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

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

ΚΚΑΛΛΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
Γεωλόγος-MSc Γεωφυσικός

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΟ Ν. ΑΙΓΑΙΟ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΉ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2018

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

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

ΚΚΑΛΛΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ
Γεωλόγος-MSc Γεωφυσικός

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΟ Ν. ΑΙΓΑΙΟ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Γεωφυσικής
Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης: 27/11/2018

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Παπαζάχος – *Καθηγητής Α.Π.Θ*
Βασίλης Μάργαρης – *Διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ),*
Εμμανουήλ Σκορδύλης – *Καθηγητής Α.Π.Θ*

Εξεταστική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Παπαζάχος – *Καθηγητής Α.Π.Θ*
Βασίλης Μάργαρης – *Διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ)*
Εμμανουήλ Σκορδύλης – *Καθηγητής Α.Π.Θ*
Παναγιώτης Χατζηδημητρίου - *Καθηγητής Α.Π.Θ*
Αναστασία Κυρατζή – *Καθηγήτρια Α.Π.Θ*
Νίκος Θεοδουλίδης – *Διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΟΑΣΠ-ΙΤΣΑΚ)*
Χρήστος Ευαγγελίδης – *Εντεταλμένος Ερευνητής (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών)*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

© Χαράλαμπος Κκαλλάς, 2018
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΟ Ν. ΑΙΓΑΙΟ

ISBN:

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Στους γονείς μου,
Ανδρέα και Ανδρούλλα,
και στην Μαρία

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του δεύτερου κύκλου του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστμίου Θεσσαλονίκης, με στόχο τη συμβολή στην μελέτη της σεισμικότητας, της σεισμικής επικινδυνότητας και της ενεργού τεκτονικής στην ευρύτερη περιοχή της κατάδυσης του Ν. Αιγαίου.

Στο **Κεφάλαιο 1** παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά των μηχανισμών γένεσης των σεισμών στην περιοχή του Ν. Αιγαίου, καθώς και του πεδίου τάσεων, όπως έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές. Τέλος, παρουσιάζονται τα κύρια γεωφυσικά χαρακτηριστικά της δομής της λιθόσφαιρας του Ν. Αιγαίου (μοντέλα ταχυτήτων, μοντέλα απόσβεσης).

Στο **Κεφάλαιο 2** περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο του τανυστή σεισμικής ροπής, καθώς και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον προσδιορισμό των μηχανισμών γένεσης, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από το δίκτυο EGELADOS, ένα μεγάλο δίκτυο σεισμογράφων που έχει εγκατασταθεί στην περιοχή του Ν. Αιγαίου. Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία αυτοματοποιημένου προσδιορισμού μηχανισμών γένεσης των σεισμών και μια πρώτη προκαταρτική εικόνα της χωρικής κατανομής του πεδίου των τάσεων που προκύπτει από τους διαθέσιμους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών.

Στο **Κεφάλαιο 3** γίνεται ο υπολογισμός των χωρικών μεταβολών τάσης στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Αιγαίου με διάφορες μεθοδολογίες, για να προσδιοριστούν οι διευθύνσεις των αξόνων τάσης όπως αυτές προκύπτουν από μεγάλο δείγμα μηχανισμών γένεσης, συμπεριλαμβανομένης και μιας τροποποιημένης διαδικασίας προσδιορισμού του πεδίου τάσεων. Στην συνέχεια αφού πραγματοποιείται σύγκριση της αξιοπιστίας των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν, γίνεται προσπάθεια για τον καθορισμό της γεωμετρίας των ρηγμάτων μέσα από την διαδικασία της αντιστροφής του πεδίου των τάσεων και έλεγχο της αξιοπιστίας τους.

Στο **Κεφάλαιο 4** γίνεται μελέτη κυρίως των παραμέτρων (του μοντέλου διάρκειας, παράμετρος τάσης, κτλ.) της στοχαστικής προσομοίωσης σεισμών κυρίως για τους ισχυρότερους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους οι οποίοι έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια του πειράματος EGELADOS, αλλά και σε άλλα δεδομένα ασθενούς και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ισχυρής κίνησης. Τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης των σεισμών αυτών συγκρίνονται με ενόργανες καταγραφές του πειράματος για τη βαθμονόμηση και βελτιστοποίηση της διαδικασίας υπολογισμού αναμενόμενων σεισμικών κινήσεων από ισχυρούς σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στο Ν. Αιγαίο.

Στο **Κεφάλαιο 5** γίνεται συσχέτιση των μακροσεισμικών εντάσεων με τις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις και ταχύτητες (PGA και PGV) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους. Τέλος, παρουσιάζονται προσομοιώσεις ισχυρών ιστορικών σεισμών ενδιαμέσου βάθους του Ν. Αιγαίου, χρησιμοποιώντας εκτός από τις παραμέτρους που καθορίστηκαν στο Κεφάλαιο 4 και την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών που προκύπτουν από κατάλληλους δείκτες μέσω της κλίσης της τοπογραφίας.

Το **Κεφάλαιο 6** αποτελεί την σύνοψη των αποτελεσμάτων, διατυπώνοντας τα βασικά συμπεράσματα της παρούσας διατριβής και τις προοπτικές μελλοντικής έρευνας.

ABSTRACT

The present PhD thesis was realized within the framework of the second cycle of the postgraduate program of the school of Geology of the Aristotle University of Thessaloniki in order to contribute to the study of seismicity, seismic hazard and active tectonics of the broader South Aegean subduction region.

Chapter 1 summarizes the characteristics of focal mechanisms of earthquakes and the active stress field of the Southern Aegean subduction area, as these have been presented by several researchers. Finally, the main geophysical characteristics of the lithospheric structure of the South Aegean region (velocity models, attenuation models) are discussed.

Chapter 2 includes the theoretical background of the seismic moment tensor formulation and the methodology employed for the determination of focal mechanisms using data from the EGELADOS network, large network of seismographs installed in the South Aegean region. Finally, we describe the process of automatic determination of focal mechanisms and present preliminary information on the stress field resulting from the focal mechanisms solutions.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Chapter 3 focuses on the spatial variation of the stress tensor in the South Aegean region using different methodologies in order to determine the distribution of stress axes as this was obtained from all available focal mechanisms solutions, including a modified stress tensor inversion approach. Then, a comparison between the various methodologies is presented in order to determine the robustness of the final stress field distribution for South Aegean region. Finally, we describe a process for fault determination from the available fault plane solutions using the stress inversion approach and evaluate its reliability.

In Chapter 4, we calculate the main model parameters (duration, stress drop, etc.) for the stochastic simulation of the earthquakes, mainly of the stronger intermediate-depth events which occurred during the EGELADOS experiment. Furthermore, we compare the stochastic simulation results with instrumental recordings for specific events in order to calibrate and optimize the calculation process for future stochastic simulations.

In Chapter 5, we focus on the correlation between the macroseismic intensities and the main peak measures of seismic motions (PGA and PGV) for intermediate depth earthquakes. Finally, using this correlation, we present a stochastic simulation adapted for strong historical intermediate-depth earthquakes in the South Aegean subduction region using the parameters determined in Chapter 4 and taking into account the site conditions, as obtained by the topographic slope proxies.

Chapter 6 summarizes the main conclusions and findings of this thesis and presents possible extensions/improvements for future research work.

Με την ολοκλήρωση και του δεύτερου κύκλου των μεταπτυχιακών μου σπουδών θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή Κώστα Παπαζάχο για την συμβολή του στην ως τώρα σταδιοδρομία μου μέσα από την καθοδήγηση, τη συμπαράσταση, την υπομονή του, καθώς επίσης την ηθική και οικονομική υποστήριξη του.

Ευχαριστώ θερμά τον Κύριο Ερευνητή του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών, Βασίλη Μάργαρη για την πολύτιμη

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

βοήθεια του σε πολλά επιστημονικά πεδία καθώς και για την κριτική ανάγνωση του κειμένου.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή Μανώλη Σκορδύλη για την κριτική ανάγνωση του κειμένου και τη συνολική συμβολή του στην ολοκλήρωση της συγκεκριμένης διατριβής.

Την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη εκφράζω στον Καθηγητή David Boore ο οποίος με καθοδήγησε σε σημαντικά μέρη της έρευνάς μου και μου διέθεσε κώδικες Η/Υ οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή.

Τις ειλικρινεις μου ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον ερευνητή Cimone Cesca για την διάθεση και επεξήγηση αλγορίθμων οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή για τον προσδιορισμό μηχανισμών γένεσης.

Ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη ΔΕΠ-ΕΔΙΠ του Τομέα Γεωφυσικής, για την βοήθεια τους που μου παρείχαν σε όλα τα χρόνια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ όλους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές και ιδιαίτερα τους φίλους και συνεργάτες Μάριο Ανθυμίδη, Χρύσα Βεντούζη και Ελένη Τέζα για το ευχάριστο κλίμα που δημιουργούσαν στο υπόγειο του Σεισμολογικού Σταθμού, όλα αυτά τα χρόνια της συμπόρευσης μας.

Τέλος, την αγάπη μου εκφράζω στους γονείς μου Ανδρέα και Ανδρούλλα, και στην γυναίκα μου Μαρία για την παρακίνηση τους στο να συνεχίζω να αγωνίζομαι για αυτό που αγαπώ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 4
1.1. Γενικά 4
1.2. Μηχανισμοί γένεσης και το πεδίο των τάσεων στο Νότιο Αιγαίο 7
1.3. Παραμόρφωση φλοιού του Νοτίου Αιγαίου 13
1.4. Δομή του Νοτίου Αιγαίου 20
1.5. Δομή απόσβεσης του Νοτίου Αιγαίου 30
2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ 35
2.1. Γενικά 35
2.2. Δίκτυο EGELADOS 36
2.3. Μηχανισμοί Γένεσης των Σεισμών 37
2.3.1. Γενικά 37
2.3.2. Τανυστής της σεισμικής ροπής 39
2.3.3. Ανάλυση του τανυστή της σεισμικής ροπής 42
2.4. Μέθοδος Αντιστροφής με τη Χρήση του Προγράμματος Rapidinv 44
2.5. Μέθοδος Καθορισμού των Μηχανισμών Γένεσης του Ν. Αιγαίου 52
2.5.1. Επεξεργασία πραγματικών κυματομορφών 53
2.5.2. Υπολογισμός συνθετικών κυματομορφών – συναρτήσεων Green 54
2.5.3. Αυτοματοποιημένος προσδιορισμός των μηχανισμών γένεσης 61
2.6. Μελέτη του Πεδίου Τάσεων 62
3. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΤΑΝΥΣΤΗ ΤΑΣΗΣ 69
3.1. Γενικά 69
3.2. Θεωρία Αντιστροφής τανυστή τάσης 70
3.3. Εφαρμογή της Μεθόδου της Αντιστροφής του Τανυστή Τάσης στην Περιοχή του Ν. Αιγαίου 73
3.4. Αξιολόγιση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν 86
3.5. Καθορισμός της κατανομής των ρηγμάτων 90
4. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 95
4.1. Εισαγωγή 95
4.2. Η Μέθοδος της Στοχαστικής Προσομοίωσης 96
4.3. Προσομοίωση Πεπερασμένου Ρήγματος με τη Χρήση του Λογισμικού EXSIM 101

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4.4. Παραμετρική Διερεύνηση Παραμέτρων Προσομοίωσης των Σεισμών Ενδιαμέσου Βάθους του Νοτίου Αιγαίου....104
4.4.1. Εισαγωγή....104
4.4.2. Δεδομένα σεισμών ενδιαμέσου βάθους....108
4.4.3. Παράγοντας φασματικής κλίσης (κ)....114
4.4.4. Παράγοντας ποιότητας, Q, της ανελαστικής απόσβεσης....118
4.4.5. Διάρκεια ισχυρής σεισμικής κίνησης....126
4.4.6. Επίδραση της διεύθυνσης διάρρηξης στην ισχυρή σεισμική κίνηση....131
4.5. Προσομοίωση ισχυρής σεισμικής κίνησης για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του νότιου Αιγαίου....133
4.5.1. Αποτελέσματα Προσομοιώσεων....136
4.5.2. Επίδραση της παράμετρου τάσης στις προσομοιώσεις....141
5. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΒΑΘΟΥΣ ΤΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ....143
5.1. Εισαγωγή....143
5.2. Χωρική Ομαλοποίηση των Εμπειρικών Φασματικών Συντελεστών....143
5.3. Συσχέτιση Μακροσεισμικών Εντάσεων με τη Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση και Ταχύτητα (PGA και PGV) για τους Σεισμούς Ενδιαμέσου Βάθους....145
5.4. Συσχέτιση Τοπικών Εδαφικών Συνθηκών με την Τοπογραφική Κλίση....149
5.5. Προσομοιώσεις Ιστορικών Σεισμών....154
5.5.1. Εισαγωγή....154
5.5.2. Σεισμός Ρόδου (26 Ιουνίου 1926, M=8.0)....155
5.5.3. Σεισμός Αθήνας (17 Ιουλίου 1964, M=6.0)....161
5.5.4. Σεισμός Μήλου (21 Μαιου 2002, M=5.8)....170
5.5.5. Σεισμός Αμοργού (09 Ιουλίου 1956, M=6.9)....173
6. ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ....177
ΠΕΡΙΛΗΨΗ....201
ABSTRACT....203
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Πόλοι, μηδενικά (poles-zeros) και σταθερές (Constants) των συναρτήσεων μεταφοράς των σταθμών καταγραφής του δικτύου EGELADOS....201
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, όπως αυτοί υπολογιστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv....205
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Χαρακτηριστικά των σταθμών που έχουν χρησιμοποιηθεί στη εργασία....206
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: Πληροφορίες των σεισμών που έχουν προσομοιωθεί με τη μέθοδο της στοχαστικής προσομοίωσης....208

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών και των πραγματικών καταγράφων με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές του σεισμού της Νισύρου (24/07/2015 Mw=5.0). 209

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: Μακροσεισμικές εντάσεις (MMI) και μέγιστες εδαφικές ταχύτητες (PGV).....216

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7: Φασματικοί λόγοι της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR) 218

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....219

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1.Γενικά

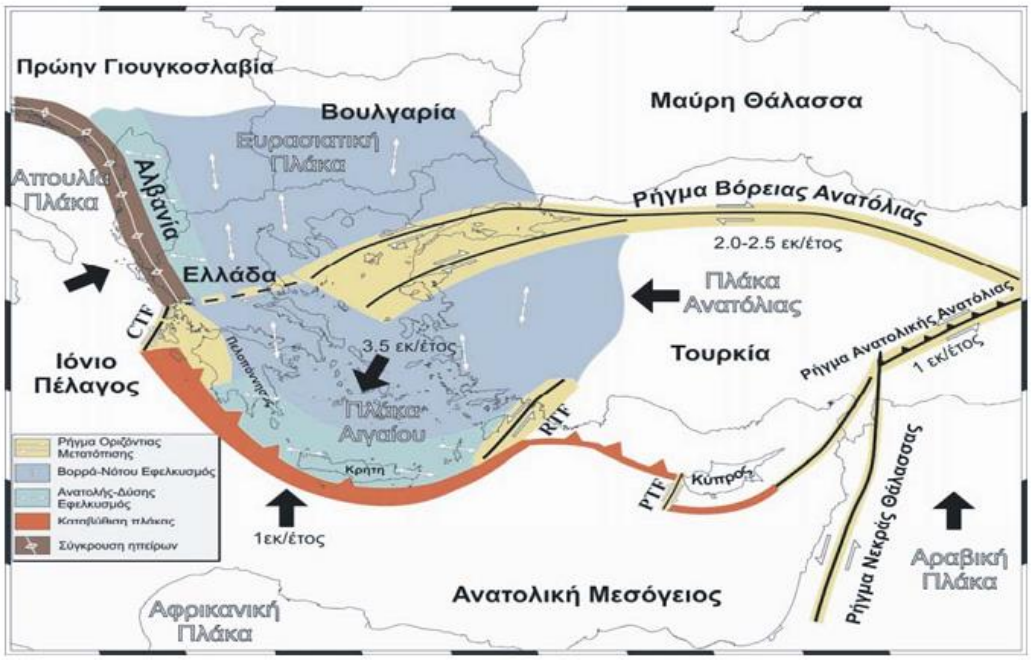
Η ευρύτερη περιοχή τού Νοτίου Αιγαίου (Σχήμα 1.1) είναι μια από τις πιο ενεργά τεκτονικές περιοχές της δυτικής Ευρασίας και βρίσκεται στη ζώνη σύγκλισης της Ευρασιατικής και της πλάκας της Μεσογείου. Ο σεισμός με εκτιμώμενο μέγεθος Μ8.3 που εκδηλώθηκε στις 21 Ιουλίου του 365 με το επίκεντρο να υπολογίζεται κοντά στην δυτική Κρήτη, θεωρείται ο μεγαλύτερος σεισμός της Μεσογείου και προκάλεσε εκτεταμένες καταστροφές στην Κρήτη και στις γύρω περιοχές αναδεικνύοντας την έντονη σεισμικότητα του ευρύτερου χώρου του Αιγαίου (*Stiros*, 2001; *Papazachos and Papazachou*, 2003; *Shaw et al.*, 2008). Στην περιοχή αυτή, εκτός από την υποβύθιση της λιθοσφαιρικής πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου (*Papazachos and Comninakis*, 1971; *LePichon and Angelier*, 1979) πραγματοποιείται η προς τα ΝΔ κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου, λόγω της κίνησης-ώθησης προς τα δυτικά που προκαλεί η πλάκα της Ανατόλιας στο Β. Αιγαίο με τα παρακλάδια της προέκτασης του ρήγματος της Ανατολίας να εμφανίζονται στο βόρειο Αιγαίο (*Taymaz et al.*, 1991). Στα βορειοδυτικά, η Αδριατική – Απούλια μικροπλάκα, που μπορεί να θεωρηθεί ως η προέκταση της Αφρικάνικής πλάκας, ασκεί πίεση στη μικροπλάκα του Αιγαίου συμβάλλοντας και αυτή στην σεισμοτεκτονική πολυπλοκότητα του Ελληνικού χώρου με την εκδήλωση σεισμών σε ανάστροφα ρήγματα (*Anderson and Jackson*, 1987). Το αποτέλεσμα όλων αυτών των κινήσεων που πραγματοποιούν οι τεκτονικές πλάκες είναι η δημιουργία ενός πολύπλοκου γεωδυναμικού καθεστώτος, που συμπληρώνουν τόσο η υψηλή σεισμικότητα σχεδόν σε όλο τον Ελληνικό χώρο όσο και η ύπαρξη του ηφαιστειακού τόξου του Νοτίου Αιγαίου.

Τα πιο σημαντικά τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής του Ν. Αιγαίου από Νότο προς Βορρά είναι τα εξής: η Ελληνική Τάφρος, το Ελληνικό ιζηματογενές τόξο, η λεκάνη του Κρητικού Πελάγους και το ηφαιστειακό τόξο. Η Ελληνική Τάφρος βρίσκεται σε μικρή μάλλον απόσταση από το Ελληνικό Τόξο (~120km) προς το οποίο είναι σχεδόν παράλληλη. Χαρακτηριστικές είναι οι τάφροι του Πλινίου και του Στράβωνα, νοτιοδυτικά της Κρήτης, και η μεγάλου βάθους τάφρος στο Ιόνιο Πέλαγος. Το ιζηματογενές τόξο περιλαμβάνει τις Ελληνίδες οροσειρές, τα Κύθηρα, την Κρήτη, την Κάρπαθο και τη Ρόδο και συνδέει τις Διναρίδες με τις Ταυρίδες οροσειρές στη νοτιοδυτική Τουρκία περιλαμβάνοντας τα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

παραμορφωμένα πετρώματα της Αλπικής πτύχωσης. Η επιφανειακή μορφολογία του συστήματος καταβύθισης αποτελείται από ένα ιζηματογενές τμήμα με πάχος ~10km ωκεάνιας σύστασης, το οποίο παραμορφώνεται σε ένα ευρύ πρίσμα νότια της Κρήτης, γνωστό ως ράχη της Μεσόγειου (*LePichon and Angelier*, 1979; *Kenyon et al.*, 1982; *Kastens*, 1991; *Foucher et al.*, 1993).



