πολλές εκκλησίες, παρεκκλήσια, το Δικαστικό Μέγαρο και πολλά σπίτια, θάβοντας τους Ροδίτες μέσα στα ερείπια.

Πρόκειται προφανώς για σεισμό ο οποίος είχε την εστία του στο μεγάλο ρήγμα του Καστελόριζου το οποίο έχει διεύθυνση ΔΒΔ και συνδέεται με τη σχετική τάφρο (Parazachos 1996).

1493, Αύγουστος 18, 36.7° N, 27.1° E, h = n, M = (6.8), Κως (IX, Κέφαλος)

Η σεισμική δράση άρχισε το 1491. Ο σεισμός ήταν πολύ καταστρεπτικός στην Κω όπου πολλοί άνθρωποι σκοτώθηκαν (περίπου 5.000 άνθρωποι). Γκρεμίστηκε το μισό μέρος του πύργου των Ιωαννιτών κοντά στην Κέφαλο και ολόκληρος ο πύργος

στην παλιά Αντιμάχεια. Πολλά σπίτια κατέρρευσαν στην Κέφαλο, στην Αντιμάχεια, στα Καρδάμαινα και στο Πυλί. Προκλήθηκαν βλάβες και στην Τουρκία.

1494, Ιούλιος 1, 35.5° N, 23.3° E, h = n, M=(7.5), Ηράκλειο (VIII)

Πληροφορίες γι' αυτό το σεισμό δίνονται από τους περιηγητές της εποχής **Oliver, Thenet** και **Pietro Casola**. Η δόνηση ήταν τόσο έντονη στο Ηράκλειο ώστε αυτό σωριάστηκε στο έδαφος. Το μοναστήρι του Αγίου Φραγκίσκου στην πόλη του Ηρακλείου έπαθε σοβαρές βλάβες. Πολλές καταστροφές έγιναν κυρίως στα κωδωνοστάσια της εκκλησίας και στα ιδιωτικά κτίρια. Ο λαός πανικοβλήθηκε. Στο λιμάνι μεγάλα θαλάσσια κύματα προκάλεσαν βίαιες συγκρούσεις των αγκυροβολημένων πλοίων που φαινόταν ότι θα γίνουν κομμάτια. Παρατηρήθηκε απόσυρση της θάλασσας στο Ισραήλ. Κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας, στις 2 Ιουλίου, αναφέρθηκε ότι ο σεισμός είχε καταστρέψει πολλές περιοχές της Κρήτης.

1508, Μάιος 29, 35.2° N, 25.8° E, h = n, M = 7.2, Ιεράπετρα (X)

Πληροφορίες δίνονται κυρίως από επιστολή του **Δούκα της Κρήτης Ιερώνυμου Δονάτου**, διοικητή του νησιού κατά τον χρόνο εκείνο, στον φίλο του Πέτρο Κονταρηγό, που στάλθηκε στις 15 Ιουλίου 1508. Του σεισμού προηγήθηκε θόρυβος. Ο κλονισμός κράτησε 15 έως 20 δευτερόλεπτα. Στο Ηράκλειο μόνο 4 - 5 σπίτια έμειναν κατοικήσιμα και 3 ή 4 σπίτια σωριάστηκαν στο έδαφος. Τρεις εκκλησίες και όλα τα καμπαναριά κατέρρευσαν. Τα τείχη παρέμειναν άθικτα. Τα ανθρώπινα θύματα δεν ξεπέρασαν τους 300. Η πόλη της Ιεράπετρας ανατράπηκε και δεν ξαναχτίστηκε. Στην θέση της δημιουργήθηκε ένα μικρό χωριό μ' ένα μικρό πύργο. Ο σεισμός κατέστρεψε τη Σητεία και ολόκληρη η ανατολική Κρήτη έπαθε βλάβες.

1513, Μάρτιος 28, 36.1 N, 28.2 E, h = n, M = (7,2), Ρόδος (VIII)

Σε επιστολή που στάλθηκε από την Κύπρο αναφέρεται ότι ο σεισμός έβλαψε το μπροστινό τείχος του παραλιακού κάστρου της Ρόδου. Βλάβες στη Ρόδο προκύπτουν και από επισκευές που έγιναν λίγα χρόνια αργότερα. Φαίνεται ότι είναι ο ίδιος σεισμός του οποίου η διάρκεια στο Κάιρο ήταν περίπου ένα λεπτό (Ambraseys and Finkel 1995, Luttrell 1999).

1595, Νοέμβριος 26, 35.3° N, 25.2° E, h = n, M = (6.4), Κρήτη (VIII)

Σύμφωνα με τον **Onorio Belli** ο σεισμός προκάλεσε μεγάλες καταστροφές στο Ηράκλειο (Fallkener 1854, Μουγιάρης 1994). Σε κώδικα του **Αγίου Νικολάου Άνδρου** αναφέρεται ότι ο μέγας σεισμός έγινε στις 16 Νοεμβρίου 1595 (παλαιό ημερολόγιο) (Μαραβελάκης 1938).

1604, 35.8° N, 25.2° E, h = n, M = (6.5), Ηράκλειο (VII)

Αναφέρεται ότι προκλήθηκε καθίζηση του εδάφους στο νησί και οι κάτοικοι του Ηρακλείου εγκατέλειψαν την πόλη (Σταυράκης 1890, Κριάρης 1930).

1609, Απρίλιος, 36.2° N, 29.0° E, h = n, M = (7.2), Ρόδος (IX)

Γκρεμίστηκε το μισό της πόλης της Ρόδου συμπεριλαμβανομένου του κάστρου και πάρα πολλοί άνθρωποι πνίγηκαν από το θαλάσσιο κύμα που ακολούθησε το σεισμό. Έγινε αισθητός σε διάφορα μέρη μέχρι την Αίγυπτο και τις ακτές της Συρίας (Ambraseys and Finkel 1995).

1612, Νοέμβριος 8, 35.0° N, 23.8° E, h = n, M = (7.2), Ηράκλειο (VIII)

Ο σεισμός ανέτρεψε ένα μεγάλο αριθμό κτιρίων στο Ηράκλειο και στο λιμάνι βυθίστηκαν πολλά πλοία. Οι δονήσεις έγιναν αισθητές σε πολλά μέρη της Μεσογείου (Perrey 1848, Mallet 1854).

1616, 36.5° N, 28.5° E, h = n, M = (6.4), Ρόδος (VIII)

Ο σεισμός κατάστρεψε ένα πύργο και σπίτια στη Ρόδο (Ambraseys and Finkel 1995).

1630, Μάρτιος 9, 09h, 35.0° N, 23.7° E, h = n, M=(7.3), Κρήτη (IX)

Σε κώδικα της Δημοτικής (Φωσκολιανής) βιβλιοθήκης Ζακύνθου (που προήλθε από Κρητικό παπά) αναφέρεται ότι ο σεισμός έγινε αισθητός σ' ολόκληρο το νησί της Κρήτης. Σωριάστηκαν στο έδαφος σπίτια και πολλοί άνθρωποι θάφτηκαν κάτω από τα ερείπια. Επίσης, όπως προκύπτει από τις καταθέσεις δύο πλοιάρχων στις Αρχές της Ζακύνθου, αυτοί παρατήρησαν θαλάσσιο κύμα και υποθαλάσσιους θορύβους, μεταξύ Κρήτης, Μήλου και Κυθήρων, κατά το ταξίδι τους από την Κρήτη και τη Μήλο, αντίστοιχα, προς τη Ζάκυνθο. Στα Κύθηρα, ο σεισμός ήταν μέτριας σφοδρότητας και παρατηρήθηκε μικρή πλημμυρίδα στο λιμάνι του νησιού.

1646, Ιανουάριος 15, 35.4° N, 24.4° E, h = n, M = (6.0), Ρέθυμνο (VI)

Σε κώδικα της βιβλιοθήκης της Πάτρμου αναφέρεται ότι στις 5 Ιανουαρίου (παλαιά ημερομηνία) έγιναν δύο μεγάλοι σεισμοί στο Ρέθυμνο που ήταν τόσο δυνατοί ώστε νόμισαν ότι θα χαθεί ο κόσμος. Οι δονήσεις συνεχίστηκαν καθημερινά επί δύο μήνες.

1665, Ιανουάριος, 35.9° N, 25.0° E, h = i, M = (7.0), Ηράκλειο (VIII)

Ο σεισμός σώριασε κάτω πολλά σπίτια στο Ηράκλειο και πολλοί άνθρωποι χάθηκαν στα ερείπια (Perrey 1848, Schmidt 1867a).

1673, Μάιος 7, 36.0° N, 25.4° E, h = i, M = (7.0), Ηράκλειο (VII)

Ο σεισμός γκρέμισε σπίτια στο Ηράκλειο και έγινε αισθητός στη Ζάκυνθο (Hoff 1840, Perrey 1848, Schmidt 1867a, Sieberg 1932b).

1681, Ιανουάριος 10, 35.4° N, 23.5° E, h = n, M = (7.0), Κρήτη (VIII, Ηράκλειο)

Ο μεγάλος σεισμός προκάλεσε εκτεταμένες βλάβες στη βορειοδυτική Κρήτη και πολλούς θανάτους. Κατάστρεψε τα δύο τρίτα του Ηρακλείου. Στα Χανιά έγιναν αισθητοί δύο σεισμοί οι οποίοι έγιναν αντιληπτοί και στα πλοία. Οι ισχυροί μετασεισμοί κράτησαν τρεις μέρες (Σταυράκης 1890, Sieberg 1932b, Ambraseys and Finkel 1999).

1717, 35.9° N, 22.9° E, h = n, M = (7.0), Κρήτη (VIII)

Σε ενθύμηση του επισκόπου του Αυλοποτάμου αναφέρεται ότι ένας μεγάλος σεισμός έγινε στην Κρήτη και κατάστρεψε πολλά χωριά (Λάμπρος 1910). Ο σεισμός κατάστρεψε και το κάστρο της Κορώνης, όπως προκύπτει από οθωμανικά αρχεία (Ambraseys and Finkel 1999).

1741, Ιανουάριος 31, 1h 15m, 36.2° N, 29.3° E, h = n, M = 7.3, Ρόδος (VIII)

Κατέρρευσαν περισσότερα από 100 σπίτια στην πόλη και βλάφτηκαν τα τείχη και οι οχυρώσεις της Ρόδου. Η θάλασσα στη Ρόδο αποσύρθηκε και πλημμύρισε ξανά με μεγάλη βία την ακτή 12 φορές, σκεπάζοντας με νερό την απέναντι από το νησί ακτή και καταστρέφοντας 5 ή 6 χωριά που βρίσκονταν ένα χιλιόμετρο στο εσωτερικό του νησιού. Η δόνηση προκάλεσε σποραδικό πανικό στην Κρήτη και στην Κύπρο, όπου βλάφτηκε το Μοναστήρι του Άγιου Χρυσόστομου κοντά στη Λευκωσία και έπεσε ένας

μιναρές τζαμιού στην Αμμόχωστο. Στο Κάιρο ο σεισμός κράτησε πολύ προκαλώντας τρόπο στους κατοίκους και σώριασε στο έδαφος 4 τζαμιά και λίγα σπιτία. Οι μετασεισμοί συνεχίστηκαν μέχρι τις αρχές Φεβρουαρίου του 1742.

1750, Ιούνιος 7, 36.3° N, 22.8° E, h = n, M = (7.2), Κύθηρα (IX)

Από το σεισμό αυτό τα Κύθηρα μετατράπηκαν σε ερείπια και 2.000 άνθρωποι σκοτώθηκαν. Έγινε βίαια αισθητός στην Πελοπόννησο. Του σεισμού προηγήθηκε άλλη δόνηση στις 12 Μαΐου (Hoff 1840, Perrey 1848, Mallet 1854, Milne 1912).

1756, Φεβρουάριος 13, 36.3° N, 27.5° E, h = i, M = (7.5), Ρόδος (VII)

Έγινε έντονα αισθητός στην Κάρπαθο, Ρόδο και Satalia (Antalya), όπου προκάλεσε και βλάβες, ενώ στο Κάιρο προκλήθηκαν ελαφρύτερες. Στη Σύμωρη κράτησε 5 - 6 λεπτά χωρίς να προκαλέσει βλάβες.

1769, Δεκέμβριος, 35.6° N, 25.5° E, h = i, M = (7.0), Ηράκλειο (VII)

Ο σεισμός προκάλεσε βλάβες στα κάστρα του Ηρακλείου και της Σπιναλόγκας και υπήρξαν πολλά ανθρώπινα θύματα στο Αιγαίο (Ambraseys and Finkel 1999).

1780, Οκτώβριος, 34.9° N, 25.8° E, h = n, M = (6.8), Ιεράπετρα (X)

Στις αρχές του Οκτωβρίου έγινε ένας σφοδρός σεισμός. Είχαν όμως προηγηθεί και άλλες δονήσεις για κάποιο διάστημα. Το φρούριο της Ιεράπετρας με τη φρουρά του από 300 Τούρκους σωριάστηκε στο έδαφος. Με τον ίδιο τρόπο 13 χωριά με τους κατοίκους τους εξαφανίστηκαν. Ο σεισμός έγινε μέτρια αισθητός στα Χανιά.

1798, Ιούνιος 29, 36.0°N, 22.9°E, h = n, M = (6.8), Κύθηρα (VIII)

Όπως προκύπτει από χρονικό του ιερέα Γρηγορίου Λογοθέτη, οι προσεισμοί άρχισαν από τις 12 Ιουνίου. Από τον κύριο σεισμό καταστράφηκαν σπιτία, έπαθαν σοβαρές βλάβες εκκλησίες σε διάφορα μέρη του νησιού καθώς και διάφορα κάστρα.

1805, Ιούλιος 3, 04:, 35.0° N, 24.0° E, h = n, M = (7.0), Χανιά (VIII)

Με την ανατολή του ήλιου τέσσερες (4) ισχυρές σεισμικές δονήσεις έγιναν αισθητές στα Χανιά σε διάστημα 8 λεπτών. Τις μεγαλύτερες βλάβες έπαθαν τα Χανιά και το Ρέθυμνο. Σε ενθύμηση, η οποία αναγράφεται σε βιβλίο του Αρχιεπισκόπου Θεσσαλονίκης Συμεών του Μακαρίου, αναφέρεται ότι έγινε σ' ολόκληρο το νησί της

Κρήτης ένας μεγάλος σεισμός που κατάστρεψε πολλά σπίτια, τζαμιά και εξοχικές κατοικίες στις πόλεις και τα χωριά. Η γη σειόταν μέρα και νύχτα.

1810, Φεβρουάριος 16, 22:15:, 35.5° N, 25.6° E, h = 90km, M = 7.8, Ηράκλειο (IX)

Ο περιηγητής **John Galt**, αναφέρει ότι από πληροφορίες του ο σεισμός κατάστρεψε το ένα τρίτο των σπιτιών της πόλης του Ηρακλείου και σκότωσε πολλές χιλιάδες ανθρώπων. Ο σεισμός αυτός του είχε προκαλέσει υπερβολικό τρόμο όταν βρισκόταν στην Τριπολιτσά (Τρίπολη) και έγινε αισθητός σ' όλα τα μέρη που επισκέφθηκε κατόπιν. Ο αριθμός των νεκρών υπολογίζεται μεταξύ 2.000 και 3.000. Το μοναστήρι του Αγίου Ασωμάτου, ένα βαρύ βενετσιάνικο κτίριο στην νοτιοδυτική πλευρά του όρους Ίδη, καταστράφηκε από το σεισμό.

1815, Δεκέμβριος, 34.9° N, 25.7° E, h = n, M = 6.8, Ιεράπετρα (VIII)

Ο σεισμός ήταν σφοδρός στο νότιο και το ανατολικό μέρος του νησιού της Κρήτης και προκάλεσε την καταστροφή ενός μεγάλου τμήματος της πόλης της Ιεράπετρας. Καταστροφές επίσης προκάλεσε και σ' ένα μεγάλο μέρος των Ενετικών κτισμάτων της Εθιάς (επαρχία Μονοφασίου – Μυραμπέλου) καθώς και στο μοναστήρι της Ακρωτηριανής (Μονή Τομπλού) (Sieberg 1932a,b, Karnik 1971).

1843, Οκτώβριος 18, 36.4° N, 27.7° E, h = n, M = (6.6), Δωδεκάνησα (IX, Χάλκη)

Την 1 Οκτωβρίου στη Χάλκη (μικρό νησί κοντά στη Ρόδο) έγινε μια ισχυρή δόνηση το πρωί. Το μεσημέρι την ίδια ημέρα καθώς και το απόγευμα έγιναν άλλες ασθενέστερες δονήσεις. Στις 6 Οκτωβρίου έγινε ένας ισχυρός σεισμός στην Κω. Στις 18 Οκτωβρίου έγινε μια νέα δόνηση με κατεύθυνση από νότο προς βορρά που κράτησε 30 δευτερόλεπτα. Αυτή ήταν σφοδρότερη στη Χάλκη. Πλοία που βρισκόνταν εκεί αγκυροβολημένα ανατράπηκαν και ένα βουνό κατέρρευσε. Οι δονήσεις συνεχίστηκαν για 2 ή 3 ημέρες. Στο νησί Χάλκη χάθηκαν 600 κάτοικοι (Perrey 1848).

1846, Μάρτιος 28, 17h, 35.8° N, 25.0° E, h = 90 km, M = 7.3, Κρήτη (VII, Ηράκλειο)

Ο σεισμός δόνησε δυνατά ολόκληρη την Κρήτη, όπου προκάλεσε πολλές βλάβες αλλά δεν ακούστηκε τίποτε για ανθρώπινα θύματα. Στο Ηράκλειο ρηγματώθηκαν περισσότερα από 100 σπίτια. Σύμφωνα με την μαρτυρία ενός καπετάνιου, έγινε πολύ έντονα αισθητός στη θάλασσα αλλά δεν παρατηρήθηκε φουσκοθαλασσιά. Στα Χανιά ήταν έντονα αισθητός με διάρκεια (≈1λεπτό) και προκάλεσε ρωγμές σε 20 σπίτια.

1856, Οκτώβριος 12, 02:45, 35.6° N, 26.0° E, h = i, M = 8.0, Ηράκλειο (IX)

Καταστρεπτικός σεισμός κυρίως στην Κρήτη και Ρόδο. Σ' ολόκληρο το νησί της Κρήτης βλάφτηκαν 11.317 σπίτια από τα οποία 6.512 καταστράφηκαν ολοκληρωτικά. Σ' αυτά περιλαμβάνονται 48 καταστήματα στο Ηράκλειο, τα οποία κάηκαν από την πυρκαγιά που ακολούθησε το σεισμό. Σκοτώθηκαν στην Κρήτη 538 άτομα και τραυματίστηκαν 637 μάλλον σοβαρά. Από τα 3.620 σπίτια, που είχε η πόλη την εποχή εκείνη, μόνο 18 έμειναν όρθια και κατοικήσιμα. Ο αριθμός των νεκρών ήταν μεγάλος σε σχέση με τον αριθμό των τραυματιών, γιατί οι βαριές σκεπές των σπιτιών κατά την πτώση τους συνέτριβαν τους κατοίκους. Η πόλη μετατράπηκε σε άμορφο σωρό ερειπίων. Γκρεμίστηκαν σχεδόν ολοκληρωτικά τα χωριά Καλέσα, Πετροκέφαλο, Πενταμόδι, Άγιος Μύρων, Κιθαρίδα και Ασίτες, που βρίσκονται στους πρόποδες του όρους Ίδη. Στο χωριό Βούτες δεν έμεινε όρθιος ούτε ενός μέτρου τοίχος και από τους 400 κατοίκους του σκοτώθηκαν οι 42. Έπαθαν ζημιές και τα χωριά της πεδιάδας Επισκοπή και Αϊτάνια καθώς και οι επαρχίες Μυραμπέλου και Ιεράπετρας. Σκοτώθηκαν 40 άνθρωποι στο χωριό Αϊτάνια και 16 στο χωριό Καμάρι. Στα ανατολικά του νησιού η Σητεία καταστράφηκε ολοκληρωτικά. Στα Χανιά όλα τα σπίτια βλάφτηκαν λίγα όμως κατέρρευσαν. Στην πόλη των Χανίων λίγοι τραυματίστηκαν και μερικοί σκοτώθηκαν στα προάστια (ύπαιθρο). Στην περιοχή Κισσάμου, στα Χανιά, μια τοποθεσία βυθίστηκε και δημιουργήθηκε μια λίμνη απ' όπου αναδυόταν μυρουδιά θειαφιού. Στο Ρέθυμνο όλα τα σπίτια έπαθαν ζημιές αλλά κανείς δε σκοτώθηκε. Στη Ρόδο ο σεισμός κράτησε από 40 έως 90 δευτερόλεπτα και προκάλεσε βλάβες σε 8 χωριά, όπου έγιναν ακατοίκητα 2.000 σπίτια και σκοτώθηκαν 60 άνθρωποι. Στην Κάρπαθο σχεδόν όλα τα σπίτια καταστράφηκαν και σκοτώθηκαν 20 άνθρωποι. Στην Κάσο 3 χωριά καταστράφηκαν. Προκλήθηκαν μεγάλες καταστροφές στη Σαντορίνη, όπου σώριασε στο έδαφος (μέχρι τα θεμέλια) φημισμένες εκκλησίες, σπίτια και παλάτια και σκοτώθηκαν 6 - 7 άνθρωποι.

1862, Μάρτιος 24, 36.4° N, 27.4° E, h = i, M = (6.3), Ρόδος (VII)

Στη Ρόδο κατέρρευσαν παλιά τείχη και ο σεισμός έγινε αισθητός στη Μαρμαρίδα και σε πολλούς άλλους τόπους κατά μήκος των τουρκικών ακτών καθώς επίσης και στα νησιά Νίσυρος και Χάλκη (Karnik 1971).

1863, Απρίλιος 22, 21:30, 36.4° N, 27.6° E, h = 90km, M = 7.5, (X, Ρόδος)

Ο σεισμός κατέστρεψε 13 χωριά στη Ρόδο μεταξύ των οποίων και το χωριό Μασάρι που ξανακτίστηκε από την αρχή 2km δυτικότερα. Κατέρρευσαν συνολικά 2.050 σπίτια της Ρόδου. Καταστράφηκαν επίσης ο καθεδρικός ναός και μερικά σπίτια στην Κω και μερικά σπίτια στη Χάλκη. Επίσης, καταστράφηκαν μερικά σπίτια στη Μάκρη και στη Μαρμαρίδα στην απέναντι ΝΔ ακτή της Τουρκίας.

1866, Φεβρουάριος 6, 36.1° N, 22.9° E, h = n, M = (6.8), Κύθηρα (VIII)

Ο σεισμός έπληξε βαριά τα Κύθηρα και ένα σεισμικό κύμα ύψους 8m κατέστρεψε σπίτια στον Αβλέμονα (Sieberg 1932a, Papadopoulos and Vassilopoulou 1997).

1869, Απρίλιος 18, 36.5° N, 27.6° E, h = n, M = 6.8, Δωδεκάνησα (IX, Σύμη)

Στις 18 Απριλίου έγινε ένας σεισμός κοντά στη Σύμη όπου προξένησε πολλές καταστροφές και πολύς κόσμος σκοτώθηκε. Προκάλεσε ζημιές σε κτίρια της Ρόδου και της Καλύμνου. Έγινε αισθητός σ' όλα τα Δωδεκάνησα καθώς επίσης και στην απέναντι ακτή της Μικράς Ασίας, στη Σμύρνη και την Προύσα. Οι μετασεισμοί κράτησαν μέχρι το τέλος του Μάη με ισχυρότερο εκείνον στις 22 Απριλίου, ο οποίος έγινε αισθητός στη Ρόδο και στη Νίσυρο (Sieberg 1932a,b).

1874, Νοέμβριος 16, 36.5° N, 27.9° E, h = i, M = (7.0), Ρόδος (VII)

Αυτός ο ισχυρός σεισμός έπληξε το νησί της Ρόδου και επεκτάθηκε προς τη Μικρά Ασία. Έγινε αισθητός μέχρι την Κωνσταντινούπολη (Sieberg 1932b).

1887, Ιούλιος 17, 07:45, 35.7° N, 26.0° E, h = 100 km, M = 7.4, Ηράκλειο (VII)

Στο Ηράκλειο, η δόνηση ήταν πολύ ισχυρή και κράτησε 35 sec. Ο φόβος και ο τρόμος που κατέλαβε τους κατοίκους ήταν απεριγράπτοι, ιδίως στο Παρθεναγωγείο, όπου ήταν μαζεμένοι πολλοί άνθρωποι λόγω των εξετάσεων. Πολλά σπίτια έπαθαν ρωγμές, ένας Τούρκος πέθανε από το φόβο του. Στο λιμάνι πολλοί άνθρωποι πήδησαν στη θάλασσα για να σωθούν. Ο σεισμός αυτός ήταν ο δυνατότερος που έγινε στην πόλη μετά το σεισμό του 1856. Στη Ρόδο σπίτια ρηγματώθηκαν.

1896, Οκτώβριος 27, 36.5° N, 28.3° E, h = n, M = 6.4, (VII, Ρόδος)

Ο σεισμός προκάλεσε μερικές καταστροφές στη Ρόδο καθώς και βλάβες στην Αλικαρνασό (Bordum) και στη Μαρμαρίδα της Μικράς Ασίας. Έγιναν πολυάριθμοι

προσεισμοί και μερικοί από αυτούς ήταν αρκετά ισχυροί και προξένησαν ελαφρές βλάβες στα κτίρια (Sieberg 1932a, Karnik 1971).

1903, Αύγουστος 11, 04:32:54, 36.36° N, 22.97° E, h = 80 km, M = 7.4, Κύθηρα (XI, Μητάτα)

Του σεισμού προηγήθηκε στα Κύθηρα θόρυβος όμοιος με το θόρυβο κανονιού και οι μετασεισμικές δονήσεις (μικρές) συνεχίστηκαν ολόκληρη την εβδομάδα που ακολούθησε, ενώ ένας μέτριος μετασεισμός έγινε και στις 24 Οκτωβρίου. Το χωριό Μητάτα, το οποίο είναι χτισμένο σε αμμώδες έδαφος, καταστράφηκε από το σεισμό και τραυματίστηκαν σ' αυτό τέσσερα (4) παιδιά από τα οποία τα δύο (2) πέθαναν.

1908, Μάιος 17, 12:30:42, 35.7° N, 25.1° E, h = 80km, M = 6.6, Ηράκλειο (V)

Στο Ηράκλειο, ο σεισμός έγινε αισθητός πολύ βίαια και με μεγάλη διάρκεια ενώ στα Χανιά σημαντικά ελαφρότερα. Έγινε αισθητός στο Βόλο, στη Ζάκυνθο και στη Ν. Ιταλία και ειδικότερα στη Reggio di Calabria (Sieberg 1932b, Πλατάκης 1950).

1910, Φεβρουάριος 18, 05:09:18, 35.7° N, 23.8° E, h = 90 km, M = 7.0, Κρήτη (VIII, Χανιά)

Ο σεισμός προκάλεσε καταστροφές στα Χανιά και στη γύρω περιοχή. Έξι (6) άνθρωποι σκοτώθηκαν στο χωριό Καλίπετρο (ή Βαρύπετρο). Ένας μετασεισμός που ακολούθησε στις 20 Μαρτίου έγινε αισθητός στα Χανιά. Προκλήθηκαν ρωγμές και καταρρεύσεις σε αρκετά σπίτια μερικών πόλεων και χωριών και έγινε έντονα αισθητός σ' ολόκληρο το νησί της Κρήτης.

1910, Αύγουστος 21, 17:14:30, 34.3° N, 26.8° E, h = n, M = 6.0, ΝΑ. Κρήτη

Τα στοιχεία αυτού του σεισμού λήφθηκαν από τον κατάλογο της UNESCO (Shebalin et al. 1974a).

1913, Σεπτέμβριος 30, 07:33:39, 35.0° N, 24.0° E, h = 60 km, M = 6.1, Ν της Κρήτης

Δεν υπάρχουν μακροσεισμικές πληροφορίες γι' αυτό το σεισμό. Τα στοιχεία του σεισμού λήφθηκαν από τον κατάλογο του Karnik (1969).

1922, Αύγουστος 13, 00:09:54, 35.0° N, 26.8° E, h = n, M = 6.8, Α. Κρήτη (VI+, Ζάκρος)

Ο σεισμός προκάλεσε ελαφρές ζημιές στα Μάλια και στο ανατολικό μέρος της Κρήτης, στη Ζάκρο. Έγινε αισθητός στο Ηράκλειο, στη Σαντορίνη και τη Νάξο. Προηγήθηκε στις 11 Αυγούστου ισχυρός προσεισμός (08:19:14, $M = 6.3$) ο οποίος έγινε αισθητός στην Ιεράπετρα και τα Μάλια (ΑΟΑ 1926, Sieberg 1932a). Ακολούθησαν μετασεισμοί ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε την ίδια μέρα με την κύρια δόνηση (12:46, $M = 5.9$).

1923, Αύγουστος 1, 08:16:38, 35.0° N, 25.0° E, h = 90 km, M = 6.8, Ρέθυμνο (IV, Ανώγεια)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στη Σαντορίνη και στα Ανώγεια της Κρήτης. Έγινε επίσης αισθητός και σ' άλλα μέρη της Κρήτης, όπως στην Αργυρούπολη (Β. Κρήτη), Ιεράπετρα, Χανιά, Ηράκλειο και Μάλια (ΑΟΑ 1928).

1926, Ιούνιος 26, 19:46:34, 36.5° N, 27.5° E, h = 100 km, M = 7.7, Ρόδος (XI, Αρχάγγελος)

Καταστράφηκε εντελώς από τον σεισμό ο Αρχάγγελος της Ρόδου όπου 600 σπίτια ανατράπηκαν, σκοτώθηκαν 4 άνθρωποι και πολυάριθμοι τραυματίστηκαν. Καταστράφηκε επίσης και ο Πυλώνας της Ρόδου. Συνολικά 3.000 σπίτια καταστράφηκαν κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Ρόδου. 200 σπίτια κατέρρευσαν, 550 έπαθαν σοβαρές βλάβες και πολλοί τραυματίστηκαν. Οι γειτονικές παραλιακές γραμμές ανασηκώθηκαν τμηματικά περίπου 20 - 30cm και προκλήθηκε διαπλάτυνση της ακτής για μερικές δεκάδες μέτρα. Προκλήθηκαν σοβαρές ζημιές στην απέναντι ακτή της Μικράς Ασίας και στην Αίγυπτο αλλά ελαφρότερες στην Μέση Ανατολή.

1930, Φεβρουάριος 14, 18:38:12, 36.5° N, 24.5° E, h = 130 km, M = 6.7, Ηράκλειο (X, Αϊτάνια)

Ο σεισμός προκάλεσε καταστροφές στη βόρεια και κεντρική Κρήτη και πολυάριθμους τραυματισμούς. Τα Αϊτάνια και Βάθεια καταστράφηκαν ολοκληρωτικά. Βαριές ζημιές παρατηρήθηκαν στις ακτές του Ηρακλείου, ενώ στο ίδιο το Ηράκλειο προκλήθηκαν ρωγμές σε πολλά σπίτια και πτώση καινοδόχων. Στο Ρέθυμνο σχεδόν όλα τα σπίτια ρηγματώθηκαν καθώς και τα δυτικά τείχη. Στα Χανιά έπεσαν σοβάδες σχεδόν σ' όλα τα σπίτια, ρηγματώθηκαν όλοι οι βορινοί και νότιοι τοίχοι στα περισσότερα παλιά σπίτια και μόνο ένα κατέρρευσε.

1933, Απρίλιος 23, 05:57:37, 36.80° N, 27.30° E, h = n, M = 6.6, Κως (IX)

Ο σεισμός έπληξε την Κω και τη Νίσυρο. Η πόλη της Κω εντελώς καταστράφηκε. Καταστράφηκαν μερικώς ή ολικώς η Αντιμάχεια, Ασφεντίου, Καρδάμαινα και Πυλιό. Σκοτώθηκαν 200 περίπου άνθρωποι και 600 τραυματίστηκαν. Σε πολλά μέρη το έδαφος έπαθε καθίζηση μέχρι και ένα μέτρο.

1934, Νοέμβριος 9, 13:40:56, 36.7° N, 25.7° E, h = 150 km, M = 6.2, Σητεία (V)

Ο σεισμός έγινε αισθητός στη Σητεία και ελαφρά στο Ηράκλειο, Χανιά, Ανώγεια, Σίκινο, Ανάφη, Σαντορίνη, Φολέγανδρο, Πάρο και Αμοργό. Δεν έγινε αισθητός στη Μήλο, Κίμωλο και Σίφνο (ΑΟΑ 1943).

1935, Φεβρουάριος 25, 02:51:31, 35.9° N, 25.2° E, h = 100 km, M = 7.0, Λασιθί (VIII, Ανώγεια)

Τα χωριά Σκαλάνι, Ανώπολη, Επάνω Βάθεια, Καινούργιο και Γούρνες κατέρρευσαν μέχρι στα θεμέλια. Σκοτώθηκαν 8 άνθρωποι, τραυματίστηκαν 204 και έμειναν 374 οικογένειες χωρίς στέγη. Αρκετές βλάβες παρουσιάστηκαν επίσης και στις περιοχές Ρεθύμνου και Χανίων.

1935, Μάρτιος 18, 08:40:45, 35.3° N, 26.8° E, h = 70 km, M = 6.4, Σαντορίνη (V)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στην Σαντορίνη και ελαφρότερα στην Σητεία και τα Χανιά (ΑΟΑ 1943).

1937, Οκτώβριος 16, 17:35:27, 35.7° N, 23.2° E, h = 100km, M = 6.0, Κύθηρα (V)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στα Κύθηρα (Karnik 1969).

1940, Φεβρουάριος 29, 16:07:44, 35.6° N, 26.1° E, h = n, M = 6.0, Λασιθί (V,Σητεία)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στη Σητεία (Comninakis and Papazachos 1986).

1944, Μάιος 27, 23:52:30, 36.1° N, 27.1° E, h = 100 km, M = 6.0, Ρόδος (VII)

Ο σεισμός προκάλεσε σοβαρές βλάβες στη Ρόδο (Comninakis and Papazachos 1986).

1945, Σεπτέμβριος 2, 11:54:05, 34.4° N, 28.9° E, h = 80 km, M = 6.4, ΝΑ. της Ρόδου

Δεν υπάρχουν μακροσεισμικές πληροφορίες γι' αυτό το σεισμό (Comninakis and Papazachos, 1986).

1947, Αύγουστος 30, 22:21:31, 35.1° N, 23.4° E, h = n, M = 6.3, Χανιά (V)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στα Χανιά (Comninakis and Papazachos 1986). Ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε στις 10 Οκτωβρίου (08:29, M = 5.0).

1948, Ιουλίου 24, 06:03:05, 35.2° N, 24.4° E, h = 80 km, M = 6.6, Χανιά (V)

Η δόνηση έγινε έντονα αισθητή στα Χανιά.

1952, Δεκέμβριος 17, 23:03:57, 34.4° N, 24.5° E, h = n, M = 7.0, Ηράκλειο (VI)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στο Ηράκλειο και στο χωριό Σπηλιά αλλά και σε διάφορα μέρη της Κρήτης και της Δυτικής Ελλάδας μέχρι την Κέρκυρα (BGINOA 1952).

1956, Ιούλιος 30, 09:14:57, 35.7° N, 26.1° E, h = n, M = 6.0, Λασιθι (V+, Ιεράπετρα)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στην Ιεράπετρα, Νεάπολη και Φουρνή (BGINOA 1956). Προηγήθηκαν δονήσεις η μεγαλύτερη από τις οποίες έγινε την ίδια μέρα με τον κύριο σεισμό (05:40, M = 5.0) και ακολούθησαν μετασεισμοί ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε επίσης την ίδια ημέρα με τον κύριο σεισμό (10:39, M = 5.6).

1957, Απρίλιος 25, 02:25:42, 36.50° N, 28.60° E, h = n, M = 7.2, Ρόδος (VIII)

Του κύριου σεισμού προηγήθηκαν μικρότερες δονήσεις η μεγαλύτερη απ' τις οποίες έγινε στις 24 Απριλίου (19:10, M=6.8) και προκάλεσε βλάβες στη Ρόδο, ενώ ακολουθήθηκε από μετασεισμούς ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 26 Απριλίου (06:33, M=6.1). Ο σεισμός προκάλεσε μεγάλες βλάβες στην περιοχή της Μάκρης (Fethiye) στην Τουρκία όπου καταστράφηκαν 3000 σπίτια, σκοτώθηκαν 18 άτομα και τραυματίστηκαν 50. Στη Ρόδο 16 σπίτια σωριάστηκαν στο έδαφος και μερικώς γκρεμίστηκαν 186, ενώ 1316 έπαθαν σοβαρές βλάβες και 566 ελαφρές.

1958, Ιούνιος 30, 08:42:44, 36.4° N, 27.3° E, h = 110km, M = 6.0, Σύμη (V)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στη Σύμη και τη Ρόδο. Έγινε επίσης αισθητός στην Κάλυμνο, Καστελόριζο, Κω, Κάρπαθο, Ρέθυμνο και Σάμο. Αναφέρθηκε από το Κάιρο ότι ο σεισμός έγινε αισθητός στην Άνω Αίγυπτο (BGINOA 1958).

1959, Μάιος 14, 06:36:56, 35.00° N, 24.72° E, h = n, M = 6.3, Ηράκλειο (VIII+, Πιτσιδία)

Ο σεισμός ήταν καταστρεπτικός στην κεντρική νότια Κρήτη και ιδιαίτερα στο νοτιοδυτικό τμήμα της πεδιάδας της Μεσσαράς. Δύο εδαφικές ρωγμές μήκους 150m και 200m και 2.5cm πλάτους παρατηρήθηκαν σε απόσταση 50m από την ακτή των Ματάλων και μια άλλη μήκους 200m και πλάτους 2.5cm εμφανίστηκε στην τοποθεσία Κόσμος κοντά στο χωριό Πιτσιδία. Συνολικά, στο νομό Ηρακλείου, από τις 18933 οικοδομές, κατέρρευσαν 17 σπίτια, 290 οικοδομές καταστράφηκαν, έπαθαν σοβαρές βλάβες 902 και ελαφρές 2767. Στο νομό Ρεθύμνης και ειδικότερα στην επαρχία του Αγίου Βασιλείου καταστράφηκαν μερικώς ή ολικώς 139 οικήματα, σοβαρές βλάβες έπαθαν 169 και ελαφρές βλάβες 85. Τραυματίστηκαν μόνον 8 άτομα αλλά τα θύματα θα ήταν περισσότερα αν ο σεισμός δε γινόταν την ώρα που οι κάτοικοι ήταν έξω από τα σπίτια τους στις εργασίες τους. Ο σεισμός προκάλεσε μικρότερες βλάβες στο νομό Χανίων και έγινε έντονα αισθητός στο Λασιθί.

1961, Μάιος 23, 02:45:20, 36.7° N, 28.5° E, h=70 km, M = 6.4, Ρόδος (VII)

Πρόκειται για σεισμό ενδιαμέσου εστιακού βάθους του οποίου το επίκεντρο βρίσκεται κοντά στις νοτιοδυτικές ακτές της Τουρκίας. Προκάλεσε σοβαρές βλάβες στις περιοχές της Μαρμαρίδας, Ουλα, Μάκρης της Τουρκίας, όπου κατέρρευσαν 61 σπίτια, έπαθαν σοβαρές βλάβες 41 και ελαφρές 42. Στο νησί της Ρόδου καταστράφηκαν 5 σπίτια, έπαθαν σοβαρές βλάβες 108 και ελαφρότερες 125.

1962, Ιανουάριος 26, 08:17:35, 35.2° N, 22.7° E, h = n, M = 6.2, ΝΔ. της Κρήτης

Το επίκεντρο αυτού του σεισμού βρίσκεται έξω από τις δυτικές ακτές της Κρήτης αλλά δεν υπάρχουν πληροφορίες αν έγινε αισθητός.

1965, Απρίλιος 9, 23:57:02, 35.03° N, 24.21° E, h = n, M = 6.1, Χανιά (VI+, Κάνδαρος)

Ο σεισμός είχε το επίκεντρό του στη θάλασσα νότια της Κρήτης. Έγινε πολύ έντονα αισθητός στους νομούς Χανίων, Ρεθύμνου και Ηρακλείου και έντονα αισθητός

στο νομό Λασιθίου. Έγινε επίσης αισθητός στην Πάτμο, Κω, Κάλυμνο, Ίο, Πάρο και Σύρο (BGINOA 1965).

1965, Νοέμβριος 28, 05:26:05, 36.1° N, 27.4° E, h = 73 km, M = 6.0, Ρόδος (VI, Καττάβια)

Πρόκειται για σεισμό ενδιαμέσου βάθους ο οποίος έγινε έντονα αισθητός στη Ρόδο και στην Τήλο. Αισθητός έγινε επίσης στη Σύμη, Κω, Κάρπαθο, Κάσο και στην Κρήτη μέχρι το Ηράκλειο αλλά και τη Λεμεσό της Κύπρου (BGINOA 1965).

1969, Ιούνιος 12, 15:13:31, 34.4° N, 24.8° E, h = n, M = 6.1, Ν. της Κρήτης (V, Γαλιά)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στο Ηράκλειο και ασθενέστερα στο Λασιθί, Ρέθυμνο, Κω και Ρόδο. Έγινε ελαφρά αισθητός στα Χανιά και την Πάτμο (BGINOA 1969). Προηγήθηκε προσεισμός στις 4 Απριλίου (12:57, M = 4.4) και ακολουθήθηκε από αρκετούς μετασεισμούς ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 28 Σεπτεμβρίου (22:54, M = 5.6).

1972, Μάιος 4, 21:39:57, 35.1° N, 23.6° E, h = 40 km, M = 6.5, Χανιά (V, Κάντανος)

Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στα Χανιά, Ρέθυμνο και Ηράκλειο. Έγινε επίσης αισθητός στη Μήλο, Λακωνία και Αρκαδία (BGINOA 1972). Προηγήθηκε δόνηση στις 30 Απριλίου (10:33, M = 4.3) και ακολούθησε δόνηση στις 5 Μαΐου (08:40, M = 4.3).

1973, Νοέμβριος 29, 10:57:44, 35.18° N, 23.75° E, h = n, M = 6.0, Χανιά (VII+, Παλαιόχωρα)

Ο σεισμός προκάλεσε βλάβες στις νοτιοδυτικές ακτές της Κρήτης. Καταστράφηκε ένα (1) σπίτι και είκοσι τέσσερα (24) ρηγματώθηκαν σοβαρά. Στην Παλαιόχωρα (VII+) του νομού Χανίων ρηγματώθηκαν σχεδόν όλα τα σπίτια. Στο χωριό Βουκολιές της επαρχίας Κισσάμου του νομού Χανίων πολλά σπίτια έπαθαν βλάβες και ένα (1) σχεδόν κατέρρευσε. Στο 4^ο χιλιόμετρο της οδού Παλαιόχωρας - Κουντουράς βράχοι κατρακύλησαν και διέκοψαν τη συγκοινωνία.

1977, Σεπτέμβριος 11, 23:19:19, 34.9° N, 23.0° E, h = n, M = 6.3, Χανιά (IV, Καστέλι)

Το επίκεντρο του σεισμού βρίσκεται στα ανοιχτά των νοτιοδυτικών ακτών της Κρήτης. Έγινε αισθητός σε διάφορα μέρη της Κρήτης μέχρι το Λασιθί (BGINOA

1977). Προηγήθηκαν δονήσεις η μεγαλύτερη από τις οποίες έγινε στις 18 Αυγούστου (09:27, $M = 5.6$) και ακολούθησαν μετασεισμοί, ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 22 Οκτωβρίου (10:02, $M = 5.2$).

1984, Ιούνιος 21, 10:43:43, 35.4° N, 23.3° E, $h = n$, $M = 6.2$, Χανιά (V+, Κάντανος)

Ο σεισμός είχε το επίκεντρό του κοντά στις δυτικές ακτές της Κρήτης και έγινε έντονα αισθητός στα Χανιά (BGINOA 1984).

1992, Απρίλιος 30, 11:44:40, 35.1° N, 26.6° E, $h = n$, $M = 6.1$, Λασιθί (IV+, Αγία Τριάδα)

Ο σεισμός έγινε κυρίως αισθητός στην ανατολική Κρήτη καθώς και στην Κάρπαθο, Κάσο, Ρόδο και Κω (BGINOA 1992).

1992, Νοέμβριος 21, 05:07:19, 35.65° N, 22.39° E, $h = 65$ km, $M = 6.3$, Κύθηρα (IV)

Πρόκειται για σεισμό ενδιαμέσου βάθους που έγινε αισθητός σε μια ευρύτερη ζώνη μέχρι τουλάχιστον το Dubrovnik (IV) (BGINOA 1992, NEIC 1992).

1994, Μάιος 23, 06:46:12, 35.00° N, 24.90° E, $h = 80$ km, $M = 6.1$, Ηράκλειο (VII)

Ο σεισμός προκάλεσε κάποιες βλάβες στο Ηράκλειο και τα Χανιά και έγινε αισθητός από ανθρώπους που βρίσκονταν στους πάνω ορόφους στη Λευκωσία (III).

1.4 Μηχανισμοί γένεσης ισχυρών σεισμών

Όπως περιγράφεται στην εργασία των *Papazachos C., Kyratzi και Kontopoulou [1998]* με θέμα την ενεργό τεκτονική στο Αιγαίο και τη γειτονική περιοχή, υπάρχει ποικιλία σε ότι αφορά τους μηχανισμούς γένεσης των επιφανειακών σεισμών, ωστόσο μπορούμε να διακρίνουμε πέντε περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά και αιτίες διάρρηξης:

1. Ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων κατά μήκος της Αδριατικής.
2. Ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων του Ελληνικού τόξου.
3. Ζώνη εφελκυσμού κατά μήκος των Ελληνίδων οροσειρών.
4. Ζώνη εφελκυσμού της οπισθότοξης περιοχής.
5. Ζώνη ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης.

Τα χαρακτηριστικά των μέσων μηχανισμών γένεσης σε κάθε ζώνη, όμως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης συνοψίζονται στον Πίνακα 1.2.

ΖΩΝΗ					
	ΕΠΙΠΕΔΟ 1			ΟΛΙΣΘΗΣΗ	
	ζ	δ	λ	α	φ
ΑΝΑΣΤΡΟΦΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΑΔΡΙΑΤΙΚΗΣ	328	32	90	59	32
ΑΝΑΣΤΡΟΦΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ	310	24	102	26	23
ΖΩΝΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ ΕΛΛΗΝΙΔΕΣ ΟΡΟΣΕΙΡΕΣ	11	46	-93	281	44
ΖΩΝΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ ΟΠΙΣΘΟΤΟΞΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	82	46	-92	352	44
ΡΗΓΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ	47	88	176	227	4

Πίνακας 1.2. Τυπικοί μηχανισμοί γένεσης σε κάθε ζώνη, Papazachos C., Kyratzi και Kontopoulou [1998].

Πιο συγκεκριμένα, η ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων μικρής γωνίας κλίσης, που ακολουθεί το Ελληνικό τόξο αναγνωρίστηκε από τους Papazachos & Delibasis, [1969]. Η ΝΔ-ΒΑ παράταξη των ρηγμάτων παράλληλη προς τις ακτές με κλίση από το κυρτό προς το κοίλο τμήμα του τόξου, καθώς και του άξονα μέγιστης συμπίεσης, ο οποίος είναι κάθετος στις ακτές, δεν επηρεάζεται ούτε από την τοπογραφία ούτε από την κατάδυση της ωκεάνιας λιθόσφαιρας της Αφρικής, αφού το είδος της διάρρηξης είναι το ίδιο τόσο στο ανατολικό (ΝΑ Κρήτη, Ρόδος) όσο και το δυτικό (Ζάκυνθος, ΝΔ

Κρήτη) τμήμα της ζώνης. Σύμφωνα με την υπάρχουσα αντίληψη, τα ρήγματα αυτά σχετίζονται με την εφίπλευση της λιθόσφαιρας του Αιγαίου πάνω στη λιθόσφαιρα της ανατολικής Μεσογείου.

Η ζώνη εφελκυσμού των Ελληνίδων οροσειρών μελετήθηκε από τους Papazachos et al., [1984b] Kiratzi et al., [1987] Armijo et al., [1992] Papazachos et al., [1992] Kastens et al., [1996].

Επίσης, εφελκυσμός σε διεύθυνση Β-Ν που οδηγεί σε ολίσθηση κανονικών ρηγμάτων με παράταξη Α-Δ παρατηρείται στην οπισθότοξη περιοχή που περιλαμβάνει το Αιγαίο και τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές (McKenzie, [1970, 1972, 1978]).

Οι Kiratzi & Papazachos, [1995] μελέτησαν επίσης και μηχανισμούς γένεσης σεισμών ενδιάμεσου βάθους, οι οποίοι είναι μόλις δεκαοχτώ στον αριθμό. Οι άξονες της μέγιστης συμπίεσης είναι παράλληλοι στη γενικότερη διεύθυνση του Ελληνικού τόξου, ενώ οι άξονες του μέγιστου εφελκυσμού είναι παράλληλοι προς τη διεύθυνση κλίσης της ζώνης Benioff. Από τους μηχανισμούς γένεσης προκύπτει κίνηση οριζόντιας μετατόπισης με ισχυρή ανάστροφη συνιστώσα.

Οι Papazachos et al., [1997] μελέτησαν ενδιάμεσου βάθους και επιφανειακούς σεισμούς του νοτίου Αιγαίου με σκοπό την αποσαφήνιση των ορίων των λιθοσφαιρικών πλακών της Ευρασίας και της Αφρικής. Με βάση την κατανομή των σεισμικών εστιών προκύπτουν τα ακόλουθα:

1. τα πρώτα 20 Km του φλοιού συνιστούν το επιφανειακό σειсмоγόνο στρώμα.
2. παρουσίαση ζώνης Benioff το επιφανειακό τμήμα της οποίας (20-100Km) βυθίζεται με γωνία 30° περίπου προς το Αιγαίο. Σύμφωνα με τους ερευνητές, σε αυτά τα βάθη πραγματοποιείται σύζευξη μεταξύ του παλιού ωκεάνιου φλοιού της Ανατολικής Μεσογείου και της λιθόσφαιρας του Αιγαίου, που εφίπλευει πάνω στην τελευταία. Η εκδήλωση ισχυρών σεισμών ενδιάμεσου βάθους υποστηρίζει τον παραπάνω ισχυρισμό. Σε μεγαλύτερα βάθη (100-180 Km) η ωκεάνια λιθόσφαιρα βυθίζεται ελεύθερα, χωρίς να υπάρχει ισχυρή σύζευξη, γεγονός που αντανακλάται σε σεισμούς μικρότερου μεγέθους σε αυτά τα βάθη.

Σχήμα 7. Χαρτογράφηση των εστιών των σεισμών του Ελληνικού Τόξου για τους οποίους υπάρχουν αξιόπιστοι μηχανισμοί γένεσης. Τομές των σεισμικών εστιών στο δυτικό, κεντρικό

και ανατολικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου. Το είδος της διάρρηξης για κάθε σεισμό φαίνεται από τα διαφορετικά σύμβολα. *Parazachos et al., [1997, 2000]*.

Σχήμα 8. Πεδίο τάσεων κατά μήκος των τριών κάθετων τομών. Φαίνεται ότι ο εφελκυσμός είναι παράλληλος με τη διεύθυνση κλίσης της ζώνης *Wadati-Benioff* σε όλες τις τομές (βάθος > 50–60 km). *Parazachos et al., [1997, 2000]*.

Σχήμα 9. Ρυθμός επέκτασης (αποκλίνουντα λευκά βέλη) κατά μήκος της διεύθυνσης κλίσης του επιφανειακού τμήματος (40–100km) της καταδύμενης λιθόσφαιρας στο Ελληνικό Τόξο και ρυθμός συμπίεσης (συγκλίνουντα μαύρα βέλη) σε αυτό το τμήμα της καταδύμενης λιθόσφαιρας παράλληλα προς το τόξο. Οι αριθμοί δίπλα στα βέλη δίνουν τις ταχύτητες σεισμικής παραμόρφωσης σε mm/yr (*Kiratzí & Parazachos, [1995]*).

Πρόσφατα οι *Bohnhoff et al., [2005]*, δημοσίευσαν μια εργασία με θέμα την παραμόρφωση και το καθεστώς των τάσεων που επικρατούν στην Ελληνική ζώνη κατάδυσης, έτσι όπως προκύπτουν από την ανάλυση 264 μηχανισμών γένεσης σεισμών που εκδηλώθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης, με μεγέθη οι τιμές των οποίων κυμαίνονται από 0 έως 6.5.

Στη συνέχεια παραθέτουμε πίνακα με τα χαρακτηριστικά κάθε σεισμού και του αντίστοιχου μηχανισμού γένεσης, καθώς και τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης τους. Περισσότερες λεπτομέρειες για τους σεισμούς που περιέχονται στον παρακάτω πίνακα βρίσκονται στο άρθρο με τίτλο “*Deformation and stress regimes in the Hellenic subduction zone from focal Mechanisms*”, των *Marco Bohnhoff, Hans-Peter Harjes & Thomas Meier*, δημοσιευμένο στο περιοδικό *Journal of Seismology* (2005) 9: 341–366. Στον πίνακα οι μηχανισμοί γένεσης που σημειώνονται με ‘*’ αντιπροσωπεύουν την πιο αξιόπιστη λύση, στην περίπτωση που υπήρχαν περισσότερες από μία διαθέσιμες, εκείνοι που σημειώνονται με ‘(*)’ αντιπροσωπεύουν παρόμοιες λύσεις με την περισσότερο αξιόπιστη, που όμως δεν λήφθηκαν υπόψη και τέλος εκείνοι που σημειώνονται με ‘-’ αντιπροσωπεύουν τις λύσεις που τελικά απορρίφθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3

Πίνακας Σεισμικός κατάλογος (*Bohnhoff et al., [2005]*)

BEC = *Becker, 2000*; BEN = *Benetatos et al., 2004*; DEC = *DeChabalier et al., 1992*; DEL = *Delibasis et al., 1999*; HAT = *Hatzfeld et al., 1993a,b*; JOS = *Jost et al., 2002*; KIR = *Kiratzí*

and Louvari, 2003; MCK = McKenzie, 1972, 1978; PDI = Papadimitriou et al., 1993; PDO = Papadopoulos et al., 1986; PPA = Papazachos, 1973, Papazachos and Papazachou, 1997, Papazachos et al., 1991, 2000; TAY = Taymaz et al., 1990; CMT = Harvard Centroid Moment Tensors (1977–2004); MED = INGV MEDNET (2001–2004); SED = Schweizer Erdbeben Dienst, ETH Zürich (2000–2004); USG = US Geological Survey (except CMT solutions, 1982–2002).

Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1959	05	14	06	36	35.10	24.60	43	6.3	319	67	-110	PDO
1962	01	26	08	17	35.20	22.70	33	6.2	108	90	90	PDO
1962	04	28	11	18	36.10	26.80	33	5.8	275	85	-174	PDO
1965	04	09	23	57	35.10	24.30	67	6.1	23	56	158	PPA-
1965	04	09	23	57	35.10	24.30	51	6.0	280	77	-134	PDO-
1965	04	09	23	57	35.06	24.31	51	6.0	63	76	157	TAY*
1965	04	27	14	09	35.70	23.50	50	5.5	140	59	-77	MCK-
1965	04	27	14	09	35.60	24.50	13	5.4	191	65	-79	KIR*
1965	04	27	14	09	35.60	23.50	5	5.7	22	27	-81	PPA-
1965	11	28	05	26	36.30	27.50	89	5.8	246	21	349	MCK
1965	11	28	05	26	36.10	27.40	73	6.0	350	30	142	PPA*
1966	03	11	20	01	34.40	24.20	33	5.1	296	59	47	PDO
1966	05	09	00	42	34.40	26.40	20	5.8	295	40	90	MCK(*)
1966	05	09	00	42	34.40	26.40	33	5.8	115	50	89	PDO(*)
1966	05	09	00	42	34.40	26.40	10	5.8	295	40	90	PPA(*)
1966	05	09	00	42	34.43	26.44	16	5.5	132	46	110	TAY*
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1966	11	19	07	12	35.00	23.50	33	5.5	245	61	136	PDO
1968	07	08	17	41	34.50	25.10	33	5.4	286	75	-107	PDO
1968	08	15	02	29	35.20	26.70	33	5.2	306	78	-90	PDO
1968	10	19	15	34	35.20	23.40	33	4.9	128	77	147	PDO
1969	04	16	23	21	35.34	27.47	45	5.2	309	32	98	MCK(*)
1969	06	12	15	13	34.40	25.00	19	6.1	294	29	105	PPA*
1969	06	12	15	13	34.40	25.06	25	5.8	294	29	105	MCK(*)
1969	06	12	15	13	34.40	25.00	33	6.1	95	62	90	PDO(*)
1969	06	12	15	13	34.43	25.04	19	5.8	163	50	44	TAY-
1971	01	03	23	18	34.90	26.30	2	5.4	144	70	86	MCK(*)
1971	01	03	23	18	34.60	26.30	33	5.4	143	69	85	PDO*
1972	04	29	18	29	34.80	24.70	33	5.3	264	61	44	PDO

1972	05	04	21	3	35.10	23.60	40	6.2	309	18	89	KIR*
1972	05	04	21	39	35.10	23.60	33	6.5	106	86	90	PDO(*)
1972	05	04	21	39	35.10	23.60	40	6.5	308	18	90	PPA(*)
1972	05	04	21	39	35.15	23.56	41	5.9	112	74	98	TAY(*)
1973	04	06	14	13	34.40	25.20	33	5.4	120	63	90	PDO
1973	06	26	19	05	34.40	26.10	33	5.0	151	70	144	PDO
1973	10	14	18	07	34.70	26.30	33	4.9	200	58	88	PDO
1973	11	29	00	00	35.20	23.80	1	6.0	316	10	90	MCK*
1973	11	29	10	57	35.20	23.80	18	5.7	283	38	97	PDI(*)
1973	11	29	10	57	35.20	23.80	33	6.0	139	82	90	PDO(*)
1973	11	29	10	57	35.20	23.80	1	6.0	316	10	90	PPA(*)
1973	11	29	10	57	35.18	23.81	18	5.7	224	67	10	TAY-
1975	01	09	18	53	34.80	24.00	33	4.8	178	88	-38	PDO
1975	09	17	23	04	36.40	23.10	33	5.1	167	67	117	PDO
1975	09	22	00	44	35.20	26.30	64	5.5	310	50	17	PPA*
1975	09	22	00	44	35.20	26.26	64	5.4	209	75	131	TAY(*)
1977	08	18	09	27	35.27	24.08	45	5.7	85	15	-142	CMT(*)
1977	08	18	09	27	35.30	23.50	38	5.6	270	12	114	PPA(*)
1977	08	18	09	27	35.27	23.52	38	5.5	114	79	96	TAY*
1977	09	11	23	19	34.90	23.00	19	6.3	320	30	90	PPA*
1977	09	11	23	19	34.51	22.99	37	5.8	74	28	100	CMT-
1977	09	11	23	19	34.90	23.00	16	5.8	295	40	95	PDI(*)
1977	09	11	23	19	34.90	23.00	33	6.3	165	76	124	PDO(*)
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1977	09	11	23	19	34.95	23.05	19	5.8	276	47	89	TAY(*)
1978	03	07	22	33	34.19	25.45	34	5.5	225	14	40	CMT(*)
1978	03	07	22	33	34.33	25.11	42	5.4	42	18	-162	BEN*
1979	05	15	06	59	34.60	24.50	35	5.7	253	17	65	PPA*
1979	05	15	06	59	34.38	24.80	15	6.1	172	4	-20	CMT(*)
1979	05	15	06	59	34.58	24.45	35	5.5	253	17	65	TAY(*)
1979	06	15	11	34	34.82	24.42	33	5.4	216	11	10	CMT(*)
1979	06	15	11	34	34.94	24.21	40	5.5	150	75	70	TAY*
1979	06	15	11	34	34.90	24.20	40	5.6	21	23	141	PPA(*)
1979	07	23	11	41	35.29	26.57	15	5.6	61	35	-40	CMT*
1979	07	23	11	41	35.50	26.40	11	5.5	61	35	-40	PPA(*)
1979	08	22	20	12	35.90	27.39	68	5.3	64	31	-106	BEN

1981	09	13	23	25	34.56	25.13	15	5.5	256	65	-11	CMT
1982	08	17	22	22	33.70	22.90	23	6.3	219	34	70	CMT(*)
1982	08	17	22	22	33.70	22.90	9	6.4	219	34	93	PPA*
1982	08	17	22	22	33.71	22.94	39	6.0	230	45	109	TAY(*)
1982	08	17	22	22	33.77	22.96	10	6.4	196	28	69	USG(*)
1983	01	03	00	12	33.97	23.89	102	5.1	30	36	70	CMT
1983	03	19	21	41	34.75	24.89	65	5.6	358	39	131	CMT-
1983	03	19	21	41	35.00	25.30	67	5.7	43	51	139	PPA(*)
1983	03	19	21	41	35.02	25.32	67	5.7	44	51	139	TAY*
1984	05	22	13	57	36.13	22.78	73	5.1	182	55	29	CMT(*)
1984	05	22	13	57	35.90	22.60	67	5.5	182	55	29	PPA*
1984	05	22	13	57	35.90	22.60	63	5.1	188	44	32	BEN(*)
1984	06	21	10	43	35.74	23.80	34	6.2	79	7	-128	CMT(*)
1984	06	21	00	00	35.40	23.30	33	6.2	322	16	114	PDI*
1984	06	21	10	43	35.40	23.30	39	6.2	322	16	114	PPA(*)
1984	06	21	10	43	35.31	23.28	39	5.8	110	72	83	TAY(*)
1985	09	27	16	39	34.05	26.94	44	5.6	135	76	13	CMT(*)
1985	09	27	16	39	34.50	26.60	40	5.5	125	77	9	PPA(*)
1985	09	27	16	39	34.40	26.55	38	5.6	125	77	9	TAY*
1986	05	22	19	52	34.12	26.72	33	5.5	227	37	24	CMT(*)
1986	05	22	19	52	34.25	26.55	27	5.3	118	86	99	BEN*
1986	07	16	02	55	36.04	23.77	21	4.0	14	50	-108	HAT
1987	04	12	02	47	35.40	23.27	15	5.1	252	90	180	CMT
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1988	07	11	15	54	35.07	25.73	8	1.8	280	60	95	HAT
1988	07	13	11	22	35.06	25.77	13	1.6	125	55	89	HAT
1988	07	15	19	25	35.02	25.31	28	1.9	319	90	18	HAT
1988	07	15	22	55	35.69	25.71	9	2.4	157	50	-107	HAT
1988	07	20	02	09	35.82	24.97	24	2.8	140	50	-90	HAT
1988	07	25	11	11	34.88	25.75	8	3.4	40	50	-90	HAT
1988	07	25	14	45	35.40	26.18	18	2.6	230	77	105	HAT
1988	07	26	21	56	36.11	27.21	14	2.6	209	54	-71	HAT
1988	07	26	23	40	36.15	27.20	15	2.8	14	70	-54	HAT
1988	07	27	05	00	35.44	24.81	29	4.1	253	70	-158	HAT
1988	07	27	10	55	35.50	25.76	24	2.6	350	50	-104	HAT
1988	07	31	21	39	36.11	27.38	23	2.5	94	55	85	HAT

1988	08	01	16	45	35.73	23.70	17	2.4	230	60	-67	HAT
1988	08	02	11	25	35.50	23.61	12	99	230	70	-40	DEC-
1988	08	02	11	25	35.50	23.60	13	1.9	120	50	90	HAT*
1988	08	03	08	09	35.73	24.68	19	2.5	240	80	25	HAT
1988	08	04	05	26	35.45	23.45	27	3.1	270	50	-61	HAT
1988	08	04	06	00	36.16	27.26	19	2.5	319	60	90	HAT
1988	08	04	11	43	35.34	23.67	1	2.0	199	59	47	HAT
1988	08	04	18	43	35.23	23.29	29	2.9	59	60	-92	HAT
1988	08	05	05	21	35.17	23.18	21	2.9	250	50	-90	HAT
1988	08	05	12	53	35.65	25.99	25	4.0	179	56	-67	HAT
1988	08	05	22	37	36.10	27.23	12	2.4	114	80	89	HAT
1988	08	06	04	21	35.31	27.38	26	2.8	60	90	170	HAT
1988	08	10	01	06	35.13	23.12	20	2.9	40	50	-110	HAT
1988	08	13	22	29	35.59	26.99	13	3.3	118	45	82	HAT
1988	08	14	02	30	35.44	23.42	4	2.9	327	70	-94	HAT
1988	08	14	13	28	35.58	23.72	11	2.2	127	68	111	HAT
1988	08	14	16	13	35.55	23.62	11	2.1	90	60	90	HAT
1988	08	15	05	37	35.35	23.58	8	1.9	199	69	-90	HAT*
1988	08	15	05	37	35.36	23.58	9	99	170	70	-75	DEC(*)
1988	08	15	20	08	35.12	25.05	20	2.8	140	50	119	HAT
1988	08	18	13	10	34.95	23.22	23	3.8	214	51	-67	HAT
1988	08	18	18	07	35.12	23.59	22	2.4	345	78	137	HAT*
1988	08	18	18	07	35.15	23.61	23	99	225	75	35	DEC-
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1988	08	19	17	12	35.98	23.35	19	2.5	239	69	-90	HAT
1988	08	20	12	16	35.39	23.48	24	99	170	85	-110	DEC
1988	08	20	14	29	35.69	23.42	13	2.5	7	51	-78	HAT
1988	08	20	15	32	35.77	25.39	16	2.8	159	59	-137	HAT
1988	08	22	11	05	35.83	23.43	27	2.5	359	63	-104	HAT
1988	08	27	04	50	35.34	23.64	4	99	0	50	-105	DEC
1988	08	27	15	12	35.32	23.63	3	99	175	50	-75	DEC
1988	08	29	21	07	35.37	23.81	4	99	255	85	-45	DEC
1988	09	02	22	09	35.28	23.66	5	99	145	60	-175	DEC
1988	09	03	15	29	35.38	23.59	3	99	360	50	-75	DEC
1988	09	05	20	03	34.51	26.65	15	5.2	15	55	-11	CMT
1988	09	07	03	22	35.41	23.64	5	99	195	65	-50	DEC

1988	09	12	07	36	35.49	23.48	12	99	195	70	-80	DEC
1988	09	12	14	56	35.41	23.47	8	99	195	75	-55	DEC
1988	09	12	22	18	35.21	23.70	29	99	60	75	-165	DEC
1988	09	13	08	06	35.38	23.40	8	99	320	65	-125	DEC
1988	09	13	10	01	35.48	23.46	10	99	160	75	-135	DEC
1988	09	16	03	42	35.35	23.72	76	99	110	70	-150	DEC
1989	03	17	05	42	34.51	25.53	17	5.7	77	10	-118	CMT
1989	03	28	13	29	34.06	24.68	56	5.5	67	53	29	CMT
1989	06	14	18	06	34.30	26.10	15	5.5	102	8	-68	CMT
1989	08	27	01	21	34.25	26.28	15	5.6	223	19	33	CMT
1990	07	09	11	22	34.45	26.24	33	5.4	129	27	-106	CMT-
1990	07	09	11	22	34.90	26.60	9	5.2	217	56	-21	KIR*
1990	07	09	11	22	34.90	26.60	19	5.5	327	64	-82	PPA-
1991	03	19	12	09	34.60	26.13	15	5.5	245	36	-33	CMT-
1991	03	19	12	09	34.80	26.30	12	5.5	261	30	40	KIR*
1991	03	19	12	09	34.80	26.30	7	5.8	2	71	-122	PPA
1992	04	30	11	44	35.04	26.20	33	5.7	172	38	-106	CMT(*)
1992	04	30	11	44	35.10	26.60	7	5.8	214	52	-47	KIR*
1992	04	30	11	44	35.10	26.60	20	6.1	172	38	-106	PPA(*)
1992	11	21	05	07	35.72	22.80	70	5.9	196	50	16	CMT(*)
1992	11	21	05	07	35.90	22.50	65	6.3	96	78	139	PPA(*)
1992	11	21	05	07	35.90	22.50	52	5.9	97	77	141	BEN*
1994	05	23	06	46	35.02	24.89	81	6.1	177	63	22	CMT(*)
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1994	05	23	06	46	35.00	24.90	80	6.1	70	70	137	PPA(*)
1994	05	23	06	46	35.00	24.90	71	6.0	69	59	148	BEN*
1995	09	03	17	03	35.03	24.93	12	2.9	150	35	-11	DEL
1995	09	07	06	29	35.03	25.08	9	2.5	20	85	-150	DEL
1995	09	07	16	03	35.06	25.07	10	2.4	320	50	41	DEL
1995	09	08	00	37	35.04	25.08	9	1.8	290	90	180	DEL
1995	09	11	21	32	35.00	25.02	5	0.0	15	55	-109	DEL
1995	09	12	13	48	35.00	25.12	4	1.1	45	60	-110	DEL
1995	09	15	13	33	34.81	25.39	23	2.4	140	50	-119	DEL
1995	09	25	14	08	35.17	25.16	6	1.5	65	35	-10	DEL
1995	10	07	05	37	34.96	25.05	29	2.1	150	85	40	DEL
1995	10	08	02	53	35.25	25.24	6	1.6	55	45	-120	DEL

1995	10	14	18	30	34.89	24.86	37	1.8	190	75	-139	DEL
1995	10	15	19	23	35.26	25.07	9	1.8	140	30	-139	DEL
1995	10	20	14	09	35.16	25.17	8	2.2	70	20	0	DEL
1995	10	26	18	55	35.23	25.24	5	1.8	100	80	-30	DEL
1995	10	27	00	45	34.75	24.77	24	2.1	55	35	-70	DEL
1995	10	27	19	46	34.67	24.88	24	2.5	180	40	60	DEL
1995	10	28	19	20	35.49	25.33	18	1.1	350	45	31	DEL
1995	10	29	19	01	35.06	24.92	8	2.7	335	30	-90	DEL
1995	10	29	19	04	35.06	24.93	4	1.4	260	60	-140	DEL
1995	10	29	20	15	35.06	24.94	5	1.6	50	60	40	DEL
1995	10	31	11	29	35.15	25.14	12	1.0	60	85	90	DEL
1995	11	02	14	11	35.19	25.16	27	2.3	60	90	-180	DEL
1995	11	05	08	03	35.23	25.23	4	1.8	120	65	-11	DEL
1995	11	09	15	39	35.16	25.17	3	1.8	65	50	-40	DEL
1995	11	13	07	38	35.00	25.09	9	2.9	85	55	-100	DEL
1995	11	20	06	13	35.04	24.77	4	1.8	75	60	-110	DEL
1995	11	21	01	23	34.76	25.46	7	2.3	185	15	-60	DEL
1995	11	26	01	18	35.07	24.94	5	2.3	205	80	-20	DEL
1995	12	07	18	01	34.79	24.15	15	5.6	319	6	123	CMT
1995	12	07	20	04	35.00	25.25	5	1.9	75	30	50	DEL
1995	12	10	03	27	34.37	23.37	21	5.3	289	22	75	CMT(*)
1995	12	10	03	27	34.76	23.99	24	5.2	266	09	54	KIR*
1995	12	10	03	27	34.80	24.10	25	5.5	289	22	75	PPA(*)
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1996	04	12	15	39	36.47	27.14	151	5.2	315	44	173	CMT
1996	07	20	00	00	36.07	26.92	15	6.2	196	38	-102	CMT(*)
1996	07	20	00	00	36.07	27.46	12	6.1	232	42	-52	KIR*
1996	07	20	00	00	36.15	27.10	14	6.0	195	44	-85	USG(*)
1996	07	22	01	44	36.11	26.91	15	5.0	223	36	-78	CMT
1997	09	26	08	56	35.30	23.65	13	0.2	214	67	-46	JOS
1997	09	29	18	24	35.31	23.66	14	0.0	201	83	-45	JOS
1997	10	21	05	47	35.32	23.63	15	0.0	106	76	6	JOS
1997	10	21	07	34	35.29	23.72	15	0.2	099	85	-9	JOS
1997	10	22	01	02	35.30	23.84	3	2.2	358	85	65	JOS
1997	10	28	12	44	35.34	23.68	3	0.0	194	42	-31	JOS
1997	11	05	03	18	35.39	23.71	3	0.4	42	86	15	JOS

1997	11	05	07	24	35.34	23.64	4	1.3	312	85	75	JOS
1997	11	05	12	22	34.61	23.62	40	5.4	350	34	154	CMT(*)
1997	11	05	12	22	34.51	23.93	22	5.2	309	06	108	KIR
1997	11	12	16	20	35.33	23.63	5	0.0	209	69	22	JOS
1997	11	13	01	49	35.32	23.62	4	0.6	51	87	-40	JOS
1997	11	25	13	03	35.34	23.62	4	0.0	2	65	-79	JOS
1997	11	27	15	41	35.39	23.93	12	0.0	136	71	-111	JOS
1998	10	07	18	47	34.02	25.84	22	5.1	318	60	150	CMT
1999	01	09	23	29	35.03	25.82	17	2.8	186	58	42	BEC
1999	01	11	11	19	35.02	25.94	19	2.3	205	70	40	BEC
1999	01	13	04	41	35.04	25.92	18	2.3	50	45	-10	BEC
1999	01	14	04	46	35.07	25.89	14	2.4	242	74	70	BEC
1999	01	15	07	50	35.08	26.02	18	1.9	40	40	30	BEC
1999	01	15	10	16	34.86	26.07	39	4.5	5	35	120	BEC
1999	01	19	00	37	35.07	25.87	15	2.1	55	50	0	BEC
1999	01	19	01	12	35.06	25.89	15	2.2	40	40	-50	BEC
1999	01	25	14	40	34.75	25.80	47	4.6	159	72	26	BEC
1999	01	25	14	47	34.76	25.81	44	3.5	35	50	150	BEC
1999	01	26	20	09	35.06	25.92	15	2.1	5	30	-40	BEC
1999	01	27	00	33	35.07	26.04	18	2.3	70	85	0	BEC
1999	01	28	19	00	34.81	25.81	50	3.3	40	50	140	BEC
1999	01	28	19	16	34.77	25.82	45	3.5	54	58	-42	BEC
1999	01	30	20	25	35.08	25.88	15	1.8	58	51	13	BEC
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
1999	01	31	05	48	35.21	26.01	16	2.8	75	70	150	BEC
1999	02	05	01	59	34.98	25.69	17	3.1	75	70	-30	BEC
1999	02	08	04	52	35.20	25.96	20	2.1	25	70	50	BEC
1999	02	10	01	08	35.07	26.11	22	2.3	85	80	60	BEC
1999	02	10	12	01	35.09	26.11	22	3.1	238	74	-70	BEC
1999	02	10	14	04	35.09	26.12	24	3.8	254	71	-66	BEC
1999	02	14	20	13	35.09	26.04	20	2.8	58	80	15	BEC
1999	02	15	11	21	35.10	26.12	22	2.2	230	80	-30	BEC
1999	02	17	00	16	35.08	26.20	29	2.7	292	75	-42	BEC
1999	02	17	17	09	34.73	25.82	41	3.3	24	58	-42	BEC
1999	02	18	16	49	34.75	25.74	42	3.4	18	76	117	BEC
1999	02	21	03	30	35.17	25.77	13	3.2	12	48	-59	BEC