Σχήμα 1.1 *Οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών που διαμορφώνουν την σεισμοτεκτονική εικόνα του Ελληνικού χώρου. Περιλαμβάνονται τα οριζόντιας μετατόπισης ρήγματα, της Ανατόλιας, Νεκράς Θάλασσας καθώς και το Ελληνικό και Κυπριακό τόξο. Οι σχετικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών φαίνονται με μαύρα τόξα (Τροποποιημένο από τους Papazachos et al.,1998)*

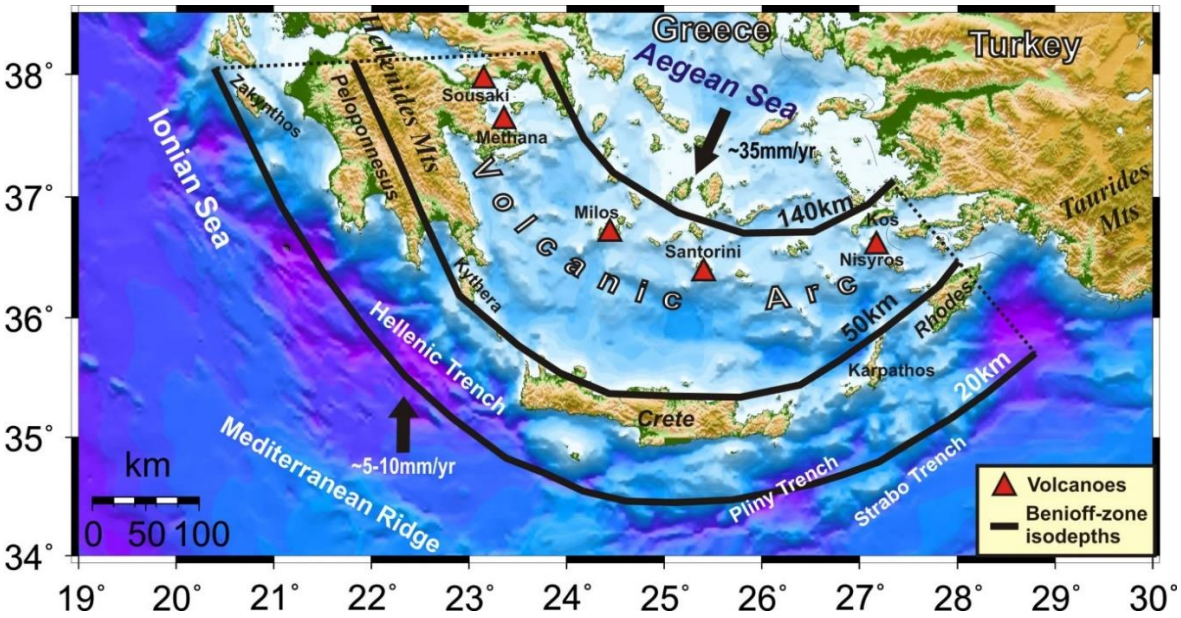
Η λεκάνη του Κρητικού Πελάγους βρίσκεται βόρεια του Ελληνικού Τόξου και το μέγιστο βάθος της δεν ξεπερνά τα 2000m (*Papazachos and Comninakis*, 1978). Το ηφαιστειακό τόξο τοποθετείται παράλληλα με το Ελληνικό τόξο σε απόσταση ~200km και περιλαμβάνει από δυτικά προς ανατολικά τα ηφαίστεια Σουσακίου, Μεθάνων, Μήλου, Σαντορίνης και Νισύρου (Σχήμα 1.2). Η παραμόρφωση του Αιγαίου συμβαίνει κυρίως από την γρήγορη νοτιοδυτική κίνηση (~ 33 mm/yr^{-}) του Ν. Αιγαίου σε σχέση με την Ευρασία, ενώ ο ρυθμός σύγκλισης της Αφρικανικής με την Ευρασιατική πλάκα είναι ~ 5 mm/yr (*Ganas and Parsons*, 2009). Αντίστοιχα αποτελέσματα είχαν υπολογιστεί από τις εργασίες των *Reilinger et al.* (1997) και των *McClusky et al.* (2000) ενώ ο *Papazachos* (1999) υπολόγισε μεγάλες ταχύτητες της τάξης των 3.5cm/yr για την κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου προς τα νοτιοδυτικά σε σχέση με την Αφρικανική πλάκα. Αντίστοιχα, η ταχύτητα της κίνησης κατά μήκος του ρήγματος της Ανατολίας που διασχίζει το Β. Αιγαίο είναι 2.5cm/yr (*McKenzie*, 1970, 1972; *McClusky et al.*, 2000; *Papazachos et al.*, 2000).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Επιπλέον μια καλά αναπτυγμένη ζώνη Benioff, όπως καθορίστηκε από τις ισοβαθείς, έχει αναγνωριστεί από τους *Papazachos and Comninakis* (1978) και *Papazachos et al.* (2000) (Σχήμα 1.2) χρησιμοποιώντας τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους, που παρατηρούνται σε βάθη 60-90km, με μέγιστο βάθος ~170km. Η βύθιση αυτή συνδέεται και με την εκδήλωση ηφαιστειακής δραστηριότητας κατά μήκος του ελληνικού ηφαιστειακού τόξου στο Νότιο Αιγαίο (*Fytikas et al.*, 1985), αναδεικνύοντας το ηφαιστειακό κέντρο της Σαντορίνης (στις Κεντρικές Κυκλάδες) ως το πιο ενεργό ηφαίστειο της περιοχής.

Στο Σχήμα 1.3 παρουσιάζεται ένας πρόσφατος χάρτης σεισμικότητας του Αιγαίου, όπως καθορίστηκε από σεισμολογικά δεδομένα του Σεισμολογικού Σταθμού (ΑΠΘ) καθώς

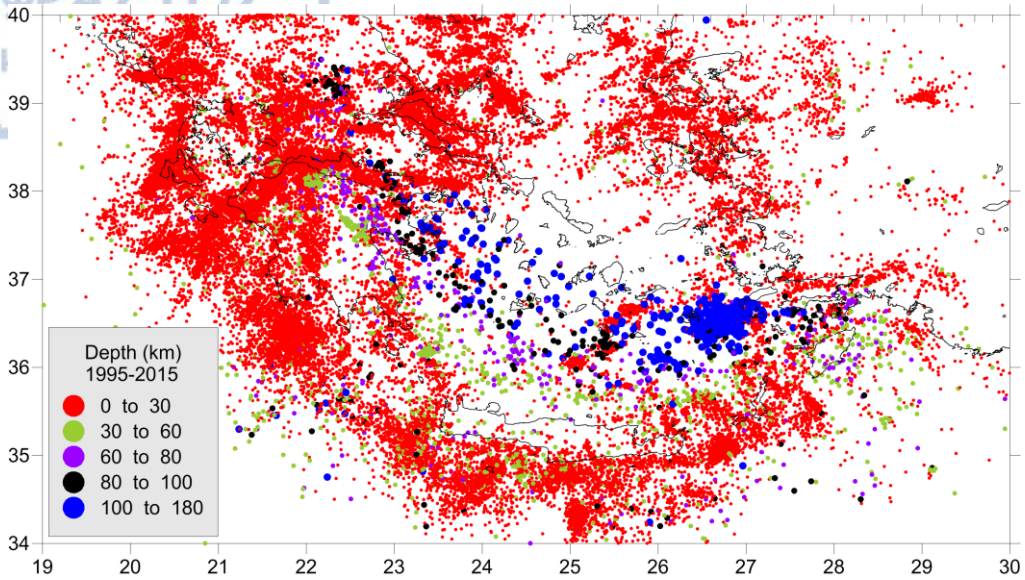


Σχήμα 1.2 *Χάρτης γεωτεκτονικής σχηματικής απεικόνισης του νοτίου Αιγαίου. Οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών απεικονίζονται με μαύρα βέλη. Τα ηφαίστεια φαίνονται με τρίγωνα ενώ οι ισοβαθείς της ζώνης Benioff παρουσιάζονται με συνεχείς γραμμές.*

και δεδομένων από τα δίκτυα EGELADOS (*Friederich and Meier*, 2008, διάρκεια λειτουργίας 2005-2007) και CYCNET (*Bohnhoff et al.*, 2004 διάρκεια λειτουργίας 2002-2005), παρουσιάζοντας τα βάθη κατανομής των σεισμών για το χρονικό διάστημα 1995-2015. Από την κατανομή των σεισμών φαίνεται η εκδήλωση επιφανειακών σεισμών με εύρος βαθών 0-30Km κατά μήκος του Ελληνικού εξωτερικού τόξου, ενώ βόρεια της Κρήτης κυριαρχούν οι σεισμοί με βάθη που αρχίζουν κυρίως από 30-80km (πράσινοι- μωβ κύκλοι) και φτάνουν μέχρι και τα ενδιάμεσα βάθη ~170km (μπλε κύκλοι) στις πιο βόρειες περιοχές. Οι ισοβαθείς που καθορίζονται από τις κατανομές των σεισμών είναι σε συμφωνία με τα προηγούμενα αποτελέσματα των *Papazachos et al.* (2000).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Σχήμα 1.3 *Σεισμικότητα στο Αιγαίο και στις γύρω περιοχές για το διάστημα 1995-2015 από όλα τα διαθέσιμα δεδομένα του Σεισμολογικού Σταθμού του ΑΠΘ (doi:10.7914/SN/HT) καθώς και από δεδομένα από τα δίκτυα EGELADOS (Friederich and Meier, 2008) και CYCNET (Bohnhoff et al., 2004). Η περιοχή σύγκλισης της πλάκας της Μεσογείου με την μικροπλάκα του Αιγαίου δίνει πληθώρα επιφανειακών σεισμών (κόκκινοι κύκλοι κατά μήκος της ζώνης σύγκλισης). Στις πιο βόρειες περιοχές κυριαρχούν οι σεισμοί με βάθη 30-60km (πράσινοι κύκλοι) που φθάνουν μέχρι και τα βάθη των ~170km σε βορειότερες περιοχές (μαύροι-μπλε κύκλοι).*

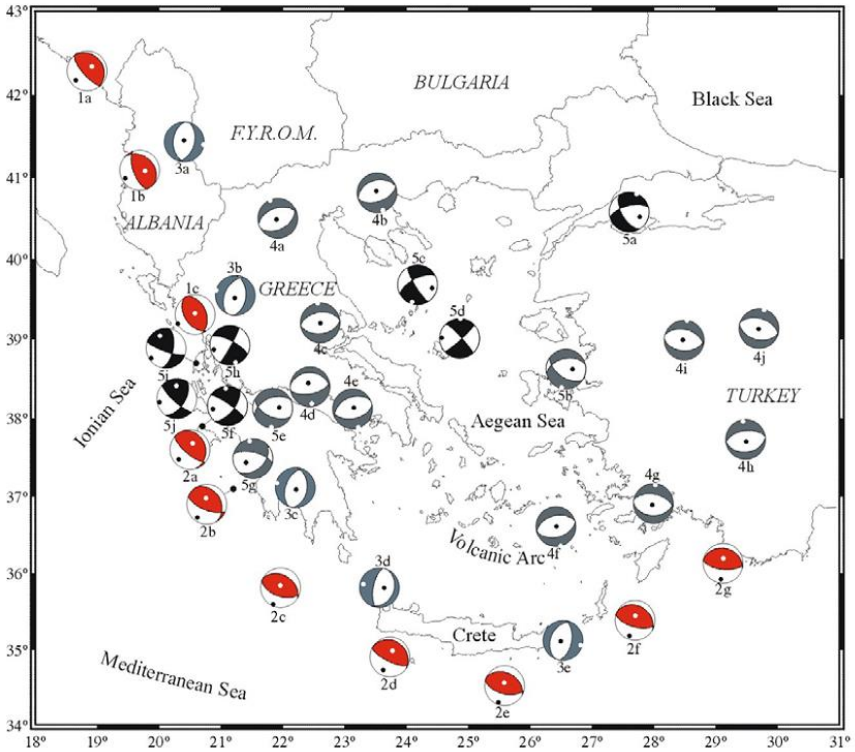
1.2.Μηχανισμοί γένεσης και το πεδίο των τάσεων στο Νότιο Αιγαίο

Η πολυπλοκότητα του γεωτεκτονικού καθεστώτος του Ν. Αιγαίου και κατ' επέκταση του Ελληνικού χώρου, έχει διερευνηθεί από πολλούς ερευνητές. Οι *Papazachos and Delibassis* (1969) αναγνώρισαν την ύπαρξη ανάστροφων ρηγμάτων τα οποία κλίνουν προς την λιθοσφαιρική πλάκα του Ν. Αιγαίου. Στην συνέχεια η ύπαρξη κανονικών ρηγμάτων γενικής διεύθυνσης Α-Δ στο εσωτερικό τόξο αναγνωρίστηκε σε διάφορες εργασίες π.χ. (*McKenzie*, 1970, 1972, 1978). Σε μια σειρά από εργασίες, π.χ. *Papazachos et al.* (1984); *Lyon-Caen et al.* (1988), αναδείχθηκε η ύπαρξη εφελκυστικών δυνάμεων στο εσωτερικό μέρος (οπισθότοξη περιοχή) του Ελληνικού τόξου (Πελοπόννησος, Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος), διεύθυνσης Α-Δ, οι οποίες προκαλούν κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Β-Ν. Οι *Papazachos et al.* (1998) διερεύνησαν και επανεξέτασαν την τεκτονική του Αιγαίου χρησιμοποιώντας μηχανισμούς γένεσης 127 σεισμών με μεγέθη M≥5.5 και βάθη ≤60km για το χρονικό διάστημα 1953-1995. Στο Σχήμα 1.4 περιλαμβάνονται οι 5 ομάδες μηχανισμών γένεσης που αναγνώρισαν οι συγκεκριμένοι ερευνητές, οι οποίες περιλαμβάνουν: α) τους ανάστροφους μηχανισμούς γένεσης κατά μήκος της Αδριατικής (βόρεια του Ιονίου Πελάγους) λόγω της σύγκλισης της Απούλιας λιθοσφαιρικής πλάκας με την πλάκα της ανατολικής Μεσογείου, με την διεύθυνση των ρηγμάτων να είναι παράλληλη προς τις ακτές

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

και να κλίνουν προς αυτές με μικρή γωνία κλίσης (ομάδα 1), β) τους ανάστροφους μηχανισμούς γένεσης του Ελληνικού τόξου, με την διεύθυνση των ρηγμάτων στο δυτικό τμήμα (Κέρκυρα-νοτιοδυτική Κρήτη) να είναι ΒΔ-ΝΑ ενώ στο ανατολικό τμήμα και συγκεκριμένα στην νοτιοανατολική Κρήτη και στην περιοχή της Ρόδου η διεύθυνση αυτή είναι ΔΒΔ-ΑΝΑ (ομάδα 2). Τα ανάστροφα αυτά ρήγματα δημιουργούνται κατά κύριο λόγο από την εφίππευση του Αιγαίου πάνω στην πλάκα της Μεσογείου, γ) τα κανονικά ρήγματα του ορογενούς, γενικής διεύθυνσης Β-Ν τα οποία προκαλούν εφελκυσμό Α-Δ (ομάδα 3), δ) τα κανονικά ρήγματα της οπισθότοξης περιοχής με γενική διεύθυνση Α-Δ (ομάδα 4) και ε) τα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης (ομάδα 5) του δυτικού τμήματος του ρήγματος της Β. Ανατόλιας τα οποία φτάνουν στο Αιγαίο και εμφανίζονται στην περιοχή των νησιών του Ιονίου πελάγους π.χ. ρήγμα μετασχηματισμού Κεφαλονιάς (*Scordilis et al.*, 1985) και στη ΒΔ Πελοπόννησο.



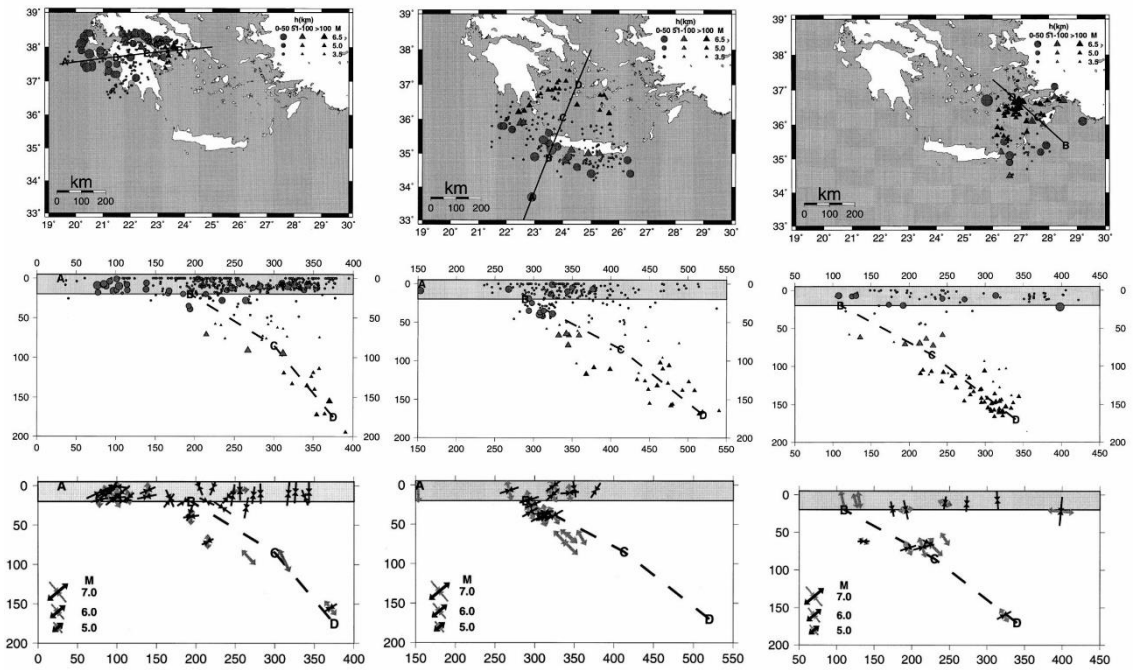
Σχήμα 1.4 *Μέσοι μηχανισμοί γένεσης των επιφανειακών σεισμών της Ελλάδας (Papazachos et al., 1998). Οι μέσοι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών καθορίστηκαν από την μεθοδολογία που πρότειναν οι Papazachos and Kiratzi (1992).*

Πρώτοι οι *Papazachos and Comninakis* (1971) αναγνώρισαν την βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο αριθμό σεισμών. Στην συνέχεια πληθώρα ερευνητών αναγνώρισαν λεπτομερέστερα τη ζώνη αυτή χρησιμοποιώντας εκτός από τις εστίες των σεισμών και διάφορους μηχανισμούς γένεσης που είτε προκύπτουν από την ανάλυση των πρώτων αφίξεων των επιμήκων κυμάτων είτε με τη μέθοδο της αντιστροφής (π.χ. *Taymaz et al.*, 1990; *Papazachos and*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Nolet, 1997). Οι *Bohnhoff et al.* (2001) μελέτησαν με την χρήση της σεισμικής διασκόπηση, τα χαρακτηριστικά της καταδυόμενης πλάκας στην περιοχή της Κρήτης υπολογίζοντας το πάχος του ωκεάνιου φλοιού στην υποβυθιζόμενη περιοχή περίπου 7km αν και άλλες μελέτες δείχνουν τα πάχη ωκεάνιου φλοιού να κυμαίνονται μεταξύ 15Km και 20km (*Knapmeyer and Harjes*, 2000).

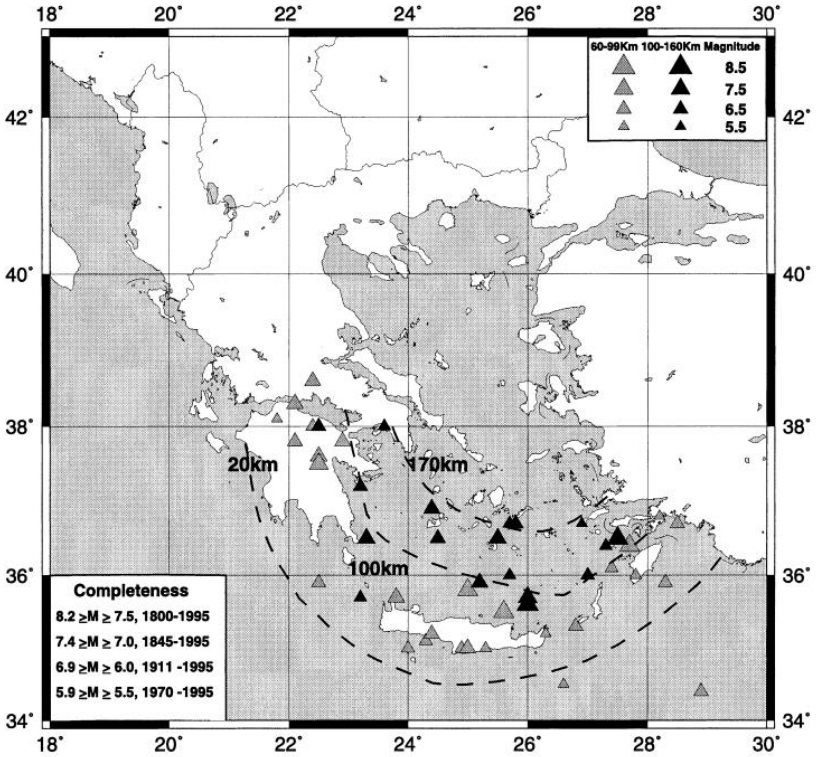


Σχήμα 1.5 *Τομές κάθετες στην γενική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου. Φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών στους χάρτες απεικόνισης της σεισμικότητας (πάνω σχήματα) καθώς και οι αντίστοιχες τομές (τρία ενδιάμεσα σχήματα). Οι τομές (κάτω σχήματα) παρουσιάζουν την διεύθυνση των P-T αξόνων όπως προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης (Papazachos et al., 2000).*

Οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, εκτός από τα δυο επίπεδα του ρήγματος (κύριο και βοηθητικό), δείχνουν και το είδος του πεδίου των τάσεων που επικρατούν σε μια περιοχή. Με αυτό τον τρόπο οι *Papazachos et al.* (2000), όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 1.5, χρησιμοποίησαν τις εστίες σεισμών ενδιαμέσου βάθους και τις διευθύνσεις των P-T αξόνων και έδειξαν την πολύ καλή συμφωνία της χωρικής τους κατανομής με τη γεωμετρία της καταδυόμενης λιθόσφαιρας. Στις τομές που παρουσιάζονται στο *Σχήμα 1.5* φαίνονται οι άξονες εφελκυσμού (T-άξονες) να είναι παράλληλοι με την διεύθυνση της καταδυόμενης αυτής πλάκας ενώ οι άξονες συμπίεσης είναι κάθετοι σε αυτή.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

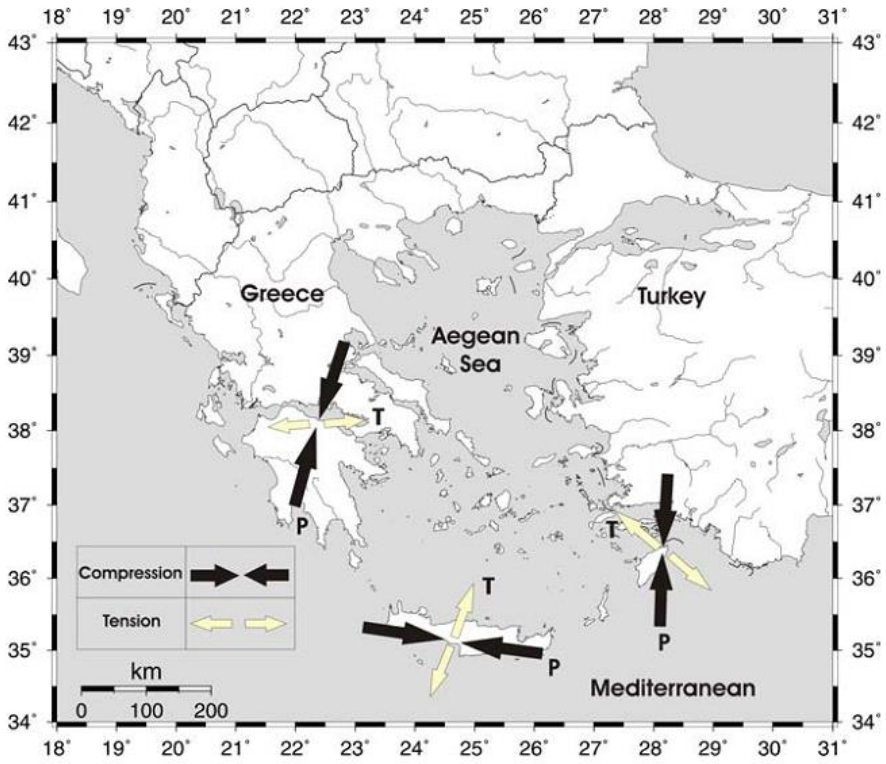


Σχήμα 1.6 *Χάρτης απεικόνησης των ισοβαθών των σεισμών (20km,100km και 170Km) όπως προκύπτει από την κατανομή των σεισμικών εστιών στις τομές (του σχήματος 1.5) (Papazachos et al., 2000)*

Στο Σχήμα 1.6 φαίνεται ο χάρτης κατανομής των ισοβαθών που προκύπτει από την χαρτογράφηση των σεισμών ανάλογα με το βάθος τους. Η ισοβαθής των 20km περιλαμβάνει σεισμούς ανάστροφων μηχανισμών γένεσης που οφείλονται στη σύγκρουση και βύθιση της Μεσογειακής πλάκας κάτω από την πλάκα του Αιγαίου. Αντίστοιχα, η ισοβαθής των 100km θεωρείται, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 1.5, ως το όριο αλλαγής της κλίσης της ζώνης Benioff από ~30° σε 45° (*Papazachos et al.*, 2000). Η ζώνη της καταδυόμενης πλάκας σε βάθη 100Km μέχρι και τα 170km, όπου ορίζεται και η τρίτη ισοβαθής, πραγματοποιείται «ελεύθερη» βύθιση της λιθοσφαιρικής πλάκας, όπως φαίνεται και από τη σύμπτωση της διεύθυνσης βύθισής της με αυτήν των Τ-αξόνων (Σχήμα 1.5). Παρόμοια αποτελέσματα, όσο αφορά την κλίση των Τ-αξόνων, φαίνονται και στο Σχήμα 1.7 όπου παρουσιάζονται οι άξονες Τ και Ρ που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών ενδιαμέσου βάθους (60-110km). Αντίστοιχα αποτελέσματα υπολόγισαν οι *Papazachos and Kiratzi* (1996), οι οποίοι χρησιμοποιώντας δεδομένα σεισμών βάθους 40-100km βρήκαν ότι στην καταδυόμενη λιθόσφαιρα υπάρχουν εφελκυστικοί άξονες με διεύθυνση παράλληλη με την καταδυόμενη λιθόσφαιρα και συμπίεση κάθετα στην διεύθυνση αυτή.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α.

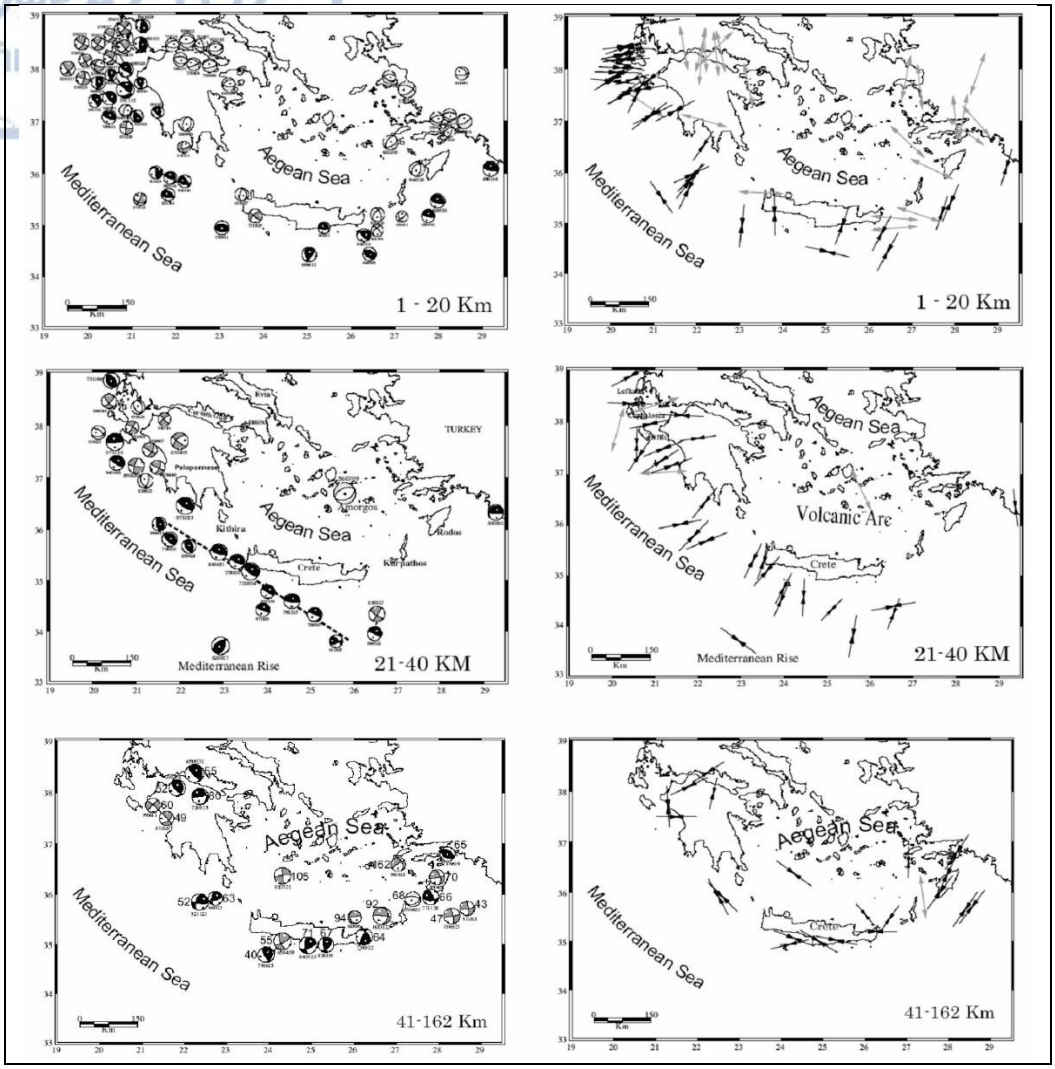


Σχήμα 1.7 *Οι άξονες συμπίεσης (P) και εφελκυσμού(T) όπως προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των ενδιαμέσου βάθους σεισμών (Papazachos et al., 2005).*

Οι *Benetatos et al.* (2004) χρησιμοποίησαν μηχανισμούς γένεσης 28 σεισμών ενδιαμέσου βάθους όπως προέκυψαν από αντιστροφή των μακράς περιόδου κυμάτων χώρου, μαζί με ήδη δημοσιευμένους μηχανισμούς γένεσης για το διάστημα 1955-1998, για τη μελέτη του πεδίου των τάσεων στον χώρο του Ν. Αιγαίου (Σχήμα 1.8). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές έδειξαν ότι στα επιφανειακά βάθη υπάρχει συμπίεση ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης σε όλο το Ελληνικό τόξο και οι P-άξονες που βρίσκονται στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του τόξου είναι κάθετοι σε αυτό, ενώ στο ανατολικό τμήμα οι άξονες αυτοί είναι παράλληλοι με αυτό. Στους Τ-άξονες οφείλεται η ύπαρξη μιας ζώνης κανονικών ρηγμάτων στο εσωτερικό του τόξου με Α-Δ διεύθυνση, ενώ οι Τ-άξονες που αναπτύσσονται βορειότερα και πάνω από το ηφαιστειακό τόξο έχουν διεύθυνση Β-Ν προκαλώντας ρήγματα Α-Δ διεύθυνσης. Στα βαθύτερα στρώματα >40km οι παραμορφώσεις που συμβαίνουν οφείλονται σε οριζόντιες κινήσεις των ρηγμάτων με τους άξονες συμπίεσης να είναι παράλληλοι με την τοπική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα

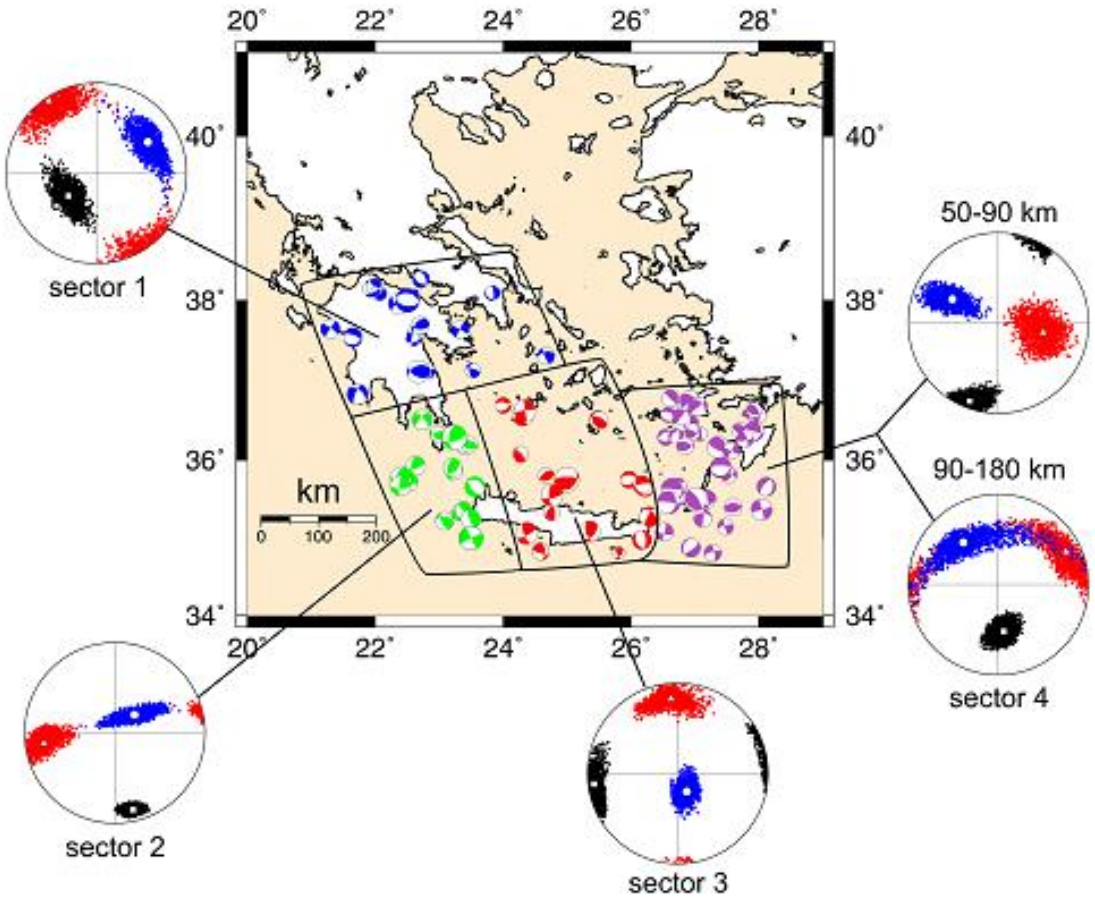


Σχήμα 1.8 *α) Μηχανισμοί γένεσης των σεισμών για κατηγορίες βαθών 0-20Km, 21-40km και 41-162Km (σχήματα αριστερά), β) αντίστοιχοι P-άξονες (συμπίεσης) και T-άξονες (εφελκυσμού) (σχήματα δεξιά) (Benetatos et al., 2004).*

Οι *Rontogianni et al.* (2011) χρησιμοποίησαν διαθέσιμους μηχανισμούς γένεσης ενδιαμέσου βάθους (h≥50km) και εφήρμοσαν την μεθοδολογία των *Michael* (1987) για τον καθορισμό του πεδίου των τάσεων στο Ν. Αιγαίο (Σχήμα 1.9). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές χώρισαν το Ν. Αιγαίο σε τέσσερις υποπεριοχές (Πελοπόννησος, Κύθηρα-Δυτική Κρήτη, Κρήτη και Κάρπαθος-Ρόδος) και καθόρισαν το πεδίο των τάσεων σε κάθε υποπεριοχή. Γενικά τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ερευνητών είναι παρόμοια με αυτά των *Kiratzi and Papazachos* (1995) και των *Papazachos et al.* (2005) αφού οι άξονες συμπίεσης παρουσιάζονται σε όλες τις περιοχές να είναι σχεδόν παράλληλοι με την τοπική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου. Από την μελέτη του πεδίου τάσεων της υποπεριοχής Καρπάθου-Ρόδου, η οποία χωρίστηκε σε 2 τμήματα (50-90km και 90-180km), πιθανολογείται από τους συγκεκριμένους ερευνητές η ύπαρξη διπλής ζώνης Benniof (DWBZ).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 1.9 *Κατανομή 100 μηχανισμών γένεσης στο Ν. Αιγαίο από την εργασία των Rontogianni et al. (2011). Οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών είναι χωρισμένοι σε 4 υποπεριοχές. Οι στερεογραφικές προβολές των αξόνων (σ1, σ2 και σ3) παρουσιάζονται στο εξωτερικό μέρος του χάρτη. Το τετράγωνο συμβολίζει τον σ1 άξονα, ο κύκλος τον άξονα σ3 ενώ το τρίγωνο το άξονα σ2. Τα χρωματιστά σημεία παρουσιάζουν το 68% του διαστήματος εμπιστοσύνης για κάθε άξονα.*

1.3. Παραμόρφωση φλοιού του Νοτίου Αιγαίου

Η χρήση δεδομένων από γεωδαιτικές παρατηρήσεις (π.χ GPS, SLR) βοήθησε τους επιστήμονες στην καλύτερη κατανόηση της παραμόρφωσης των ηπείρων. Σε αντίθεση με τα σεισμολογικά δεδομένα, η χρήση των γεωδαιτικών παρατηρήσεων βοήθα στην εξαγωγή αποτελεσμάτων για περιοχές υψηλής αλλά και χαμηλής σεισμικότητας (π.χ. ασεισμικής παραμόρφωσης). Αρκετές εργασίες (*McKenzie*, 1972, 1978; *McKenzie and Jackson*, 1983; *Taymaz et al.*, 1991; *Le Pichon et al.*, 1995; *Armijo et al.*, 1996; *Papazachos*, 1999; *McClusky et al.*, 2000; *Goldsworthy et al.*, 2002; *Nyst and Thatcher*, 2004) έχουν δημοσιευτεί για την ενεργό παραμόρφωση του Ελληνικού χώρου και κατ' επέκταση του Ν. Αιγαίου, συχνά με τη συνδυαστική χρήση γεωδαιτικών και σεισμολογικών δεδομένων, και οι οποίες

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

προτείνουν διάφορα μοντέλα για τις κινήσεις των πλακών που διαμορφώνουν την γεωτεκτονική εξέλιξη του Ελληνικού χώρου.

Εργασίες των *McKenzie*, (1972), (1978), έδειξαν την ύπαρξη μικροπλακών στον ευρύτερο χώρο του Αιγαίου. Συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας σεισμολογικά δεδομένα (μηχανισμούς γένεσης, σεισμικότητα), πρότειναν εκτός από την ύπαρξη τριών άκαμπτων περιοχών (Αραβική πλάκα, πλάκα της Ανατολίας, πλάκα του Αιγαίου) και την ύπαρξη ενδοπλακικής παραμόρφωσης στην πλάκα της Ανατολίας. Η κίνηση της Αραβικής μικροπλάκας επηρεάζει την κίνηση του Αιγαίου, η οποία διαχωρίζεται στην κεντρική Ελλάδα από ένα ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης στην περιοχή του Κορινθιακού κόλπου. Αργότερα, οι *McKenzie and Jackson* (1983) θεώρησαν ότι ο εφελκυσμός διεύθυνσης Β-Ν που επικρατεί στην κεντρική Ελλάδα είναι σε συμφωνία με την ΝΝΔ δεξιόστροφη κίνηση που διαμορφώνεται σε σχέση με την Ευρασία.

Οι *Taymaz et al.* (1991) πρότειναν ότι η παραμόρφωση του χώρου του Αιγαίου οφείλεται σε τρεις κύριους παράγοντες: α) Στην κίνηση προς τα δυτικά της πλάκας της Ανατολίας με την εμφανή ενεργοποίηση ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης. β) Στην σύγκρουση της Απούλιας μικροπλάκας με την Δ. Ελλάδα. γ) Στην βύθιση της Μεσογειακής πλάκας κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου.

Πρώτοι οι *Le Pichon et al.* (1995) χρησιμοποίησαν δεδομένα από μετρήσεις GPS και υποστήριξαν ότι στον Ελληνικό χώρο βρίσκονται δυο μικροπλάκες οι οποίες δημιουργούν εφελκυστικές τάσεις στον Κορινθιακό κόλπο και είναι: α) η μικροπλάκα του της κεντρικής Ελλάδας, η οποία περιστρέφεται δεξιόστροφα και β) η πλάκα του Αιγαίου-Ανατολίας, η οποία περιστρέφεται αριστερόστροφα. Μεταξύ αυτών των δυο μικροπλακών υπάρχουν ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Οι *Armijo et al.* (1996) μελέτησαν τα οριζόντιας μετατόπισης ρήγματα που παρατηρούνται στην περιοχή του Β. Αιγαίου και θεώρησαν ότι ο εφελκυσμός σταματάει εκεί που τελειώνουν τα οριζόντιας μετατόπισης ρήγματα της Β. Ανατολίας.

Ο *Papazachos* (1999) έδειξε με την χρήση, τόσο σεισμολογικών όσο και γεωδαιτικών δεδομένων ότι η κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου είναι μεγαλύτερη από την περιστροφή που παρατηρείται από την πλάκα της Ανατολίας. Συγκεκριμένα έδειξε ότι η περιστροφή της πλάκας της Ανατολίας γίνεται με μια μέση ταχύτητα ~22mm/yr, το Αιγαίο κινείται με ΝΝΔ διεύθυνση με ταχύτητα από ~25mm/yr στις δυτικές ακτές της Τουρκίας, η οποία αυξάνει στα 35-30mm/yr στο νοτιοδυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου. Στο Σχήμα 1.11 παρουσιάζεται το κινηματικό μοντέλο για την περιοχή της Ανατολίας και του Αιγαίου όπως προτείνεται από τον *Papazachos* (1999).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Οι *McClusky et al.* (2000) χρησιμοποίησαν δεδομένα από μετρήσεις GPS και καθόρισαν τις κινήσεις των μικροπλακών της Ανατολίας και του Ν. Αιγαίου. Πρώτοι οι συγκεκριμένοι ερευνητές αναγνώρισαν την μικροπλάκα του Ν. Αιγαίου, θεωρώντας ότι η κίνηση της συγκεκριμένης μικροπλάκας αρχίζει από το ανατολικό Αιγαίο και φτάνει μέχρι και την Πελοπόννησο. Επίσης ο εφελκυσμός λαμβάνει χώρα μέχρι και το Β. Αιγαίο και δυτικά της Ανατολίας. Ο *Papazachos* (2002) με την χρήση δεδομένων GPS πρότεινε ένα συνεχές πεδίο ταχυτήτων στον χώρο του Αιγαίου. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.12, θεωρήθηκε ότι η μικροπλάκα του Αιγαίου πρέπει να θεωρείται ως ξεχωριστή μικροπλάκα, στην οποία το δυτικό και ανατολικό τμήμα περιστρέφονται δεξιόστροφα και αριστερόστροφα, αντίστοιχα.