1999	02	22	12	36	35.09	26.07	22	3.4	267	81	-20	BEC
1999	02	25	02	30	35.24	26.01	18	2.6	15	55	80	BEC
1999	02	26	08	41	34.94	26.12	38	2.3	36	33	-28	BEC
1999	02	26	18	10	34.95	26.10	39	2.4	340	55	-30	BEC
1999	02	27	23	50	35.05	26.11	19	3.9	40	90	175	BEC
1999	02	28	00	19	35.04	26.10	18	2.4	50	45	30	BEC
1999	03	01	03	02	35.05	26.11	22	3.6	70	71	16	BEC
1999	03	01	03	11	35.04	26.10	17	2.2	100	65	50	BEC
1999	03	01	03	28	35.04	26.12	22	3.5	240	85	-60	BEC
1999	03	01	12	18	34.94	26.10	35	3.2	90	65	-170	BEC
2000	01	27	06	51	35.52	23.51	9	4.5	205	53	-75	SED
2000	01	31	07	34	35.24	27.36	27	4.8	200	69	-54	SED
2000	02	22	11	55	34.58	25.51	12	5.2	130	79	90	SED(*)
2000	02	22	11	55	34.15	25.35	33	5.3	347	34	157	CMT(*)
2000	02	22	11	55	34.95	25.38	20	5.0	92	71	68	BEN*
2000	03	10	22	01	34.31	26.09	24	5.1	289	46	102	SED*
2000	03	10	22	01	34.13	25.98	15	5.2	256	22	72	CMT(*)
2000	03	13	14	18	35.35	23.38	36	4.7	130	63	88	SED
2000	04	05	04	36	34.22	25.85	15	5.4	301	55	120	SED*
2000	04	05	04	36	34.08	25.83	15	5.5	276	43	80	CMT(*)
2000	04	05	04	36	34.22	25.69	30	5.6	298	44	-107	USG(*)
2000	04	17	23	55	34.22	25.91	24	4.9	51	64	59	SED
2000	04	30	13	19	34.99	25.10	7	1.4	147	35	-42	MES
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
2000	04	30	21	15	35.00	24.70	16	2.3	233	76	69	MES
2000	05	02	18	31	34.89	24.79	32	1.2	169	55	-30	MES
2000	05	05	03	42	34.91	25.43	1	1.3	280	85	85	MES
2000	05	23	14	14	34.86	24.68	38	1.3	223	80	24	MES
2000	06	01	17	07	34.90	24.65	13	1.7	265	85	75	MES
2000	06	04	18	38	34.95	25.25	10	1.6	221	55	64	MES
2000	06	05	01	53	35.16	24.82	12	0.8	173	50	-14	MES
2000	06	11	16	27	34.99	25.10	7	1.4	315	42	-54	MES
2000	06	13	01	43	35.15	27.13	24	5.2	141	73	-162	SED(*)
2000	06	13	01	43	35.16	26.74	15	5.4	147	45	-166	CMT(*)
2000	06	13	01	43	35.17	27.16	16	5.0	49	71	-46	BEN*
2000	06	15	13	51	34.95	25.26	9	0.9	160	75	80	MES

2000	06	15	16	10	35.16	27.16	18	4.7	190	47	-91	SED
2000	06	28	08	08	34.97	25.25	10	1.4	38	68	-79	MES
2000	07	13	23	20	34.97	25.24	11	1.5	331	84	-55	MES
2000	07	17	12	12	34.47	26.58	27	4.7	323	62	-116	SED
2000	08	04	11	24	34.98	25.27	11	1.0	314	77	-69	MES
2000	08	15	16	18	34.97	25.27	10	0.9	320	88	-75	MES
2000	09	03	12	33	34.97	25.25	10	1.4	38	68	-79	MES
2000	10	04	10	51	35.04	24.57	4	2.2	143	14	-45	MES
2000	10	13	01	46	34.91	25.43	1	1.4	280	35	48	MES
2000	10	13	22	49	35.04	27.23	24	4.6	323	81	157	SED
2000	10	14	15	23	34.96	25.25	11	2.0	46	62	-66	MES
2000	10	29	19	35	34.92	24.89	32	0.6	55	78	-21	MES
2000	11	10	22	57	34.95	24.91	10	0.9	309	56	-72	MES
2000	12	03	15	44	34.95	25.56	9	1.1	160	75	80	MES
2000	12	15	05	17	34.93	24.84	35	1.4	41	83	-20	MES
2001	03	10	11	20	34.89	25.98	12	5.0	93	84	-6	SED
2001	04	01	16	16	35.01	25.02	22	0.3	129	34	-58	MES
2001	04	10	14	00	34.31	26.06	42	4.6	353	85	-169	SED
2001	04	11	08	25	34.99	23.16	24	4.6	275	48	93	SED
2001	04	27	23	31	34.91	24.80	20	3.5	142	22	-35	MES
2001	04	28	00	06	35.22	23.08	51	4.5	157	67	131	SED
2001	05	01	06	00	35.69	27.50	15	5.1	174	50	-96	SED*
2001	05	01	06	00	35.33	27.17	33	5.2	176	25	-105	CMT(*)
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
2001	05	04	19	51	34.62	22.77	24	4.6	64	85	22	SED
2001	06	05	15	57	34.93	25.04	15	2.4	359	26	76	MES
2001	06	09	01	28	36.19	22.98	15	4.5	349	51	-99	SED
2001	06	13	00	36	35.93	24.89	24	1.5	18	55	-37	MES
2001	06	14	17	42	35.01	24.94	26	0.8	33	84	14	MES
2001	07	14	22	14	34.97	25.15	11	1.5	14	45	-40	MES
2001	07	31	11	08	34.88	25.43	7	1.6	127	18	-56	MES
2001	07	31	23	56	34.58	24.77	15	4.2	275	71	-80	SED
2001	08	03	09	03	35.11	25.32	15	1.5	111	46	57	MES
2001	08	25	14	37	34.91	25.40	4	2.0	75	7	45	MES
2001	08	27	07	42	34.91	25.42	9	1.8	14	10	90	MES
2001	09	13	05	55	35.16	24.89	11	0.3	101	38	52	MES

2001	09	13	15	42	35.51	25.93	54	5.1	175	65	70	SED
2001	09	23	11	41	34.91	25.46	9	1.8	100	40	5	MES
2001	09	26	04	19	35.04	27.04	27	4.9	49	87	-14	SED
2001	11	04	17	23	34.06	25.43	24	5.0	90	49	71	SED
2001	11	26	04	18	34.42	24.10	15	4.5	228	4	0	MED
2001	11	26	04	21	34.79	24.06	24	4.6	311	83	-134	SED
2001	11	26	05	00	34.77	24.17	15	5.2	194	9	-27	MED
2001	11	26	05	03	34.82	24.28	42	5.1	124	72	135	SED*
2001	11	26	05	03	34.49	23.86	48	5.2	343	32	-178	CMT(*)
2001	12	21	14	25	36.00	27.48	9	4.5	328	53	-126	SED
2002	01	22	04	52	35.30	26.67	99	6.1	23	14	-161	MED(*)
2002	01	22	04	53	35.79	26.62	81	6.2	270	88	-45	SED(*)
2002	01	22	04	53	35.53	26.59	90	6.2	3	32	-178	CMT(*)
2002	01	22	04	53	35.79	26.62	84	6.2	355	30	171	USG(*)
2002	01	22	04	53	35.46	26.59	93	6.1	9	36	-176	BEN*
2002	02	24	05	32	34.81	27.28	15	4.5	340	72	-140	SED
2002	04	03	12	00	35.80	23.71	12	4.5	344	47	-96	SED(*)
2002	04	03	12	00	36.10	23.55	17	4.7	321	34	-79	MED*
2002	02	04	08	10	34.83	24.59	54	4.7	104	50	89	SED
2002	05	09	01	49	36.47	23.33	24	4.3	267	86	21	SED-
2002	05	09	01	49	36.33	23.17	17	4.6	176	21	-176	MED(*)
2002	05	21	20	53	36.34	24.41	100	5.9	260	81	179	CMT(*)
2002	05	21	20	52	36.31	24.58	125	5.8	349	74	12	MED(*)
Year	Month	Day	Hour	Min	Lat	Lon	Depth	Mag	Strike	Dip	Rake	Source
2002	05	21	20	53	36.37	24.31	105	5.8	352	89	4	BEN*
2002	06	06	22	35	35.65	26.18	72	5.0	274	64	-91	SED(*)
2002	06	06	22	35	35.56	26.26	110	5.2	143	26	-32	CMT(*)
2002	06	06	22	35	35.30	26.56	110	5.1	140	30	-43	MED(*)
2002	06	06	22	35	35.54	26.01	94	4.9	153	31	-22	BEN*
2002	09	02	09	23	35.08	26.52	30	4.9	222	60	68	SED
2002	09	08	16	14	34.71	23.43	39	4.7	152	65	118	SED
2002	09	22	09	46	34.85	25.36	12	4.5	165	75	-156	SED
2002	10	12	05	58	34.78	26.37	33	5.0	337	89	-144	SED*
2002	10	12	05	58	34.61	25.99	15	5.4	250	29	2	CMT(*)
2003	03	01	04	06	34.72	23.94	21	4.7	27	89	-13	SED
2003	05	30	10	47	34.78	26.22	45	4.5	135	65	114	SED

2003	07	16	06	56	34.00	24.00	26	4.7	336	67	15	MED
2003	09	05	23	30	34.59	26.19	24	4.6	267	66	-37	SED
2003	10	16	22	44	36.50	23.09	24	4.3	330	54	-121	SED
2003	11	27	14	49	34.92	25.18	12	4.4	57	64	-49	SED
2004	02	07	21	17	36.04	26.91	9	5.2	355	73	-107	SED
2004	03	17	05	20	34.52	23.37	26	6.0	349	88	0	MED*
2004	03	17	05	21	34.59	23.33	24	6.1	351	88	-3	SED(*)
2004	03	18	15	14	36.08	26.48	90	4.4	234	81	-27	SED
2004	10	07	01	05	36.29	26.81	161	5.5	346	25	-167	MED

***Σχήμα 1.10.** Χωρική κατανομή των μηχανισμών γένεσης των σεισμών που περιέχονται στον Πίνακα 1.3*

***Σχήμα 1.11.** Χωρική κατανομή των μηχανισμών γένεσης των σεισμών του Πίνακα 1.3 με εστιακά βάθη από 0-20 km.*

Σχήμα 1.12. Χωρική κατανομή των μηχανισμών γένεσης των σεισμών του Πίνακα 1.3 με εστιακά βάθη μεγαλύτερα από 60 km.

Σχήμα 1.13. Χωρική κατανομή των μηχανισμών γένεσης των σεισμών του Πίνακα 1.3 με εστιακά βάθη από 0-20 km.

Συνοψίζοντας λοιπόν τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών όπως προκύπτουν από την ανάλυση των μηχανισμών γένεσης έχουμε τα ακόλουθα :

1. Στη Δυτική Κρήτη επικρατεί ένα τεκτονικό καθεστώς που κυριαρχείται από κανονικά ρήγματα με εφελκυσμό διεύθυνσης Α-Δ. Το καθεστώς αυτό αντανakλά εφελκυσμό παράλληλο προς το Ελληνικό Τόξο. Παρόμοιο καθεστώς επικρατεί και στην Ευρύτερη περιοχή της Καρπάθου με δεξιόστροφη περιστροφή κατά 20°. Έτσι, ο προσανατολισμός της ελάχιστης κύριας τάσης είναι σημαντικά πλάγιος σε σχέση με τη διεύθυνση του Ελληνικού Τόξου σε αυτή την περιοχή.
2. Στα νότια της Κεντρικής και Ανατολικής Κρήτης κυριαρχεί μια ευρύτερη ζώνη που χαρακτηρίζεται από αριστερόστροφη τάση εφελκυσμού και διαχωρίζεται σε τρία τμήματα : την τάφρο του Πτολεμαίου, του Πλινύου και του Στράβωνα, τα οποία χαρακτηρίζονται από αριστερόστροφα οριζόντιας ολίσθησης (sinistral strike-slip) ρήγματα.
3. Στην Ανατολική Κρήτη οι μηχανισμοί γένεσης υποδεικνύουν αριστερόστροφη συμπίεση περισσότερο παρά εφελκυσμό.
4. Η σεισμικότητα που περιορίζεται στο χώρο μεταξύ των δύο πλακών υποδεικνύει μία ομοιόμορφη Β-BBA διεύθυνση της σχετικής κίνησης μεταξύ των δύο πλακών κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου μεταξύ του Ιονίου Πελάγους και της Ρόδου. Το συμπέρασμα αυτό συνάδει με τις αναλύσεις GPS δεδομένων που δεικνύουν οριζόντιο πεδίο ταχύτητας για αυτή την περιοχή.
5. Το “rollback” της ζώνης κατάδυσης που επάγεται από τη βύθιση της Αφρικανικής λιθόσφαιρας έχει ως συνέπεια τη δημιουργία μιας ζώνης Benioff αμφιθεατρικού σχήματος, όπως παρατηρείται από τη χωρική κατανομή των σεισμικών επικέντρων.

***Σχήμα 1.14.** Αποτελέσματα της χωρικής κατανομής των μηχανισμών γένεσης των σεισμών για σύγκριση*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται αρχικά η διαδικασία συλλογής, ανάλυσης και επεξεργασίας των καταγραφών από το σεισμολογικό δίκτυο της Geofon. Στη συνέχεια δίνονται μερικές βασικές πληροφορίες για το πρόγραμμα HYPO71 που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων των σεισμών, που μελετήθηκαν, καθώς και η παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη με σκοπό τον ακριβέστερο προσδιορισμό αυτών.

Κατάλογοι που περιλαμβάνουν τις εστιακές παραμέτρους σεισμών του Ελληνικού χώρου και των γειτονικών περιοχών έχουν δημοσιευθεί από πολλούς ερευνητές, όπως *Galanopoulos [1953b, 1960a, 1961a, 1963]*, *Karnik [1969, 1971]*, *Papazachos & Comninakis [1972, 1982]*, *Comninakis & Papazachos [1978, 1986, 1989]*, *Makropoulos [1978]*, *Karakostas [1988]*, *Makropoulos et al. [1989]*, *Papazachos & Papazachou [1989, 1997]*, *Papazachos et al. [1988b]*...

Ωστόσο, είναι αδιαμφισβήτητο γεγονός πως μέχρι και τις αρχές του 2004 η παρακολούθηση της σεισμικής δραστηριότητας στο νότιο τμήμα του Ελληνικού Τόξου ήταν ανεπαρκής, εξαιτίας της μικρής κάλυψης της περιοχής με σεισμολογικούς σταθμούς με σοβαρές συνέπειες στη μη αποδεκτή ακρίβεια στον προσδιορισμό των σεισμικών παραμέτρων στην περιοχή και την έλλειψη πληρότητας του αντίστοιχου καταλόγου σεισμών με αρνητικές συνέπειες στην ορθή εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας. Το εργαστήριο Γεωφυσικής & Σεισμολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης εγκατέστησε τοπικό σεισμολογικό δίκτυο στην περιοχή της Κρήτης ώστε να επιτελείται η λεπτομερής και συστηματική παρακολούθηση της σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής. Στόχος μας είναι να εμπλουτίσουμε το διαθέσιμο σύνολο των δεδομένων με αυτά που δίνονται ελεύθερα μέσω του διαδικτύου από την Geofon.

2.2 Συλλογή Δεδομένων

Για τον ακριβή προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων των σεισμών θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση ένας ικανοποιητικός αριθμός σεισμολογικών σταθμών που έχουν καταγράψει έναν σεισμό, δηλαδή να υπάρχει ένας ικανοποιητικός αριθμός φάσεων, που αντιστοιχούν στους χρόνους άφιξης των κυμάτων χώρου (επιμηκών, P και εγκάρσιων, S) σε κάθε σεισμολογικό σταθμό. Οι φάσεις αυτές έχουν προσδιοριστεί για το Εργαστήριο Γεωφυσικής & Σεισμολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης για την περίοδο 01/01/2005 έως 31/08/2005

(Νικολήνταγα, προσωπική επικοινωνία). Εμείς, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, και για το πρώτο εξάμηνο του 2005 συλλέξαμε και αναλύσαμε τις καταγραφές διαθέσιμες από το δικτυακό τόπο της Geofon, χρησιμοποιώντας τον κατάλογο του Αστεροσκοπείου Αθηνών και τον κατάλογο του εργαστηρίου (Νικολήνταγα).

Σήμερα το τηλεμετρικό Σεισμολογικό Δίκτυο συνιστούν 9 σταθμοί μέτρησης κατανεμημένοι στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτης και ένας κεντρικός σταθμός στο Τ.Ε.Ι. Κρήτης στα Χανιά και για τη δικτύωση χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική του Ιδεατού Ιδιωτικού Επιλεγόμενου Δικτύου (VPDN) με ενσωματωμένες τεχνολογίες ISDN. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι τοποθεσίες καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των σεισμολογικών σταθμών του δικτύου του Τ.Ε.Ι και του δικτύου της Geofon, ενώ στο σχήμα φαίνεται η γεωγραφική κατανομή των σεισμολογικών σταθμών των οποίων οι καταγραφές μελετήθηκαν.

NETWORK	STATION LOCATION	CODE NAME	LAT °N	LONG °E	ALTITUDE (m)	DAS	SEISMOMETER
SASN South Aegean Seismological Network	Chania	CHN	35.519	24.042	76	Reftek 130A	Sercel L-4-3D 1Hz
	Palaiochora	PLC	35.234	23.686	25		Sercel L-4-3D 1Hz
	Rethymno	RTH	35.365	24.502	51		Sercel L-4-3D 1Hz
	Sfakia	SFK	35.201	24.138	79		Guralp CMG-40T-1
	Hrakleio	HRK	35.304	25.071	70		Guralp CMG-40T-1
	Chania (BB)	CHNb	35.519	24.042	34		Guralp CMG
	Ag. Barbara	AGB	35.140	25.132	629		Guralp CMG-40T-1
	Ag. Galini	AGL	35.096	24.688	26		Guralp CMG-40T-1
	Kantanos	KAN	35.326	23.740	473		Guralp CMG-40T-1
	Gramvousa	GRM	35.6202	23.605	133		Sercel L-4-3D 1Hz
Kaloudiana	KLD	35.487	23.690	100	Sercel L-4-3D 1Hz		
Sitia	SIT	35.209	26.106	10	Guralp CMG-40T-1		
Ierapetra	IER	35.014	25.733	33	Guralp CMG-40T-1		
GE GEOFON GeoForschung sNetz) Potsdam, Germany	Gavdos	GVD	34.8392	24.0873	180	PS6-SC	STS-2/N
Lasithi	LAST	35.1611	25.4786	870	Q4120- M		
Santorini	SANT	36.371	25.459	540			
Zakros	ZKR	35.1147	26.2170	270			
Apeiranthos, Naxos	APE	37.0689	25.5306	620			

Πίνακας 2.1. Τοποθεσίες καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των σεισμολογικών σταθμών του δικτύου του Τ.Ε.Ι και του δικτύου της Geofon,

Σχήμα 2.1. Γεωγραφική κατανομή των σεισμολογικών σταθμών του Δικτύου του Εργαστηρίου Γεωφυσικής & Σεισμολογίας, ΤΕΙ Κρήτης (κόκκινο και κίτρινο σύμβολο) και των σταθμών του δικτύου της Geofon (πράσινο σύμβολο).

Το κριτήριο της επιλογής των σταθμών από το δίκτυο της Geofon έγινε με βάση την περιοχή ενδιαφέροντος, που ορίζεται από 22-28.5°E και 34-37.5°N. Οι σταθμοί που μελετήσαμε τελικά ήταν πέντε για το διάστημα από την 1-1-2005 μέχρι τις 30-06-2005 οι οποίοι ήταν οι εξής : APE, GVD, ZKR, SANT, και LAST.

Τα διαθέσιμα δεδομένα για κάθε σταθμό φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (με μπλε χρώμα σημειώνονται οι μέρες κατά τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα και με κόκκινο χρώμα εκείνες οι μέρες για τις οποίες δεν υπάρχουν δεδομένα):

2005 APE

<i>January</i>							<i>February</i>							<i>March</i>									
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa			
			<u>1</u>						<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>			<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>			
<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>			
<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>			
<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>			
<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>30</u>	<u>31</u>										
<u>30</u>	<u>31</u>																						
<i>April</i>							<i>May</i>							<i>June</i>									
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa			
		<u>1</u>	<u>2</u>				<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>						
<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>			
<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>			
<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>			
<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>30</u>	<u>29</u>	<u>30</u>	<u>31</u>	<u>26</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>30</u>									

2005 GVD

<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>
----------------	-----------------	--------------

Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1</u>	<u>1 2 3 4 5</u>	<u>1 2 3 4 5</u>
<u>2 3 4 5 6 7 8</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>
<u>9 10 11 12 13 14 15</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>
<u>16 17 18 19 20 21 22</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>
<u>23 24 25 26 27 28 29</u>	<u>27 28</u>	<u>27 28 29 30 31</u>
<u>30 31</u>		
<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1 2</u>	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	<u>1 2 3 4</u>
<u>3 4 5 6 7 8 9</u>	<u>8 9 10 11 12 13 14</u>	<u>5 6 7 8 9 10 11</u>
<u>10 11 12 13 14 15 16</u>	<u>15 16 17 18 19 20 21</u>	<u>12 13 14 15 16 17 18</u>
<u>17 18 19 20 21 22 23</u>	<u>22 23 24 25 26 27 28</u>	<u>19 20 21 22 23 24 25</u>
<u>24 25 26 27 28 29 30</u>	<u>29 30 31</u>	<u>26 27 28 29 30</u>

2005 ZKR

<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1</u>	<u>1 2 3 4 5</u>	<u>1 2 3 4 5</u>
<u>2 3 4 5 6 7 8</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>
<u>9 10 11 12 13 14 15</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>
<u>16 17 18 19 20 21 22</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>
<u>23 24 25 26 27 28 29</u>	<u>27 28</u>	<u>27 28 29 30 31</u>
<u>30 31</u>		
<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1 2</u>	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	<u>1 2 3 4</u>
<u>3 4 5 6 7 8 9</u>	<u>8 9 10 11 12 13 14</u>	<u>5 6 7 8 9 10 11</u>
<u>10 11 12 13 14 15 16</u>	<u>15 16 17 18 19 20 21</u>	<u>12 13 14 15 16 17 18</u>
<u>17 18 19 20 21 22 23</u>	<u>22 23 24 25 26 27 28</u>	<u>19 20 21 22 23 24 25</u>
<u>24 25 26 27 28 29 30</u>	<u>29 30 31</u>	<u>26 27 28 29 30</u>

2005 SANT

<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1</u>	<u>1 2 3 4 5</u>	<u>1 2 3 4 5</u>
<u>2 3 4 5 6 7 8</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>
<u>9 10 11 12 13 14 15</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>
<u>16 17 18 19 20 21 22</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>
<u>23 24 25 26 27 28 29</u>	<u>27 28</u>	<u>27 28 29 30 31</u>
<u>30 31</u>		
<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1 2</u>	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	<u>1 2 3 4</u>
<u>3 4 5 6 7 8 9</u>	<u>8 9 10 11 12 13 14</u>	<u>5 6 7 8 9 10 11</u>
<u>10 11 12 13 14 15 16</u>	<u>15 16 17 18 19 20 21</u>	<u>12 13 14 15 16 17 18</u>
<u>17 18 19 20 21 22 23</u>	<u>22 23 24 25 26 27 28</u>	<u>19 20 21 22 23 24 25</u>
<u>24 25 26 27 28 29 30</u>	<u>29 30 31</u>	<u>26 27 28 29 30</u>

2005 LAST

<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1</u>	<u>1 2 3 4 5</u>	<u>1 2 3 4 5</u>
<u>2 3 4 5 6 7 8</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>	<u>6 7 8 9 10 11 12</u>
<u>9 10 11 12 13 14 15</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>	<u>13 14 15 16 17 18 19</u>
<u>16 17 18 19 20 21 22</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>	<u>20 21 22 23 24 25 26</u>
<u>23 24 25 26 27 28 29</u>	<u>27 28</u>	<u>27 28 29 30 31</u>
<u>30 31</u>		
<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa	Su Mo Tu We Th Fr Sa
<u>1 2</u>	<u>1 2 3 4 5 6 7</u>	<u>1 2 3 4</u>
<u>3 4 5 6 7 8 9</u>	<u>8 9 10 11 12 13 14</u>	<u>5 6 7 8 9 10 11</u>
<u>10 11 12 13 14 15 16</u>	<u>15 16 17 18 19 20 21</u>	<u>12 13 14 15 16 17 18</u>
<u>17 18 19 20 21 22 23</u>	<u>22 23 24 25 26 27 28</u>	<u>19 20 21 22 23 24 25</u>
<u>24 25 26 27 28 29 30</u>	<u>29 30 31</u>	<u>26 27 28 29 30</u>

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, ζητήσαμε από το δικτυακό τόπο τις καταγραφές για το παραπάνω χρονικό διάστημα για τους 5 σταθμούς συμπληρώνοντας τη φόρμα που φαίνεται παρακάτω : (http://www.gfz-potsdam.de/geofon/www_req/gfn_data.html)

Τα δεδομένα αυτά τα συγκεντρώσαμε, αφού τα μεταφέραμε από κατάλληλο φάκελο που ήταν αποθηκευμένα <ftp.gfz-potsdam.de/pub/home/st/GEOFON/ftp>.

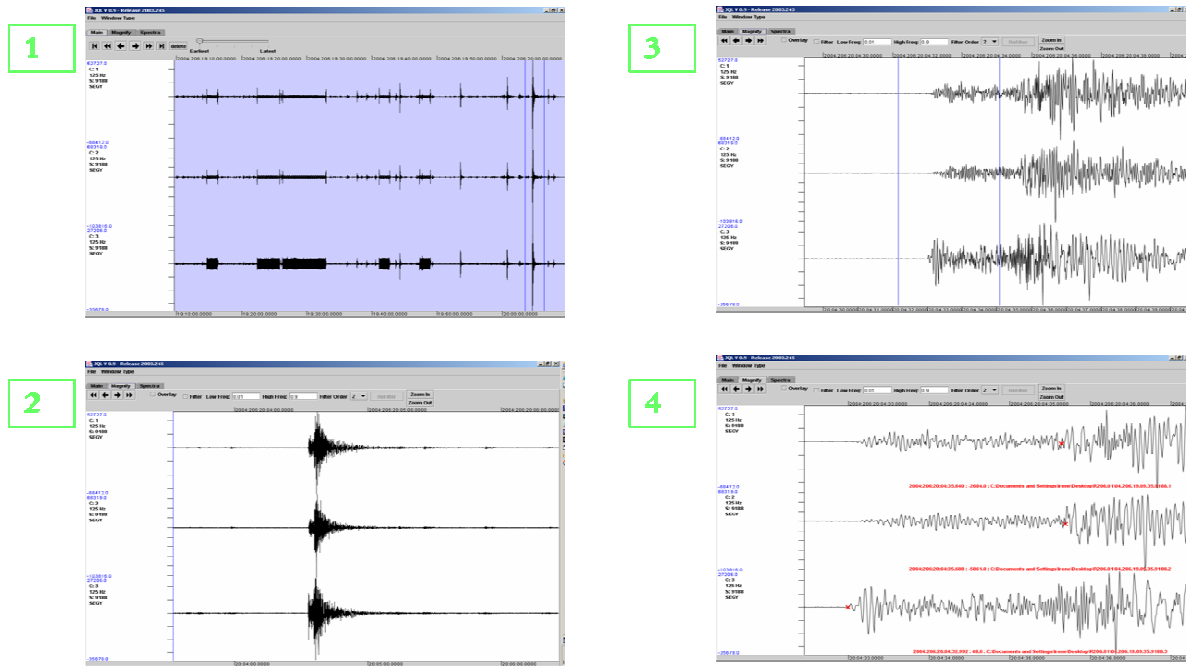
Η αποθήκευση και αρχειοθέτηση των δεδομένων έγινε στο περιβάλλον εργασίας Linux. Αφού λοιπόν συγκεντρώσαμε τα δεδομένα τα αρχειοθετήσαμε σε φακέλους για κάθε σταθμό ανά μήνα. Ο συνολικός όγκος των δεδομένων αυτών ανέρχεται περίπου στα 18Gb. Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν τόσο στο σκληρό δίσκο, όσο και σε οπτικούς δίσκους.

2.3 Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας αυτών των δεδομένων αποτέλεσε η μετατροπή της αρχικής μορφής SEED σε SEG-Y, με τη βοήθεια κατάλληλου προγράμματος (`rdseed`, version 4.5), ώστε να γίνει δυνατή η απεικόνιση των καταγραφών.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια του προγράμματος PQL κατέστη δυνατή η απεικόνιση όλων των καταγραφών και για τις τρεις συνιστώσες κάθε σταθμού (δύο οριζόντιες, N-S και E-W και μία κατακόρυφη, Z).

Σε αυτό το γραφικό περιβάλλον απεικονίσαμε λοιπόν τις καταγραφές ανά σταθμό ανά ημέρα σε τρεις συνιστώσες (z,n,e) με σκοπό να εντοπίσουμε τους σεισμούς και να απομονώσουμε εκείνο το τμήμα τις καταγραφής από τον υπόλοιπο θόρυβο. Για τον έλεγχο των καταγραφών επιλέξαμε μικρά χρονικά παράθυρα με σκοπό τον εντοπισμό σεισμών.



Σχήμα 2.2 Τα τέσσερα στάδια του εντοπισμού του σεισμικού γεγονότος

Αρχικά, καθοδηγητικό ρόλο έπαιξε ο κατάλογος του Αστεροσκοπείου Αθηνών, για τη χρονική περίοδο από 01/01/2005 έως 30/06/2005, για να μπορέσουμε να κάνουμε την σύγκριση των σεισμών που κατέγραψε το δίκτυο του Αστεροσκοπείου σε σχέση με τους σεισμούς που ήταν καταγεγραμμένοι στα δικά μας δεδομένα. Παρατηρήσαμε ωστόσο, πως περιλαμβάναμε κυρίως μεγάλους σεισμούς, ενώ η μικροσεισμική δραστηριότητα στην περιοχή μελέτης δεν ήταν επαρκώς καταγεγραμμένη.

Αφού εντοπίσαμε τους σεισμούς που περιέχονταν στο συγκεκριμένο κατάλογο, προχωρήσαμε και στην ανάλυση εκείνων των σεισμών που ήταν καταγεγραμμένοι από τους σταθμούς του δικτύου της Geofon και οι οποίοι δεν υπήρχαν στο κατάλογο που μας είχε δοθεί. Ουσιαστική συμβολή στον εντοπισμό των σεισμών έπαιξε ο κατάλογος που μας δόθηκε από το Εργαστήριο Γεωφυσικής & Σεισμολογίας του ΤΕΙ Κρήτης (Νικολήνταγα, προσωπική επικοινωνία), αφού περιείχε σημαντικό αριθμό σεισμών που παρατηρούσαμε στα δεδομένα μας. Οπότε εμείς για την δική μας μελέτη φτιάξαμε ένα νέο κατάλογο με βάση τα δεδομένα που είχαμε συγκεντρώσει για τους πέντε σταθμούς (APE, GVD, ZKR, SANT, και LAST) της GEOFON.

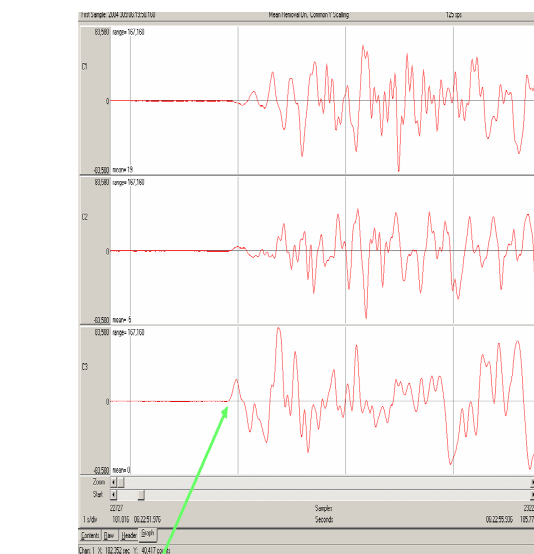
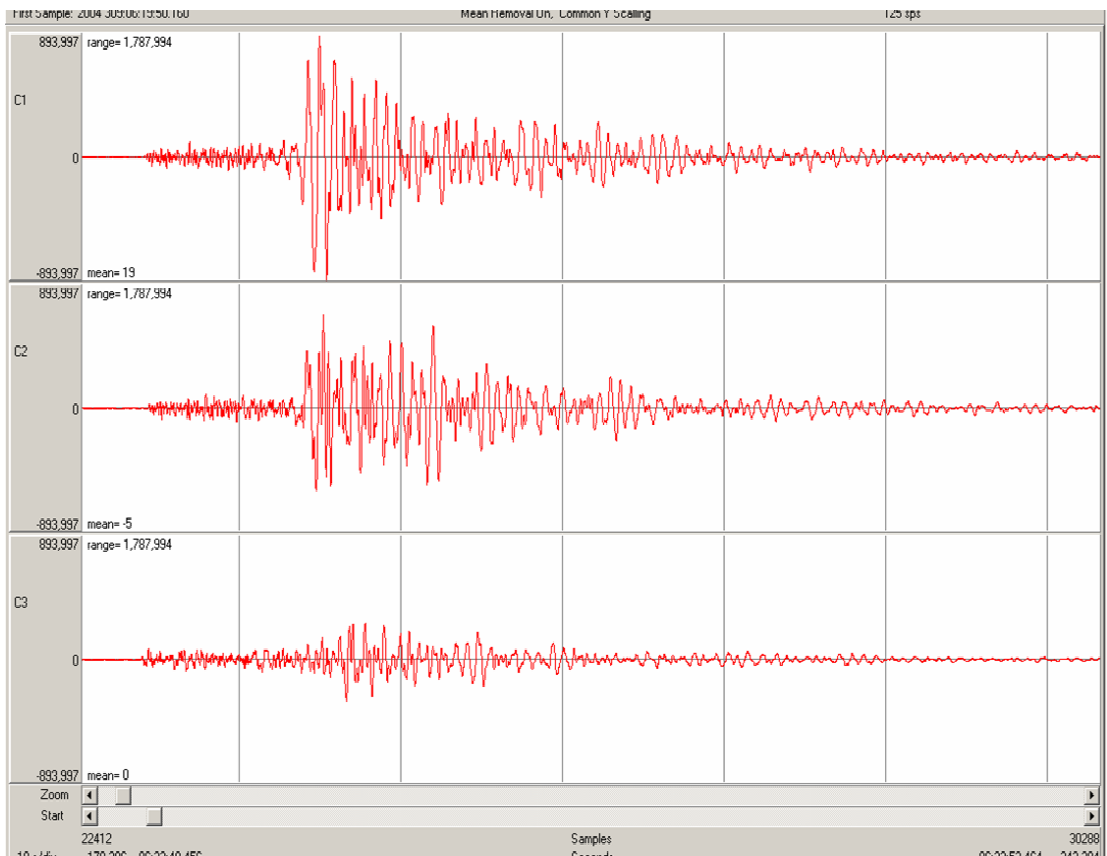
Αφού ολοκληρώθηκε ο εντοπισμός των καταγεγραμμένων σεισμικών γεγονότων στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου, περάσαμε στην επόμενη φάση της επεξεργασίας, που αφορά στην δημιουργία μιας βάσης δεδομένων. Από κάθε καταγραφή, για κάθε σταθμό και για κάθε μία συνιστώσα χωριστά επιλέξαμε εκείνο το τμήμα που περιείχε μόνο το σεισμό, αφαιρώντας έτσι το υπόλοιπο σήμα που ήταν θόρυβος. Επιλέγουμε σε κάθε περίπτωση 20 δευτερόλεπτα πριν από την έναρξη της καταγραφής και 30 δευτερόλεπτα μετά την ολοκλήρωση αυτής. Τα αρχεία που δημιουργούμε ονομάζονται δίνοντας πληροφορίες για το χρόνο γένεσης του σεισμού και τον σταθμό καταγραφής, καθώς και της αντίστοιχης συνιστώσας. Για παράδειγμα το όνομα 20050011530_gvd.z αναφέρεται στο σεισμό που καταγράφηκε το έτος 2005, 01 Ιανουαρίου, στις 15:30, από τον σταθμό της Γαύδου στην κατακόρυφη συνιστώσα. Αυτή η διαδικασία γίνεται ξεχωριστά για τους πέντε σταθμούς και για τις τρεις συνιστώσες, δηλαδή αν ο σεισμός είχε καταγραφεί από όλους τους σταθμούς δημιουργούνται συνολικά δεκαπέντε αρχεία. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, συγκεντρώσαμε συνολικά πληροφορίες για 530 σεισμούς και φτιάξαμε μία βάση δεδομένων για αυτούς, η οποία μπορεί να συμβάλλει σε άλλες μελέτες που θα ακολουθήσουν για την περιοχή, αφού υπάρχει άμεση πρόσβαση στις σεισμικές καταγραφές χωρίς να είναι απαραίτητη ούτε η αλλαγή του τύπου των δεδομένων, ούτε ο έλεγχος του σήματος για τον εντοπισμό των καταγεγραμμένων σεισμών και η απομόνωσή τους από τον ανεπιθύμητο θόρυβο.