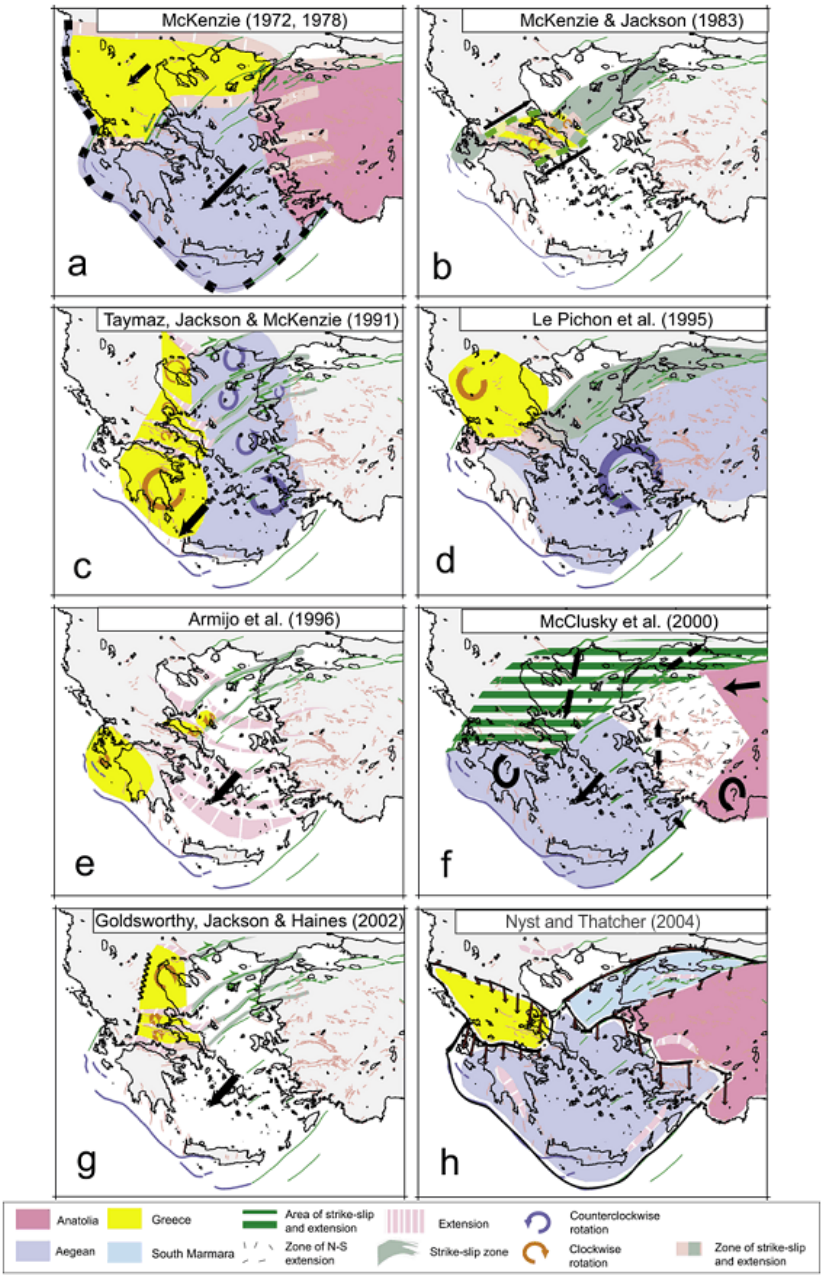
Οι *Goldsworthy et al.* (2002) χρησιμοποίησαν σεισμολογικά, γεωδαιτικά και γεωλογικά δεδομένα και πρότειναν την ύπαρξη τριών τεμαχών στην κεντρική Ελλάδα τα οποία περιστρέφονται δεξιόστροφα. Μεταξύ των τριών αυτών τεμαχών παρατηρούνται εφελκυστικές τάσεις. Επίσης, αναγνωρίστηκε ότι οι εφελκυστικές τάσεις στην περιοχή της Κορίνθου μειώνονται στα ανατολικά ενώ στις περιοχές του Ευβοϊκού Κόλπου, Θεσσαλίας και Μακεδονίας οι εφελκυστικές τάσεις μειώνονται προς τα δυτικά.

Οι *Nyst and Thatcher* (2004) χρησιμοποιώντας GPS μετρήσεις προτείνουν την ύπαρξη τεσσάρων μικροπλακών: της κεντρικής Ελλάδας, του Νοτίου Αιγαίου, της Ανατολίας και της θαλάσσιας περιοχής του Μαρμαρά. Πρότειναν την δεξιόστροφη κίνηση της κεντρικής Ελλάδας, σε αντίθεση με την αριστερόστροφη κίνηση της μικροπλάκας του Μαρμαρά θεωρώντας ως σημείο αναφοράς την Ευρασιατική πλάκα. Θεώρησαν επίσης ότι το εφελκυστικό πεδίο που παρατηρείται στον Ελληνικό χώρο οφείλεται στις σχετικές κινήσεις αυτών των μικροπλακών.

Στο Σχήμα 1.10 παρουσιάζονται τα κινηματικά μοντέλα που προτείνονται από διάφορες εργασίες (*McKenzie*, 1972, 1978; *McKenzie and Jackson*, 1983; *Taymaz et al.*, 1991; *Le Pichon et al.*, 1995; *Armijo et al.*, 1996; *Papazachos*, 1999; *McClusky et al.*, 2000; *Goldsworthy et al.*, 2002; *Nyst and Thatcher*, 2004) για τον Ελληνικό χώρο.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

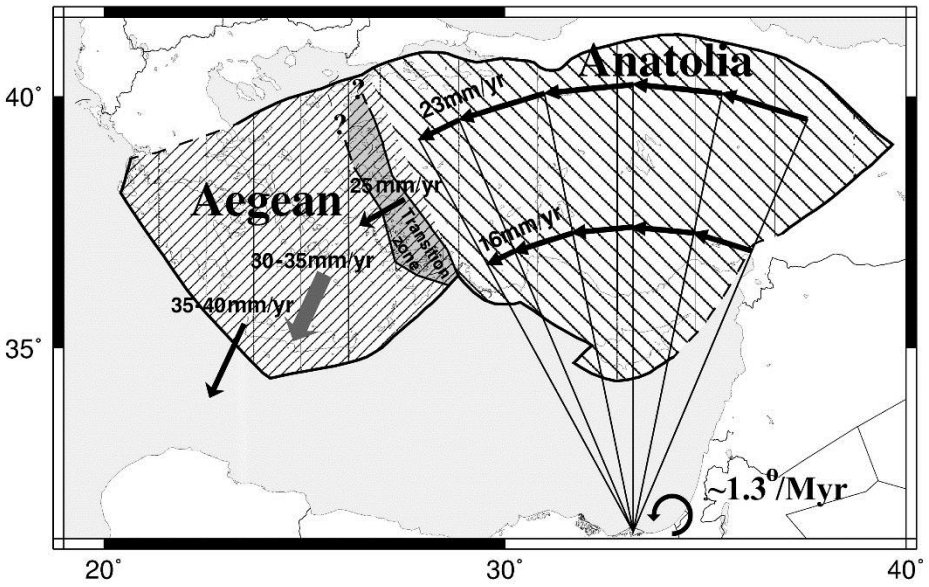
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γε
Α.Π



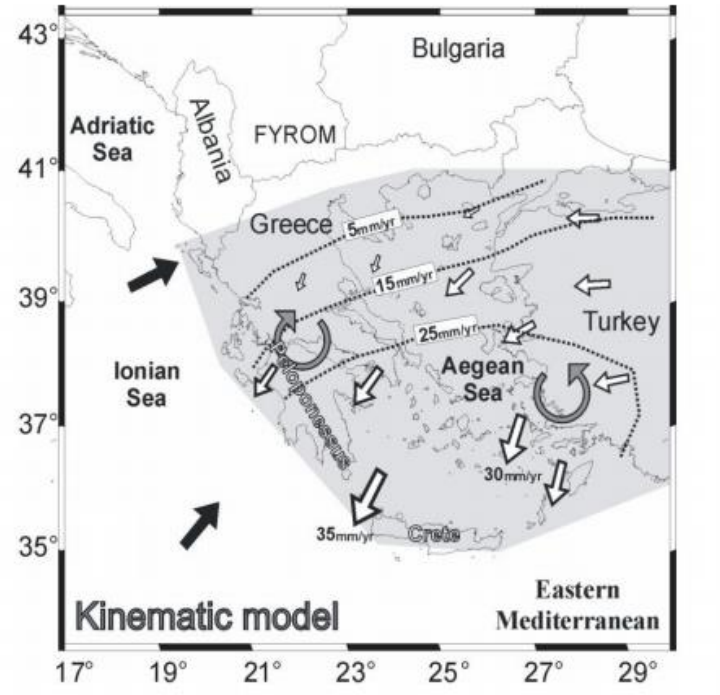
Σχήμα 1.10 *Σχηματική απεικόνιση κινηματικών μοντέλων που προτείνονται για τον Ελληνικό χώρο από διάφορες εργασίες (McKenzie, 1972, 1978; McKenzie and Jackson, 1983; Taymaz et al., 1991; Le Pichon et al., 1995; Armijo et al., 1996; McClusky et al., 2000; Goldsworthy et al., 2002) όπως παρουσιάζονται στην εργασία των Nyst and Thatcher (2004).Το υπόμνημα καθορίζει τα χαρακτηριστικά στοιχεία που καθορίζουν τις κινήσεις των διαφόρων μικροπλακών. Η αριστερόστροφη και δεξιόστροφη περιστροφή καθορίζεται με γαλάζιο και πορτοκαλί βέλος αντίστοιχα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α.



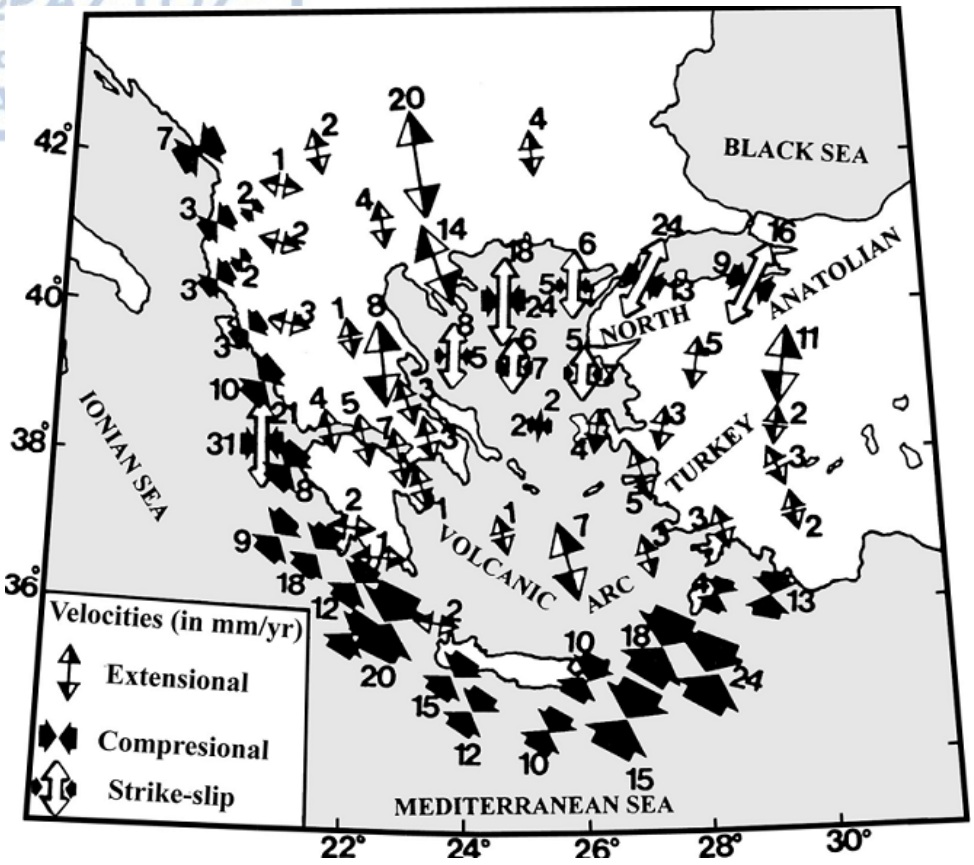
Σχήμα 1.11 *Κινηματικό μοντέλο για την περιοχή της Ανατολίας και του Αιγαίου όπως προτείνεται από τον Papazachos (1999). Η πλάκα της Ανατολίας περιστρέφεται προς τα δυτικά και η κίνηση της μεταφέρεται στο Αιγαίο κατά μήκος μίας ζώνης μετάβασης (παράλια Ελλάδας-Τουρκίας). Το Αιγαίο κινείται προς τα ΝΝΔ. Η παραμόρφωση αυτή αυξάνεται λόγω των εφελκυστικών τάσεων Β-Ν διεύθυνσης που παρατηρούνται στο χώρο του Αιγαίου.*



Σχήμα 1.12 *Κινηματικό μοντέλο που προτείνεται από τον Papazachos (2002) για τον Αιγαίο. Το δυτικό τμήμα του Αιγαίου περιστρέφεται δεξιόστροφα και το ανατολικό τμήμα περιστρέφεται αριστερόστροφα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



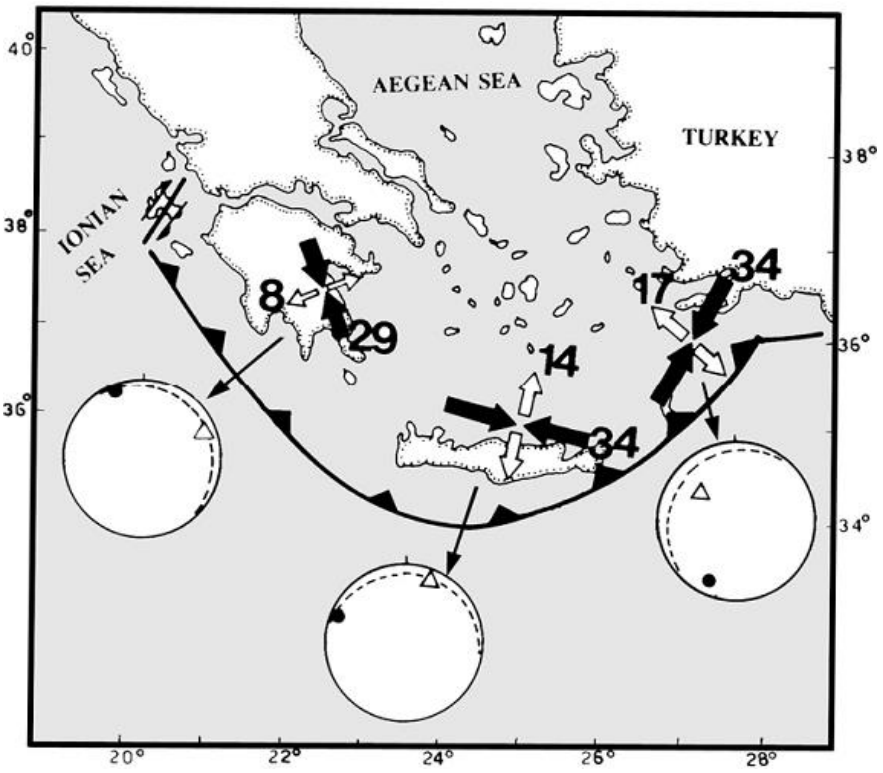
Σχήμα 1.13 *Ταχύτητες σεισμικής παραμόρφωσης (εφελκυστικής-συμπιεστικής) του ανώτερου φλοιού του ελληνικού χώρου και των γύρω περιοχών. Στο σχήμα οι 63 σεισμογόνες πηγές προκύπτουν από τον υπολογισμό του τανυστή παραμόρφωσης (Papazachos and Kiratzi, 1992). Τα συγκλίνοντα βέλη (μαύρο χρώμα) δείχνουν τις ταχύτητες οριζόντιας σύγκλισης και τα αποκλίνοντα βέλη (άσπρο-μαύρο χρώμα) τις ταχύτητες οριζόντιας επέκτασης. Τα κάθετα ενωμένα συγκλίνοντα και αποκλίνοντα βέλη δείχνουν τις διευθύνσεις εφελκυσμού και συμπίεσης που προκύπτουν από ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης (Ανατολίας, Κεφαλονιάς) (Papazachos and Kiratzi, 1996).*

Οι *Papazachos and Kiratzi* (1996) μελέτησαν την παραμόρφωση του φλοιού στο Αιγαίο και στις γύρω περιοχές για 63 σεισμογόνες πηγές, χρησιμοποιώντας την τεχνική που πρότειναν οι *Papazachos and Kiratzi* (1992) για τον υπολογισμό του ρυθμού επέκτασης του φλοιού. Η συγκεκριμένη τεχνική βασίστηκε σε εργασίες των (*Kostrov*, 1974; *Jackson and McKenzie*, 1988a, b) και εφαρμόστηκε σε πληθώρα εργασιών τόσο για τον καθορισμό του μέσου πεδίου των τάσεων όσο και τον ρυθμό παραμόρφωσης (*Papazachos and Kiratzi*, 1992; *Kiratzi and Papazachos*, 1995; *Papazachos and Kiratzi*, 1996; *Vamvakaris et al.*, 2006; *Dimitriadis et al.*, 2009). Στο Σχήμα 1.13 παρουσιάζονται οι ταχύτητες σεισμικής παραμόρφωσης του ανώτερου φλοιού του Ελληνικού χώρου και των γύρω περιοχών με τα συγκλίνοντα και αποκλίνοντα βέλη να καθορίζουν την ταχύτητα παραμόρφωσης της βράχυνσης και της επέκτασης του φλοιού, αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές υπολόγισαν ότι κατά μήκος των ακτών της Αλβανίας και στην Βορειοδυτική Ελλάδα, η

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

σύγκρουση της Αδριατικής πλάκας με την Ευρασία έχει ως αποτέλεσμα στην συμπιεστική παραμόρφωση με ταχύτητα των 4mm/yr κάθετα σχεδόν στην ακτογραμμή. Κατά μήκος του εξωτερικού τμήματος του Ελληνικού τόξου η τεκτονική παραμόρφωση οφείλεται σε συμπίεση με την ταχύτητα να είναι περίπου 13mm/yr. Η ταχύτητα αυτή είναι σχεδόν σταθερή από τα νησιά του Ιονίου μέχρι και την Ρόδο. Το Αιγαίο και οι γύρω περιοχές χαρακτηρίζονται από εφελκυστική παραμόρφωση. Από τις διευθύνσεις της ελάχιστης παραμόρφωσης φαίνεται να πραγματοποιείται μια αριστερόστροφη περιστροφή από ανατολικά (Δυτική Τουρκία) προς τα δυτικά (Αιγαίο). Γι΄αυτό ο εφελκυσμός έχει ΒΑ διεύθυνση στα βορειοδυτικά της Τουρκίας, ΒΒΔ διεύθυνσης στο κεντρικό Αιγαίο και στην Β. Ελλάδα και ΔΒΔ διεύθυνση στο δυτικό μέρος της Ελλάδας. Ο μέσος όρος αυτής της εφελκυστικής παραμόρφωσης είναι περίπου 5mm/yr.



Σχήμα 1.14 *Ταχύτητες σεισμικής παραμόρφωσης (εφελκυστικής-συμπιεστικής) χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία των Papazachos and Kiratzi (1992) και τους μηχανισμούς γένεσης σεισμών ενδιάμεσου βάθους(~40-100km) του Νότιου Αιγαίου. Οι ταχύτητες σεισμικής παραμόρφωσης (mm/year) αναγράφονται δίπλα στους άξονες εφελκυσμού και συμπίεσης (Kiratzi and Papazachos, 1995).*

Οι *Kiratzi and Papazachos* (1995) μελέτησαν την παραμόρφωση που προκαλείται στο πάνω τμήμα της βυθιζόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Αιγαίο χρησιμοποιώντας τους μηχανισμούς γένεσης σεισμών ενδιάμεσου βάθους (~40-100Km). Στο Σχήμα 1.14 παρουσιάζονται οι άξονες εφελκυσμού (αποκλίνοντα βέλη), οι άξονες συμπίεσης (συγκλίνοντα βέλη) και οι ταχύτητες παραμόρφωσης που προκύπτουν

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία των *Papazachos and Kiratzi* (1992). Η ταχύτητα εφελκυσμού ~1cm/yr αντιστοιχεί στην διεύθυνση καταβύθιση της λιθοσφαιρικής πλάκας και σε ταχύτητα ~3cm/yr συμπίεσης παράλληλα με την γενική διεύθυνση του τόξου.

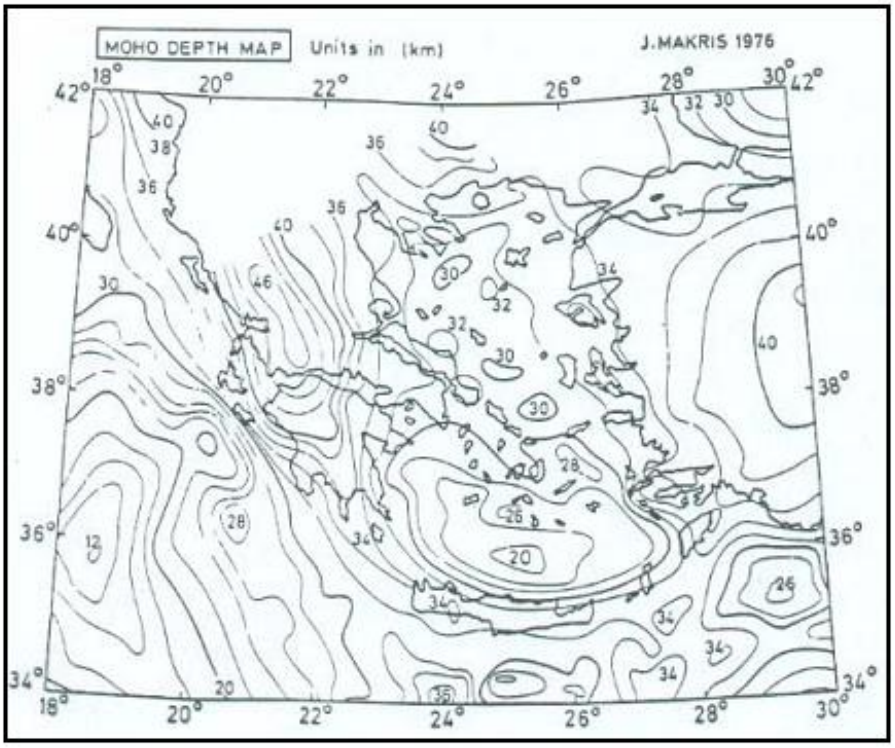
1.4. Δομή του Νοτίου Αιγαίου

Η πολυπλοκότητα της τεκτονικής δομής του Ελληνικού χώρου, όπως εκφράζεται από την σεισμικότητά του, ώθησε από αρκετά νωρίς τους επιστήμονες στην περαιτέρω μελέτη της. Οι ταχύτητες των σεισμικών κυμάτων του φλοιού και του άνω μανδύα μελετήθηκαν αρχικά σε πληθώρα σημαντικών εργασιών με τη χρήση των χρόνων διαδρομής των κυμάτων αυτών (π.χ. *Panagiotopoulos*, 1984; *Panagiotopoulos and Papazachos*, 1985; *Plomerova et al.*, 1989), των χρόνων διαδρομής από δεδομένα εκρήξεων (π.χ. *Makris*, 1973, 1978; *Delibasis et al.*, 1988), καθώς και από τη σκέδαση των επιφανειακών κυμάτων (π.χ. *Papazachos et al.*, 1967; *Calcagnile et al.*, 1982). Επίσης η τεκτονική δομή μελετήθηκε και με την χρήση βαρυτικών δεδομένων (π.χ. *Makris*, 1976; *Chailas et al.*, 1993). Πρώτοι οι *Papazachos et al.* (1967) χρησιμοποίησαν 85 μακρινούς σεισμούς που καταγράφηκαν από το σταθμό της Αθήνας στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και υπολόγισαν τα πάχη του φλοιού στο Αιγαίο με την τεχνική της σκέδασης των επιφανειακών κυμάτων. Τα πάχη που υπολόγισαν ήταν μεταξύ 35-45 km.

Ο *Makris* (1976) χρησιμοποίησε το συνδυασμό σεισμολογικών και βαρυτικών δεδομένων και πρότεινε την ύπαρξη ενός ανοδικού δόμου στο Νότιο Αιγαίο, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την λέπτυνση του φλοιού και την μεγάλη απόσβεση των σεισμικών κυμάτων. Εργασίες του ίδιου ερευνητή (π.χ. *Makris*, 1973, 1976, 1977; *Makris and Moller*, 1977; *Makris*, 1978) προτείνουν μέσο πάχος φλοιού 30km για το Αιγαίο και 44km για τις Ελληνίδες οροσειρές. Στο Σχήμα 1.15 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις του βάθους της ασυνέχειας Moho όπως έχουν καθοριστεί από εργασίες των *Makris* (1976). Αντίστοιχα οι ταχύτητες των επιμήκων κυμάτων στο βασαλτικό και γρανιτικό στρώματος υπολογίστηκαν σε 6.2-7.1 Km/sec και 5.9-6.2 km/sec, αντίστοιχα. Οι τιμές των ταχυτήτων για των πάνω μανδύα εκτιμήθηκαν σε 7.7-7.9 km/sec.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α.



Σχήμα 1.15 *Τα πάχη του φλοιού στον Ελληνικό χώρο και την ευρύτερη περιοχή όπως έχουν καθοριστει από εργασίες των Makris (1976).*

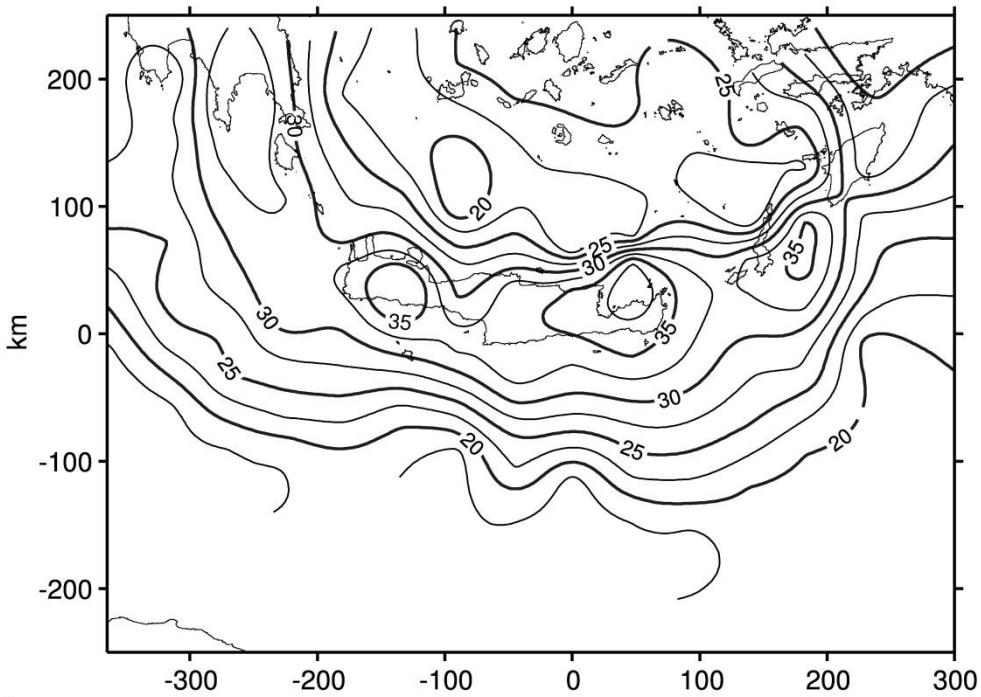
Οι *Calcagnile et al.* (1982) χρησιμοποίησαν την μέθοδο της αντιστροφής σε επιφανειακά κύματα και υπολόγισαν πάχη φλοιού 36-42 km για το Αιγαίο και ~41-47 km για την υπόλοιπη Ελλάδα. Ο *Martin* (1988) χρησιμοποιώντας την μέθοδο της αντιστροφής των χρόνων διαδρομής από σεισμούς στην περιοχή της Πελοποννήσου υπολόγισε πάχος του φλοιού στην περιοχή της Πελοποννήσου ίσο με 40 km και ταχύτητες των επιμήκων κυμάτων στο γρανιτικό και βασαλτικό στρώμα και στον πάνω μανδύα 6.0-6.2 km/sec, 6.4-6.6km/sec και 7.7-7.8 km/sec, αντίστοιχα. Οι *Panagiotopoulos*, 1984 και *Panagiotopoulos and Papazachos*, 1985 υπολόγισαν, χρησιμοποιώντας καμπύλες χρόνων διαδρομής, πάχη για το ιζηματογενές, το γρανιτικό και το βασαλτικό στρώμα ίσα προς 1.5 km, 5.0 km, 12.5 km και ταχύτητες διάδοσης των επιμήκων κυμάτων μέσα σε αυτά 5.0 km/sec, 6.0 km/sec και 6.6 km/sec, αντίστοιχα. Στις εργασίες αυτές εκτιμήθηκε ότι το πάχος του φλοιού στην περιοχή των Ελληνίδων οροσειρών είναι 38-45km.

Οι *Chailas et al.* (1993) χρησιμοποιώντας βαρυτικά δεδομένα του Ελληνικού χώρου υπολόγισαν μέσο πάχος φλοιού 25km για ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, ενώ για τις Ελληνίδες οροσειρές και την περιοχή του Ιόνιου τα πάχη του φλοιού που υπολόγισαν ήταν 38 Km και 15 Km, αντίστοιχα. Οι ίδιοι ερευνητές παρατήρησαν την λέπτυνση του φλοιού τόσο στην περιοχή της τάφρου του Βορείου Αιγαίου, όσο και την λέπτυνση στην περιοχή του Κρητικού πελάγους.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Αντίστοιχες μελέτες στην περιοχή του Ν. Αιγαίου, πραγματοποίησαν οι *Casten and Snopek* (2006) χρησιμοποιώντας βαρυτικά δεδομένα και υπολόγισαν τις διακυμάνσεις στο βάθος της ασυνέχειας Moho. Συγκεκριμένα, η ασυνέχεια Moho εντοπίστηκε σε βάθος ~20 km κάτω από το Κρητικό Πέλαγος και ~30Km κάτω από την Κρήτη ενώ στην περιοχή της Μεσογείου υπάρχει ένα εξαιρετικά παχύ ιζηματογενές κάλυμμα που φτάνει μέχρι το βάθος των 18 km (Σχήμα 1.16).

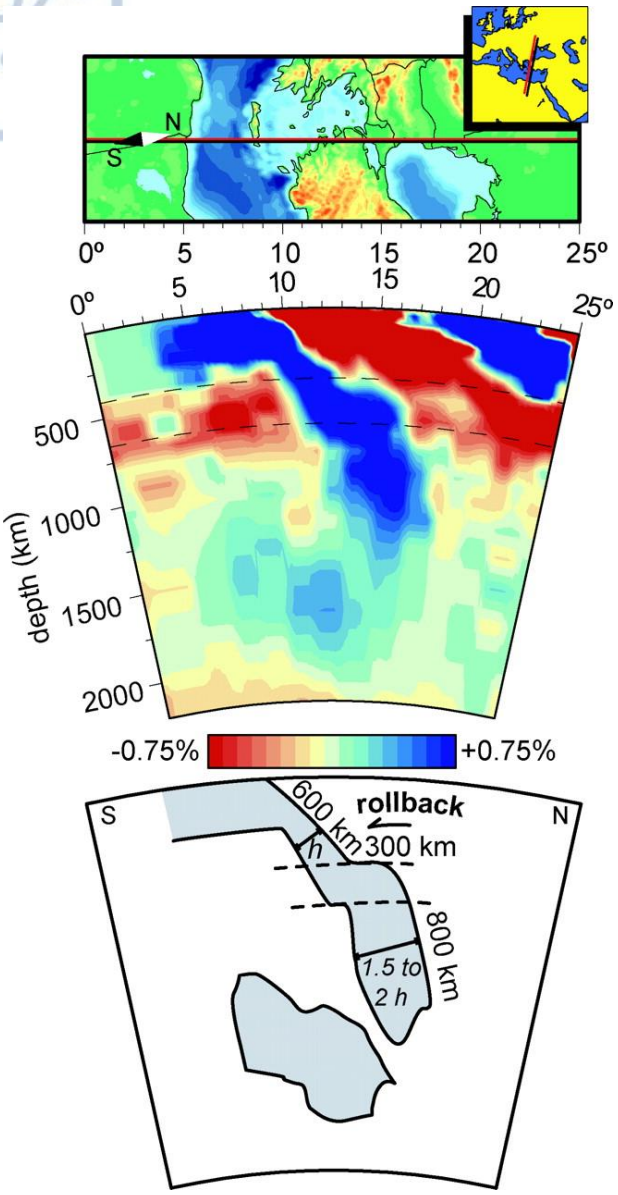


Σχήμα 1.16 *Τα πάχη του φλοιού για την περιοχή του Ν. Αιγαίου όπως έχουν καθοριστει από εργασίες των Casten and Snopek, (2006) με τη χρήση βαρυτικών δεδομένων.*

Η μέθοδος της αντιστροφής των χρόνων διαδρομής των σεισμικών κυμάτων εφαρμόστηκε αρχικά σε διάφορες εργασίες (π.χ. *Spakman*, 1986; *Spakman*, 1988; *Spakman et al.*, 1988; *Spakman et al.*, 1993), οδηγώντας στον καθορισμό τρισδιάστατων μοντέλων δομής ταχυτήτων του Αιγαίου. Στις συγκεκριμένες εργασίες αναγνωρίστηκε η ύπαρξη της καταδυόμενης λιθόσφαιρας κάτω από το Αιγαίο με την εμφάνιση υψηλών ταχυτήτων μέσα στην ζώνη χαμηλών ταχυτήτων που συνδέεται με το ηφαιστειακό τόξο του Ν. Αιγαίου. Νεώτερα τομογραφικά αποτελέσματα στον χώρο της Ανατολικής Μεσογείου με την χρήση της αντιστροφής των χρόνων διαδρομής, δείχνουν τη βύθιση της καταδυόμενης πλάκας της Αν. Μεσογείου σε βάθη έως 1700Km κάτω από το Αιγαίο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.17, στο οποίο παρουσιάζονται οι υψηλές ταχύτητες της καταδυόμενης ζώνης της Αν. Μεσογείου σε σχέση με τις χαμηλότερες ταχύτητες του μανδύα στο χώρο του Αιγαίου (*Bijwaard et al.*, 1998).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

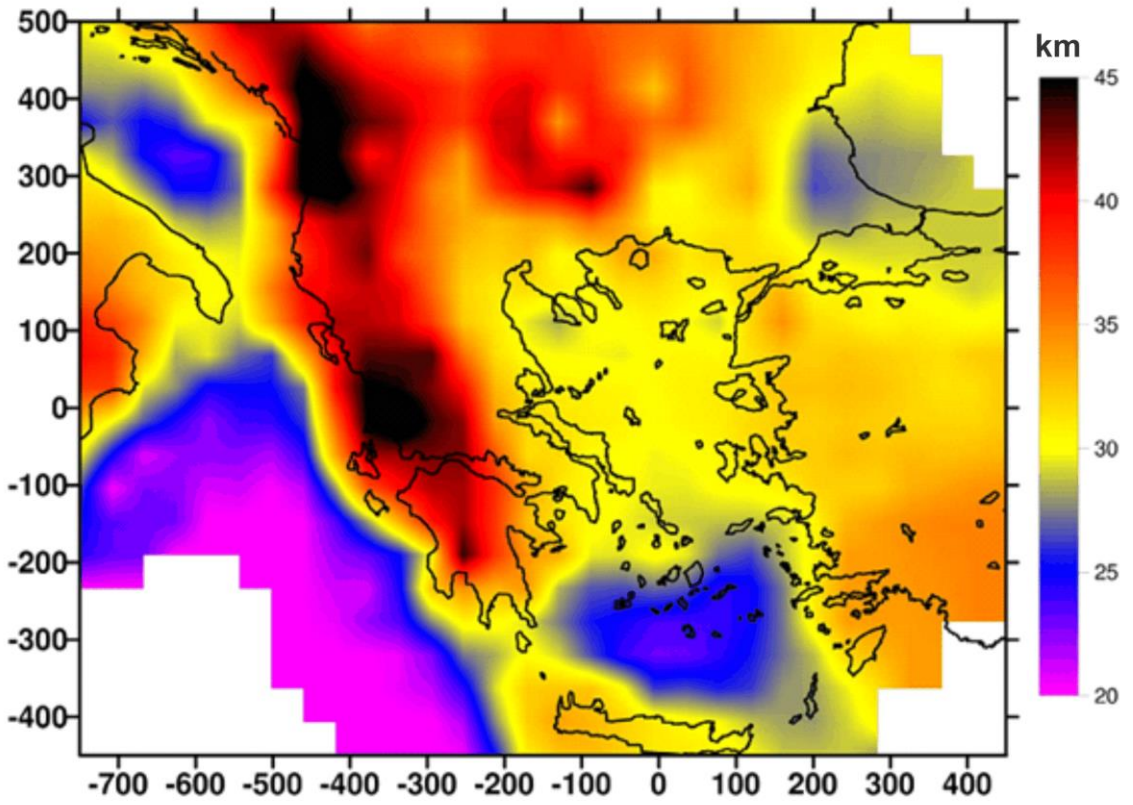


Σχήμα 1.17 *Τομογραφικά αποτελέσματα του μανδύα στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου δείχνοντας την καταδυόμενη πλάκα της Ανατολικής Μεσογείου να βυθίζεται μέχρι το βάθος των ~1700Km (Bijwaard et al., 1998)*

Ο *Papazachos* (1993) χρησιμοποίησε τα διαθέσιμα σεισμολογικά και βαρυτικά δεδομένα και εντόπισε μεγάλα πάχη φλοιού για τις Ελληνίδες οροσειρές, ενώ μικρά πάχη παρατήρησε σε όλο το Αιγαίο τα οποία αυξάνονται από την περιοχή βόρεια της Κρήτης και προς τα βόρεια (Σχήμα 1.18).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

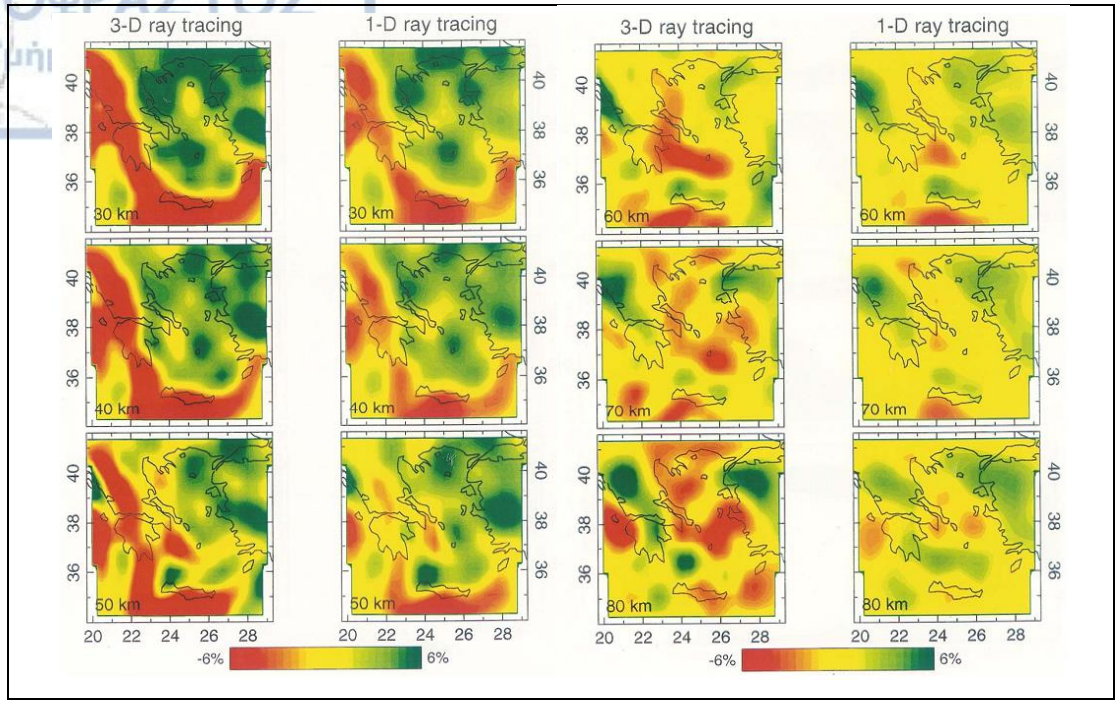


Σχήμα 1.18 *Χάρτης με αναγωγή σε καρτεσιανές συντεταγμένες της κατανομής του πάχους του φλοιού της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου (Papazachos (1993).*

Οι *Papazachos and Nolet* (1997) καθόρισαν την τρισδιάστατη δομή του Ελληνικού χώρου εφαρμόζοντας την μέθοδο αντιστροφής των χρόνων διαδρομής τόσο των επιμήκων όσο και των εγκαρσίων κυμάτων τοπικών σεισμών. Στο Σχήμα 1.19 παρουσιάζονται οι μεταβολές της ταχύτητας των επιμήκων κυμάτων όπως προέκυψαν με την χρήση μονοδιάστατων αλλά και τρισδιάστατων μοντέλων διάδοσης σεισμικών ακτίνων για βάθη από 30-80 Km. Στα βάθη 30km και 40km φαίνεται η πάχυνση του φλοιού κάτω από τις Ελληνίδες οροσειρές όπου επικρατούν χαμηλές ταχύτητες ενώ στο Αιγαίο επικρατούν υψηλές ταχύτητες και λέπτυνση του φλοιού. Σε μεγαλύτερα βάθη ~60-80 km οι μεταβολές της ταχύτητας αντιστρέφονται αφού κυριαρχεί η επίδραση της κατάδυσης της λιθόσφαιρας της Αν. Μεσογείου κάτω από το χώρο του Αιγαίου, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μίας αμφιθεατρικής ζώνης υψηλών ταχυτήτων στο χώρο του Αιγαίου (καταδυόμενη λιθόσφαιρα με χαμηλή θερμοκρασία) και μίας εσωτερικής ζώνης χαμηλών ταχυτήτων (σφήνα μανδύα κάτω από το ηφαιστειακό τόξο). Στο Σχήμα 1.20 φαίνονται οι μεταβολές της ταχύτητας διάδοσης των επιμήκων κυμάτων κατά μήκος των τριών τομών. Διακρίνεται η αλλαγή του πάχους του φλοιού τόσο στην περιοχή της Πελοποννήσου (μεγάλο πάχος) όσο και στο Αιγαίο (μικρό πάχος), ενώ σημαντικό στοιχείο είναι η ύπαρξη της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Αιγαίο καθώς και η αλλαγή της κλίσης της σε βάθη ~70-80 Km.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

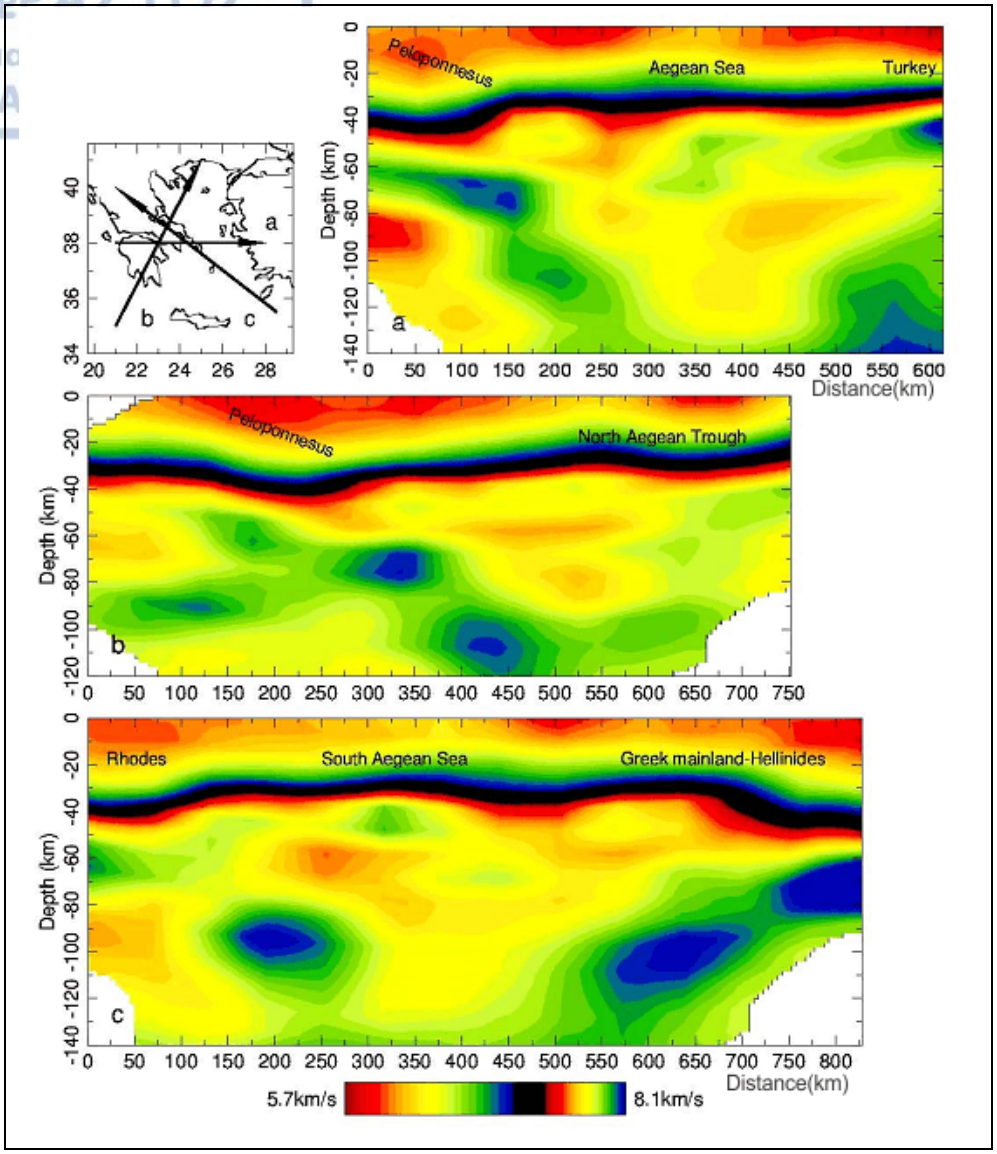
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Σχήμα 1.19 Μεταβολή της ταχύτητας διάδοσης των επιμήκων (P) κυμάτων όπως καθορίστηκε από την μέθοδο αντιστροφής των χρόνων διαδρομής τους για βάθη 30-80 Km χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα και μονοδιάστατα μοντέλα διάδοσης των σεισμικών ακτίνων (*Papazachos and Nolet*, 1997).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