2.4 Υπολογισμός εστιακών παραμέτρων με το πρόγραμμα HYPO71

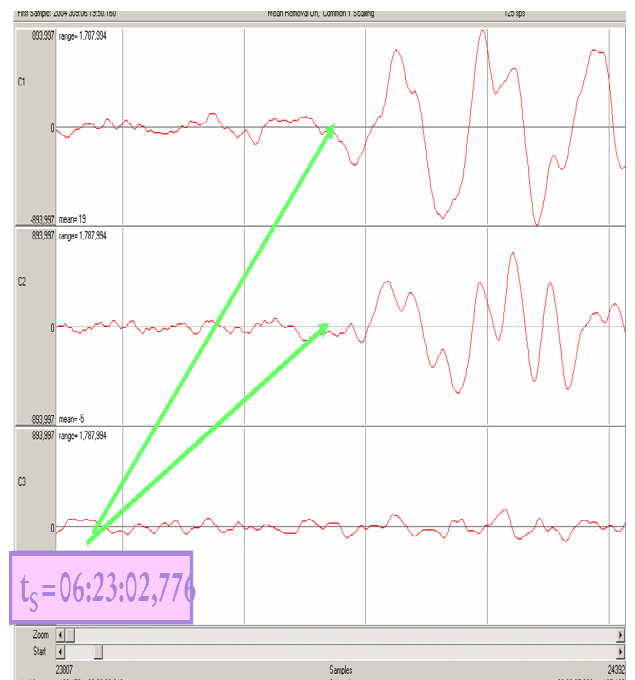
Τέλος, με σκοπό τον προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων σημειώσαμε τα απαραίτητα δεδομένα εισόδου στο πρόγραμμα HYPO71, που είναι οι χρόνοι άφιξης των κυμάτων χώρου σε κάθε σεισμολογικό σταθμό. Έτσι λοιπόν, για κάθε ένα σεισμό χωριστά σημειώσαμε το χρόνο άφιξης των επιμηκών κυμάτων, P και των εγκάρσιων κυμάτων, S . Για κάθε τιμή που σημειώναμε βάζαμε ένα βάρος, κατά πόσο δηλαδή θα λάβει υπόψη του το πρόγραμμα για το τελικό αποτέλεσμα. Στους χρόνους άφιξης των κυμάτων P βάζαμε συνήθως βάρος 0 (μηδέν) αν ήταν πολύ ευδιάκριτο, 1 και 2 βάζαμε όταν ήταν λιγότερο ευδιάκριτο, 3 και 4 όταν η πρώτη άφιξη δεν ήταν καθόλου καθαρή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, με σκοπό να βελτιώσουμε την απεικόνιση του σήματος, απομακρύνοντας τον ανεπιθύμητο θόρυβο, εφαρμόζαμε στο σήμα

φίλτρα, διαθέσιμα στο πρόγραμμα PQL. Σε ότι αφορά τα κύματα S επιλέγαμε κατά κύριο λόγο βάρος 2, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις που υπήρχε μεγάλη αβεβαιότητα προτιμήσαμε αργότερα να μην τα χρησιμοποιήσουμε καθόλου στον προσδιορισμό των επικέντρων επιλέγοντας βάρος 4.

Σχήμα 2.3. Σχηματική υπόδειξη για το βάρος κυμάτων



$t_p = 06:22:53,05$



$t_s = 06:23:02,776$

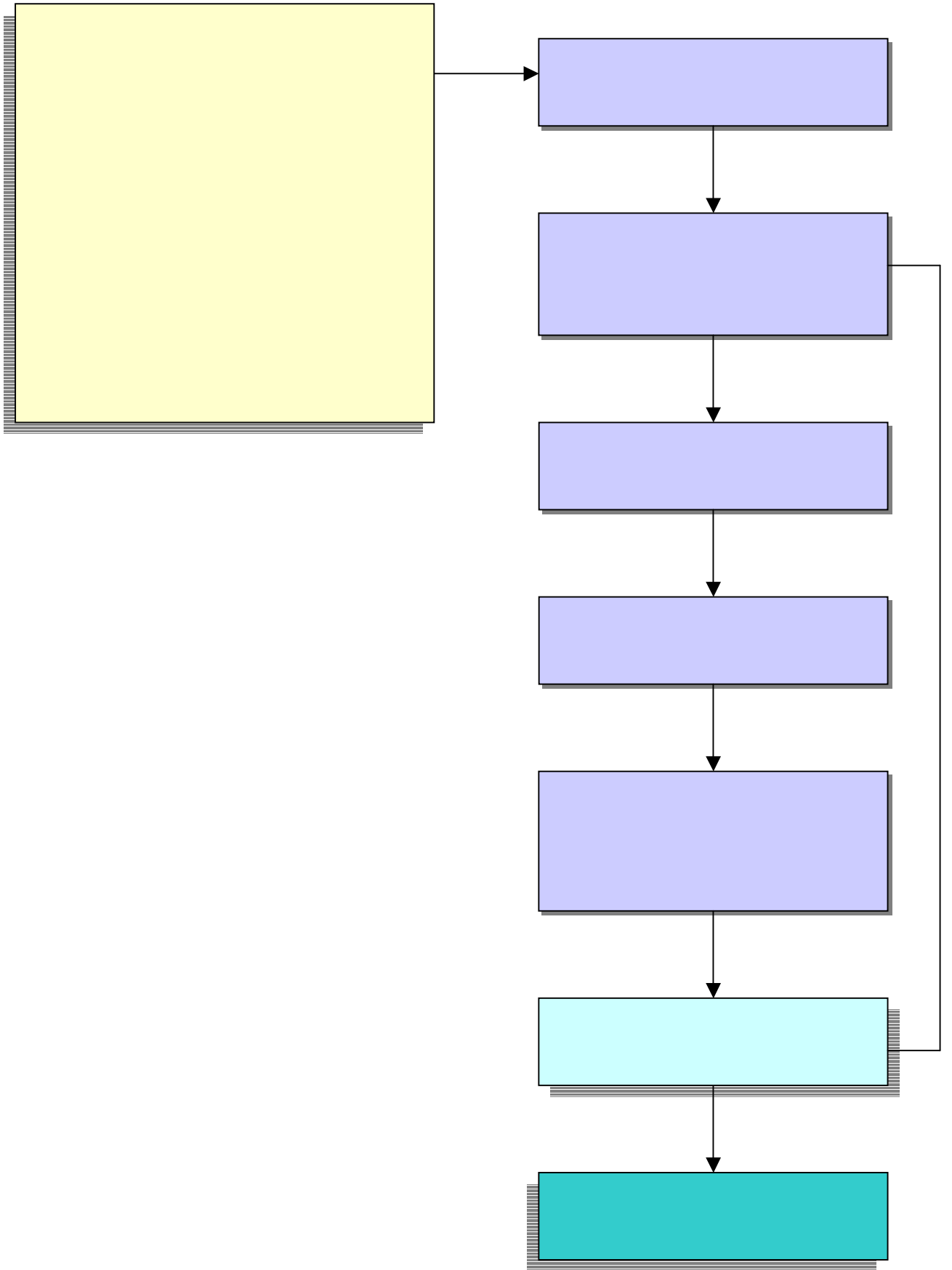
Σχήμα 2.4 Απεικόνιση καταγραφής για τον προσδιορισμό των χρόνων άφιξης των κυμάτων tp και ts

Το επόμενο βήμα ήταν να σημειώσουμε την πρώτη απόκλιση στα κύματα P: αν η πρώτη απόκλιση ήταν προς τα πάνω που σήμαινε ότι γινόταν συμπίεση του βάζαμε το χαρακτηρισμό U, ενώ αν ήταν προς τα κάτω τότε χρησιμοποιούσαμε το χαρακτηρισμό D. Επιπροσθέτως, παρατηρούσαμε και την γωνιά που σχημάτιζε η πρώτη απόκλιση: αν σχημάτιζε μια κλειστή σχετικά γωνιά (οξεία) τότε την χαρακτηρίζαμε ως Impulsive, I, ενώ αν ήταν ανοιχτή γωνιά (αμβλεία) την χαρακτηρίζαμε Emergent, E.

Έχοντας λοιπόν σημειώσει όλες τις παραπάνω πληροφορίες δημιουργήσαμε το αρχείο των φάσεων, το οποίο περιέχει όλους τους σεισμούς με όλα τα χαρακτηριστικά τους ο ένας κάτω από τον άλλο: το όνομα του σταθμού, το βάρος κομμάτων P, την πρώτη απόκλιση U η D και I,E ανάλογα με την μορφή της γωνιάς, έτος, ημερομηνία με βάση το Γρηγοριανό ημερολόγιο, χρόνο άφιξης των κυμάτων P ώρα, λεπτά, δευτερόλεπτα, κλάσματα δευτερολέπτων, και το χρόνο άφιξης των κυμάτων S γράφοντας μόνο τα δευτερόλεπτα και κλάσματα δευτερολέπτων. Ο ένας σεισμός ξεχωρίζει από τον επόμενο γράφοντας την τιμή 10 ακριβώς κάτω από τα λεπτά των P, και αποτελεί εκείνη την αρχική τιμή για το βάθος που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα HYPO71 για τον προσδιορισμό των εστιακών παραμέτρων συγκρίνοντας τις πραγματικές μετρήσεις με τα αποτελέσματα θεωρητικών υπολογισμών που έχουν προκύψει από τα πρότυπα ταχύτητας που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος μειώνοντας διαδοχικά τις αποκλίσεις μεταξύ των θεωρητικών και των πραγματικών τιμών.

Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος αυτού. Οι τέσσερις υποκεντρικές παράμετροι που καθορίζονται είναι:

1. ο χρόνος γένεσης του σεισμού, t_0
2. οι γεωγραφικές συντεταγμένες του επικέντρου, (βόριο γεωγραφικό μήκος, λ °N και ανατολικό γεωγραφικό πλάτος, φ °E)
3. το εστιακό βάθος του σεισμού, h .



Σχήμα 2.5. Τα διαδοχικά βήματα της υπολογιστικής διαδικασίας απεικονίζονται παραπάνω.

Ο αλγόριθμος HYPO71 αποτελεί ένα ευρύτατα διαδεδομένο πρόγραμμα για τον προσδιορισμό του υποκέντρου, του μεγέθους και της πρώτης απόκλισης τοπικών σεισμών. Πρωτοκυκλοφόρησε το 1975 από τους Lee & Lahr και αποτελεί την περισσότερο διαδεδομένη υλοποίηση της υπολογιστικής διαδικασίας που περιγράφεται στο παραπάνω σχήμα, επιτρέποντας τον καθορισμό των τεσσάρων υποκεντρικών παραμέτρων του σεισμού.

Πιο αναλυτικά, με δεδομένα :

- ακριβείς γεωγραφικές συντεταγμένες των σεισμολογικών σταθμών καταγραφής (σφάλμα μικρότερο από 0.1 Km)
- αξιόπιστους χρόνους άφιξης των σεισμικών φάσεων σε κάθε σταθμό
- ένα πρότυπο ταχυτήτων με επίπεδα, οριζόντια και ομογενή στρώματα για την περιοχή μελέτης
- το λόγο ταχύτητας των εγκάρσιων P και επιμηκών S κυμάτων, V_P/V_S

μπορούμε να περιγράψουμε με ακρίβεια έναν τοπικό σεισμό.

Με μια επαναληπτική διαδικασία λαμβάνουμε τη θέση του υποκέντρου (x,y,z) , το χρόνο γένεσης του σεισμού t_0 , καθώς και τα αντίστοιχα σφάλματα που εκφράζουν την αβεβαιότητα των εστιακών παραμέτρων που έχουμε υπολογίσει.

Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

RMS (Root Mean Square) το μέσο τετραγωνικό σφάλμα των χρονικών υπολοίπων κάθε σεισμικής φάσης i (για $i=1$ έως N) ως προς τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας w_i . Η τιμή του σφάλματος αυτού επιτρέπει μια γενικότερη αξιολόγηση του βαθμού ελάττωσης των χρονικών υπολοίπων και της αξιοπιστίας της λύσης.

$$RMS = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N w_i R_i^2}}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

ERH (Horizontal Error) το μέσο σφάλμα των οριζόντιων αποκλίσεων. Εκφράζει την ακρίβεια του προσδιορισμού της οριζόντιας θέσης του επικέντρου.

$$ERH = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N dx^2 + \sum_{i=1}^N dy^2}}{N}$$

ERZ (Vertical Error) το μέσο σφάλμα των κατακόρυφων αποκλίσεων. Εκφράζει την ακρίβεια του προσδιορισμού του εστιακού βάθους του σεισμού.

$$ERZ = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N dz^2}}{N}$$

Οι τρεις αυτές τιμές σφαλμάτων αποτελούν κριτήριο για την ποιότητα και αξιοπιστία της λύσης για το υπόκεντρο κάθε σεισμού. Φυσικά κανένα υπολογιστικό πρόγραμμα δεν είναι ικανό να δώσει σωστά αποτελέσματα, εάν τα δεδομένα εισόδου εμπεριέχουν σημαντικά σφάλματα. Βέβαια, το HYPO71 είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να εντοπίζει κοινά λάθη στα δεδομένα εισόδου, αλλά κανείς πρέπει να έχει πάντοτε υπόψη κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου, ότι πολύ μικρές τιμές των χρονικών υπολοίπων δεν επαρκούν για να εγγυηθούν τον ακριβή προσδιορισμό του υποκέντρου.

Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τα αποτελέσματα μεταβάλλοντας έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω παράγοντες:

- την τιμή του συντελεστή βαρύτητας κάθε σεισμικής φάσης ανάλογα με την ποιότητα των καταγραφών
- τη συνάρτηση κατανομής της βαρύτητας σε σχέση με την απόσταση εστιασ-σταθμού καταγραφής.
- Το πρότυπο ταχυτήτων για την περιοχή μελέτης.

Δύο βασικές αδυναμίες του αλγορίθμου αποτελούν:

- ✓ Η απλουστευμένη μορφή του προτύπου ταχυτήτων (στρώματα οριζόντια, επίπεδα και ομογενή), που δεν έχει καμία σχέση με το εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα που μελετάμε, τη Γη.
- ✓ Για τον υπολογισμό των θεωρητικών χρόνων διαδρομής γίνεται η παραδοχή πως η διαδρομή που ακολουθούν οι σεισμικές ακτίνες είναι ευθεία.

Τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν μέχρι κάποιο βαθμό με τη χρήση παραλλαγών του αλγορίθμου, οι οποίες βέβαια απαιτούν πολυπλοκότερους αριθμητικούς υπολογισμούς και κατά συνέπεια περισσότερο χρόνο.

Το πρότυπο ταχύτητας που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των επικέντρων είναι αυτό όπως προκύπτει από την εργασία των Papazachos & Nolet (1997)

Papazachos & Nolet 1997	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΠΙΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ (V_p , Km/s)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ (Km)
6.000	0.000
6.600	19.000
7.900	31.000
7.950	50.000
8.000	100.000
8.050	120.000

Πίνακας 2.2 Μοντέλο ταχυτήτων επιμηκών κυμάτων σε συνάρτηση με το πάχος στρωμάτων

Σχήμα 2.6. Γραφική παράσταση (ιστόγραμμα) του πρότυπου ταχύτητας Papazachos & Nolet (1997)

Παράδειγμα των παραμέτρων για το HYPO71

```
HEAD                                HEL_ARC
RESET TEST*06**1.
RESET TEST[03]>0.6
RESET TEST[05]>10.
RESET TEST[07]>0.

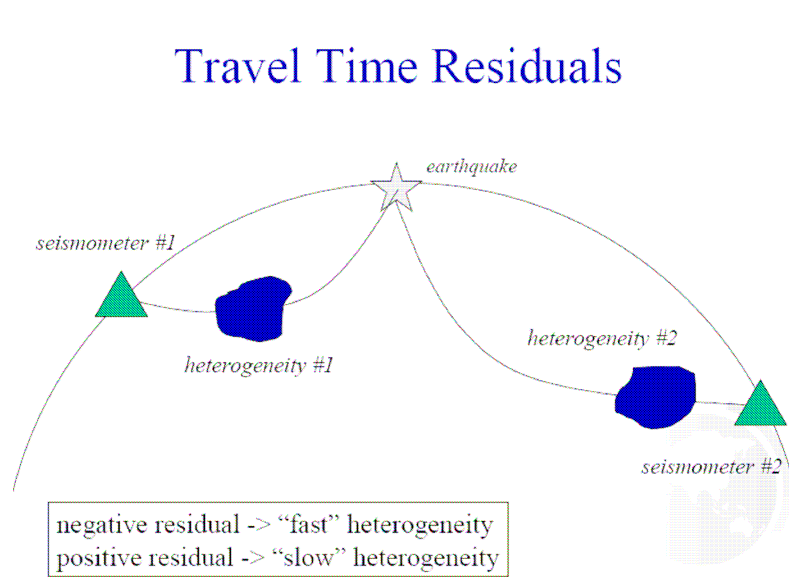
AGB 3508.42N 2500.13E 634
APE 3704.13N 2531.84E 620
CHN 3531.16N 2402.54E 76
CHNB3531.15N 2402.54E 34
GRM 3530.03N 2336.26E 126
```

GVD 3450.35N 2405.24E 180
 HRK 3518.22N 2504.24E 70
 IER 3500.86 2543.99E 33
 KAN 3519.61N 2344.45E 467
 LAST3509.67N 2528.72E 870
 PLC 3514.04N 2341.14E 45
 RTH 3521.89N 2430.09E 51
 SANT3622.26N 2527.54E 540
 SFK 3512.09N 2408.28E 79
 SIT 3512.53N 2606.33E 10
 ZKR 3506.88N 2613.02E 270

6.000 0.000
 6.600 19.000
 7.900 31.000
 7.950 50.000
 8.000 100.000
 8.050 120.000
 0.001

10. 50. 999. 1.78 4 0 1 1 0 0011

Σχήμα 2.7 Νέος καθορισμός των εστιακών παραμέτρων



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ

ΠΕΡΙΟΔΟ 01/01/2005 - 31/06/2005

3.1 Γενικά

Από τη χωρική κατανομή των σεισμικών επικέντρων στον ελληνικό χώρο μπορούμε να συνάγουμε τα ακόλουθα:

- **τα επίκεντρα των επιφανειακών σεισμών** διατάσσονται κατά μήκος μίας τοξοειδούς ζώνης στην περιοχή του ελληνικού τόξου (Δ. Αλβανία - νησιά Ιονίου πελάγους - Κρήτη - Κάρπαθος - Ρόδος - Ν.Δ. Τουρκία). Σημαντική σεισμική δραστηριότητα παρατηρείται επίσης και στην περιοχή του Β. Αιγαίου και της Β.Δ. Ανατολίας
- **οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους** εκδηλώνονται στην περιοχή του Ν. Αιγαίου. Τα επίκεντρα διατάσσονται σε μία ζώνη παράλληλη με το ελληνικό τόξο, ενώ οι εστίες βρίσκονται πάνω στη ζώνη Benioff η οποία κλίνει με γωνία περίπου 35° από το κυρτό προς το κοίλο μέρος του τόξου, από την Ανατ. Μεσόγειο προς το Αιγαίο πέλαγος. Τα εστιακά τους βάθη φτάνουν έως 160 km περίπου.

3.2 Σύγκριση της χωρικής κατανομής των επικέντρων των σεισμών από τον κατάλογο του Αστεροσκοπείου Αθηνών και της παρούσας μελέτης.

Date	Origin time	Lat	N	Lon	E	Depth	Depth	Magnitude
50101	1159	3.41	35.240	24.949	10.0	30		3.5
50101	1330	47.95	36.614	25.730	0.0			
50102	2218	28.68	36.226	25.637	10.0	18		3.4
50103	1057	22.45	35.556	26.015	1.6	38		3.5
50103	1655	31.47	34.999	27.057	10.0	21		3.6
50103	2144	43.86	36.963	24.235	10.0	123		4.5
50104	134	27.56	35.571	24.713	2.1	39		3.2
50106	13	3	1.02	35.781	26.182	10.0	21	3.0
50110	2349	25.53	37.070	25.532	10.0	30		4.8
50110	2351	0.09	37.070	25.532	10.0	2		4.8
50111	436	19.07	37.070	24.540	19.8	30		5.0
50112	458	35.41	35.522	24.958	10.0			
50114	1649	43.29	36.645	26.510	3.3	5		3.6
50114	1713	56.45	35.473	25.159	10.0	30		4
50119	1834	17.62	34.676	24.838	10.0	12		3.7
50119	1929	43.93	34.605	24.350	10.0	35		3.5
50122	1954	13.16	36.373	25.461	10.0	27		3.9
50123	2236	12.53	35.941	29.253	10.0			
50129	423	26.40	36.847	26.202	10.0			
50129	1852	26.43	38.560	26.698	10.0	35		4.6
50130	1624	30.12	37.070	25.532	10.0			
50212	18	0	30.63	36.850	26.502	10.0	5	3.1

50217	1710	40.55	36.713	25.606	1.4		
50218	332	32.55	35.363	26.010	10.0	8	3.1
50218	441	48.19	35.296	26.081	10.0	13	3.6
50218	442	9.68	35.441	26.114	0.2		
50218	619	45.77	35.163	25.016	10.0	41	4.2
50219	2227	29.77	36.542	25.755	1.7	3	3.4
50220	11 9	54.08	35.344	25.233	17.4		
50220	1250	26.64	35.273	26.158	6.5		
50220	1538	21.13	35.108	24.286	0.4	37	4.2
50222	230	39.85	36.005	26.489	10.0		
50223	2015	22.93	35.138	24.591	1.6	12	3.9
50224	214	24.61	34.841	24.089	16.2	40	3.5
50224	256	44.40	35.258	24.549	0.2	18	3.2
50225	1536	20.58	36.016	28.472	10.0	11	3.3
50226	1852	18.09	35.429	25.741	2.1		
50226	2043	31.75	35.116	26.219	10.0	16	3.4
50227	6 2	7.91	35.402	25.745	10.0		
50227	9 1	49.62	35.425	25.741	0.8		
50301	1634	0.87	36.421	27.309	39.1	58	3.6
50301	2111	18.60	36.816	26.161	34.0		
50302	1344	29.23	36.798	26.185	19.6	10	3.2
50304	1615	57.94	35.116	26.219	10.0		
50304	1810	4.36	35.751	25.520	0.2	32	3.5
50304	1950	47.61	34.841	23.700	10.0	38	3.6
50304	1953	29.38	35.841	25.480	10.0	28	3.4
50306	1343	10.54	35.383	25.741	10.0	10	3.2
50307	1436	23.36	35.934	26.109	10.0		
50307	2015	20.28	35.970	25.461	10.0	36	3.9
50308	1642	55.24	35.782	26.236	0.0		
50309	812	41.17	35.163	25.480	10.0	46	4.4
50309	819	53.04	35.163	25.480	10.0	30	4.0
50309	1644	32.32	35.439	26.005	0.5		
50309	1647	25.31	35.568	26.324	0.4		
50309	2344	31.71	35.377	26.001	10.0		
50310	19 5	33.84	35.307	24.661	10.0	10	2.9
50310	2151	59.55	35.794	26.049	0.1	52	3.2
50311	253	11.93	35.116	26.219	10.0	12	3.2
50311	624	46.17	35.116	26.219	10.0		
50311	636	23.99	34.841	24.089	10.0		
50312	1055	26.22	35.445	25.755	1.3	14	3.0
50312	1518	41.47	34.841	24.089	10.0	49	3.0
50313	523	45.72	35.426	25.759	10.0	18	3.2
50313	18 3	53.06	35.432	25.731	1.1		
50313	2145	33.07	35.404	25.745	8.3	19	3.1
50314	939	16.05	35.166	24.644	4.4	16	3.5
50314	1142	6.84	35.116	26.219	10.0	20	3.2
50314	1220	58.20	35.821	26.269	10.0		
50315	1622	24.78	36.193	25.499	10.0	24	3.0
50315	2345	12.99	35.745	25.670	0.1		
50316	438	43.10	34.661	23.876	0.0		
50316	1533	48.83	35.916	26.219	10.0	74	4.2
50317	5 1	33.16	38.613	26.327	10.0	5	3.8
50317	5 4	20.10	37.070	25.532	10.0	20	3.8
50317	11 7	53.49	35.432	25.722	1.5		
50317	1826	29.49	34.841	24.089	10.0	37	3.5
50317	2053	35.79	35.429	25.719	10.0		
50318	8 9	20.75	34.841	24.089	10.0	55	3.2
50319	319	4.19	35.133	26.757	0.1	13	3.5
50319	338	11.11	35.445	25.893	10.0	16	3.5
50319	1552	38.62	36.458	26.135	10.0		
50320	051	24.27	37.836	27.118	0.1		

50320	1625	45.52	35.163	25.480	10.0		
50320	1921	26.82	35.163	25.480	10.0	9	4.0
50321	255	15.92	34.474	26.098	10.0		
50321	358	27.10	35.362	25.028	10.0		
50321	437	16.17	35.337	26.135	0.3		
50321	547	6.45	35.441	25.912	3.6	21	4.0
50321	715	26.57	35.310	25.946	34.8	21	3.4
50321	846	30.15	35.462	25.924	10.0	22	3.5
50321	9 7	44.84	35.457	25.934	10.0	10	3.1
50321	10 4	6.96	35.444	25.922	10.0	16	3.5
50321	10 7	57.35	35.480	25.939	10.0		
50321	11 6	27.98	35.449	25.926	10.0		
50321	1115	55.03	35.474	25.919	10.0	4	2.9
50321	1118	16.88	35.473	25.921	2.6	16	2.9
50321	1352	28.25	35.492	25.922	10.0	27	3.4
50321	1412	6.86	35.468	25.909	1.3	10	2.9
50321	1847	51.16	35.116	26.219	10.0	18	3.1
50321	1942	30.10	34.841	25.021	0.1		
50321	2056	56.89	35.435	25.906	10.0	21	3.3
50321	2059	33.76	35.443	25.913	10.0	24	3.1
50321	2311	35.89	35.116	26.219	10.0	10	2.9
50322	137	40.84	35.477	25.916	10.0	10	3.1
50322	139	30.30	35.116	26.219	10.0		
50322	226	59.11	34.233	25.769	4.0	36	3.6
50322	1656	10.57	35.494	25.917	10.0		
50322	1738	36.01	35.501	25.915	10.0		
50322	1739	55.57	35.484	25.914	10.0		
50323	110	43.53	34.627	24.472	36.3	25	3.0
50323	139	41.94	35.493	25.939	10.0	22	3.3
50323	317	9.57	35.493	25.931	10.0		
50323	652	0.40	35.116	26.219	10.0	5	3.4
50323	1230	21.15	35.116	25.624	10.0		
50324	429	1.76	34.390	25.337	10.0	21	3.3
50324	7 2	45.84	35.486	25.915	10.0	26	3.4
50324	12 0	10.98	35.427	25.717	10.0		
50324	1845	58.79	35.596	27.056	10.0	34	3.9
50324	2153	11.62	35.456	25.951	3.1	14	3.7
50324	2350	22.80	35.471	25.913	2.0		
50324	2351	10.53	35.459	25.906	10.0		
50325	115	39.54	36.215	25.306	0.1		
50325	1254	15.24	35.116	26.219	10.0	5	3.1
50326	011	20.48	35.483	25.925	10.0	14	3.0
50326	1724	31.37	37.003	26.203	10.0		
50326	2017	17.66	35.426	25.735	10.0	10	3.0
50327	135	2.13	35.163	25.480	10.0	10	3.1
50327	336	32.61	34.158	23.293	0.2	28	3.3
50327	511	49.03	35.238	23.717	10.0	39	3.3
50327	1140	39.85	34.841	24.089	10.0	10	3.3
50327	2259	43.93	35.250	24.551	0.2		
50328	2226	24.21	35.424	26.134	0.1	10	3.0
50328	2230	30.29	35.163	25.480	10.0	39	3.8
50329	141	15.54	35.752	24.637	36.1	27	3.6
50329	1427	1.68	35.116	26.219	10.0	36	3.7
50330	8 1	31.36	35.116	26.219	10.0	24	3.3
50330	1341	44.85	34.848	23.722	3.5	5	2.1
50330	15 7	33.27	36.730	26.557	10.0		
50330	1931	7.19	37.070	25.532	10.0	29	3.0
50330	1933	0.38	36.709	26.476	21.9		
50330	2115	9.14	35.476	26.948	10.0	22	3.3
50330	2315	0.12	33.377	23.874	0.0		
50404	20 0	29.69	34.841	24.089	10.0		

50405	223	12.13	35.464	25.909	10.0		
50405	6 0	16.64	35.116	26.181	30.2	32	3.0
50405	644	3.05	35.468	26.350	0.4	5	2.7
50405	812	40.77	35.600	26.892	1.5	29	3.4
50406	1730	50.91	35.508	25.822	10.0		
50407	451	58.76	35.344	26.156	4.1		
50408	1029	27.06	35.020	24.380	10.0	10	3.4
50409	1745	36.30	35.364	25.792	10.0	13	3.3
50409	1747	39.88	35.328	25.788	5.4	15	3.1
50409	1752	52.36	35.337	25.790	10.0		
50409	1754	40.22	35.324	25.792	10.0	10	2.8
50409	2011	23.39	35.354	25.786	6.1	13	3.2
50410	051	27.91	35.340	25.791	10.0	31	3.4
50410	228	15.86	35.362	25.792	2.9		
50410	330	12.25	35.373	25.782	1.7		
50410	1436	6.59	35.432	25.929	15.4	11	3.3
50410	1944	57.98	35.437	25.928	10.0	52	3.5
50411	2133	9.72	34.767	25.057	8.1	43	3.2
50412	1639	16.65	35.811	26.287	19.5	23	2.9
50413	18 9	50.01	35.798	25.917	0.4		
50414	059	1.39	35.342	24.534	10.0		
50414	116	38.46	34.841	24.698	16.6		
50414	134	55.22	34.841	24.670	37.4	19	3.5
50414	1533	58.07	35.116	26.219	10.0	9	3.5
50415	626	40.64	35.332	26.534	0.1		
50416	147	55.99	36.615	27.753	10.0	23	3.9
50416	852	1.73	35.116	26.219	10.0	8	3.2
50416	917	36.74	35.116	26.219	10.0		
50417	032	27.43	36.689	26.507	7.3	5	4.0
50419	1427	35.28	35.764	25.480	0.2		
50419	1427	49.21	35.834	25.764	19.6		
50419	1427	59.88	35.765	25.377	0.0		
50419	1428	6.04	35.770	25.785	30.3		
50420	1421	28.70	35.116	26.219	10.0	57	3.1
50420	2221	0.80	36.342	26.057	10.0		
50421	218	18.73	35.373	25.451	0.1	18	3.2
50421	257	27.27	35.654	25.870	19.3		
50421	1835	57.64	35.410	25.480	10.0	16	3.7
50421	1847	1.18	35.592	24.463	10.0	5	3.6
50421	2034	32.16	35.655	25.988	0.6	16	3.0
50421	2311	12.11	35.448	25.828	10.0	2	3.5
50421	2330	56.46	35.580	24.462	10.0		
50422	9 0	52.62	35.463	25.825	10.0	5	3.4
50422	1035	55.39	35.429	24.780	0.6	5	3.3
50423	22 3	4.75	35.500	23.779	10.0		
50425	1457	55.17	34.841	24.310	0.3	22	3.3
50425	1459	19.28	34.841	24.089	10.0	32	3.8
50425	16 5	13.97	35.452	25.783	0.2		
50426	1728	33.73	35.584	26.107	13.2	29	3.6
50426	22 4	30.24	35.116	26.219	10.0	10	3.4
50426	2219	2.24	35.116	26.219	10.0	45	3.9
50427	0 3	5.79	35.636	25.576	0.2	55	3.4
50427	23 8	19.41	35.589	24.749	10.0	31	3.2
50428	0 4	38.12	35.642	26.267	18.3	3	3.2
50428	344	45.27	34.623	25.238	10.0	32	3.2
50429	049	37.29	35.609	26.304	26.5		
50429	2 7	50.24	35.116	26.219	10.0	23	3.1
50429	312	6.21	35.303	24.198	30.1	24	3.4
50429	415	32.96	35.151	26.810	0.4	12	3.2
50429	1956	48.94	35.116	26.219	10.0	10	3.6
50501	236	30.78	36.678	26.488	10.0	32	3.5

50501	2046	38.98	34.986	25.124	10.0	18	4.0
50502	2130	51.08	35.795	25.362	17.6	17	4.2
50502	23 9	51.57	35.789	25.371	10.0	18	3.2
50502	2346	32.97	35.813	26.000	36.3	32	3.0
50503	047	30.80	34.249	25.195	6.9	27	3.9
50503	052	31.55	34.306	25.312	10.0	30	4.3
50503	335	0.68	35.787	25.334	10.0	33	3.3
50503	833	39.19	35.409	26.155	0.1		
50503	1618	54.82	35.116	26.219	10.0		
50503	1739	55.83	35.766	26.687	10.0	45	3.7
50503	2032	22.09	35.163	25.480	10.0	7	3.4
50503	2323	55.73	35.442	25.939	10.0		
50504	3 7	39.52	35.342	25.023	10.0	43	3.3
50504	12 3	33.22	35.163	25.480	10.0		
50504	1537	33.82	35.392	26.011	10.0		
50504	1855	16.77	35.145	24.075	10.0	31	3.9
50505	1410	37.41	35.408	25.047	3.2	14	3.7
50506	424	23.95	35.163	25.480	10.0	44	3.1
50506	1845	50.94	35.719	25.446	10.0		
50507	821	49.57	35.453	26.280	17.6		
50507	1020	20.36	35.433	25.870	1.3		
50508	213	14.45	34.978	25.703	5.6	15	3.3
50508	317	35.04	35.884	25.563	10.0	10	3.4
50508	1717	39.02	38.274	26.684	0.5	23	3.6
50509	5 2	7.27	35.703	25.094	19.9	21	3.2
50509	1229	19.40	35.470	26.250	17.1	10	3.3
50509	1425	23.35	36.204	26.134	10.0		
50509	2236	12.37	35.163	25.480	10.0	13	3.9
50510	1438	16.19	34.623	24.887	19.7	24	3.5
50511	2 7	1.79	35.395	25.780	10.0		
50511	332	20.51	35.414	25.781	2.2		
50511	445	56.66	34.336	25.176	10.0	10	3.3
50511	747	21.22	35.116	26.219	10.0		
50511	22 3	18.28	37.301	26.648	10.0	31	3.4
50512	645	4.80	35.707	23.533	2.3	20	3.3
50512	16 8	17.79	34.132	25.270	10.0	31	3.6
50513	425	6.46	35.116	26.219	10.0	4	3.3
50513	12 8	40.07	35.133	26.661	1.3	10	3.5
50513	1622	2.95	36.334	26.303	10.0		
50513	2212	40.51	35.120	26.234	0.1	5	3.6
50514	18 1	31.52	34.841	24.089	10.0	16	4.2
50514	2347	40.89	35.116	26.957	10.0		
50515	2 5	46.65	35.398	26.033	1.6		
50515	310	46.82	34.841	24.089	10.0	99	3.5
50515	518	30.24	35.441	25.858	2.0	39	3.2
50515	1018	36.33	34.841	24.089	10.0		
50515	2341	7.10	35.704	25.789	29.3	10	3.0
50516	921	0.20	34.992	25.022	10.0	10	3.3
50516	941	42.15	35.243	24.952	1.4		
50516	1126	21.10	35.303	24.929	0.7		
50516	1425	2.96	35.116	26.219	10.0	34	4.2
50517	1423	51.39	35.327	26.125	4.1	4	3.1
50517	2224	50.98	37.070	25.532	10.0	26	3.8
50518	053	6.31	35.163	25.480	10.0	19	2.9
50518	1937	30.49	35.103	25.529	0.1		
50519	1630	58.03	35.116	26.219	10.0	30	3.2
50520	1 6	5.30	35.332	25.914	2.1		
50521	2016	49.99	36.281	26.039	10.0	35	3.3
50522	1749	58.28	35.746	26.228	0.1	5	3.1
50522	2047	50.40	35.957	26.923	5.9	13	3.0
50523	1 4	51.36	36.373	25.461	10.0	33	3.5

50523	112	37.65	35.432	25.915	10.0	30	3.8
50523	818	53.83	34.811	26.059	27.9	24	3.1
50523	2031	50.64	35.116	26.219	10.0	15	3.0
50524	5 9	16.52	35.116	26.219	10.0	25	3.1
50525	548	32.06	34.841	24.089	10.0	5	3.6
50525	1146	38.05	35.116	26.219	10.0	23	3.4
50525	1821	41.07	35.163	25.480	10.0		
50526	252	20.71	35.366	25.730	8.2		
50526	1643	50.55	34.874	24.008	0.2		
50527	025	19.67	35.116	26.219	10.0	25	3.5
50527	116	40.52	35.304	27.723	15.9	20	4.3
50527	637	45.46	35.163	25.480	10.0	16	3.2
50529	855	42.15	35.871	27.671	10.0	104	4.4
50529	19 0	42.02	34.710	24.922	10.0	27	3.4
50529	23 2	57.34	35.691	26.219	10.0	30	3.3
50530	042	42.86	36.737	23.637	10.0	54	3.2
50530	243	26.24	35.116	26.219	10.0	22	3.2
50530	920	19.78	35.116	26.219	10.0	34	4.5
50530	1838	49.74	35.430	26.072	10.0		
50530	2132	32.66	35.116	26.219	10.0	34	3.0
50530	2147	10.48	35.116	26.219	10.0		
50601	245	17.17	35.559	25.979	10.0	10	3.0
50601	322	7.75	35.540	25.952	10.0	3	3.1
50601	323	2.88	35.546	25.969	10.0	10	3.2
50601	327	27.56	35.542	25.966	10.0	3	3.2
50601	454	45.76	34.841	24.089	10.0	18	3.4
50601	841	40.79	35.116	26.219	10.0	4	3.2
50601	1342	6.22	35.531	25.947	5.0	20	3.1
50601	1853	25.09	34.944	23.962	10.0	21	4.2
50602	049	36.00	35.793	25.327	10.0	32	3.6
50602	057	43.69	36.034	26.371	10.6	5	3.3
50602	123	34.14	34.146	25.520	0.1	5	3.4
50602	155	16.46	35.800	25.771	10.0	53	3.2
50602	741	31.52	35.987	25.847	10.0	32	3.5
50603	040	25.42	35.266	25.415	2.1	18	3.2
50603	1659	37.39	35.116	26.219	10.0	21	3.5
50603	1814	8.94	34.633	25.708	19.8	16	3.2
50603	1854	32.26	35.472	25.781	2.0	10	3.8
50604	151	21.98	34.841	24.089	10.0	5	3.8
50605	1837	0.81	34.891	26.060	24.7		
50605	22 2	10.18	35.635	25.905	20.0	56	3.2
50605	2314	3.21	35.116	26.219	10.0	18	3.3
50606	218	38.39	35.116	26.219	10.0		
50606	347	45.89	35.773	25.292	10.0	40	3.3
50606	2039	30.94	35.459	25.779	0.2	15	3.2
50606	22 8	12.89	36.170	26.190	10.0		
50606	2221	21.19	35.267	25.734	6.4		
50606	2244	27.59	36.203	26.175	10.0		
50607	935	31.70	34.363	26.645	10.0	25	4.0
50607	12 7	43.18	35.116	26.219	10.0	22	3.5
50608	327	17.59	35.417	24.678	28.4	5	3.4
50608	6 5	17.80	37.056	26.654	10.0	29	3.9
50608	11 9	55.37	35.309	25.685	0.3	10	3.3
50608	1216	59.18	35.163	25.480	10.0	21	3.2
50608	2240	12.69	35.956	26.936	13.7	30	3.3
50609	2250	55.82	35.986	25.842	10.0	32	3.1
50611	435	56.04	35.116	26.219	10.0	10	3.0
50611	645	29.03	35.163	25.480	10.0	5	3.5
50611	1828	50.21	35.116	26.219	10.0	31	2.7
50612	636	18.36	35.116	26.219	10.0	26	3.4
50612	735	1.96	36.413	24.519	10.0	85	4.0

50614	731	47.17	35.197	24.035	0.6	12	4.3
50614	1627	27.64	35.401	24.393	10.0	30	3.7
50615	2353	13.05	35.509	24.892	37.0		
50616	056	39.45	35.724	25.980	29.1	10	3.2
50617	031	59.58	35.285	26.502	10.0	10	3.0
50617	240	2.77	34.794	23.981	4.1		
50617	846	46.54	35.440	26.166	0.2		
50617	1136	41.19	35.116	26.219	10.0	7	3.6
50617	1432	19.15	35.433	26.169	0.2	14	3.6
50617	1522	57.57	34.585	26.132	18.6		
50617	1535	43.18	35.442	26.161	0.0		
50617	1922	13.10	35.942	26.473	22.3	89	4.2
50617	2352	10.62	35.116	26.227	39.6	5	3.7
50618	2 9	41.31	35.457	26.249	28.0	31	3.3
50618	351	18.05	35.460	26.249	27.9		
50618	944	2.43	35.116	26.194	33.4		
50618	1242	55.87	35.116	26.219	38.8	13	3.6
50618	1316	3.25	35.652	26.267	19.0		
50618	16 3	3.67	35.450	26.273	29.2		
50618	1845	42.94	34.841	24.347	10.0		
50618	2044	56.20	35.617	26.291	26.0	5	3.6
50618	2111	36.30	34.957	24.995	0.4	31	3.4
50618	2255	38.22	37.475	22.186	10.0	25	3.9
50618	2331	32.61	35.469	26.278	28.9		
50619	129	12.70	35.623	27.222	0.2	24	3.4
50619	6 9	41.08	35.282	25.530	10.0		
50619	751	53.65	35.244	26.601	10.0	5	3.3
50619	853	3.28	35.470	24.246	10.0		
50619	10 8	38.66	35.325	24.937	0.5	19	3.2
50619	1558	17.73	35.116	26.219	10.0		
50619	23 5	3.36	35.812	25.346	10.0	28	3.5
50620	234	18.01	35.469	25.072	2.1	10	3.3
50620	1120	52.64	36.111	25.876	10.0		
50620	1653	28.87	36.425	26.585	10.0	25	3.8
50622	1017	55.07	35.347	23.083	10.0	57	4.0
50623	1156	3.26	37.070	25.532	10.0	25	3.9
50623	2244	12.24	38.388	26.545	10.0	19	4.1
50623	2325	5.11	38.014	26.942	10.0	20	3.8
50624	346	58.76	38.102	27.576	10.0	19	3.5
50624	1420	46.00	37.070	25.532	10.0	13	3.8
50625	318	50.29	35.116	26.219	10.0		
50626	2015	14.87	35.163	25.480	10.0	10	3.0
50627	1752	7.20	35.023	25.126	10.0	20	3.1
50628	613	6.06	35.646	24.836	10.0	5	3.4
50628	1042	9.92	35.116	26.219	10.0	27	3.8
50629	1430	15.20	34.841	24.680	10.0	20	3.6

3.3 Κατανομή των μεγεθών και των εστιακών βαθών

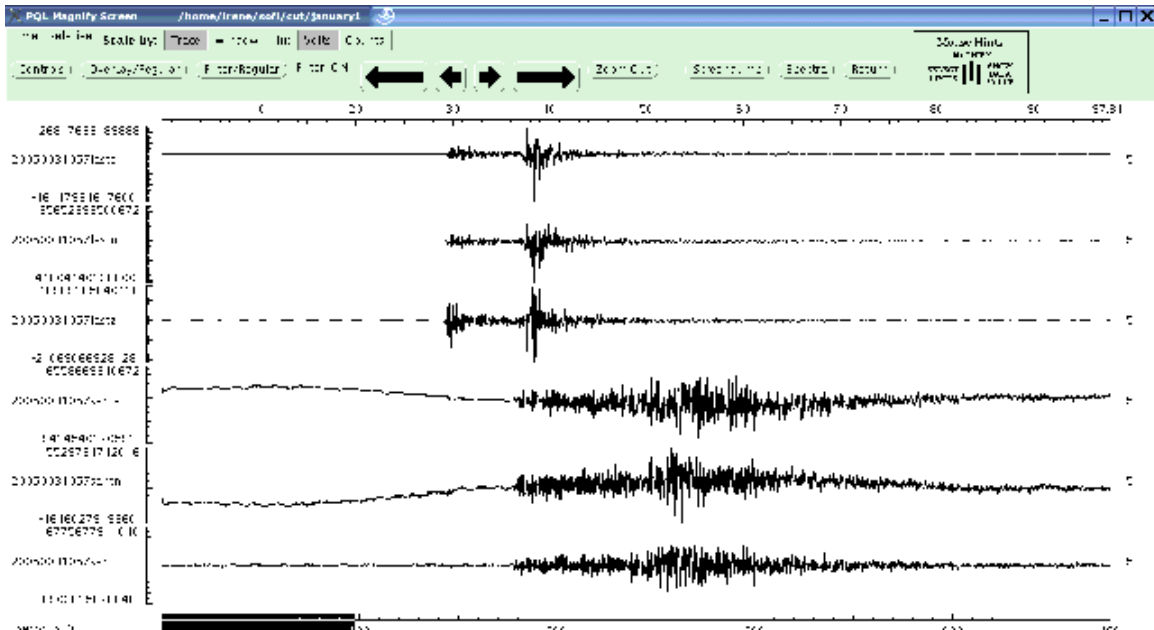
Σχήμα 3.1

Σχήμα 3.2

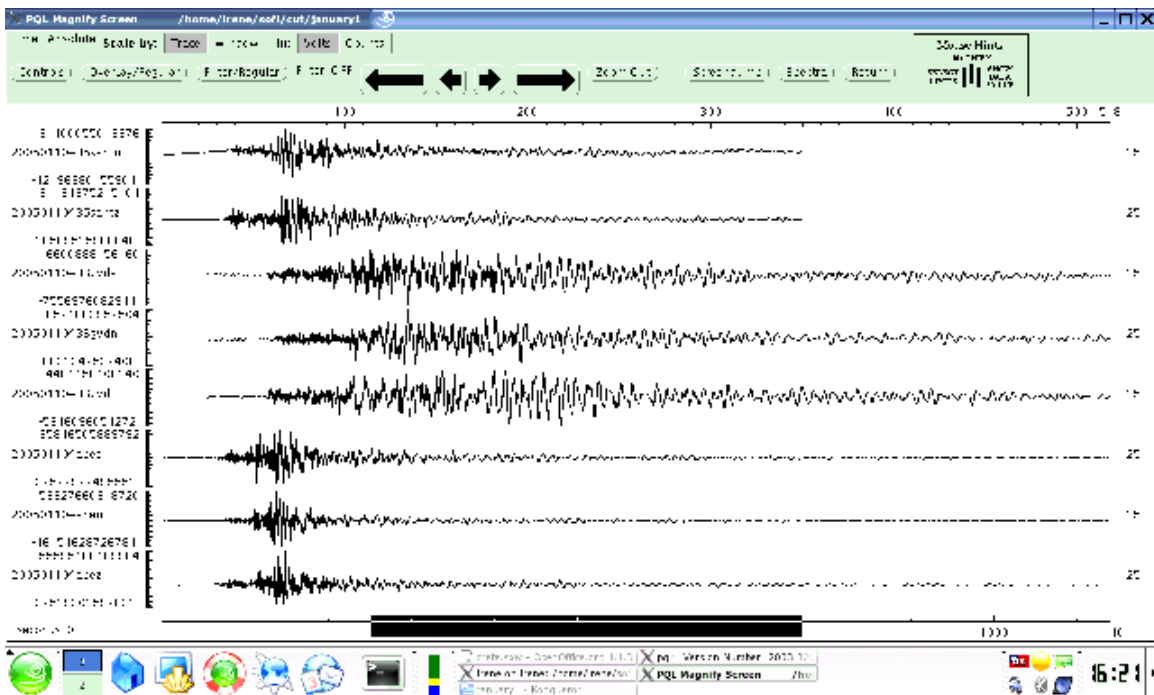
Σχήμα 3.3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