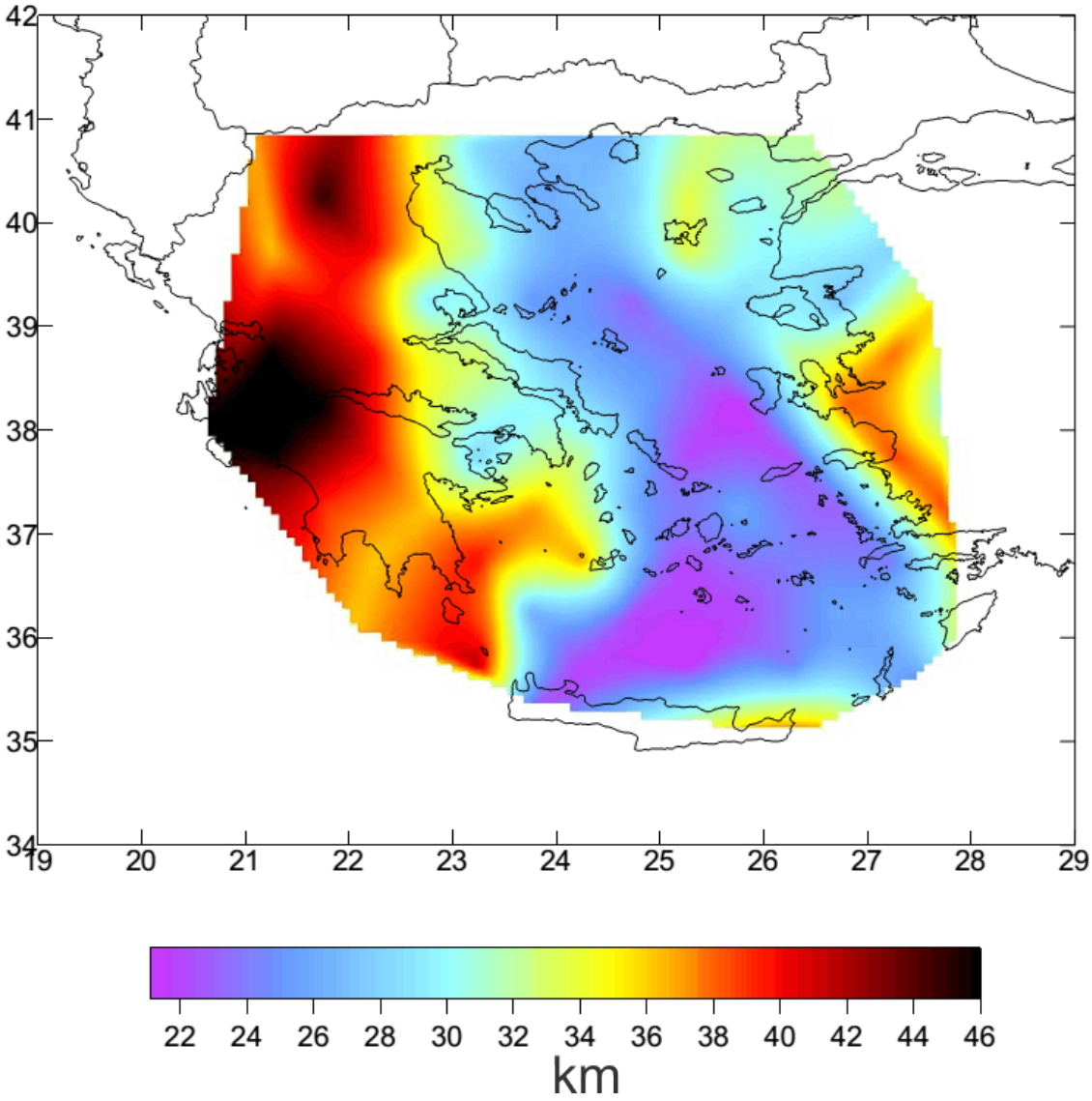
Σχήμα 1.20 *Μεταβολές των ταχυτήτων των επιμήκων κυμάτων όπως καθορίστηκαν από την μέθοδο αντιστροφής των χρόνων διαδρομής των επιμήκων κυμάτων. Οι τρεις τομές αντιστοιχούν στις διευθύνσεις των βελών που παρουσιάζονται στον χάρτη* (*Papazachos and Nolet*, 1997).

Σε αντίστοιχα συμπεράσματα για την δομή του φλοιού κατέληξαν οι *Karagianni et al.* (2002) χρησιμοποιώντας τη σκέδαση των επιφανειακών κυμάτων. Οι ερευνητές αυτοί υπολόγισαν μεγάλα πάχη φλοιού ~40-45 Km στην δυτική Ελλάδα μέχρι και την Πελοπόννησο κατά μήκος των Ελληνίδων οροσειρών και λέπτυνση του φλοιού στις περιοχές του νότιου και του κεντρικού Αιγαίου, με πάχη 20-22km και ~26km, αντίστοιχα. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξαν διάφορες εργασίες αφού προκύπτει ότι το βάθος της ασυνέχειας Moho ποικίλει σημαντικά κατά μήκος της ελληνικής ζώνης κατάδυσης. Φτάνει το βάθος των 40-45km κοντά στο ελληνικό τόξο και κάτω από την Πελοπόννησο

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

(*Makris*, 1978; *Panagiotopoulos*, 1985; *Drakatos et al.*, 1997; *Papazachos and Nolet*, 1997; *Karagianni et al.*, 2004; *Karagianni and Papazachos*, 2007; *Sachpazi et al.*, 2007).



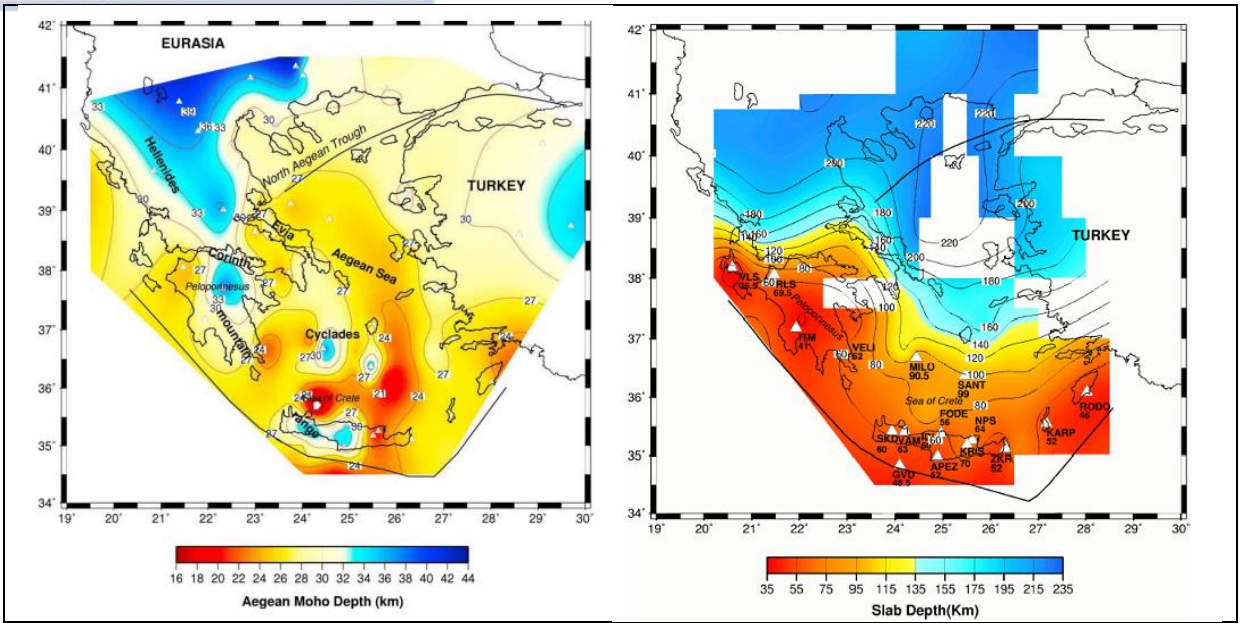
Σχήμα 1.21 *Χάρτης κατανομής του βάθους της ασυνέχειας Moho (km) όπως έχει καθοριστεί από την αντιστροφή της ταχύτητας ομάδας των κυμάτων Rayleigh (Karagianni et al., 2002).*

Για την εκτίμηση του βάθους της ασυνέχειας Moho, οι *Sodoudi et al.* (2006) εφάρμοσαν την τεχνική των συναρτήσεων δέκτη (receiver functions) χρησιμοποιώντας καταγραφές τηλεσεισμών. Υπολόγισαν ότι στο Ν. Αιγαίο το πάχος του φλοιού είναι ~20-22 Km ενώ στο Β. Αιγαίο ο φλοιός γίνεται παχύτερος φτάνοντας τα 25-28 Km. Στο Σχήμα 1.22 φαίνονται τα βάθη της ασυνέχειας Moho (σχήμα αριστερά) ενώ στο σχήμα στα δεξιά φαίνεται η γεωμετρία της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Ν. Αιγαίο. Τα βάθη της καταδυόμενης πλάκας στην περιοχή της δυτικής Πελοποννήσου, νότια της Κρήτης και Ρόδου κυμαίνονται σε ~20-46 km, βορειότερα μέχρι και το ηφαιστειακό τόξο τα βάθη

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

φτάνουν μέχρι και τα ~160km ενώ στις πιο βόρειες περιοχές το βάθος της λιθοσφαιρικής πλάκας παραμένει σταθερό στα 220 Km.

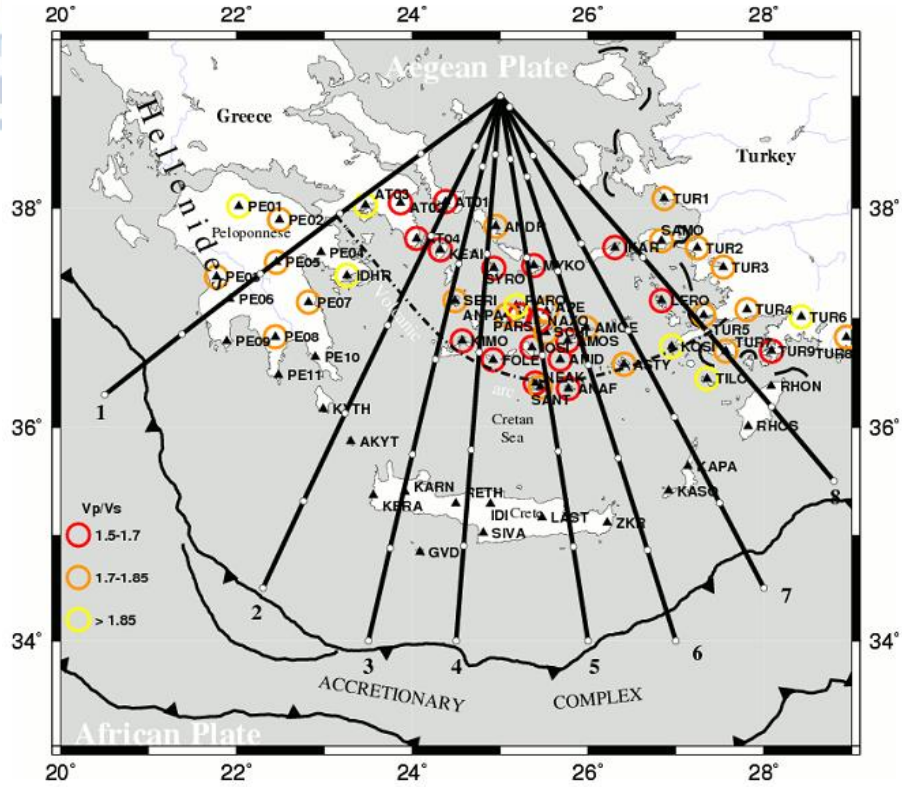


Σχήμα 1.22 *Βάθη της ασυνέχειας Moho (αριστερά) και της καταδυόμενης λιθόσφαιρας κάτω από το Αιγαίο (δεξιά). Τα σχήματα προέκυψαν με την εφαρμογή της τεχνικής των συναρτήσεων δέκτη (Sodoudi et al., 2006)*

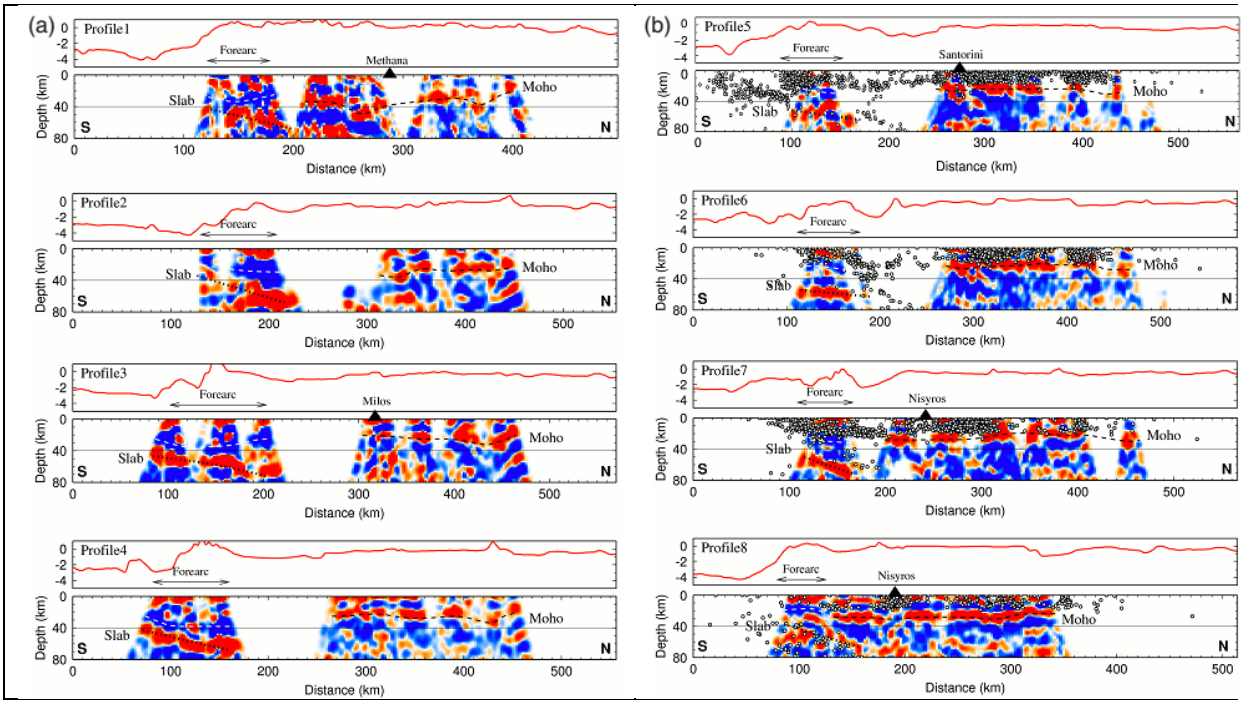
Οι ιδιοι ερευνητες σε προσφατη εργασία τους (*Sodoudi et al.*, 2015) χρησιμοποίησαν την τεχνική των συναρτήσεων δέκτη σε συνδυασμό με σεισμολογικά διαδεδομένα του δικτύου EGELADOS και υπολόγισαν το βάθος της ασυνέχειας Moho. Στο Σχήμα 1.23 παρουσιάζονται οι θέσεις οκτώ τομών με γενική διεύθυνση N-B και στο Σχήμα 1.24 φαίνονται, κατά μήκος των τομών αυτών τα βάθη της ασυνέχειας Moho καθώς και τα βάθη της καταδυόμενης Αφρικανικής πλάκας (40-80 Km). Το πάχος του ηπειρωτικού φλοιού είναι 30-43 Km, το μεγαλύτερο πάχος παρατηρείται στην περιοχή της Πελοποννήσου που φτάνει τα 48 Km, μικρό πάχος (27-30km) παρατηρείται στην Δυτική Τουρκία ενώ τα πάχη του φλοιού στο κεντρικό και Νότιο Αιγαίο κυμαίνονται από 23-27Km, αντίστοιχα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 1.23 *Χάρτης κατανομής των σταθμών του δικτύου EGELADOS και οι 8 τομές, κάθετα στα αποτελέσματα της τεχνικής των συναρτήσεων δέκτη (Sodoudi et al., 2015).*

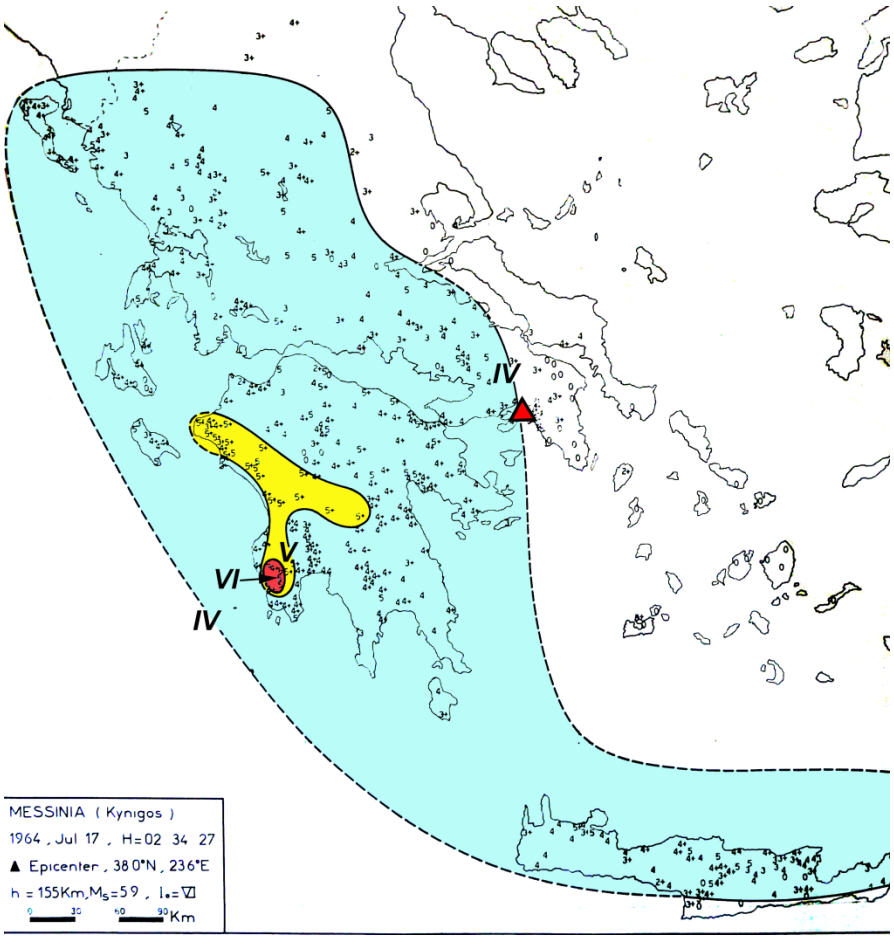


Σχήμα 1.24 *Τομές γενικής διεύθυνσης N-B κάθετα στα αποτελέσματα της τεχνικής των συναρτήσεων δέκτη. Η τοπογραφία παρουσιάζεται στα σχήματα πάνω σε κάθε τομή. Οι τομές 1-4 παρουσιάζουν το βάθος της ασυνέχειας Moho το οποίο διακρίνεται καλά κοντά στην οπισθότοξη περιοχή (μαύρη στικτή γραμμή). Η καταδυόμενη πλάκα διακρίνεται κάτω από την περιοχή του Ελληνικού εξωτερικού τόξου σε βάθη που κυμαίνονται από 40-80km (μαύρες στικτές τελείες). Αντίστοιχα, στις τομές 5-7 διακρίνεται η καταδυόμενη πλάκα σε βάθη που κυμαίνονται από 40-80km (Sodoudi et al., 2015).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

1.5. Δομή απόσβεσης του Νοτίου Αιγαίου



Σχήμα 1.25 *Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων του σεισμού που έγινε στις 17/07/1964, με μέγεθος M>5.9, εστιακό βάθος ~155 Km και επίκεντρο στην περιοχή της πόλης των Αθηνών. Το επίκεντρο του σεισμού φαίνεται με τρίγωνο ενώ οι ισόσειστες καμπύλες δείχνουν τη κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων με την μεγαλύτερη ένταση να εκδηλώνεται στην περιοχή Κυνηγός στην Πελοπόννησο (Τροποποιημένο απο Papazachos et al., 1982).*

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του Ν. Αιγαίου, που προκαλεί σημαντικές μεταβολές στην χωρική κατανομή της εκλυόμενης σεισμικής ενέργειας είναι η ύπαρξη της «σφήνας» του μανδύα (mantle wedge)(*Papazachos and Nolet*, 1997; *Papazachos et al.*, 1995; *Spakman*, 1998; Spakman et al., 1993) πάνω από την καταδυόμενη λιθόσφαιρα της Ανατολικής Μεσογείου. Η ύπαρξη της συγκεκριμένης δομής βρίσκεται στον άνω μανδύα κάτω από το ηφαιστειακό τόξο, εμφανίζοντας χαμηλές ταχύτητες σεισμικών κυμάτων (P και S) και χαμηλό παράγοντα ανελαστικής απόσβεσης. Εκτός από τις τομογραφικές μελέτες που αναδεικνύουν την ύπαρξη χαμηλών ταχυτήτων (P και S) κάτω από το χώρο του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου (δηλαδή στη σφήνα του μανδύα πάνω από την καταδυόμενη λιθόσφαιρα της Αν.Μεσογείου), μακροσεισμικές εντάσεις διαφόρων ιστορικών

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

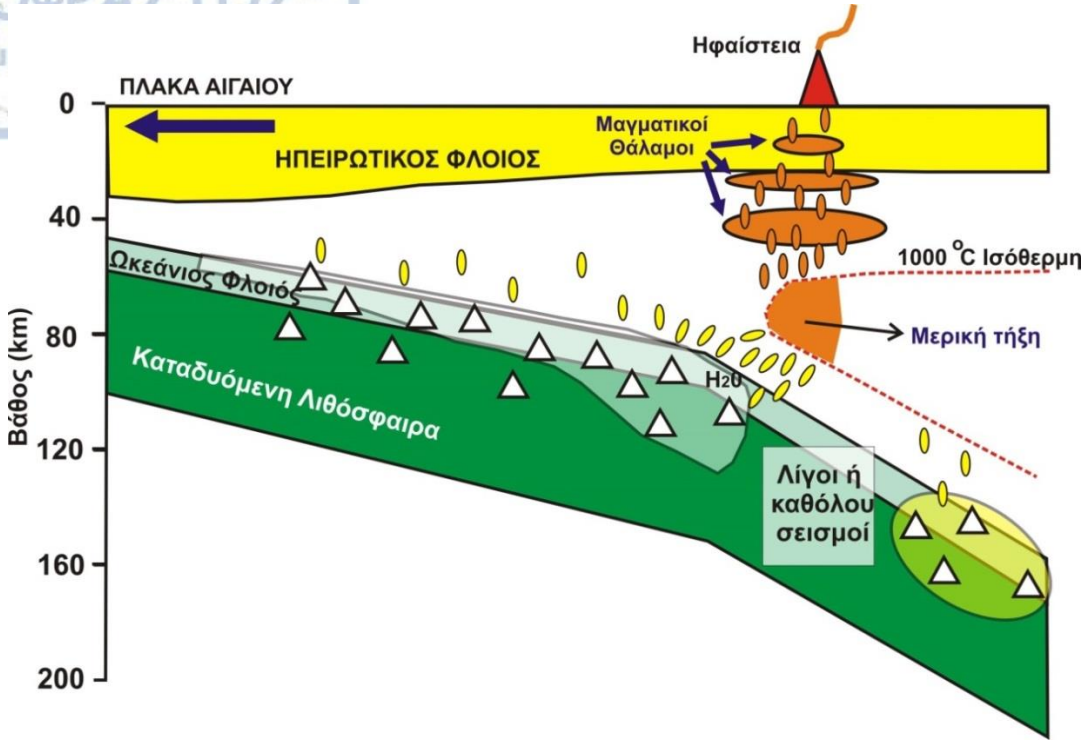
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

σεισμών επίσης επιβεβαιώνουν αυτή τη δομή χαμηλού παράγοντα ποιότητας Q (δηλαδή υψηλής ανελαστικής απόσβεσης) που παρουσιάζεται στον χώρο αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο σεισμός της Αθήνας στις 17 Ιουλίου 1964, με εστιακό βάθος 155km. Στον συγκεκριμένο σεισμό (Σχήμα 1.25) μεγάλες μακροσεισμικές εντάσεις (I_{MM}≥7) παρουσιάστηκαν στο χωριό Κυνηγός στην Πελοπόννησο, ενώ πολύ μικρές καταγράφηκαν στον χώρο του Ν. Αιγαίου και κοντά στο επίκεντρο του σεισμού (Αθήνα).

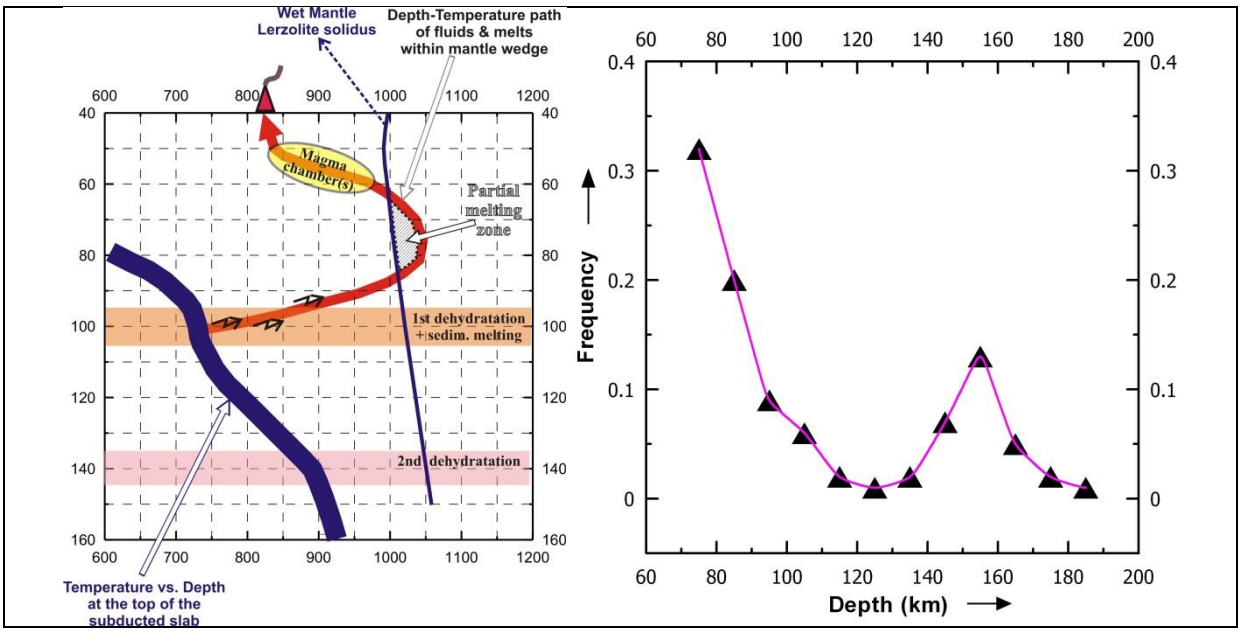
Η βύθιση της λιθοσφαιρικής πλάκας της Α. Μεσογείου κάτω από την πλάκα του Ν. Αιγαίου είναι υπεύθυνη για την δημιουργία της ζώνης χαμηλών ταχυτήτων των σεισμικών κυμάτων και της μικρής τιμής του παράγοντα απόσβεσης. Ο φλοιός της καταδυόμενης πλάκας αποτελείται από ένυδρα ορυκτά (πχ. σερπεντίνης, χλωρίτης, γλαυκοφανιτικός σχιστόλιθος), τα οποία κατά την βύθιση τους σε μεγαλύτερα βάθη λόγω των μεγάλων πιέσεων και θερμοκρασιών αφυδατώνονται με αποτέλεσμα το νερό που απελευθερώνεται σε μικρά βάθη ~60-90km να συμβάλει στην μερική τήξη του μανδύα. Η τήξη του μανδύα πραγματοποιείται σε βάθος ~110km κοντά στην ισόθερμη των 1000°C με αποτέλεσμα την δημιουργία του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου. Γι΄ αυτό το λόγο οι σεισμοί εκδηλώνονται μέχρι και το βάθος των ~110Km. Στα βάθη ~140-160 υπάρχουν ακόμα μερικά ένυδρα πετρώματα, τα οποία περιέχουν μικρές ποσότητες νερού, και τα οποία ξανά αφυδατώνονται με αποτέλεσμα την εκ νέου γένεση σεισμών. Η αφυδάτωση αυτή προκαλεί επίσης την εκ νέου τήξη του μανδύα, και το νέο μάγμα που δημιουργείται ενσωματώνεται με το υπόλοιπο και μεταφέρεται κοντά στην ισόθερμη των 1000°C. Στο Σχήμα 1.26 παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση της βύθισης της λιθόσφαιρας κάτω από το Ν. Αιγαίο με τομή κάθετα στο Ελληνικό τόξο με διεύθυνση ΝΝΔ-ΒΒΑ (*Papazachos et al.*, 2004) παρουσιάζοντας το συνθετικό μοντέλο της δημιουργίας του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου. Στο Σχήμα 1.27 (αριστερά) απεικονίζονται οι γεωχημικές διεργασίες που συμβαίνουν στην περιοχή της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Ν. Αιγαίο με την δημιουργία των μαγματικών θαλάμων και την τροφοδότηση του μάγματος στο ηφαιστειακό τόξο του Ν. Αιγαίου ενώ δεξιά είναι εμφανής ο μικρός αριθμός (ή απουσία) σεισμών ενδιαμέσου βάθους στα βάθη 110-140km και η επανεμφανισή τους στα βάθη 140-160 Km (*Comninakis and Papazachos*, 1980) .

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 1.26 *Σχηματική απεικόνιση τομής με διεύθυνση ~ΝΝΔ-ΒΒΑ κάθετα στο Ελληνικό τόξο του συνθετικού μοντέλου της δημιουργίας του ηφαιστειακού τόξου του Ν. Αιγαίου. Απεικονίζονται τα βάθη της καταδυόμενης λιθόσφαιρας κάτω από το Ν. Αιγαίο, τα πάχη ηπειρωτικού, ωκεάνιου φλοιού και της λιθοσφαιρικής πλάκας, η σεισμικότητα που παρουσιάζεται στα βάθη έως τα 110km, στα βάθη ~140-160km και οι μαγματικοί θάλαμοι που τροφοδοτούνται με μαγματικό υλικό από την ισόθερμη των 1000°C (Papazachos et al., 2004).*

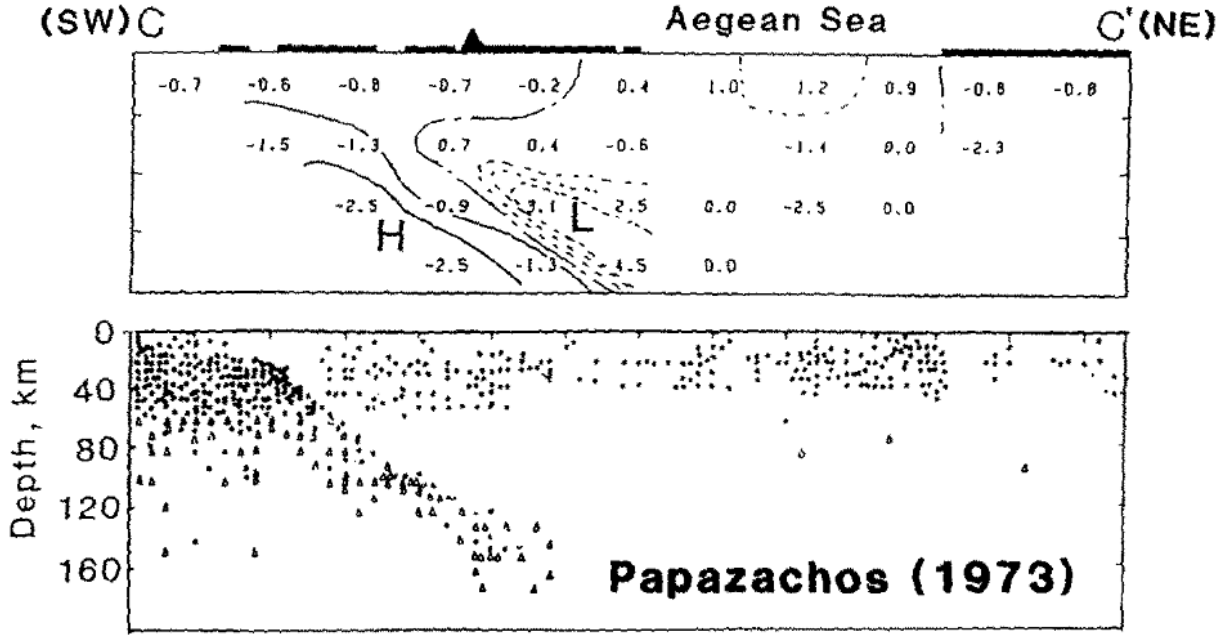


Σχήμα 1.27 *Σχηματική απεικόνιση (αριστερά) των γεωχημικών διεργασιών που συμβαίνουν για την γένεση των μαγματικών θαλάμων κατά την βύθιση της λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από το Ν. Αιγαίο. Στο σχήμα φαίνονται οι θερμοκρασίες που επικρατούν στα διάφορα βάθη της καταδυόμενης λιθόσφαιρας με πιο χαρακτηριστική της ισόθερμη των 1000°c όπου πραγματοποιείται η τήξη του μανδύα. Επιπλέον, σημειώνεται και η πίεση ~28 kbar στο βάθος των 100-110 Km με την πρωταρχική δημιουργία του μάγματος ενώ η δεύτερη δημιουργία του μάγματος συμβαίνει στα βάθη ~140 Km (Papazachos et al., 2004). Στο σχήμα (δεξιά)*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Α.Π.Θ

φαίνεται η συχνότητα εμφάνισης σεισμών ενδιαμέσου βάθους στην περιοχή του Ν. Αιγαίου με μικρή έως καθόλου εμφάνιση σεισμών στα βάθη 110-140km(Comninakis and Papazachos, 1980).



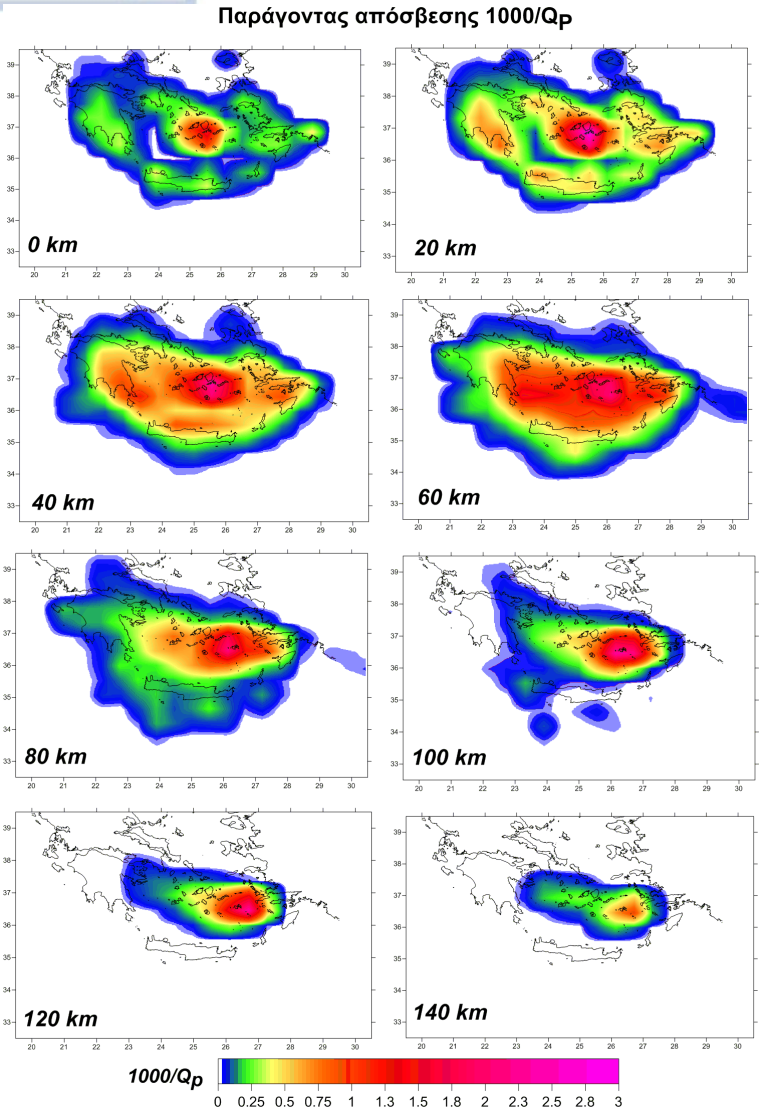
Σχήμα 1.28 *α) Τομή διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ κάθετη στις αποσβέσεις που έχουν προσδιοριστεί από τους Hashida et al. (1988). Οι υψηλές αποσβέσεις συνδέονται με την βύθιση της Μεσογειακής πλάκας κάτω από το Ν. Αιγαίο. β) Η τομή διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ κάθετα στις εστίες των επιφανειακών και σεισμών ενδιάμεσου βάθους διαγράφει τη βυθιζόμενη λιθοσφαιρική πλάκα (Papazachos, 1973).*

Η απόσβεση του Ν. Αιγαίου αρχικά μελετήθηκε από τους *Hashida et al.* (1988), οι οποίοι χρησιμοποίησαν τις μακροσεισμικές εντάσεις 50 σεισμών για να υπολογίσουν την σεισμική απόσβεση και την σεισμική επιτάχυνση των σεισμών. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές έδειξαν ότι στα βάθη 0-40km στην περιοχή του Αιγαίου υπάρχουν χαμηλές τιμές του παράγοντα Q σε αντίθεση με τις γύρω περιοχές που δεσπόζουν υψηλότερες τιμές, με εξαίρεση την ΝΔ Τουρκία. Οι χαμηλές τιμές του παράγοντα Q συνδέονται με τις περιοχές Νεογενών-Τεταρτογενών ρηξιγενών δομών με υψηλή επιφανειακή σεισμικότητα. Στον ανώτερο μανδύα οι υψηλές τιμές του παράγοντα Q που παρατηρούνται στην περιοχή κατά μήκος του Ελληνικού τόξου συνδέονται με την βύθιση της Μεσογειακής πλάκας κάτω από το Ν. Αιγαίο. Στο Σχήμα 1.28 φαίνονται δύο κατακόρυφες τομές ενδεικτικής διεύθυνσης ΝΔ-ΒΑ στο δυτικό Ελληνικό τόξο, όπου παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της ανελαστικής απόσβεσης όπως έχει προσδιοριστεί από τους *Hashida et al.* (1988) και, αντίστοιχα, τα υπόκεντρα των σεισμών, όπως έχουν καθοριστεί από τον *Papazachos* (1973). Στο σχήμα αυτό καθορίζονται οι ζώνες χαμηλής απόσβεσης – υψηλού παράγοντα Q κοντά στις

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

περιοχές κατά μήκος του Ελληνικού τόξου, ενώ οι χαμηλές τιμές του παράγοντα Q – υψηλής απόσβεσης παρατηρούνται στην οπισθότοξη περιοχή.



Σχήμα 1.29 *Κατανομή του παράγοντα ποιότητας (1000/Q_P) των επιμήκων κυμάτων για βάθη (0-140 km), όπως προκύπτει από την αντιστροφή των φασματικών κλίσεων (Βεντούζη, 2016)*

Πρόσφατη εργασία της *Βεντούζη* (2016) υπολόγισε την σεισμική απόσβεση του Ν. Αιγαίου και των γύρω περιοχών χρησιμοποιώντας δεδομένα σεισμών ενδιάμεσου βάθους από τα δίκτυα EGELADOS και CYNET (διάρκεια δικτύων 2003-2007). Από την αντιστροφή των φασματικών κλίσεων, τόσο από τα εγκάρσια όσο και από τα επιμήκη κύματα, προσδιορίστηκαν οι τρισδιάστατες δομές απόσβεσης στο χώρο του Αιγαίου. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν οι υψηλές αποσβέσεις – χαμηλές τιμές του παράγοντα απόσβεσης Q κάτω από το ηφαιστειακό τόξο (~60-140km), ενώ στις περιοχές κατά μήκος του Ελληνικού τόξου υπολογίστηκαν υψηλές τιμές του παράγοντα Q δηλαδή μικρότερη απόσβεση (Σχήμα 1.29).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

2.1. Γενικά

Σημαντικό εργαλείο για την μελέτη της ενεργού τεκτονικής μιας περιοχής είναι ο καθορισμός των μηχανισμών γένεσης των σεισμών, οι οποίοι μέσα από τον προσδιορισμό των δυο επιπέδων (κύριο και βοηθητικό) και των κύριων αξόνων τάσης βοηθούν μεταξύ άλλων και στην κατανόηση της σεισμοτεκτονικής της περιοχής. Η πολυπλοκότητα της γεωτεκτονικής δομής του χώρου του Ν. Αιγαίου, έκτος από την χωρική κατανομή της σεισμικότητας, φαίνεται και από τους διάφορους τύπους μηχανισμών γένεσης (π.χ. κανονικοί, ανάστροφοι, πλάγιο-ανάστροφοι, οριζόντιας μετατόπισης) που παρουσιάζονται κατά μήκος του Ελληνικού τόξου και σε βάθη έως και 150Km. Η μελέτη των μηχανισμών γένεσης των σεισμών της περιοχής του Ν. Αιγαίου έχει πραγματοποιηθεί από πολλούς ερευνητές (π.χ. *Taymaz et al.*, 1990; *Papazachos et al.*, 2000; *Benetatos et al.*, 2004), χρησιμοποιώντας έκτος από τις μεθοδολογίες των πρώτων αποκλίσεων των P-κυμάτων και τις μεθοδολογίες της αντιστροφής κυματομορφών χρησιμοποιώντας τόσο τα μακράς περιόδου κυμάτα χώρου (P και SH), (π.χ. *Kiratzi and Louvari*, 2003; *Benetatos et al.*, 2004) όσο και την αντιστροφή των τοπικών (regional) καταγραφών των κυμάτων χώρου.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μελέτη των μηχανισμών γένεσης των σεισμών στην περιοχή του Ν. Αιγαίου χρησιμοποιώντας μια πρόσφατα προταθείσα μέθοδο που εφαρμόζει την αντιστροφή κυματομορφών σε συνδιασμό με την κινηματική αντιστροφή φασματικής προσαρμογής (*Heimann et al.*, 2008; *Cesca et al.*, 2010), χρησιμοποιώντας ένα ευέλικτο μοντέλο, με μικρό αριθμό παραμέτρων αντιστροφής καθώς και τη δυνατότητα πλήρους αυτοματοποίησης.