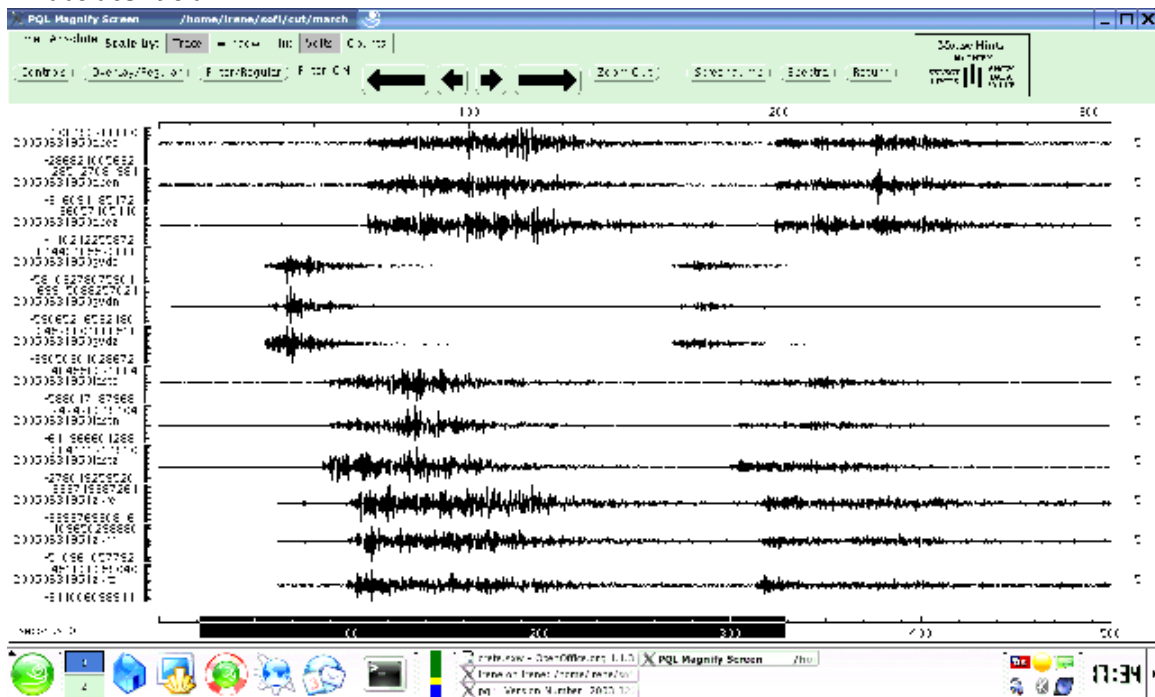
20050031057



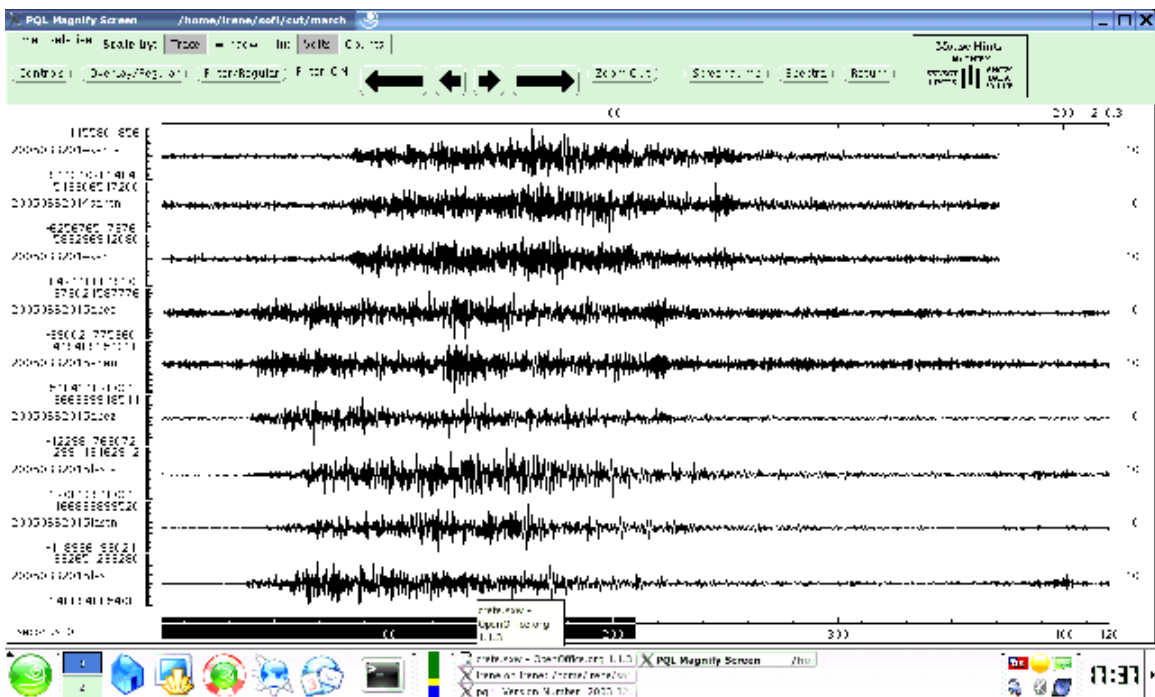
20050110436



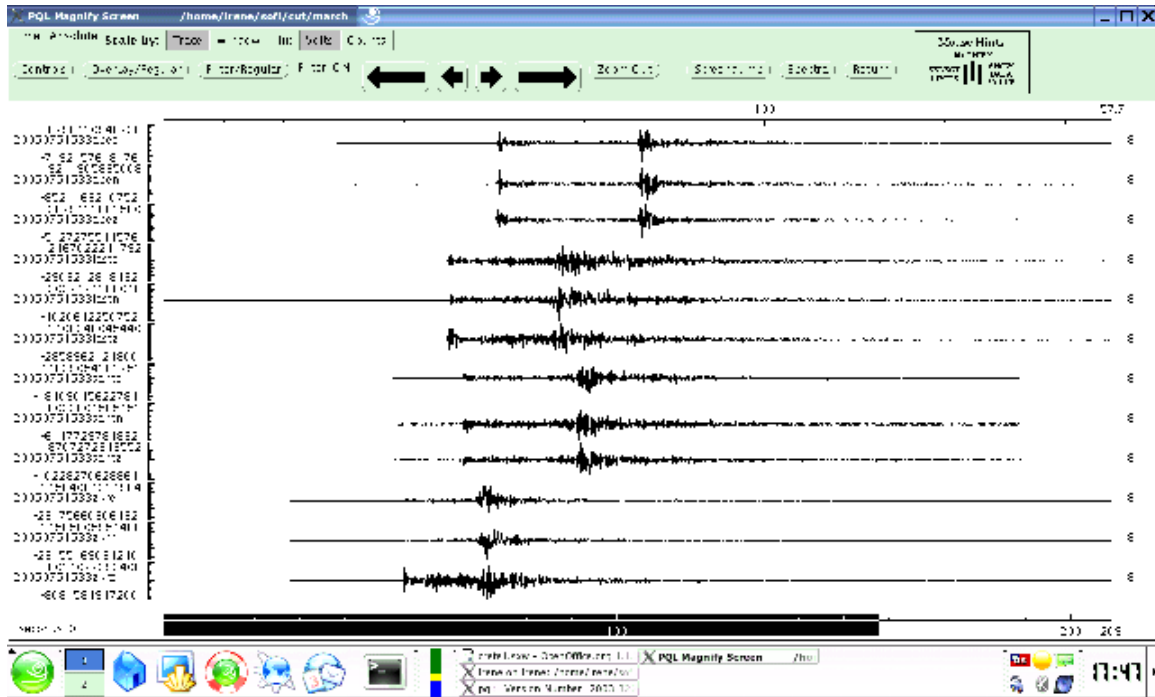
20050631950



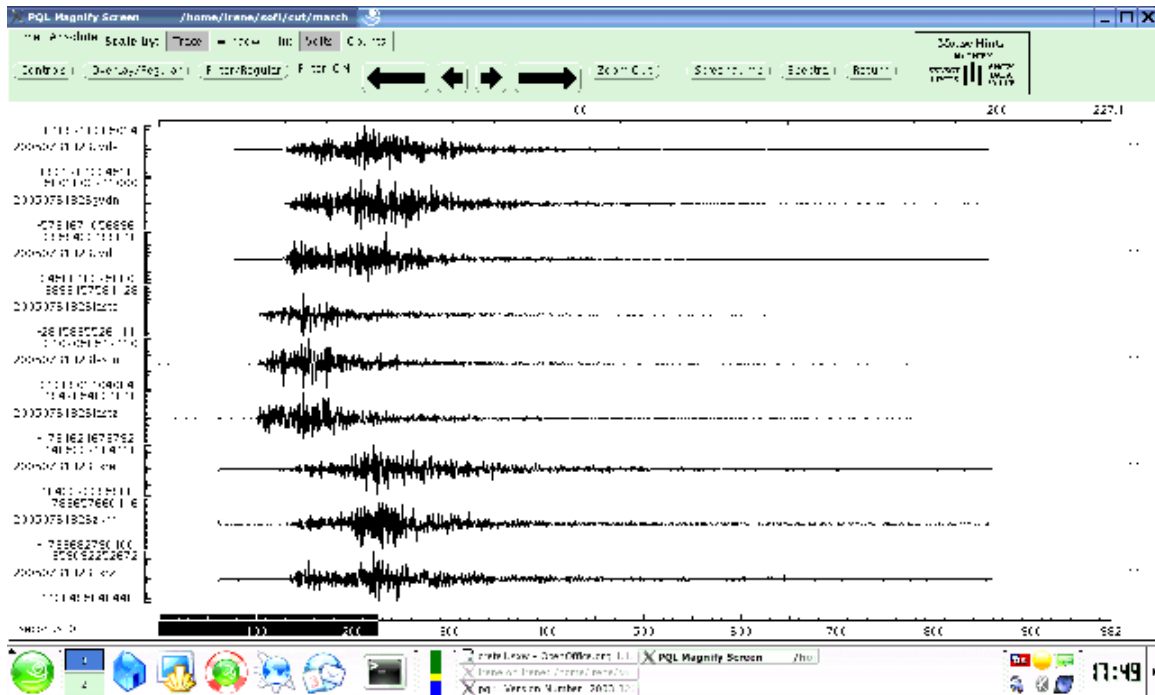
20050662015



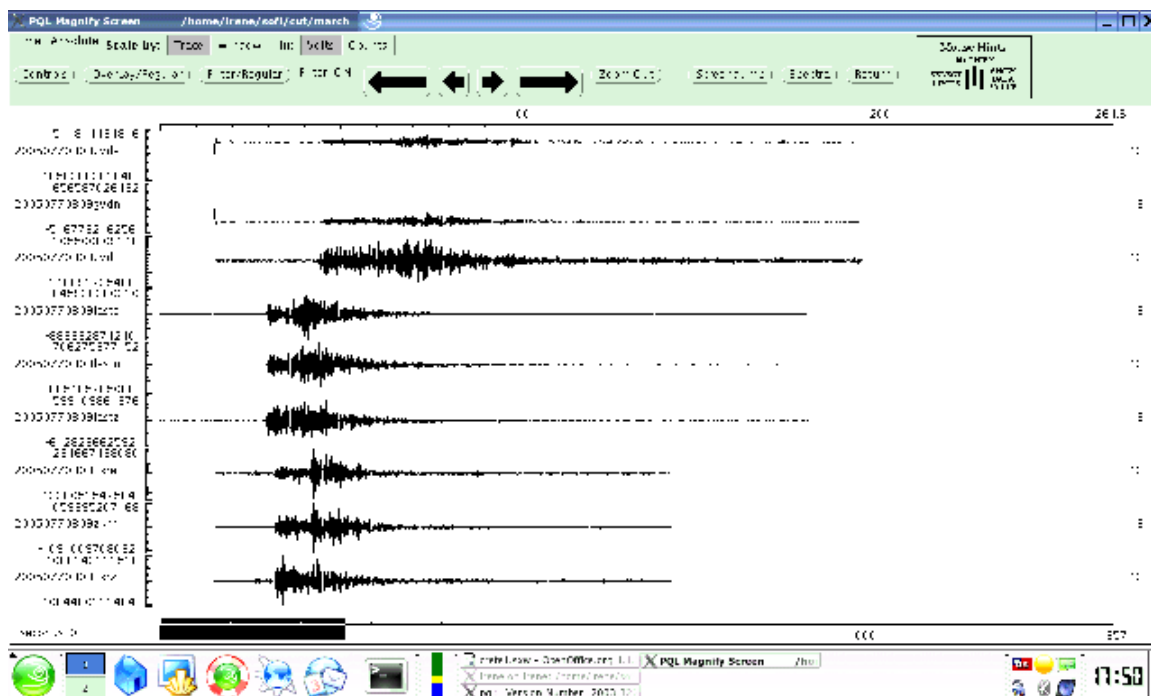
20050751533



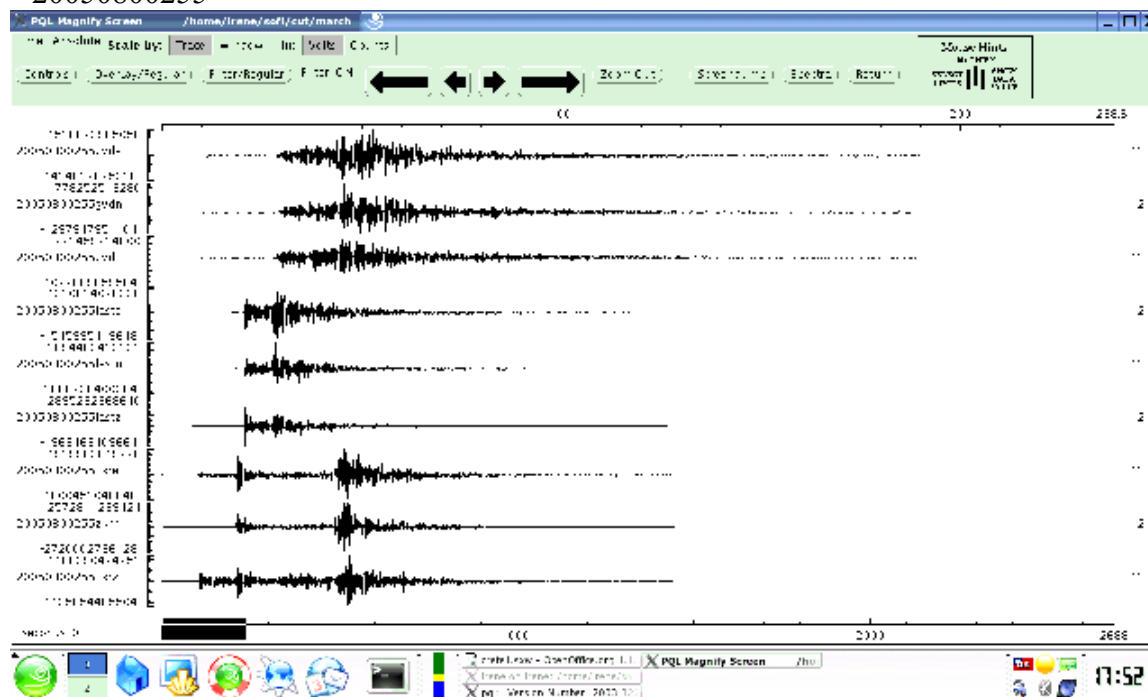
20050761826



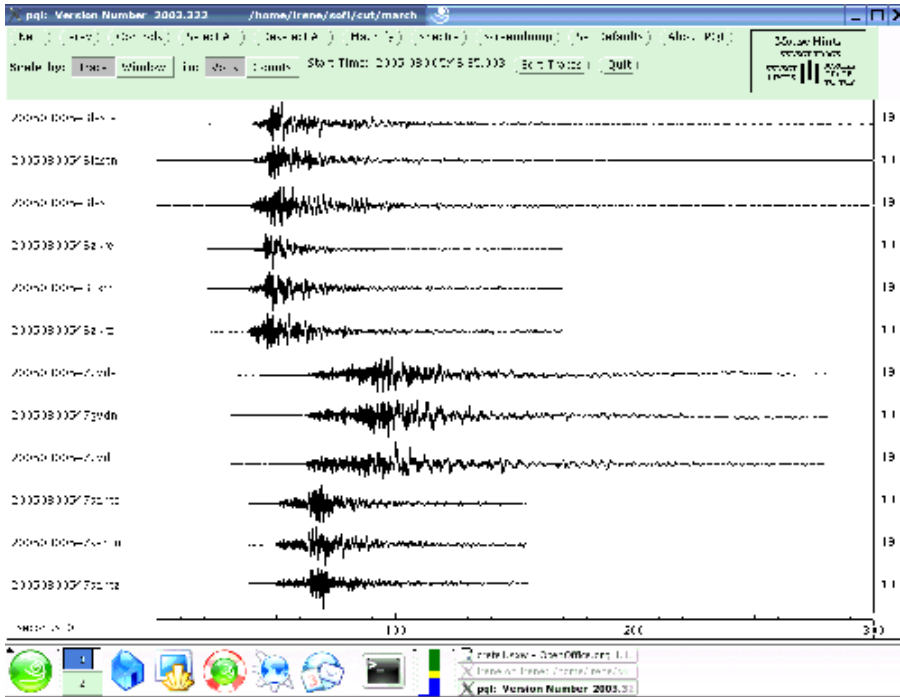
20050770809



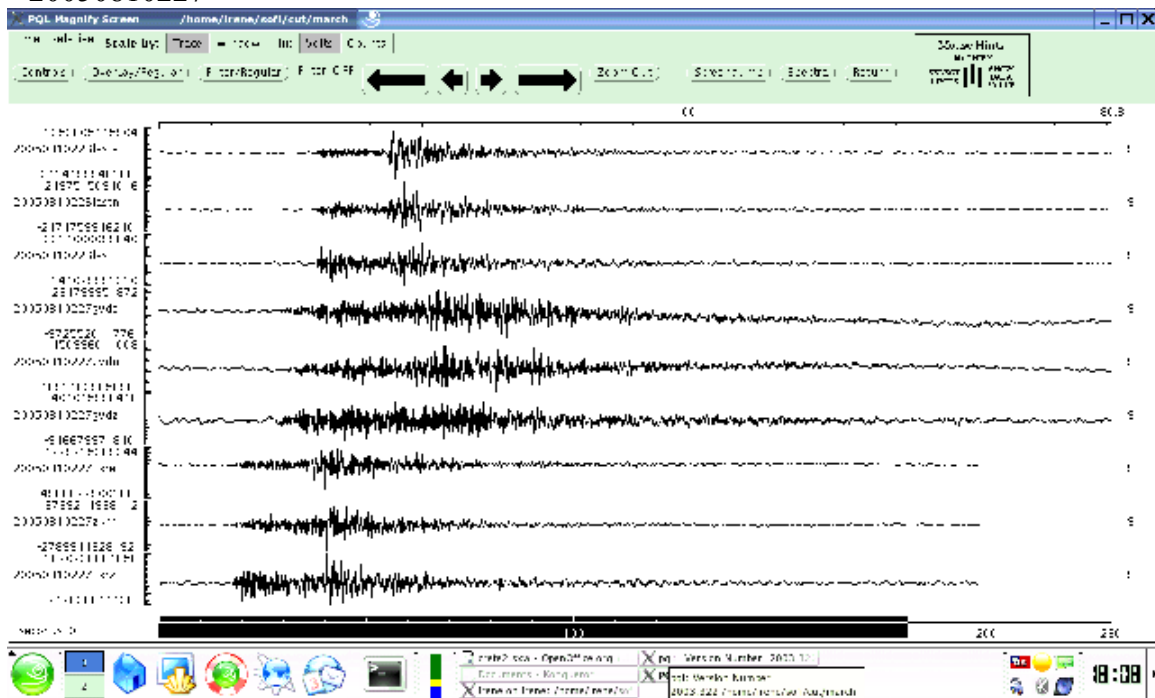
20050800255



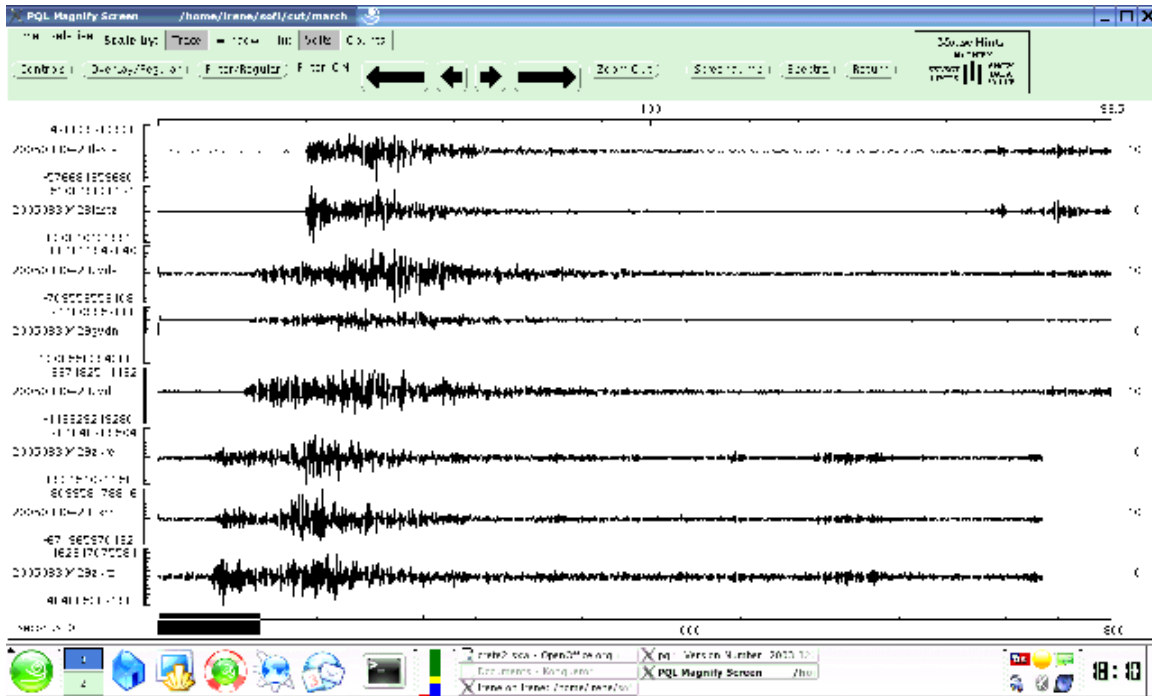
20050800547



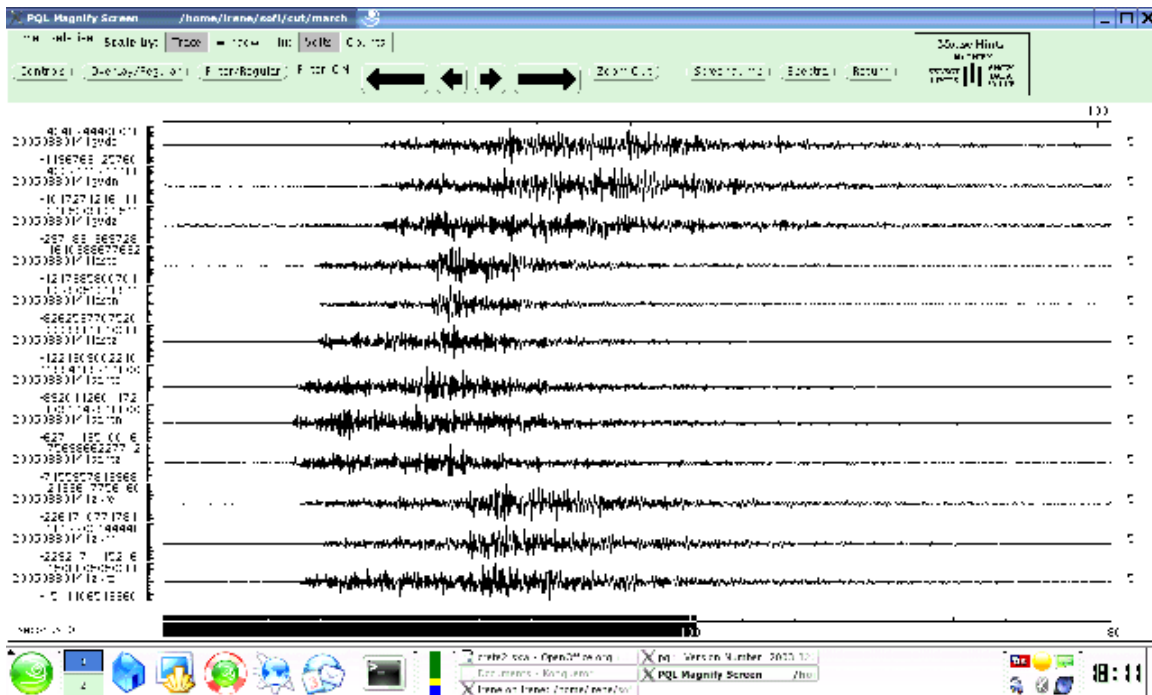
20050810227



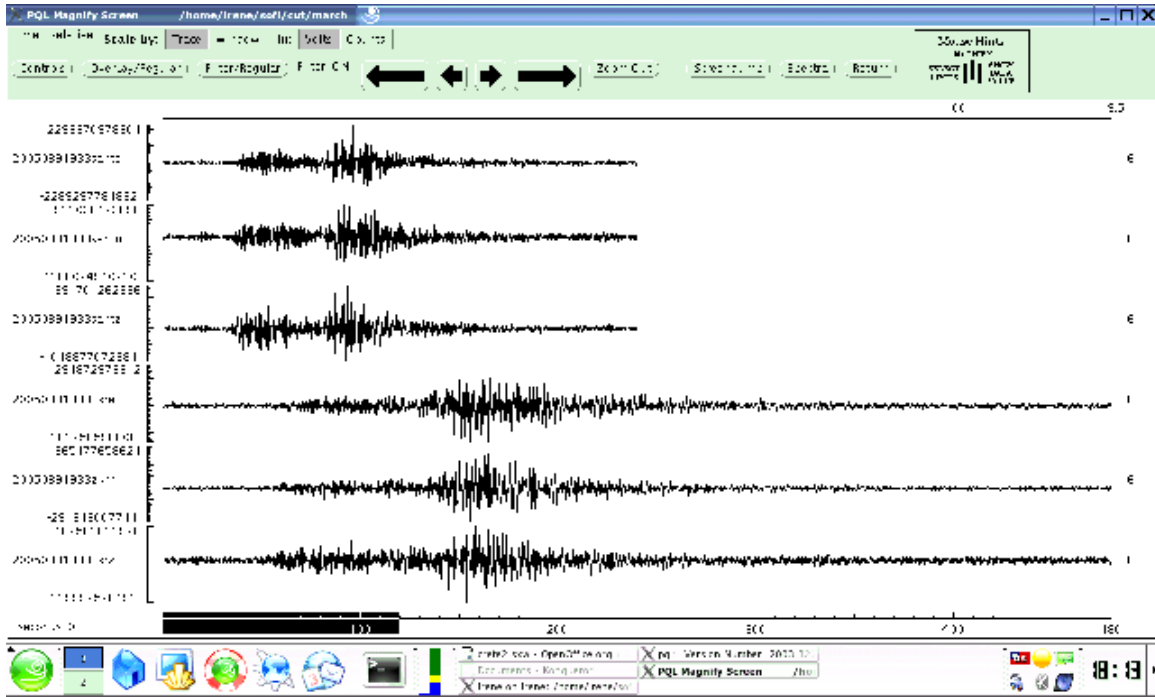
20050830429



20050880141

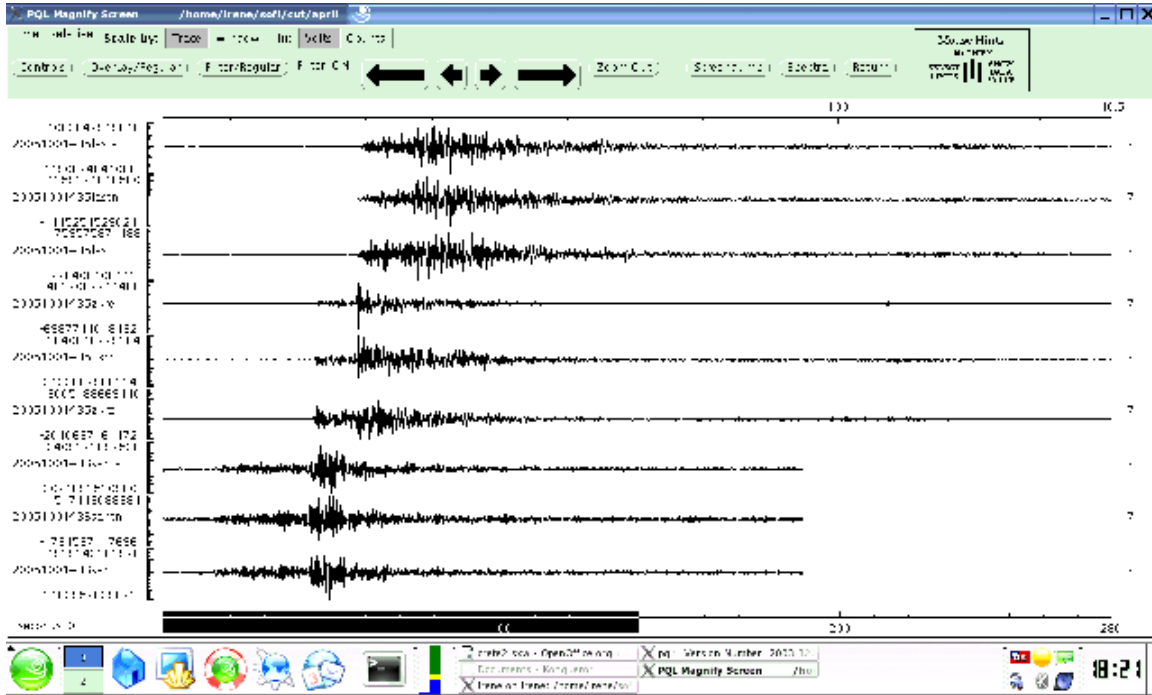


20050891933

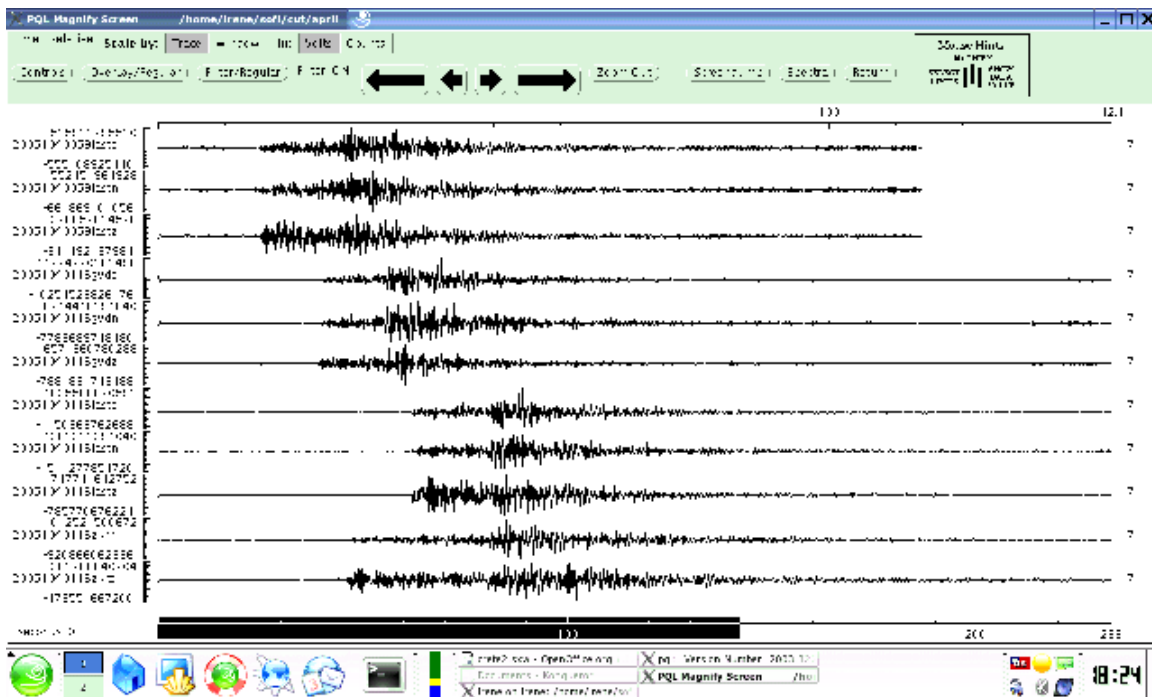


20050892115

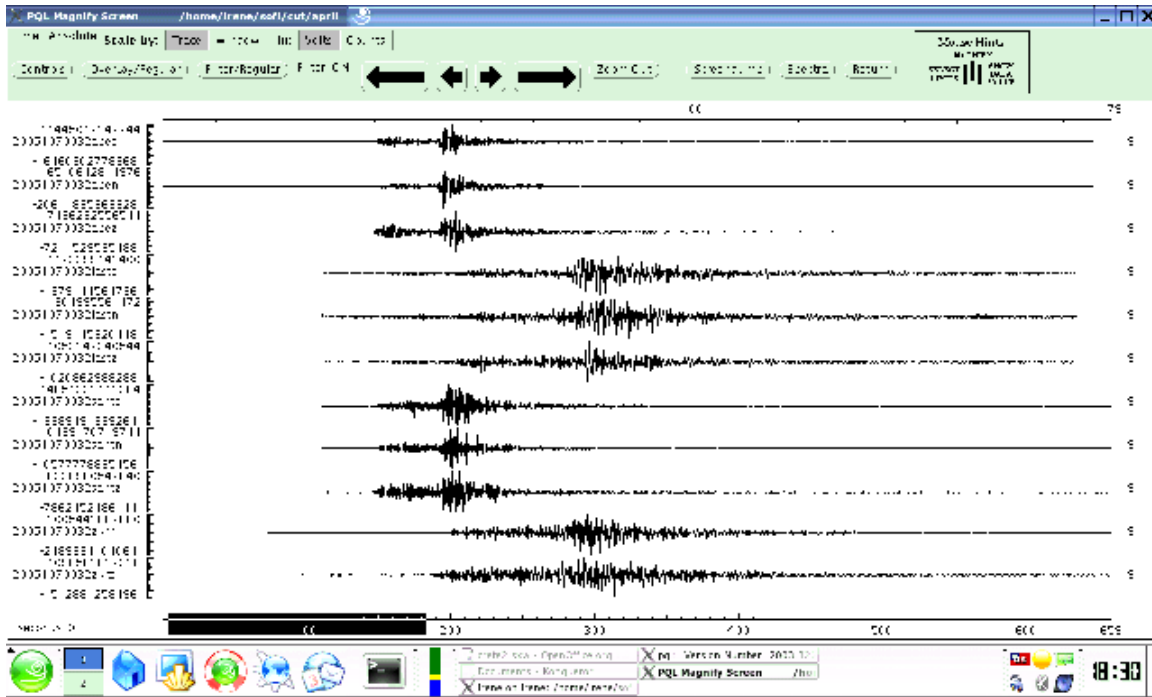
20051001436



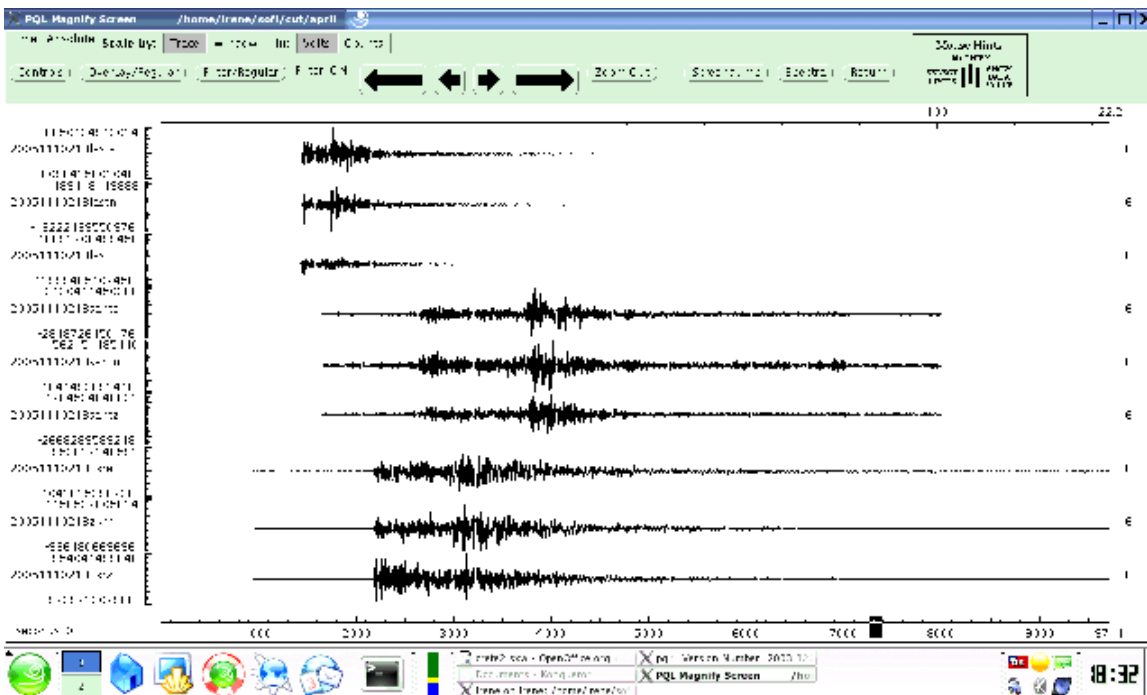
20051040059



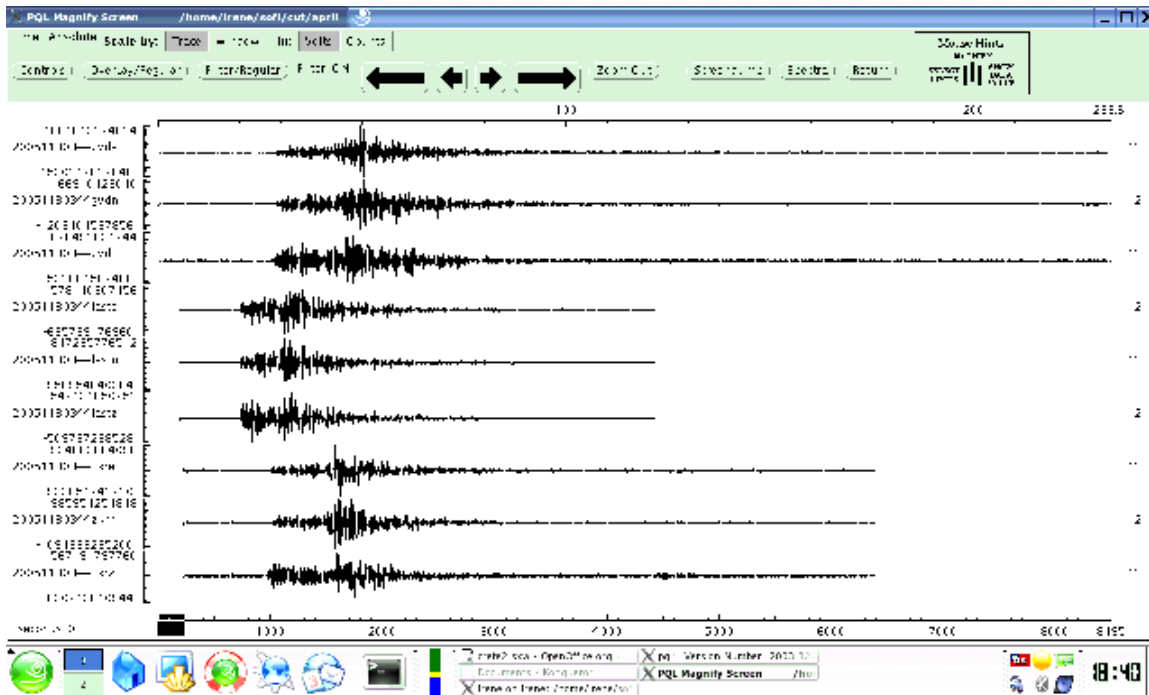
20051070032



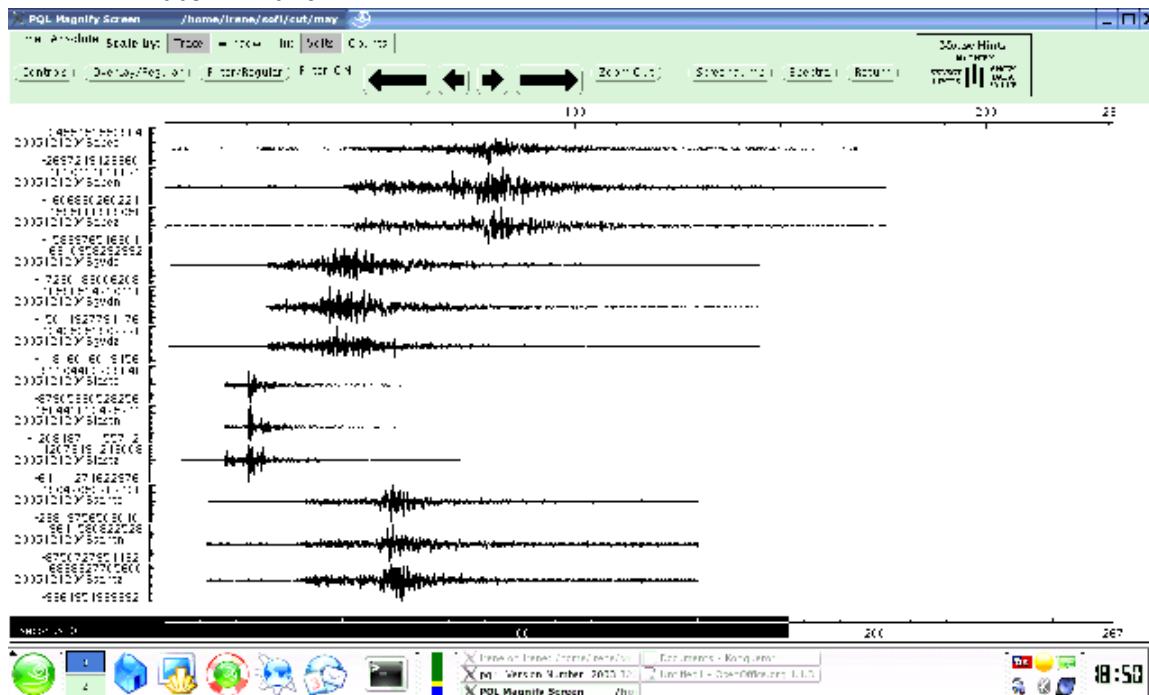
20051110218



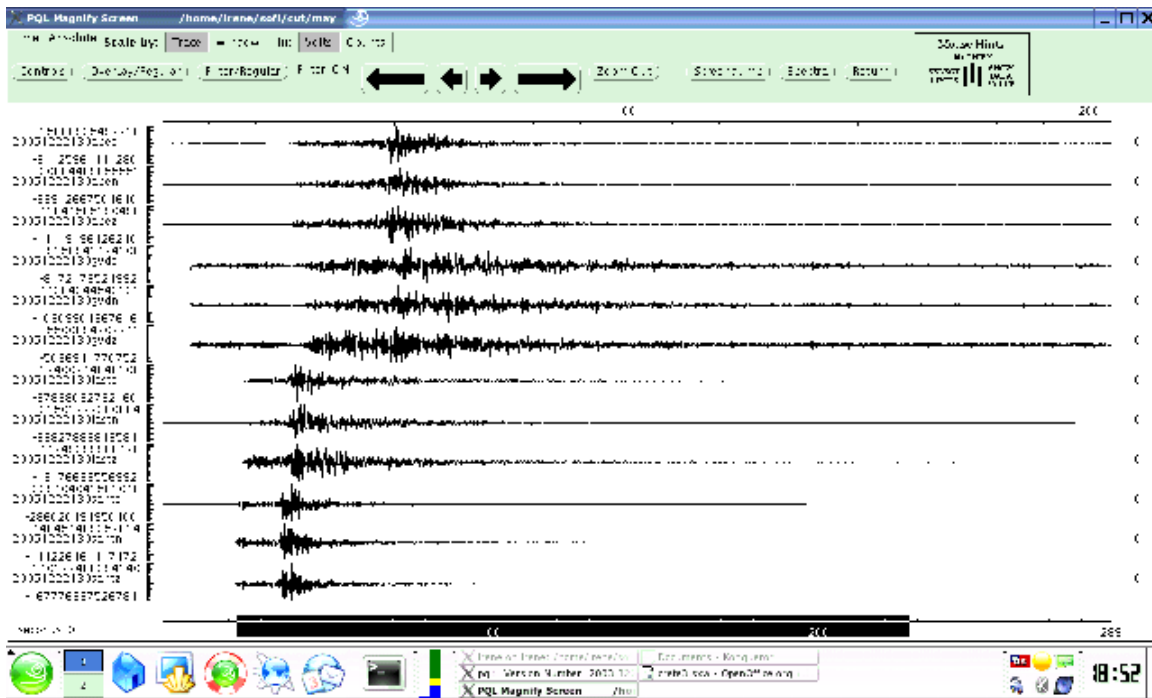
20051111835



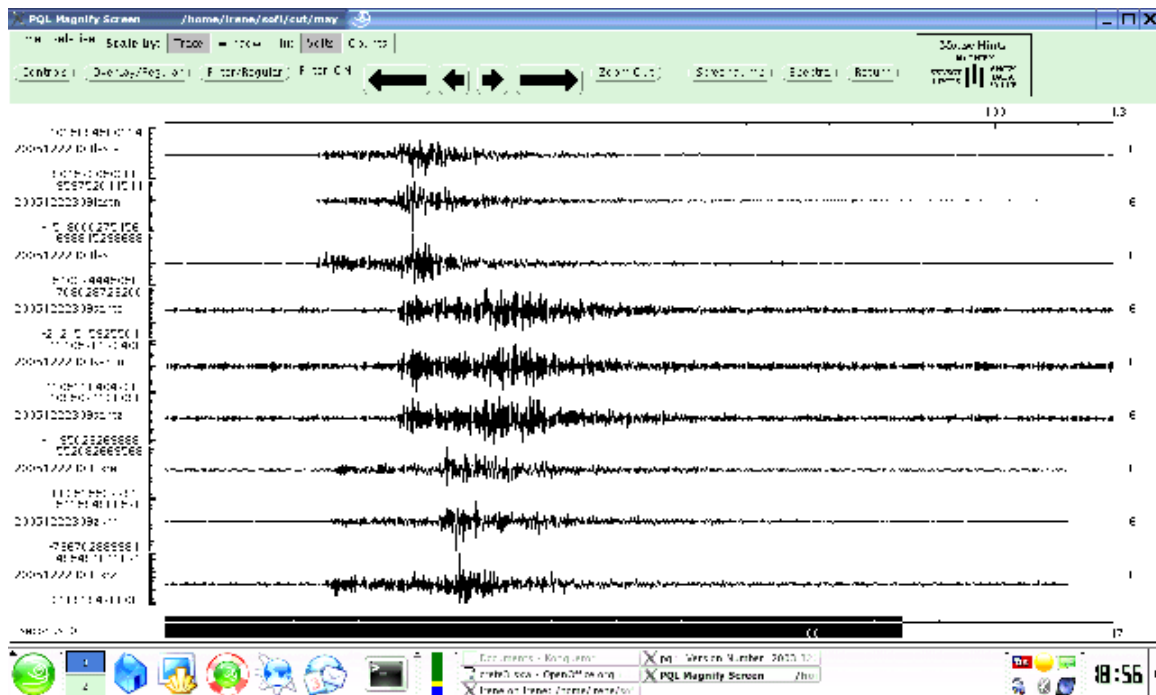
20051212046



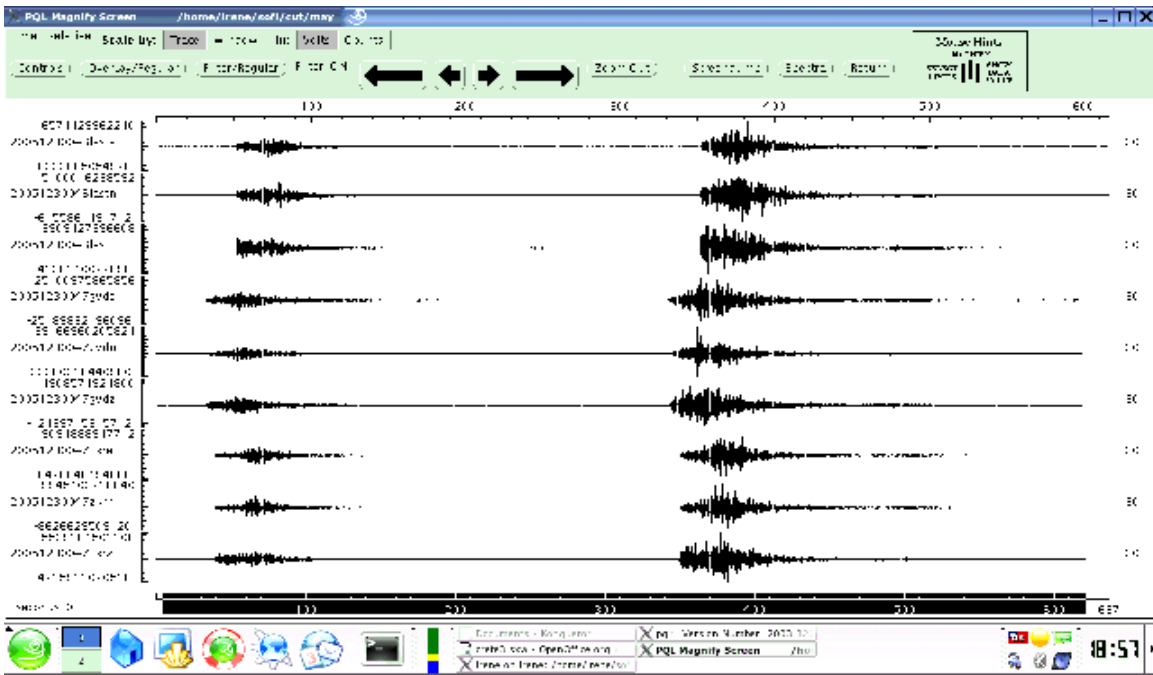
20051222130



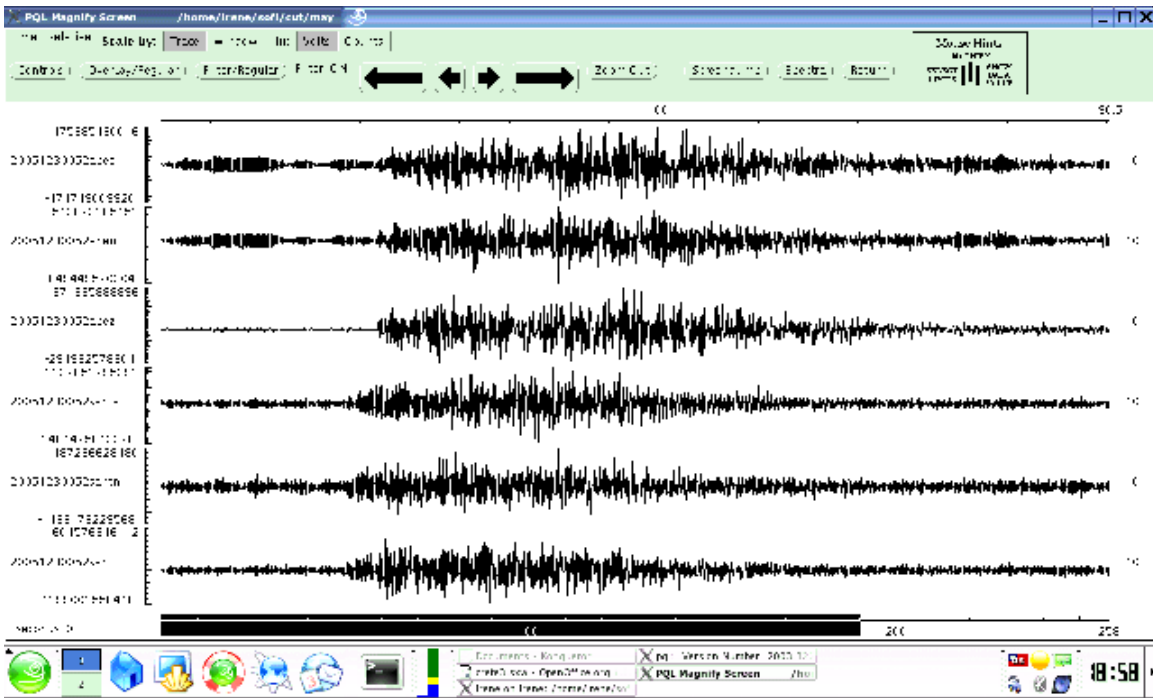
20051222310



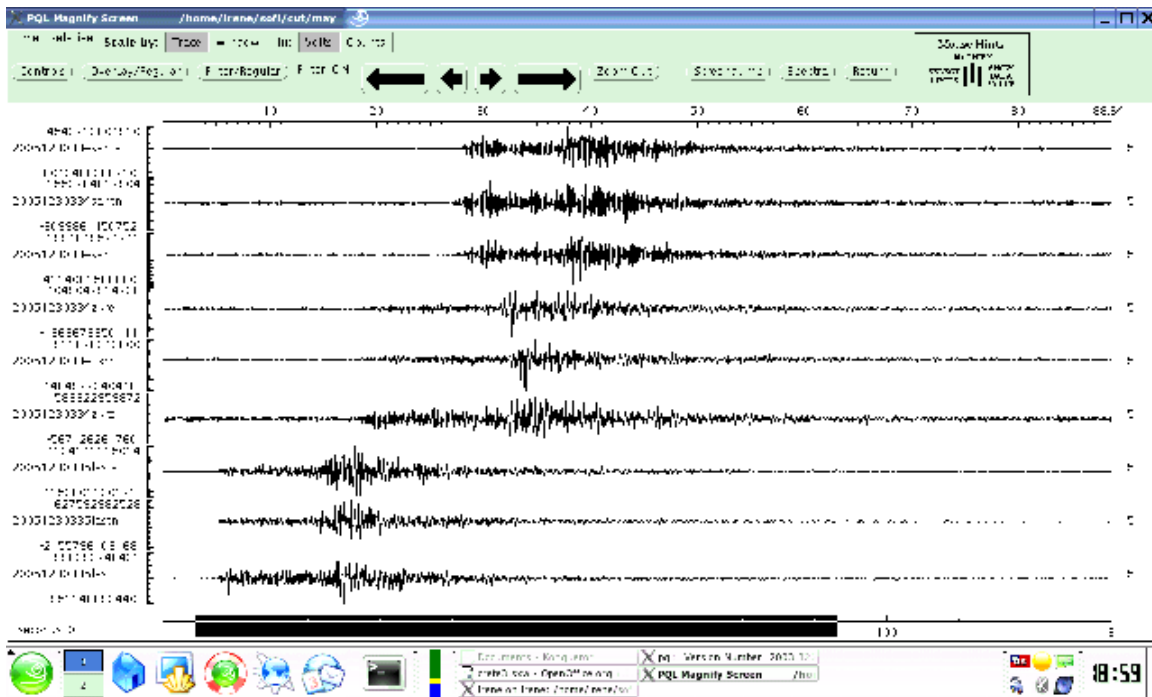
20051230046



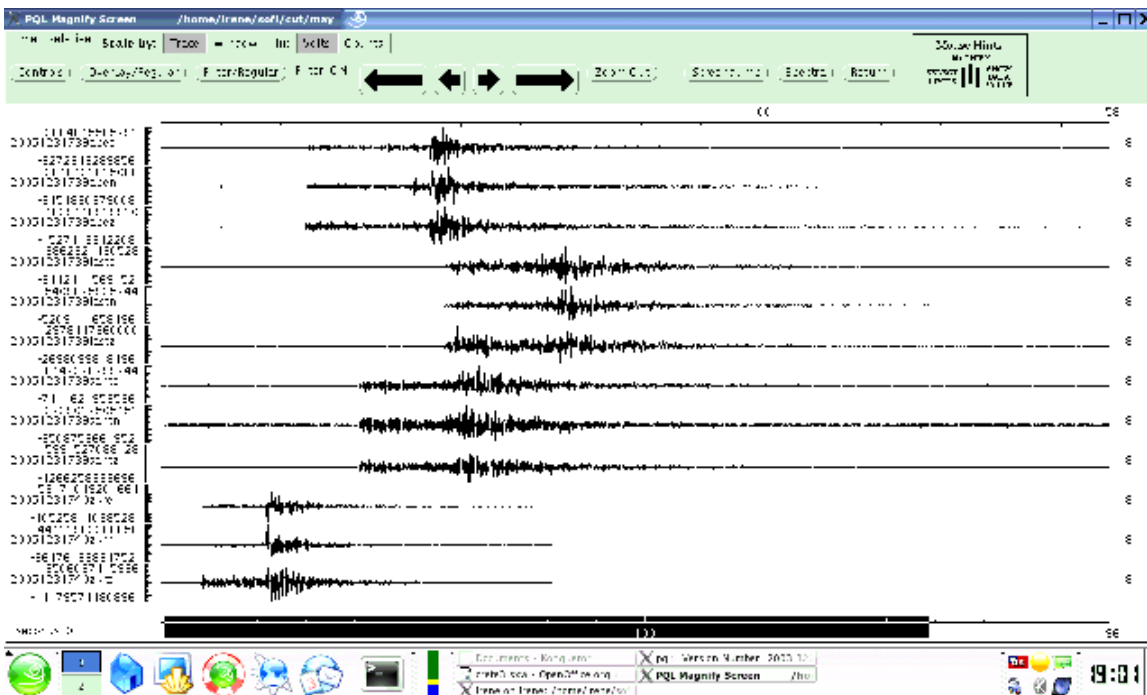
20051230052



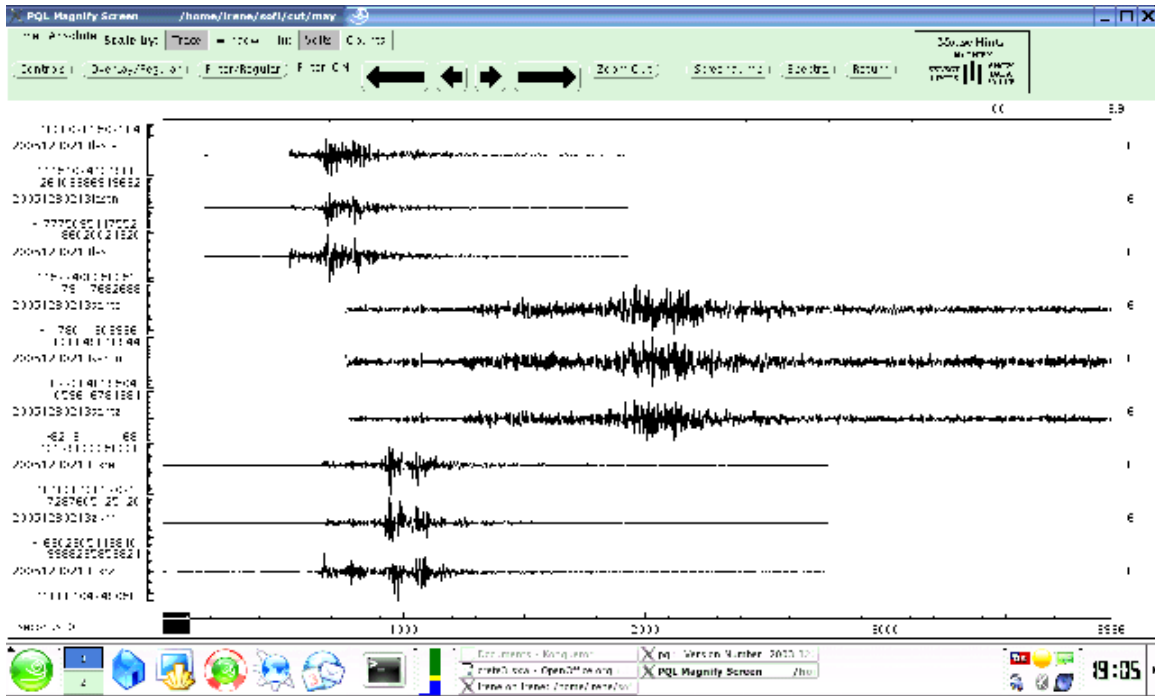
20051230335



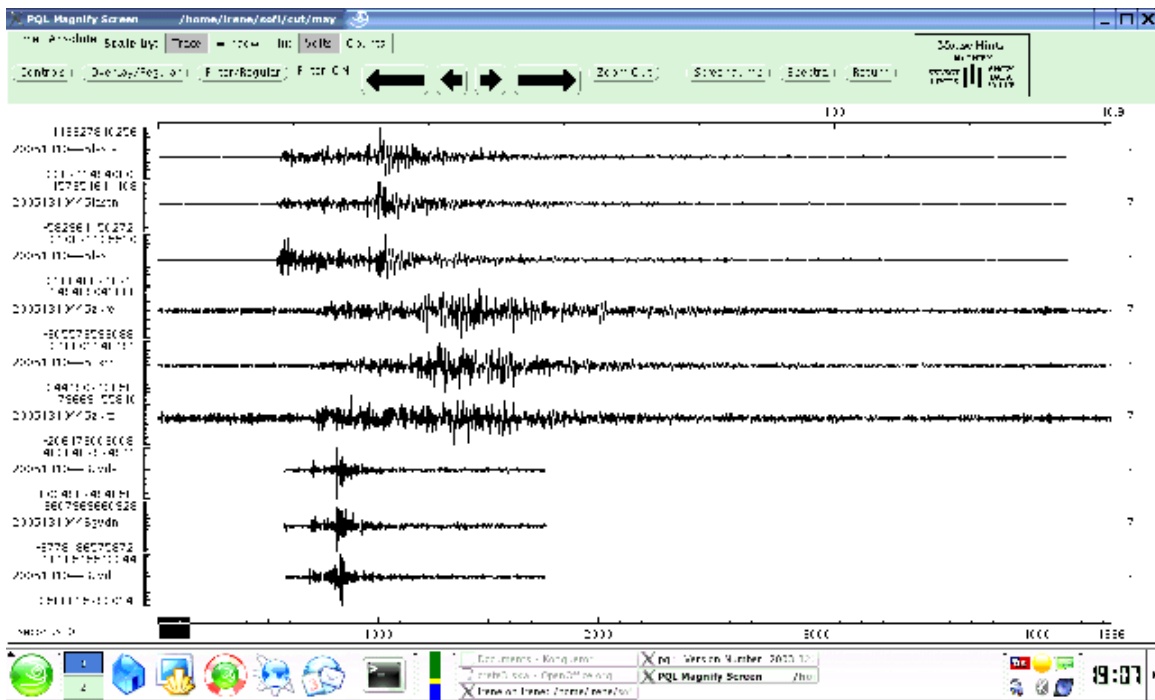
20051231740



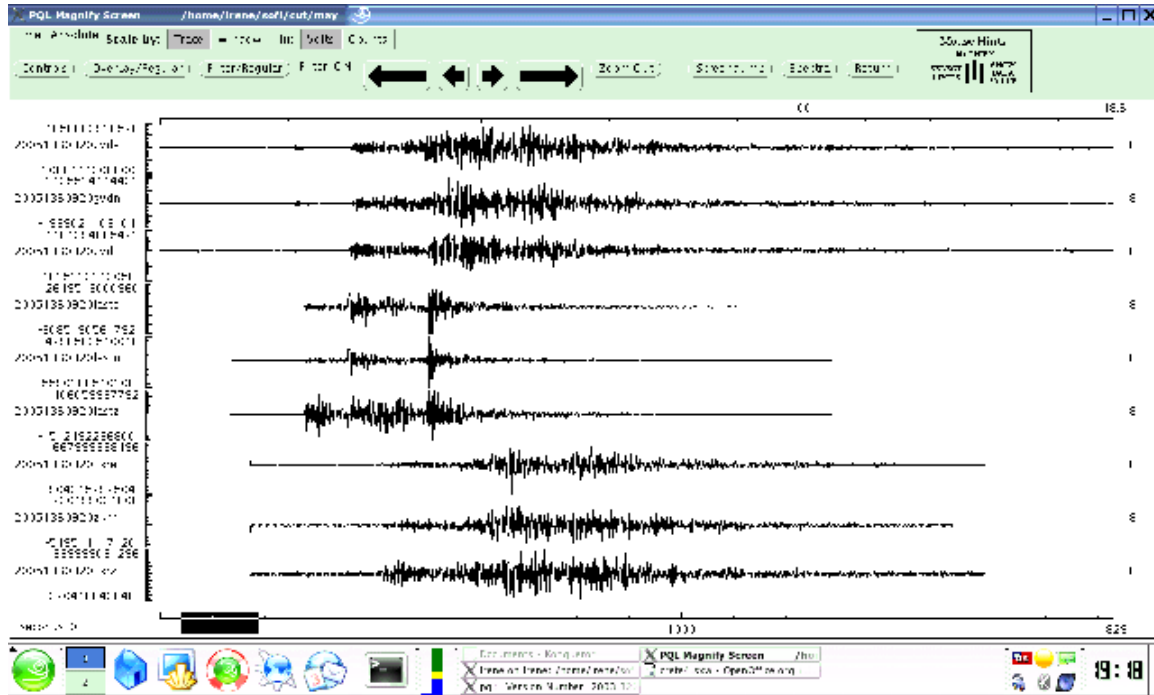
20051280213



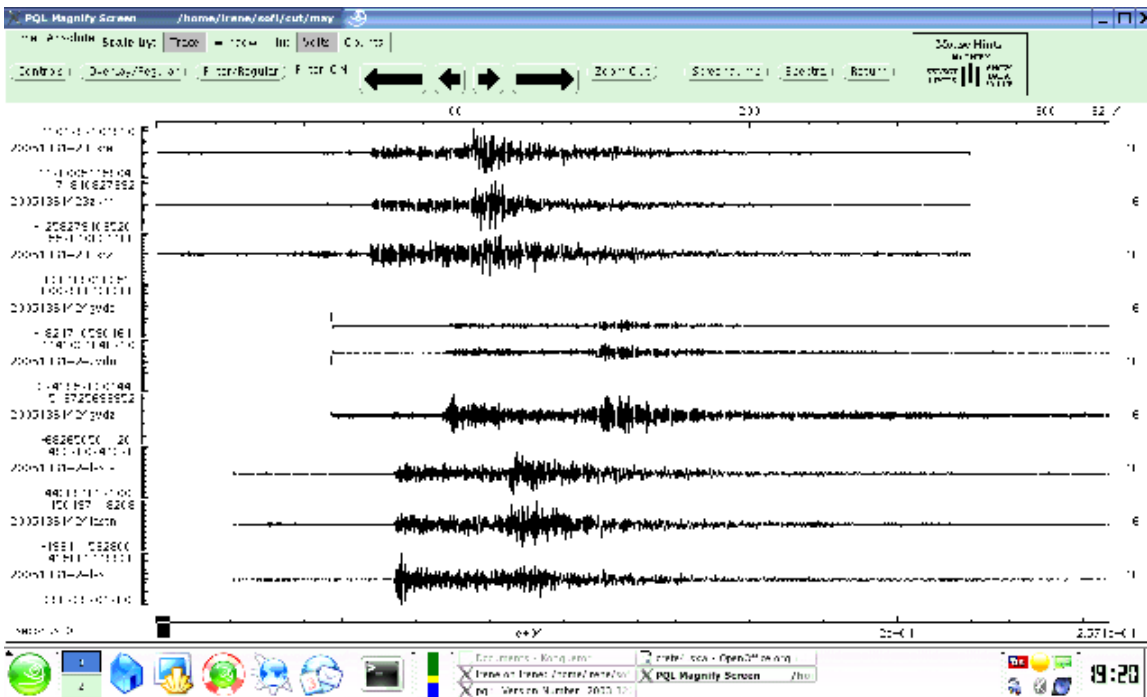
20051310446



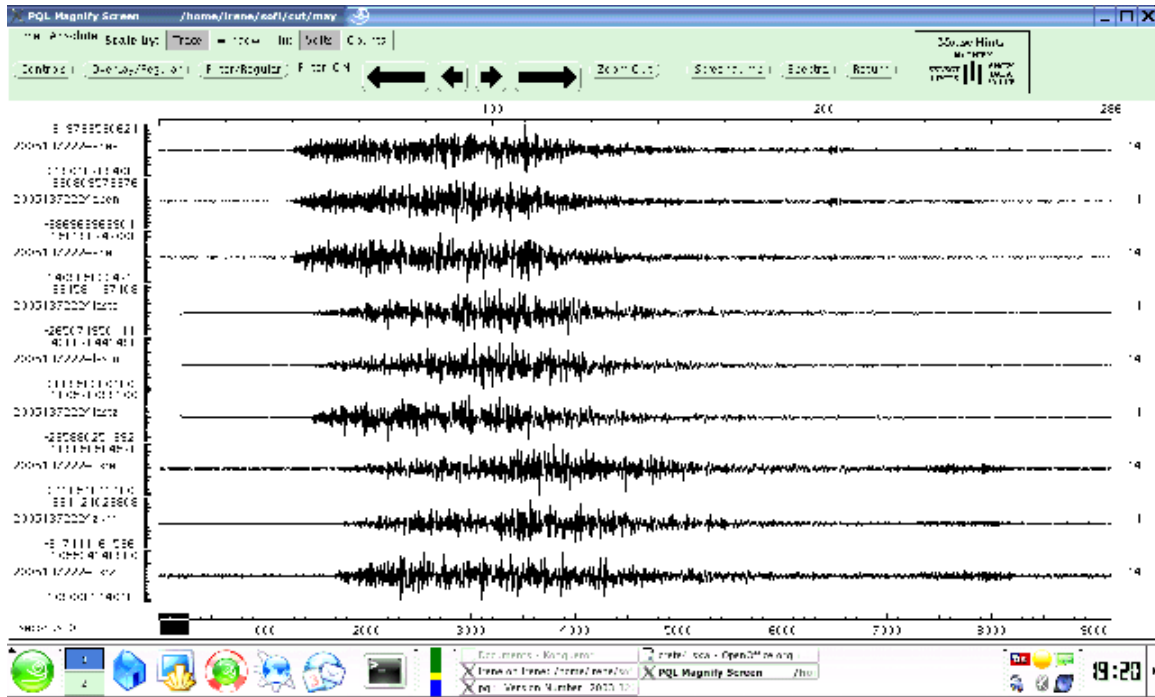
20051360921



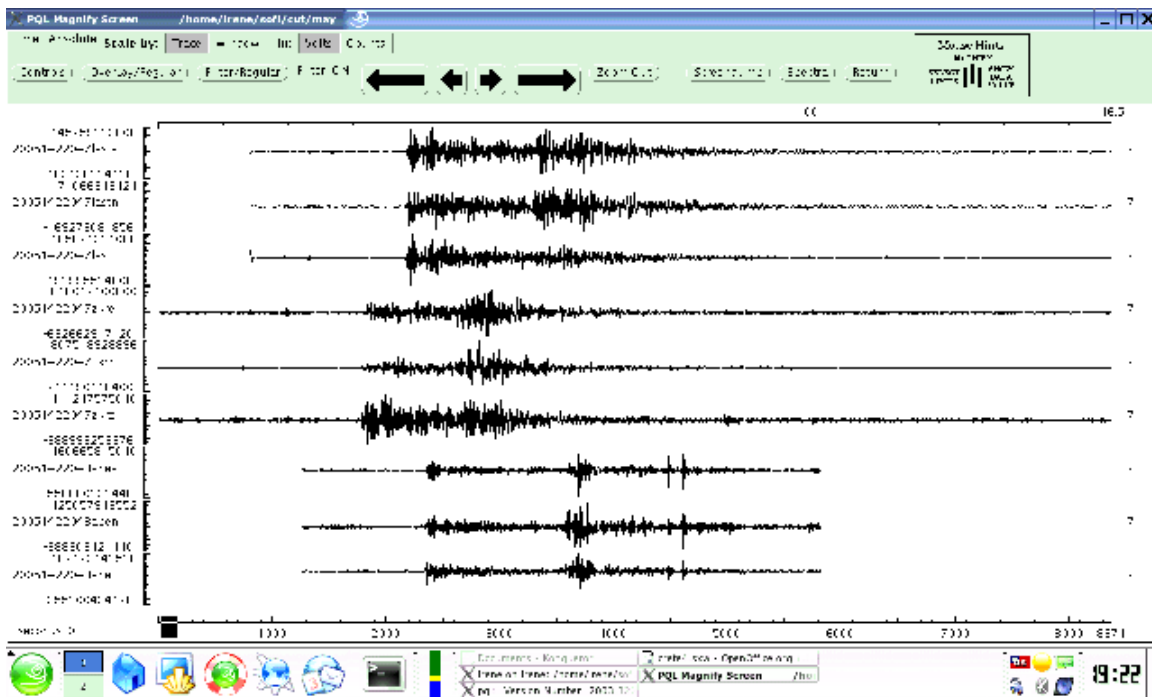
20051361424



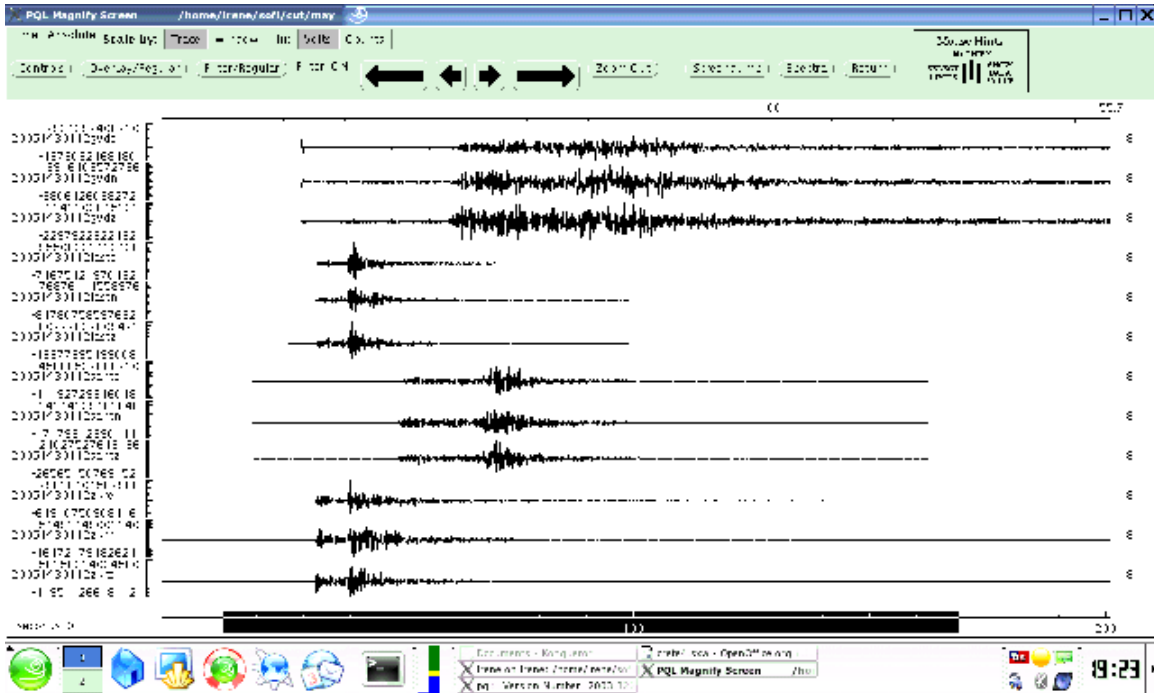
20051372225



20051422048

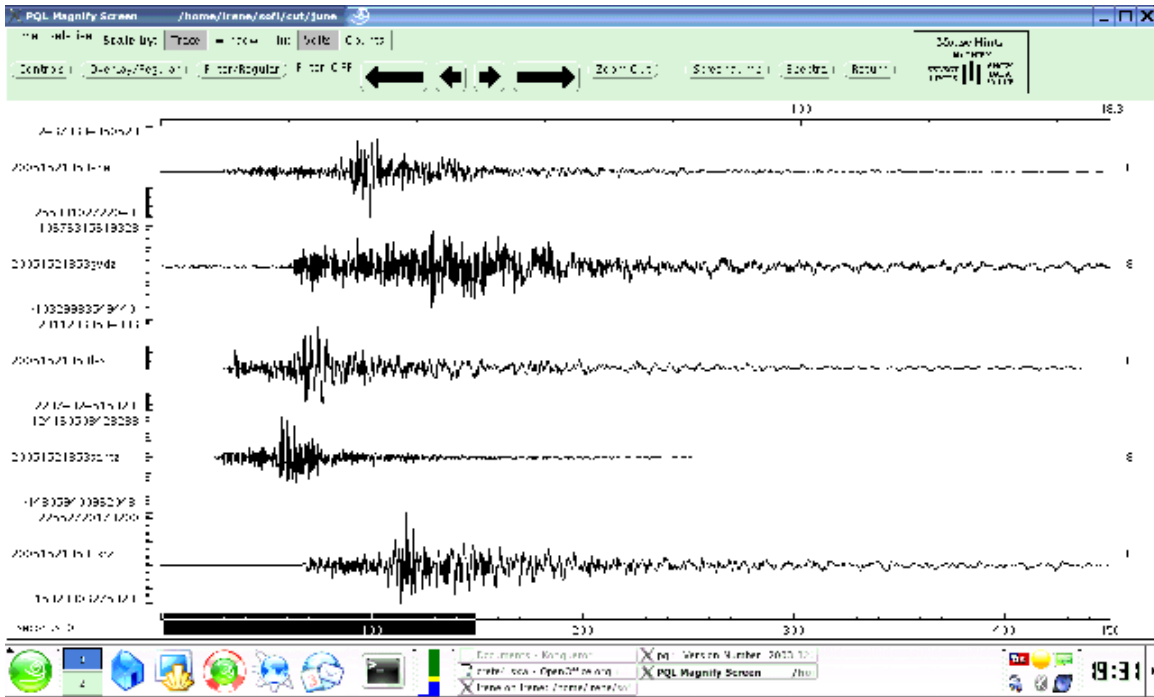


20051430112

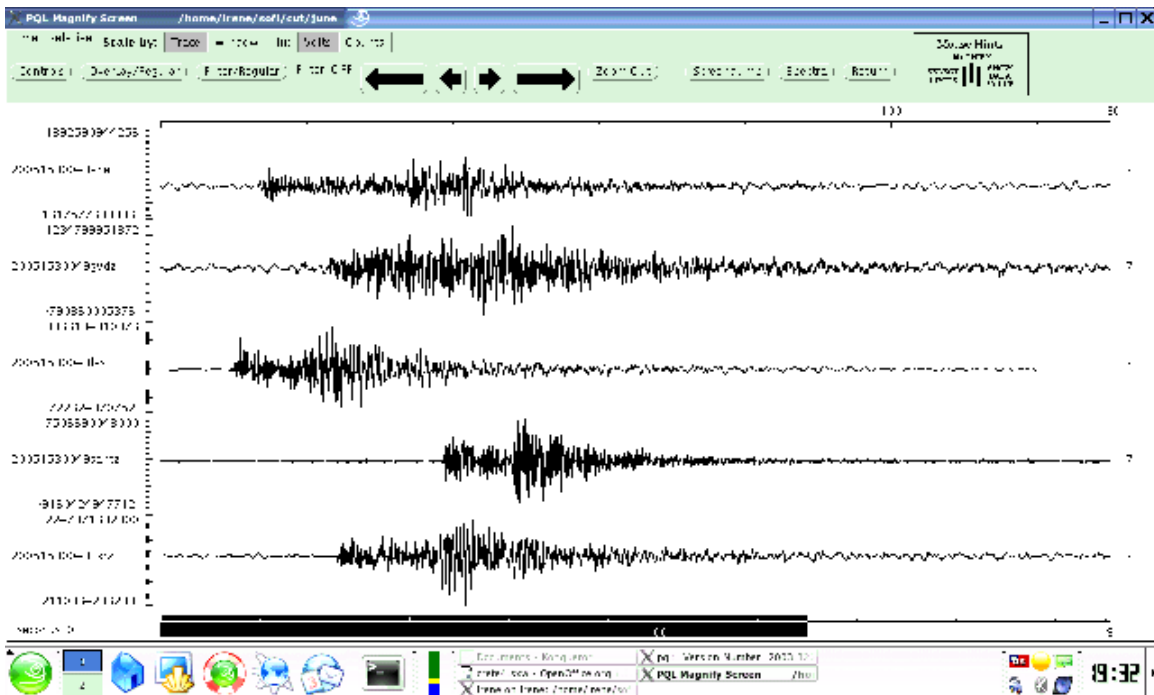


20051470117

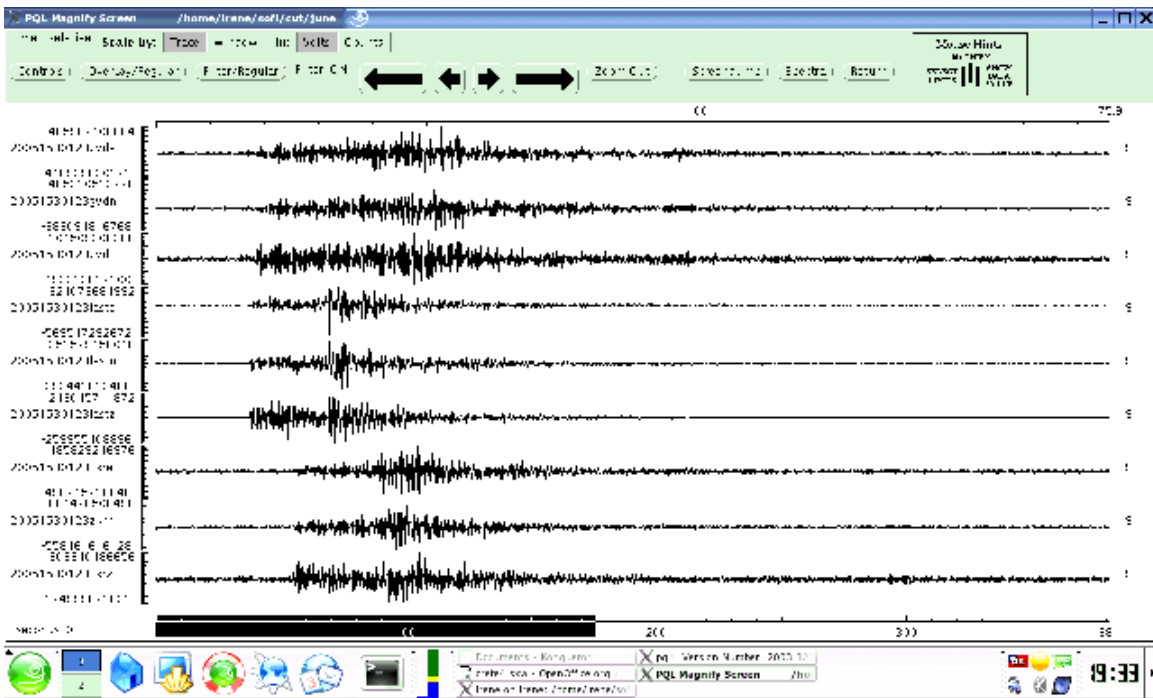
20051521853



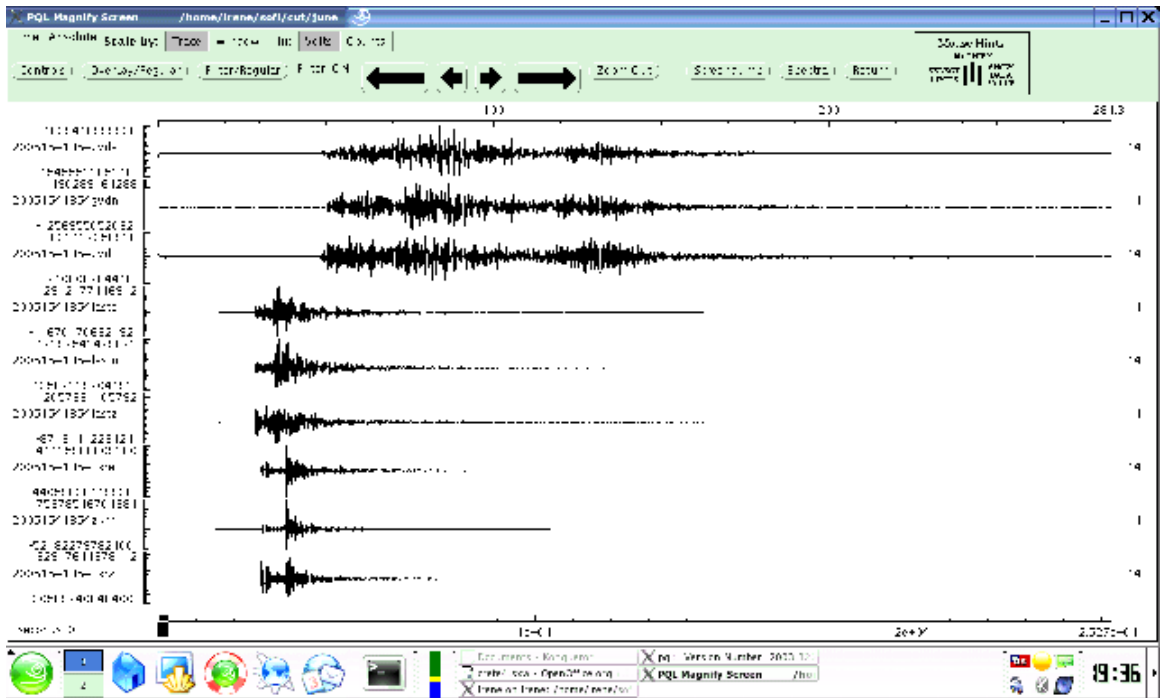
20051530049



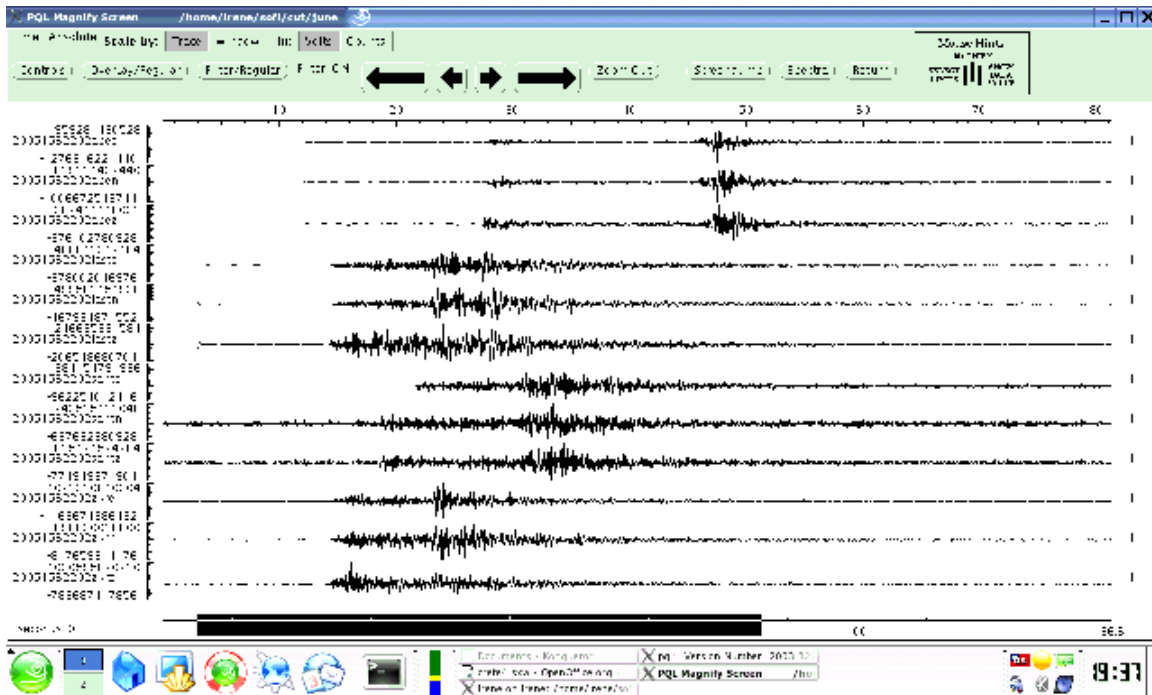
20051530123



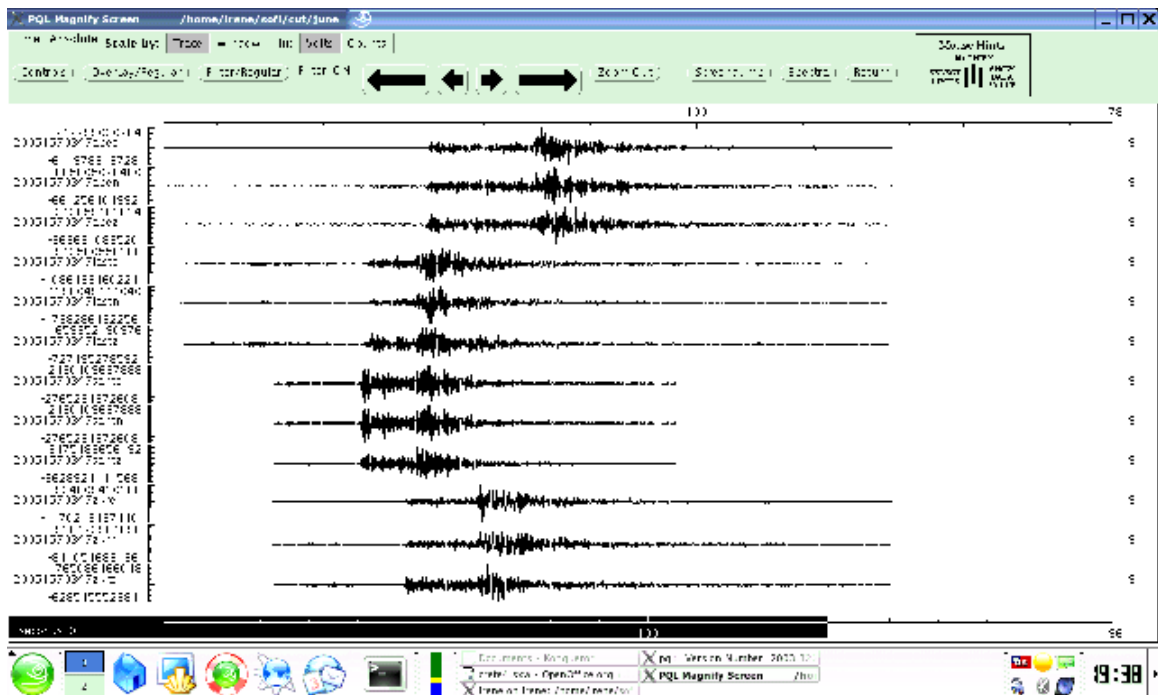
20051541854



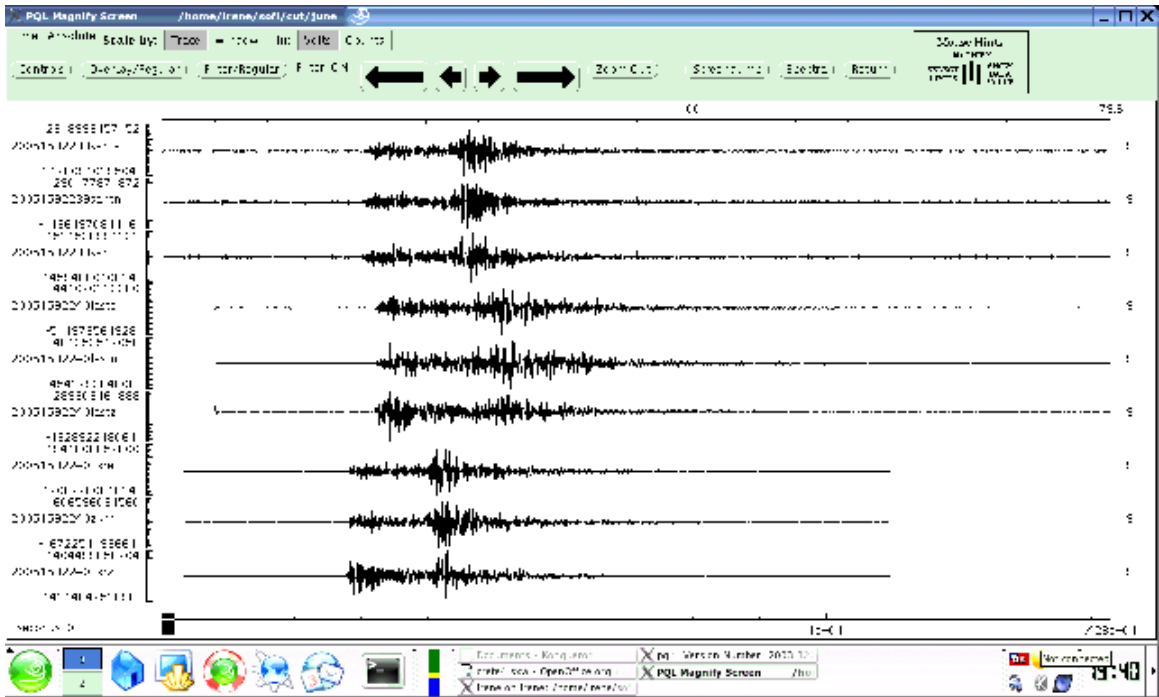
20051562202



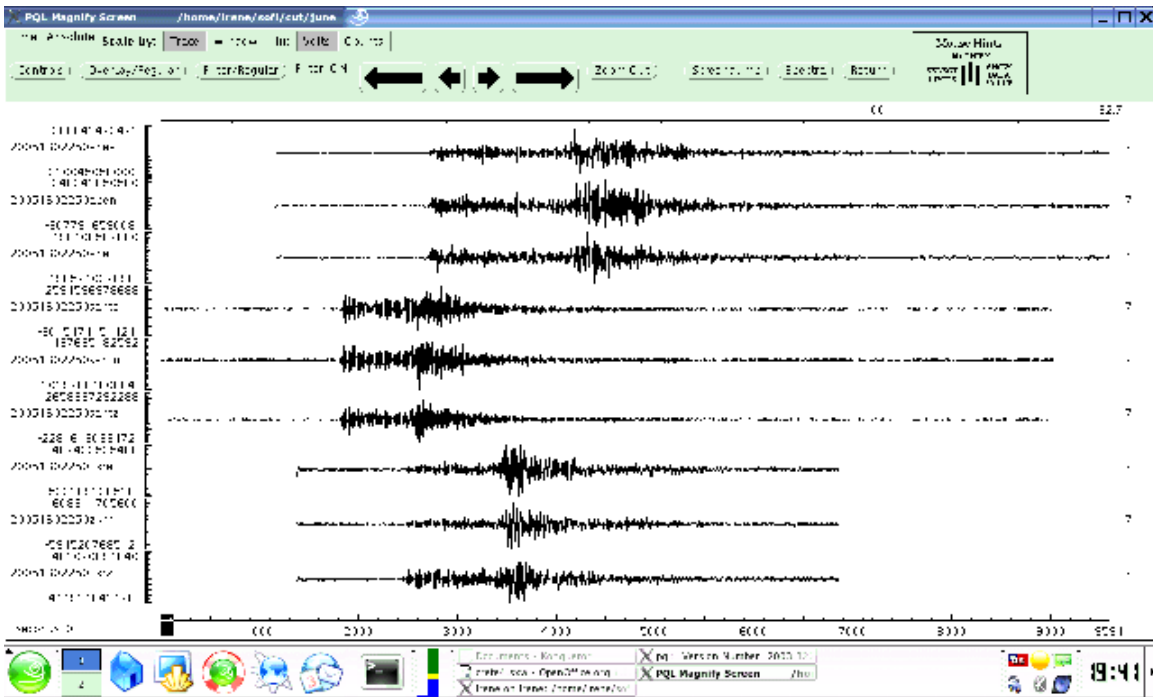
20051570347



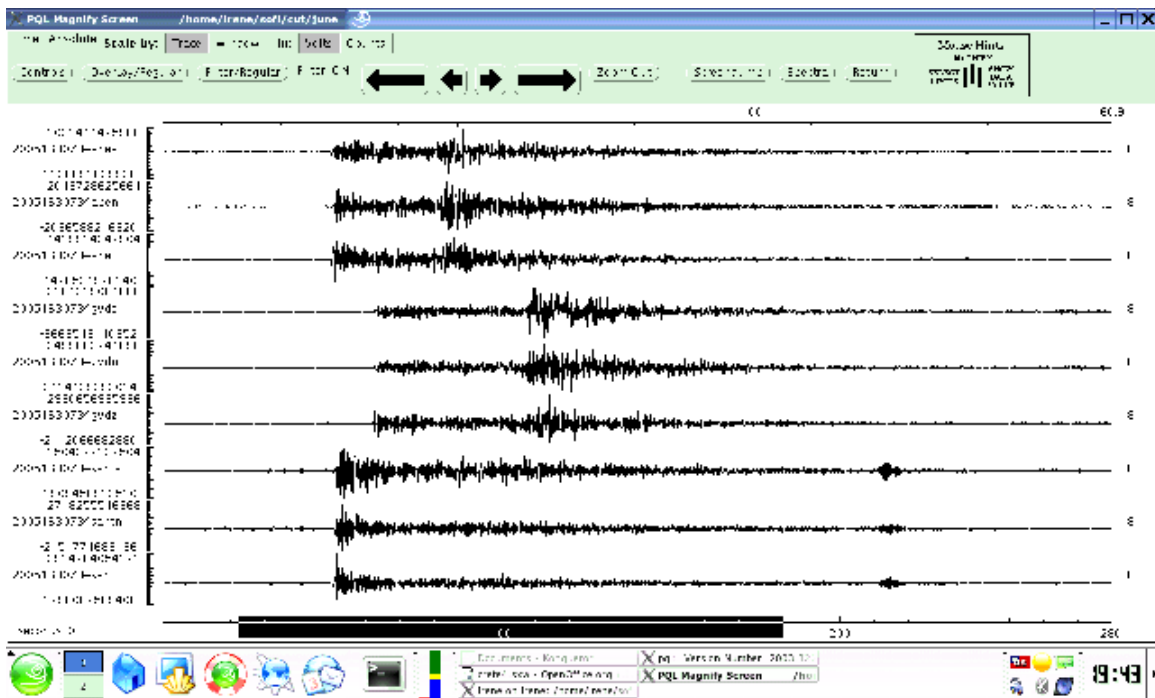
20051592240



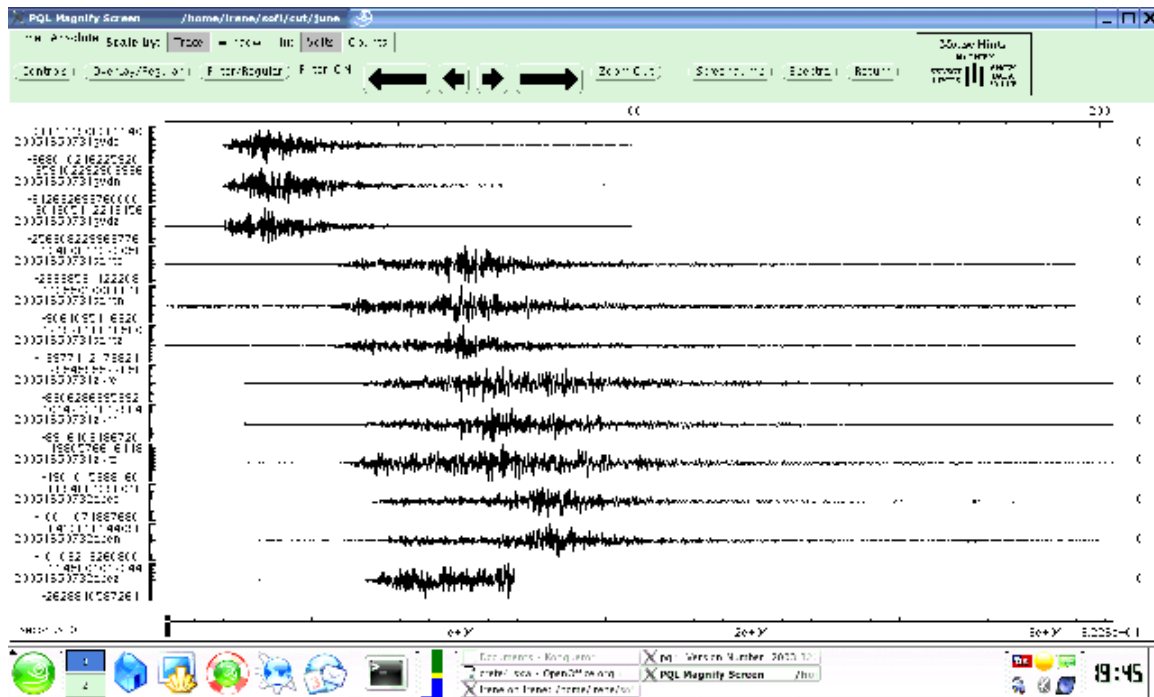
20051602251



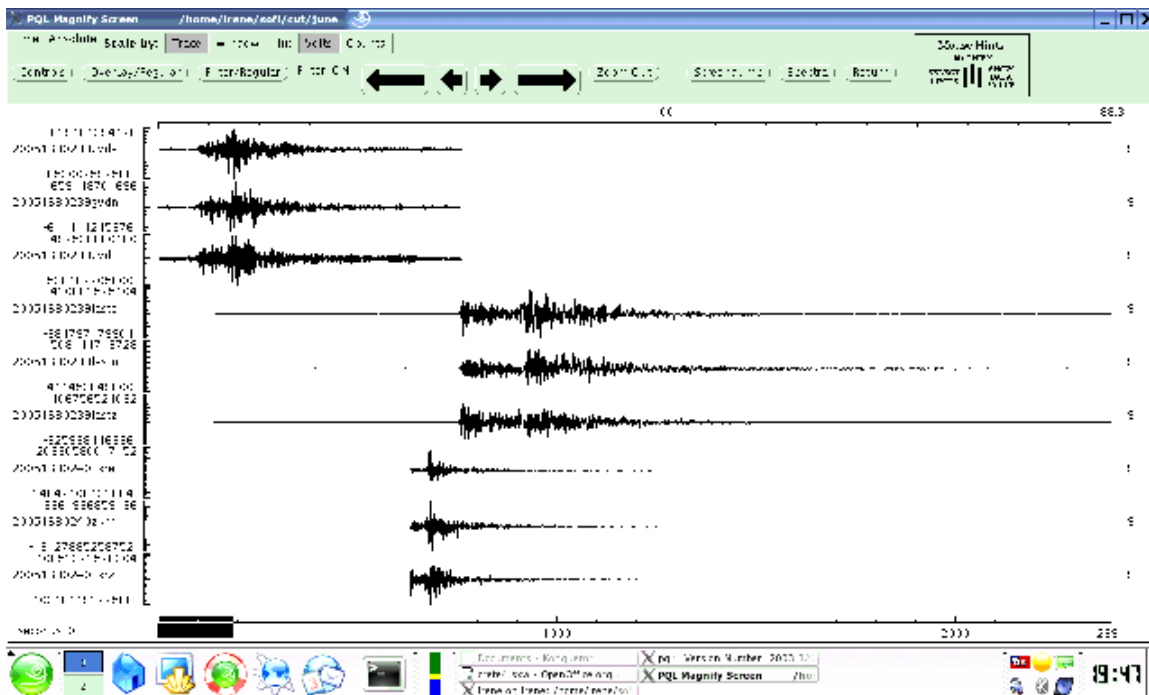
20051630734



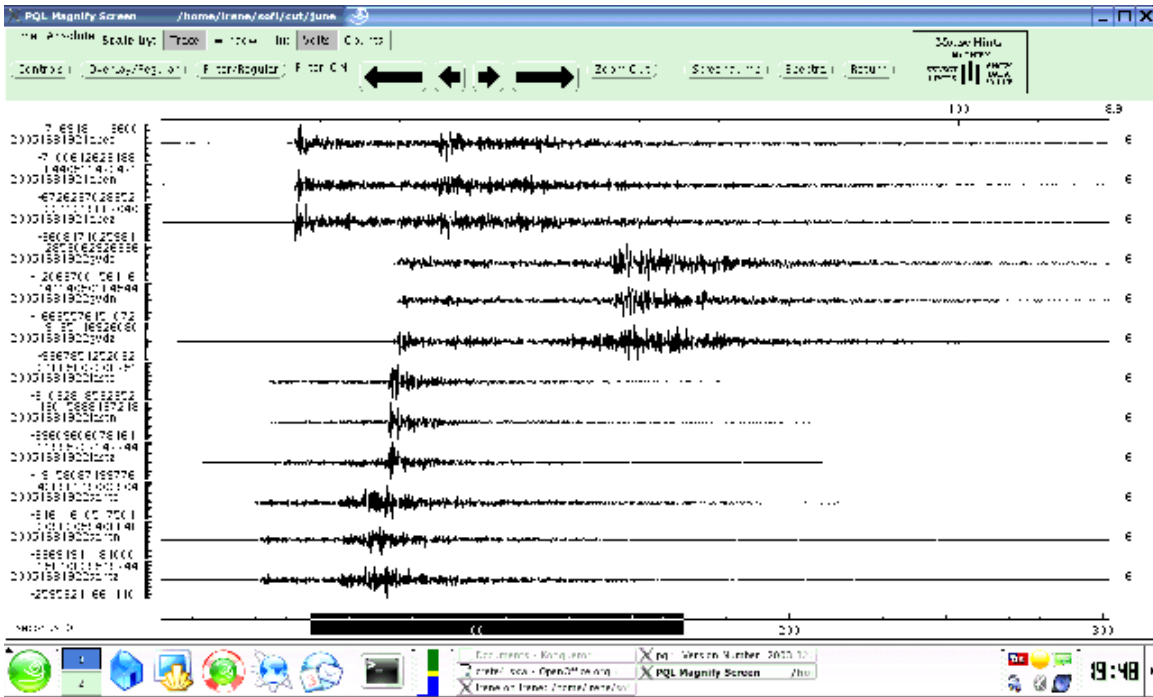
20051650731



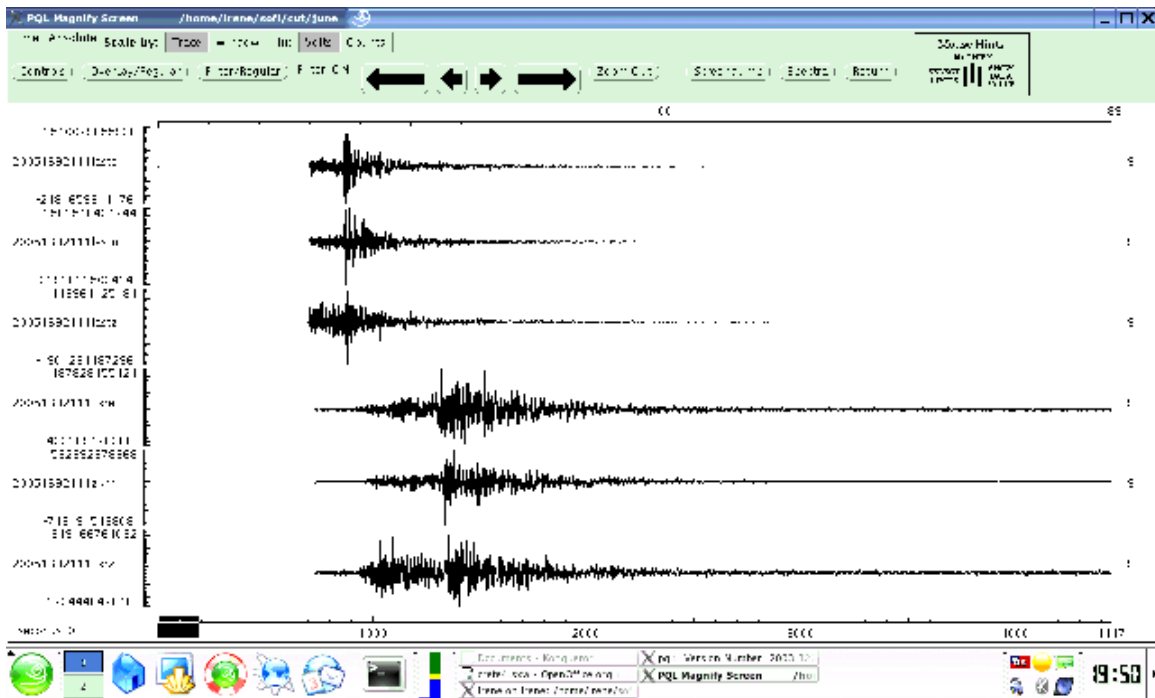
20051680239



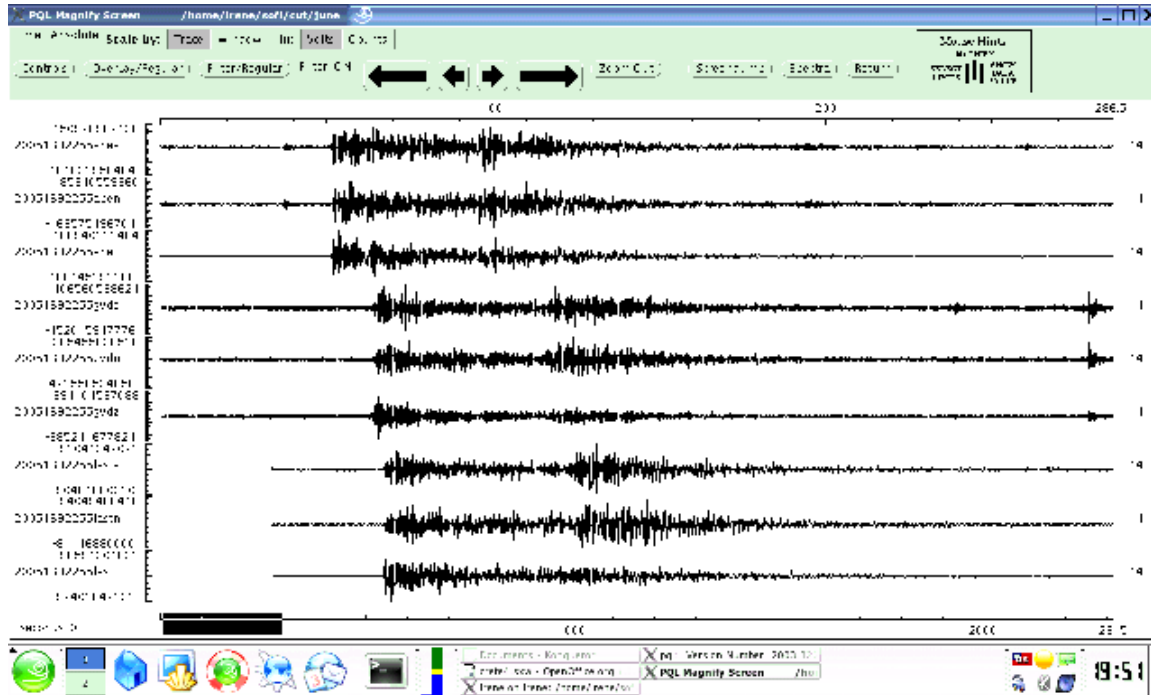
20051681922



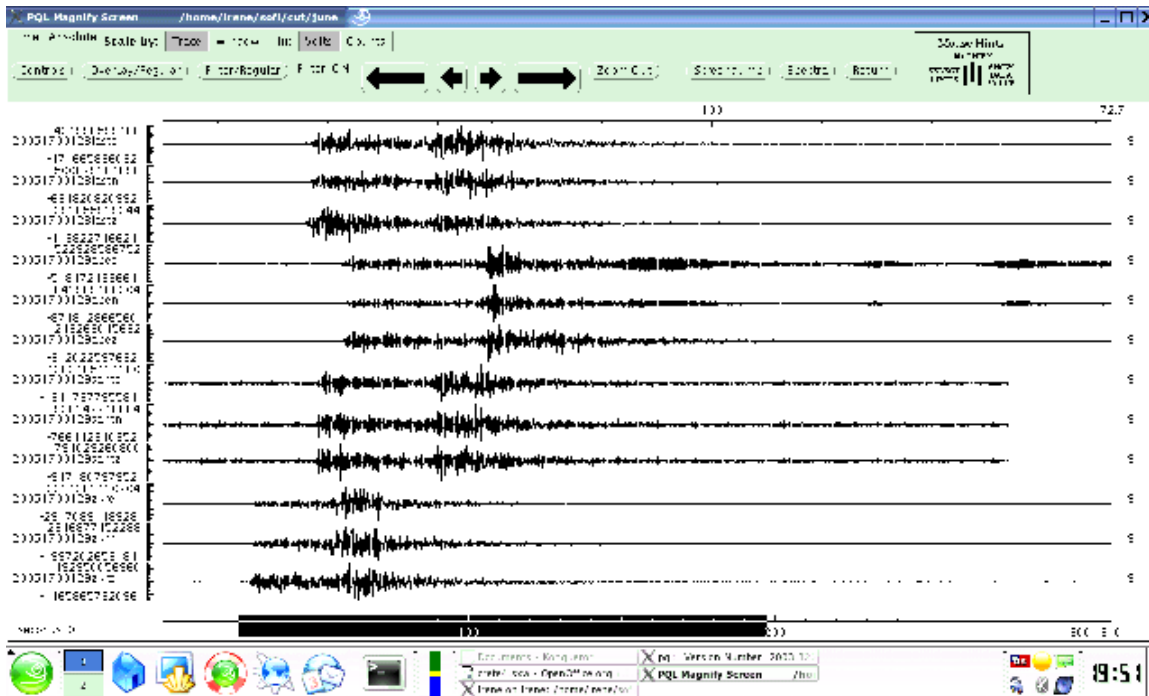
20051692111



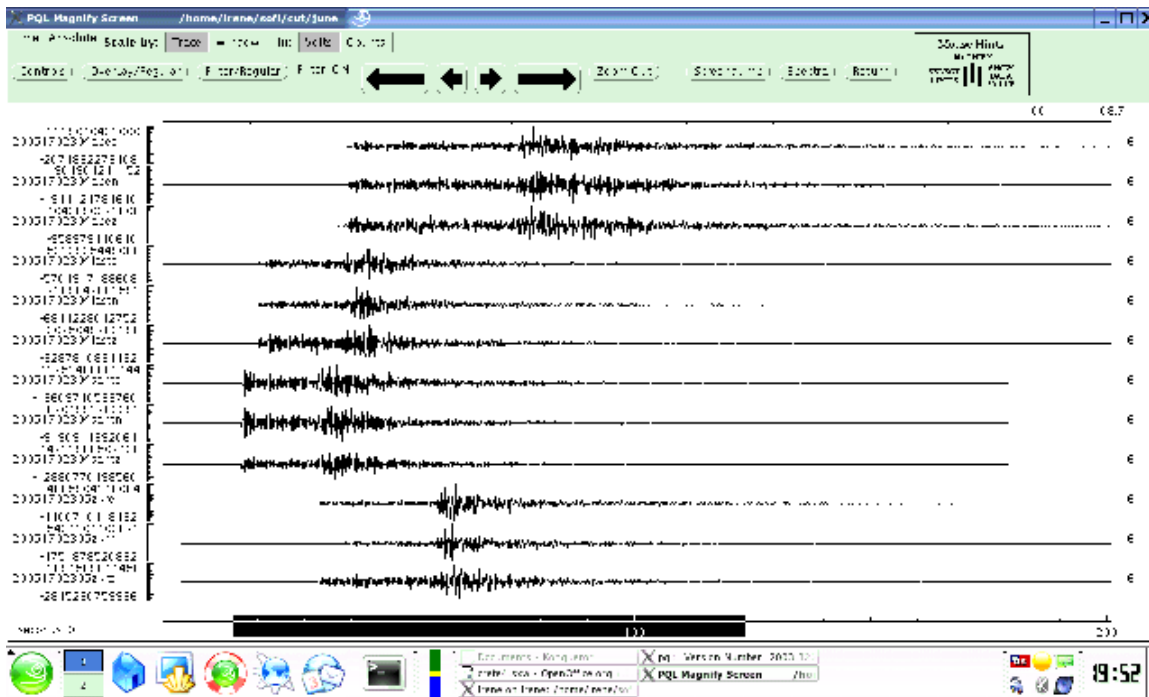
20051692256



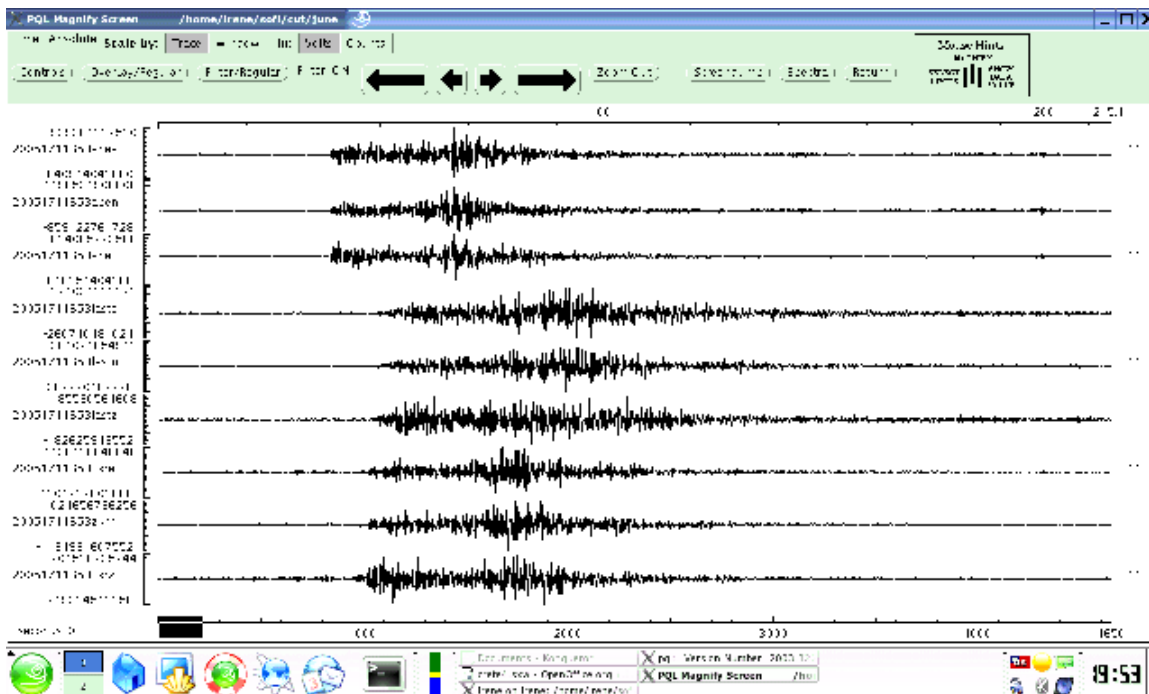
20051700129



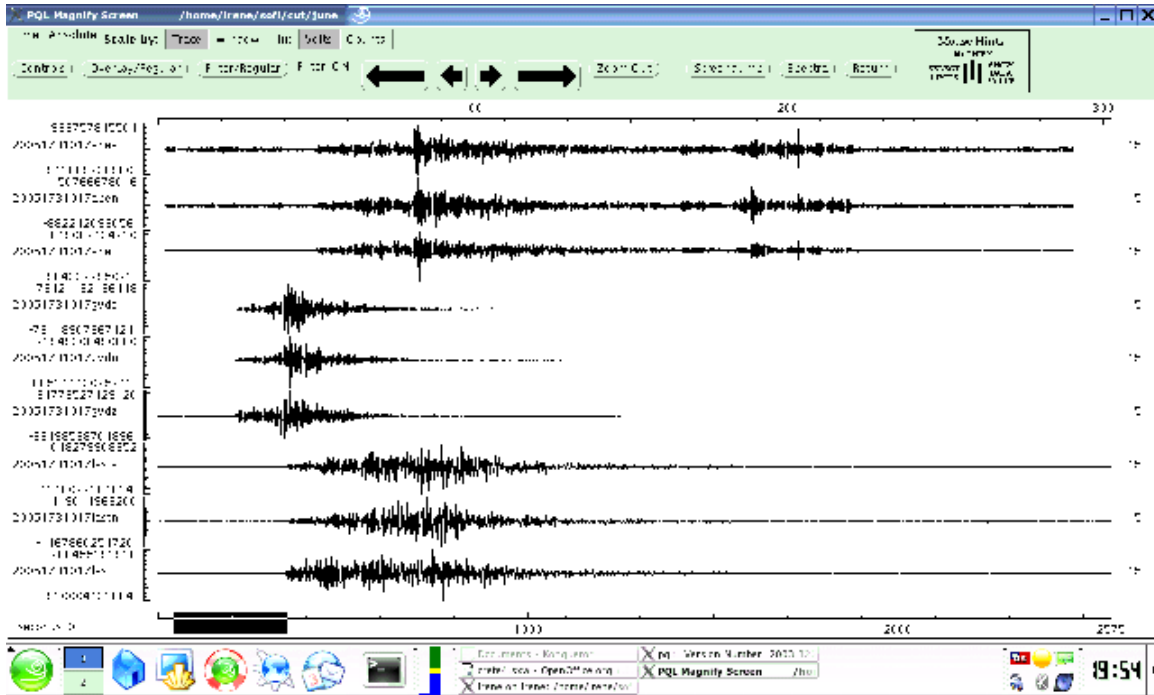
20051702305



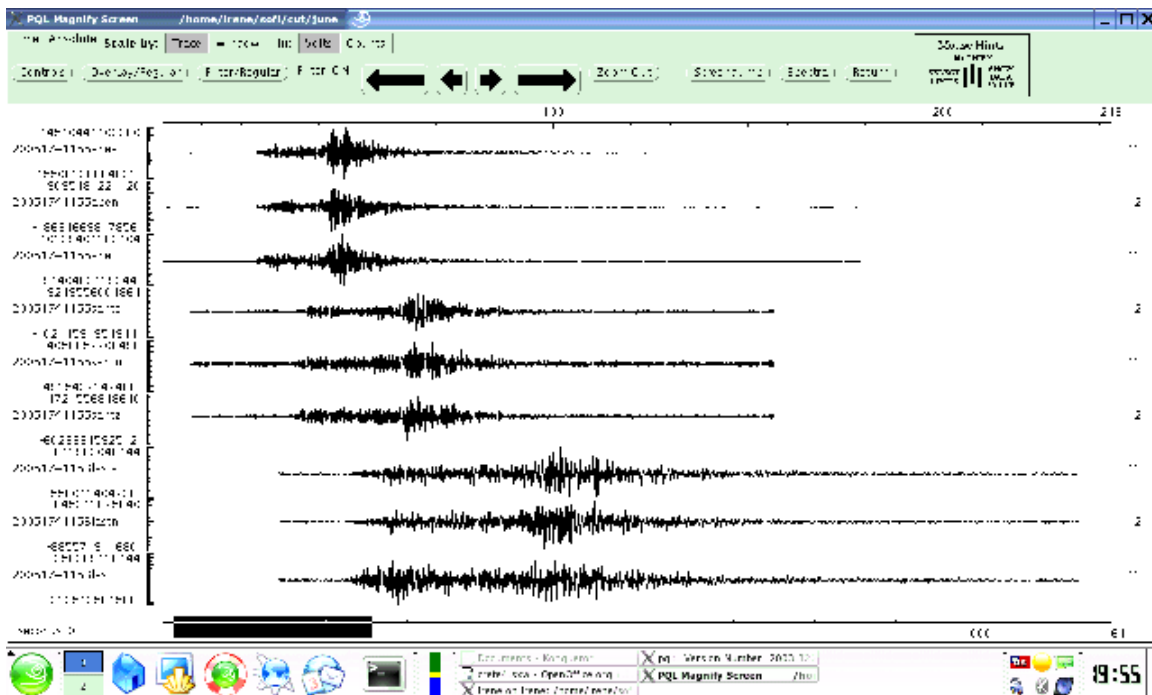
20051711653



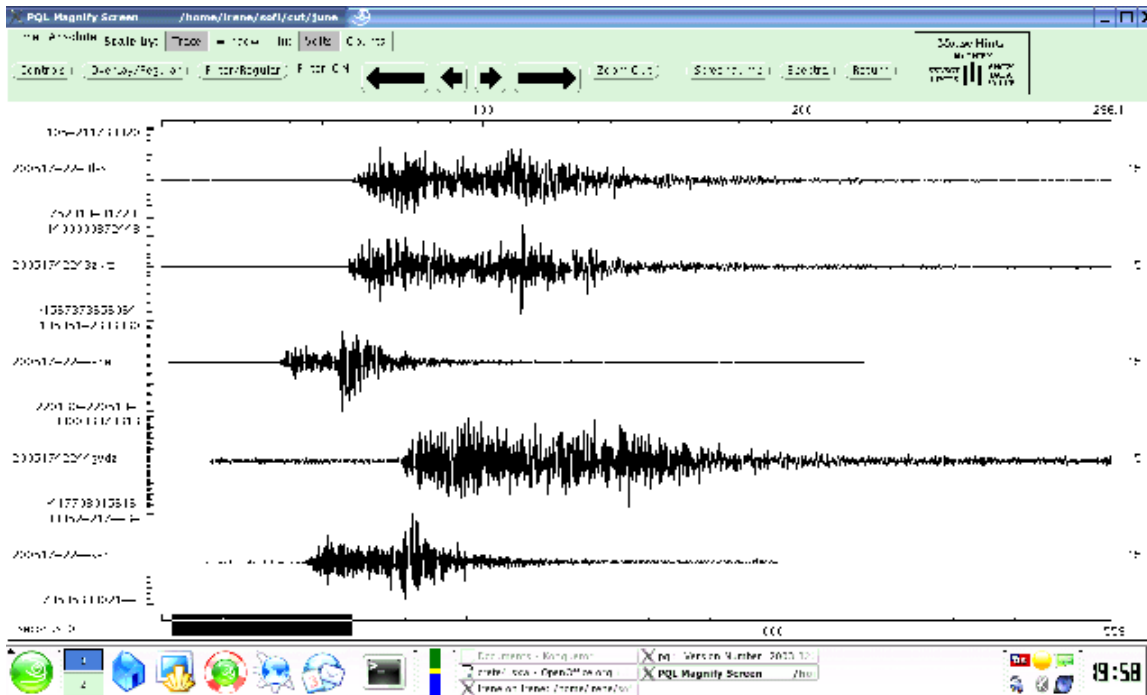
20051731018



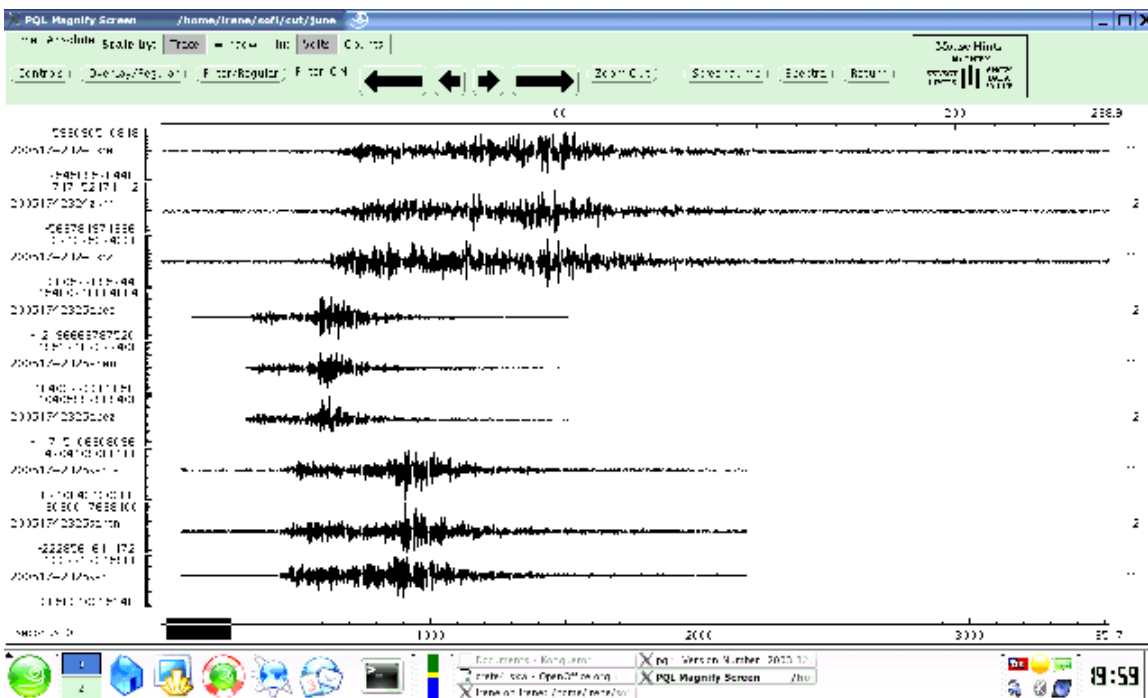
20051741156

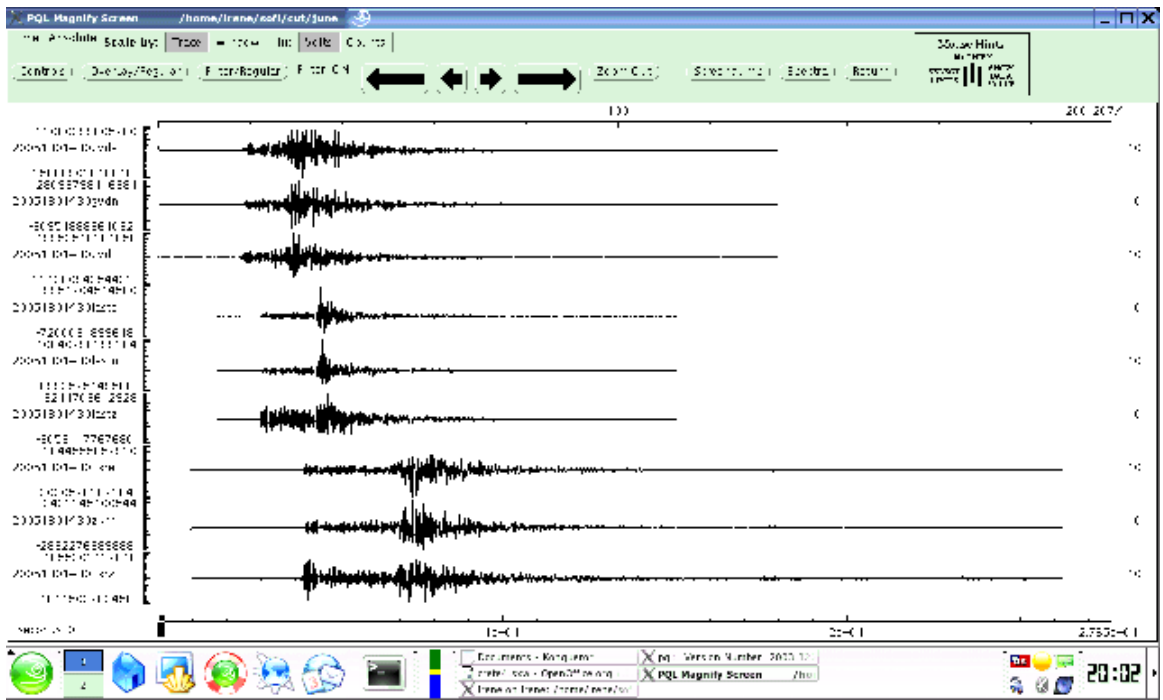


20051742243



20051742325





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ambraseys, N., N., and Finkel, C.F. 1995. The seismicity of Turkey and adjacent areas, a historical review, 1500-1800, 240 pp., Eren, Istanbul.

Angelier, J., Lyb ris, N., Le Pichon, X., Barrier, B., and Huchon, Ph., 1982. The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: A synthesis, *Tectonophysics*, Volume 86,1-3,159-16.

Armijo, R., Lyon-Caen, H., and Papanastassiou, D., 1992. East-west extension and Holocene normal fault scarps in the Hellenic arc, *Geology* 20, 491-494.

Bohnhoff, M., Harjes, H.-P., and Meier, T., 2005. Deformation and stress regimes in the Hellenic subduction zone from focal mechanisms, *Journal of Seismology*, 9, 341-366.

Bonneau, M., 1984. Correlation of the Hellenic Nappes in the south-east Aegean and their tectonic reconstruction. In: Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F., eds. *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, London, Special Publications 17, 517-527.

Comninakis, P.E., and Papazachos, B.C., 1972. Seismicity of the Eastern Mediterranean and some tectonic features of the Mediterranean ridge. *Geol. Soc. Am.Bull.*, 83, 1093-1102.

Comninakis, P.E, and Papazachos, B.C., 1978. A catalog of earthquakes in the Mediterranean and surrounding area for the period 1901-1975, Publication Laboratory of Geophysics, University of Thessaloniki, 5, 96pp.

Comninakis, P.E, and Papazachos, B.C, 1986. A catalog of earthquakes in the Mediterranean and surrounding area for the period 1901-1985, Publication Laboratory of Geophysics, University of Thessaloniki, 5, 167pp.

Comninakis, P.E, and Papazachos, B.C, 1989. Aftershock and foreshock frequencies in Greece and surrounding area during the period 1901-1985, Publication Laboratory of Geophysics, University of Thessaloniki, 5, 156pp.

Coronelli, P. and Parisotti, V.: Isola di Rodi geografica, storica, antica e moderna, Venezia, 1688.

Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.-E., Kazmin, V. G., Le Pichon, X., Knipper, A. L., Grandjacquet, C., Sbertshikov, I. M., Geysant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.-C., Savostin, L.A, Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauer, J.P., and Biju B., 1986. Geological evolution of the tethys belt from the atlantic to the pamirs since the LIAS, *Tectonophysics*, Volume 123, 1-4, 241-315.

Di Vita, A., 1995. Archaeologists and earthquakes: the case of 365 A.D. *Ann. Geofis.* 38, pp. 971-976.

Fassoulas, C. 1998. The structural evolution of central Crete: insight into the tectonic evolution of the south Aegean (Greece) *Journal of Geodynamics*, Volume 27, Issue 1, 23-43.

Fassoulas, C., Kiliadis, A., and Mountrakis, D., 1994. Postnappe stacking extension and exhumation of high pressure low- temperature rocks in the island of Crete, Greece. *Tectonics* 13, 127-138.

Fassoulas, C., 2000. *Field Guide to the Geology of Crete*. Natural History Museum of Crete, Publ.. 104 p., Heraklio.

Fassoulas, C., 2001. The tectonic development of a Neogene basin at the leading edge of the active European margin: the Heraklion basin, Crete, Greece. *Journal of Geodynamics* 31, 49-70.

Fytrolakis, N., 1980. The geological structure of Crete: Problems, observations, and conclusions. *Habit. Thesis*, Nat. Techn. Univ. Athens, 143pp.

Guidoboni, E., Comastri, A., and Traina, G., 1994. *Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century*, vol. 1, ING-SGA, Bologna 1994, 504 pp.

Hall, R., Audley-Charles, M.G., and Carter, D.J. 1984. The significance of Crete for the evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F. (eds) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, London, Special Publications 17, 499-516.

Hoff, K.E.A. von, 1840. *Chronik der Erdbeben und Vulcan-Ausbrüche*, IV. Gotha.

Καρακώστας, Β.Γ., 1988. Σχέση της σεισμικής δράσης με γεωλογικά και γεωμορφολογικά στοιχεία του ευρύτερου χώρου του Αιγαίου. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 243 σελ.

Karnik, V., 1969. *Seismicity of the European Area Part I*, D. Riedel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands, 364pp.

Karnik, V., 1971. *Seismicity of the European Area Part II, 1801-1900*. D. Riedel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands, 218pp.

Kastens, K.A., 1991. Rate of outward growth of the Mediterranean Ridge accretionary complex. *Tectonophysics* 199, 25-50.

Kastens, K.A., Gilbert, L.E., Hurst, K.J., Veis, G., Paradissis, D., Billiris, H., Schluter, W., and Seeger, H., 1996. GPS evidence for arc-parallel extension along the Hellenic Arc, Greece, *Tectonophysics*.

Kilias, A., Fassoulas, C., Mountrakis, D., 1993. Tertiary extension of continental crust and uplift of the Psiloritis metamorphic core complex at the central part of the Hellenic arc. *Bull. Geol. Soc. Greece* 28, 297-314.

Kiratzi, A.A, Papadimitriou, E.E, and Papazachos, B.C., 1989. A microearthquake survey in the Steno dam site in northwestern Greece, *Annales Geophysicae*, 5, 161-166.

Le Pichon, X., and Angelier, J., 1979. The Hellenic arc and trench system: A key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, Volume 60, Issues 1-2, 1-42.

McKenzie, D.P. 1970. The plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature*, 226, 239-243.

Makropoulos, K.C., 1978. The statistics of large earthquake magnitude and an evaluation of Greek seismicity, Ph.D. Thesis, Univ. Edinburg, 193pp.

Makropoulos, K.C., Drakopoulos, J.K., and Latoussakis, J.B., 1989. A revised earthquake catalogue for Greece since 1900. *Geophys. J. Int.*, 98, 391-394.

Mallet, R., 1854. Catalogue for recorded earthquakes from 1606BC to AD 1850. Report of the 23rd meeting of the British Association for the Advancement of Science, 22, 1-176, 1852; 23, 118-212, 1853; 24, 1-326, 1854.

Milne, J. 1912, Catalog of destructive earthquakes, Brit. Assn. Adv. Sci. Rept. 81st Mtg., 1911, 649-740

Papazachos, B.C., and Delibasis, N.D., 1969. Tectonic stress field and seismic faulting in the area of Greece *Tectonophysics*, Volume 7, Issue 3, March 1969, Pages 231-25.

Papazachos, B.C., Papazachou, C.B., Παπαζάχος Β. & Παπαζάχου Κ., 1989, 1997, 2003 Οι σεισμοί της Ελλάδας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 356 σελ.

Papazachos, B. C., and Comninakis, P. E., 1970. Geophysical features of the Greek island arc and eastern Mediterranean ridge, *Com. Ren. Sceances Conf. Reunie a Madrid*, 1969, 16, 74-75.

Papazachos, B.C., and Comninakis, P.E., 1971. Geophysical and tectonic features of the Aegean Arc. *J. Geophys. Res.*, 76, 8517-8533.

Papazachos, B. C. and Comninakis, P. E., 1982. Long-term earthquake prediction in the Hellenic trench-arc system, *Tectonophysics*, Volume 86, Issues 1-3, 20 June 1982, 3-16.

Papazachos, C., Kiratzi, A. and D. Kontopoulou 1998. Active tectonics in the Aegean Sea and the surrounding lands. In the book: *Essential Results of Seismological Research in Greece*, Ziti Publications, 49-77 (in Greek).

Papazachos, B. C., Kiratzi, A. A., Karacostas, B. G., Panagiotopoulos, D. G., Scordilis, E. M. and Mountrakis, D. M., 1988. Surface fault traces, fault plane solution and spatial distribution of the aftershocks of the September 13, 1986 earthquake of Kalamata (Southern Greece). *Pure Applied Geophysics*, 126, 55-68.

Papazachos, B. C., Kiratzi, A. A., Hatzidimitriou, P. M, and Rocca, A. C., 1984. Seismic Faults in the Aegean area *Tectonophysics*, Volume 106, Issues 1-2, 20 June 1984, 71-85.

Papazachos B. C., 1990. Seismicity of the Aegean and surrounding area Tectonophysics, Volume 178, Issues 2-4, 20 June 1990, Pages 287-308.

Papazachos, C. B., Kiratzi, A. A., and Papazachos, B. C., 1992. Rates of active crustal deformation in the Aegean and the surrounding area Journal of Geodynamics, Volume 16, Issue 3, November 1992, 147-179.

Papazachos, B. C., Papaioannou, C. A., Papazachos, C. B., and Savvaidis, A. S., 1999. Rupture zones in the Aegean region Tectonophysics, Volume 308, Issues 1-2, 10 July 1999, 205-22.

Perrey, A., 1848. Mémoire sur les tremblements de terre ressentis dans la peninsule Turco-Hellenique et en Syrie. Publ. Académie Royale de Belgique, Bruxelles, 73pp.

Schmidt, J., 1867. Treatise on the 26 (14) December 1861 earthquake of Aegio. National Printing House, Athens, 51pp. (in Greek and German).

Πλατάκης, Ελ., 1950. Οι σεισμοί της Κρήτης από των αρχαιοτάτων μέχρι των καθ' ημάς χρόνων, Κρητ Χρον 4 (1950), 463-524.

Schreiner, P., 1975. Die Byzantinischen Kleinchroniken, Verlag der Osterreichischen Akademie der Wissenschaftern, Wien, Teil 1, Einleitung und text, pp. 688; Teil 2, Historischer Kommentar, pp. 644; Teil 3, Teilübersetzungen, addenda et corrigenda, indices, pp. 254

Seidel, E., Okrusch, m., Kreuzer, H., Raschka, H., and Harre, W. (1976) Eo-alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system - petrology and geochronology - Part 1. The Lendas area (Asteroussia Mountains). Contributions to Mineralogy and Petrology 57, 259-275.

Shebalin, N.V., Karnik, V. and Hadzievski, D. (Editors), 1974. Catalogue of Earthquakes. Balkan Region, Part II: prior to 1900. UNDP/UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region. Skopje, 600 pp.

Sieberg, A., 1932a, Die Erdbeben, in Handbuch der Geophysik, edited by B. GUTENBERG (Berlin), vol. IV, 687-1005.

Sieberg, A., 1932b Untersuchungen über Erdbeben und Bruchschollenbau im Östlichen Mittelmeergebiet, Denkschr. Medizin.-Naturwiss. Ges., Jena, 18 (2), 161-273.

Σπυρόπουλος, Π. Ι., 1997, Χρονικό των σεισμών της Ελλάδος: από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

Stiros, S.C., 2000. Fault pattern of Nisyros Island volcano (Aegean Sea, Greece): structural, coastal and archaeological evidence. In: MCGUIRE, W.J., GRIFFITHS, D.R., HANCOCK, P.L. & STEWART, I.S. (eds), *The Archaeology of Geological Catastrophes*. Geological Society, London, Special Publications 171, 385-399.

Ten Veen, J.H., and Meijer, P.T., 1998. Late Miocene to Recent tectonic evolution of Crete (Greece): geological observations and model analysis. *Tectonophysics* 298, 191-208.

Thomson, S.N., Stockhert, B., Rauche, H., and Brix, M.R. (1998b). Apatite fission-track thermochronology of the Uppermost Tectonic Unit of Crete, Greece: Implications for the post-Eocene tectonic evolution of the Hellenic subduction system. In: Van den haute, P., and De Corte, F. (eds). *Advances in Fission- Track Thermochronology*, 187-205. (Kluwer Academic Publishers.)

Westaway, R., 1994. Present day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean, *J. Geophys. Res.*, 99, 12071-12090.

<http://www.geophysik.ruhr-uni-bochum.de/research/egelados/index.html>, The EGELADOS project.