Η περιοχή μελέτης του Ν. Αιγαίου οριοθετείται από τους παράλληλους 34^0Β-38^0Β και τους μεσημβρινούς 19^0Α-30^0Α. Για την μελέτη της ενεργού τεκτονικής της ευρύτερης περιοχής του Ν. Αιγαιου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το δίκτυο EGELADOS, το οποίο λειτούργησε από τον Οκτώβριο του 2005 έως και τον Απρίλιο του 2007. Η πυκνή κάλυψη του δικτύου αυτου επιτρέπει τον προσδιορισμό μηχανισμών γένεσης ακόμα και σχετικά μικρών σεισμών (Μ≥3.5). Ο καθορισμός των μηχανισμών γένεσης και των κινηματικών αξόνων δημιουργεί μια επικαιροποιημένη εικόνα για το σεισμοτεκτονικό καθεστώς του Ν. Αιγαίου, και ειδικώτερα της περιοχής του ΝΑ Αιγαίου, όπου υπάρχει αραιή, σχετικά, κάλυψη

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

από σεισμολογικά δίκτυα. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν όλοι οι διαθέσιμοι μηχανισμοί γένεσης του Ν.Αιγαίου από διάφορες δημοσιεύσεις (π.χ. *Lyon-Caen et al.*, 1988; *Taymaz et al.*, 1990; *Taymaz et al.*, 1991; *Arvidsson and Ekström*, 1998; *Louvari et al.*, 1999; *Yılmaztürk and Burton*, 1999; *Louvari and Kiratzi*, 2001; *Kiratzi and Louvari*, 2003; *Benetatos et al.*, 2004; *Roumelioti et al.*, 2004a; *Benetatos et al.*, 2006; *Zhu et al.*, 2006) καθως και μηχανισμοι γένεσης από διάφορα ερευνητικά κέντρα (π.χ. NOA, AUTH,GCMT).

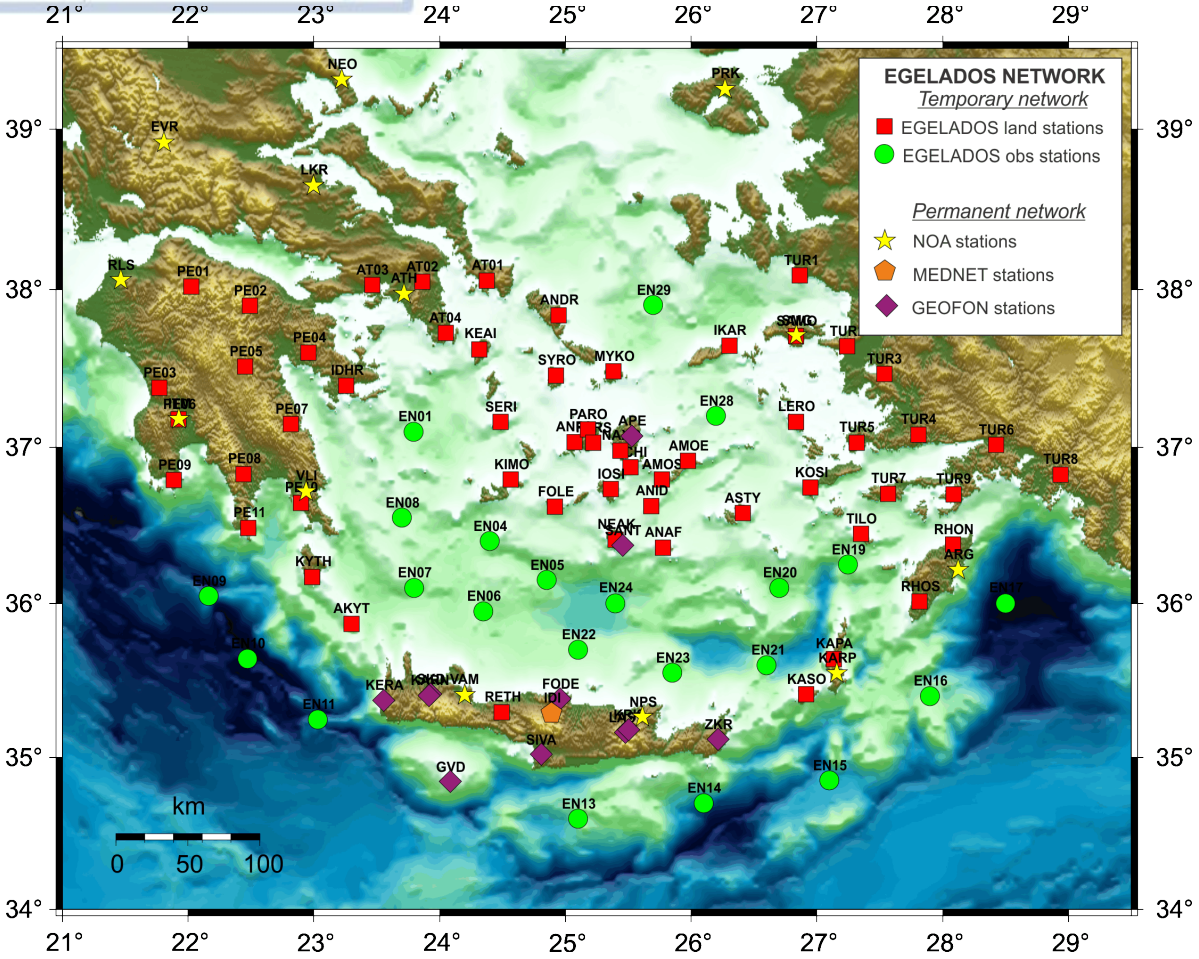
2.2. Δίκτυο EGELADOS

Το δίκτυο EGELADOS αποτελεί το μεγαλύτερο σεισμολογικό δίκτυο σε στεριά και θάλασσα που έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου. Περιλαμβάνει 65 χερσαίους και 24 υποθαλάσσιους σταθμούς, καλύπτοντας σχεδόν αμφιθεατρικά όλη την περιοχή της Ελληνικής ζώνης κατάδυσης. Τα ευρέος φάσματος σεισμόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο δίκτυο ήταν κυρίως Guralp(60s-50Hz) και Streckeisen (STS-2). Επιπλέον το δίκτυο αυτό σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ενσωματωθούν 19 σταθμοί από τα δίκτυα GEOFON (Geoforschungszentrum GFZ,Potsdam, Germany), από το δίκτυο MedNet (Instituto Nazionale di Geofisicae Vulcanologia INGV, Rome, Italy) και από το μόνιμο δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (NOA, DOI:10.7914/SN/HL) (Σχήμα 2.1). Όλοι οι υποθαλάσσιοι σταθμοί που εγκαταστάθηκαν στο χώρο αυτό ενώ κατέγραφαν σωστά, παρουσίασαν πρόβλημα στο λογισμικό οριζοντιοποίησης των σεισμομέτρων με αποτέλεσμα στην εργασία αυτή αλλά και στο συνόλο των εργασιών που έχουν προκύψει από τα δεδομένα του δικτύου EGELADOS, να χρησιμοποιηθούν μόνο τα δεδομένα που έχουν καταγραφεί στους επίγειους σταθμούς. Το δίκτυο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το Ερευνητικό Κέντρο «Ρεολογία της Γης» του Πανεπιστήμιο Ruhr στο Bochum της Γερμανίας και λειτούργησε περίπου για 19 μήνες (Οκτώβριος 2005 – Απρίλιος 2007). Επιπλέον, υποστηρίχθηκε από διάφορα Ελληνικά ερευνητικά κέντρα (Τομέας Γεωφυσικής ΑΠΘ, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, Τμήμα Ορυκτών Πόρων Πολυτεχνείου Κρήτης). Οι καταγραφές των χερσαίων σταθμών του δικτύου αυτού συλλέχτηκαν σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους. Στη συνέχεια μετατράπηκαν από την αρχική μορφή τους (mini-seed-EDL) σε μορφή seed και αναλύθηκαν με το λογισμικό ATLAS για τον καθορισμό των εστιακών παραμέτρων των καταγεγραμμένων σεισμών (χρόνος γένεσης, βάθος, γεωγραφικό μήκος, και πλάτος). Αρχικά, στο Πανεπιστήμιο Ruhr χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος STA/LTA (*Allen*, 1978) για τόν αρχικό αυτοματοποιημένο εντοπισμό των χρόνων αφίξεως των P κυμάτων και στην συνέχεια γινόταν ένας προκαταρκτικός προσδιορισμός των εστιακών τους παραμέτρων. Στο χάρτη του Σχήματος

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

2.1 φαίνεται η κατανομή όλων των σταθμών του δικτύου 'EGELADOS' (χερσαίοι και υποθαλάσσιοι) μαζί με τους σταθμούς των μόνιμων δικτύων (NOA, MEDNET, GEOFON).



Σχήμα 2.1 *Κατανομή των σταθμών του δικτύου EGELADOS. Το προσωρινό δίκτυο EGELADOS το οποίο κάλυψε ολόκληρη την Ελληνική ζώνη καταβύθισης λειτούργησε από τον Οκτώβριο του 2005 μέχρι και το Μάρτιο του 2007.Οι προσωρινοί σταθμοί του δικτύου EGELADOS παρουσιάζονται με κόκκινα τετράγωνα (χερσαίοι σταθμοί) και με πράσινους κύκλους (υποθαλάσσιοι σταθμοί). Οι σταθμοί των μόνιμων δικτύων NOA, MEDNET και GEOFON παρουσιάζονται με κίτρινα αστέρια, πορτοκαλί πολύγωνα και μωβ ρόμβους, αντίστοιχα.*

2.3. Μηχανισμοί Γένεσης των Σεισμών

2.3.1. Γενικά

Ο τρόπος διάρρηξης των πετρωμάτων στην εστία του σεισμού ονομάζεται «μηχανισμός γένεσης» των σεισμών και είναι ένα από τα βασικά στοιχεία που περιγράφουν τα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Κατά την εκδήλωση ενός σεισμού τα σεισμικά ελαστικά κύματα που δημιουργούνται διαδίδονται σε όλες τις διευθύνσεις και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

καταγράφονται από όλους τους σεισμολογικούς σταθμούς. Τα χαρακτηριστικά των κυματομορφών ανάλογα με το αζιμούθιο των σταθμών καταγραφής εξαρτώνται από τον τρόπο διάρρηξης των πετρωμάτων και κατ' επέκταση από το μηχανισμό γένεσης των σεισμών. Η μελέτη των σεισμικών καταγραφών έδειξε πως οι φορές των πρώτων κινήσεων των επιμήκων κυμάτων (συμπιέσεις και αραιώσεις) εξαρτώνται από τον προσανατολισμό του ρήγματος, καθώς και από την διεύθυνση ολίσθησης στην εστία του σεισμού. Από τις παλαιότερες και πλέον αξιόπιστες μεθόδους καθορισμού του μηχανισμού γένεσης των σεισμών είναι η μέθοδος των πρώτων αποκλίσεων των επιμήκων κυμάτων. Στην συγκεκριμένη μέθοδο από τον καθορισμό των πρώτων κινήσεων των επιμήκων κυμάτων σε όλους τους σεισμολογικούς σταθμούς προσδιορίζονται πάνω στην επιφάνεια της εστιακής σφαίρας τέσσερις ζώνες στις οποίες οι δυο καλύπτονται από συμπιέσεις και οι άλλες δύο από αραιώσεις. Με τον διαχωρισμό των ζωνών αραιώσεων και συμπιέσεων από δύο επίπεδα τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους (το επίπεδο του ρήγματος και το βοηθητικό) επιτυγχάνεται ο καθορισμός του μηχανισμού γένεσης ενός σεισμού. Παραπλήσιες μεθοδολογίες καθορισμού των μηχανισμών γένεσης εφαρμόζονται τόσο με την χρήση εγκαρσίων κυμάτων (φάσεις πρώτων αφίξεων εγκαρσίων κυμάτων, πλάτη εγκαρσίων κυμάτων, γραμμές πόλωσης των εγκαρσίων κυμάτων) όσο και με την χρήση επιφανειακών κυμάτων.

Στις προαναφερθείσες μεθοδολογίες γίνεται χρήση ενός μικρού μόνο τμήματος των κυματομορφών (π.χ. φάσεις επιμήκων και εγκαρσίων κυμάτων) με αποτέλεσμα να αξιοποιούνται 'περιορισμένες' πληροφορίες για τον καθορισμό του μηχανισμού γένεσης. Επιπλέον οι προσδιορισμοί αυτοί είναι πολύ ευαίσθητοι σε σφάλματα του μοντέλου δομής ταχυτήτων, των εστιακών παραμέτρων, κλπ. Για αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες στις οποίες αξιοποιείται όλη η κυματομορφή έτσι ώστε να συγκρίνεται κάθε φορά με συνθετικές καταγραφές οι οποίες είναι υπολογισμένες χρησιμοποιώντας κατάλληλες τιμές των παραμέτρων της σεισμικής εστίας. Η εξίσωση 2.1 περιγράφει την σεισμική κυματομορφή, *u(t)*, η οποία μπορεί να εκφραστεί ως η συνέλιξη τριών παραγόντων: α) της σεισμικής εστίας, *x(t)*, β) της δομής (ταχύτητας, απόσβεσης, πυκνότητας, κλπ.) κατά μήκος της διαδρομής από την σεισμική εστία μέχρι και τον σταθμό καταγραφής, *g(t),* και, γ) της απόκρισης, *i(t)*, του οργάνου του σταθμού καταγραφής.

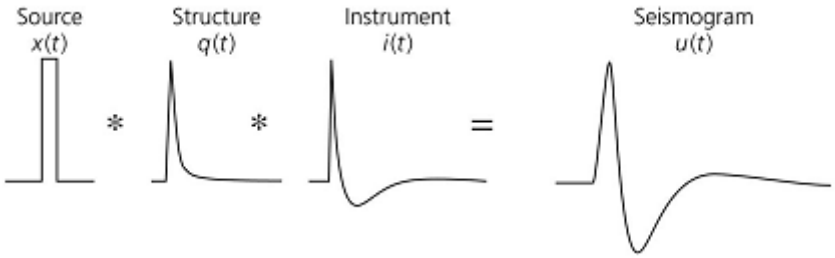
$$\boldsymbol{u(t) = x(t) * g(t) * i(t)} \qquad 2.1$$

Κατά την χρήση της συγκεκριμένης εξίσωσης η απόκριση του οργάνου του σταθμού καταγραφής και η επίδραση της δομής στην περιοχή μελέτης θεωρούνται γνωστές. Για

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

αυτόν το λόγο διαφορετικές τιμές των παραμέτρων της εστίας *x(t)* και κυρίως του μηχανισμού γένεσης οδηγούν σε διαφορετικές συνθετικές καταγραφές. Με την σύγκριση πραγματικών και συνθετικών καταγράφων, η οποία επιτυγχάνεται με την διαδικασία αντιστροφής κυματομορφών, προσδιορίζονται οι προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων της εστίας.



Σχήμα 2.2 *Ένα σεισμογραμα μπορεί να εκφραστεί ως τη συνέλιξη τριών παραγόντων: α) της επίδρασης των ιδιοτήτων της σεισμικής εστίας, β) της επίδρασης της δομής απόσβεσης κατά μήκος του δρόμου από την σεισμική εστία μέχρι και τον σταθμό καταγραφής και, γ) της απόκρισης του οργάνου του σταθμού αναγραφής (Stein and Wysession, 2009)*

2.3.2. Τανυστής της σεισμικής ροπής

Η μελέτη του τανυστή σεισμικής ροπής αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον καθορισμό των διεργασιών που συμβαίνουν στην περιοχή της εστίας του σεισμού, αφού αυτός περιγράφει τις ισοδύναμες δυνάμεις που επιδρούν σε σημειακές σεισμικές πηγές. Η σεισμική ροπή, ***M***, αποτελεί συμμετρικό τανυστή 2^{ης} τάξης αποτελούμενο από 9 συνιστώσες (εξίσωση 2.2) οι οποίες εξαρτώνται από τη γεωμετρία του ρήγματος.

$$\boldsymbol{M}_{ij} = \begin{bmatrix} M_{xx} & M_{xy} & M_{xz} \\ M_{yx} & M_{yy} & M_{yz} \\ M_{zx} & M_{zy} & M_{zz} \end{bmatrix} \qquad 2.2$$

Η μετατόπιση που συμβαίνει στην επιφάνεια της Γης σε ένα συγκεκριμένο σταθμό καταγραφής μπορεί να εκφραστεί, στην περίπτωση μιας σημειακής πηγής ως ο συνδυασμός των στοιχείων που εκφράζουν τον τανυστή σεισμικής ροπής $M_{ij}(\xi, t)$ και την παράγωγο $G_{sk,j}(x, \xi, t)$ η οποία εκφράζει τις συναρτήσεις απόκρισης του μέσου διάδοσης σε μοναδιαίο παλμό δ(t) (Green's functions) και δίνεται από την εξίσωση (2.3). Η συγκεκριμένη εξίσωση αφορά σταθμούς αναγραφής οι οποίοι βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από το ρήγμα (αρκετές φορές τις διαστάσεις του ρήγματος) έτσι ώστε να θεωρείται η σεισμική πηγή ως σημειακή και όχι ως πηγή πεπερασμένων διαστάσεων.

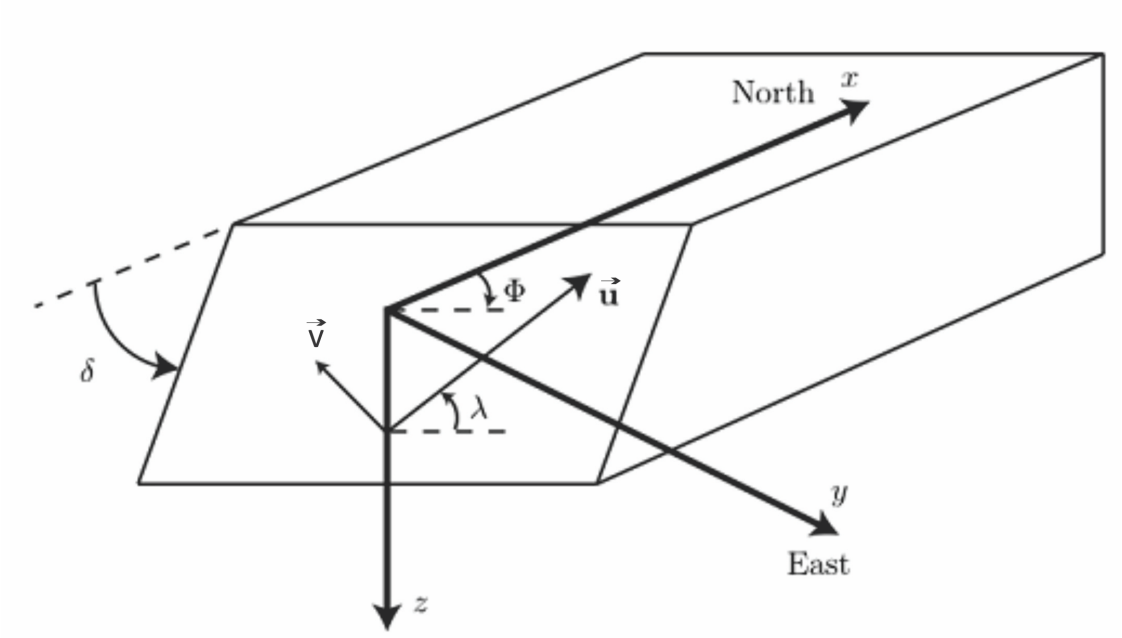
$$\mathrm{u_s(x,t)} = \mathrm{M_{ij}}(\xi, \mathrm{t}) * \mathrm{G_{sk,j}}(\mathrm{x}, \xi, t) \qquad 2.3$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Στη συγκεκριμένη εξίσωση η παράμετρος $u_s(x,t)$ εκφράζει την s συνιστώσα της εδαφικής μετάθεσης στην θέση x και σε χρόνο t, η παράμετρος $M_{ij}(\xi,t)$ είναι οι συνιστώσες του τανυστή σεισμικής ροπής ενώ η παράμετρος $G_{sk,j}(x,\xi,t)$ είναι η παράγωγος των συναρτήσεων απόκρισης του μέσου διάδοσης (Green's functions) κατά την διεύθυνση j για συντεταγμένες της σεισμικής εστίας ξ. Η μετάθεση $u_s(x,t)$ μπορεί να υπολογιστεί από τις σεισμικές καταγραφές στους διάφορους σταθμούς ενώ οι παράγωγοι των συναρτήσεων απόκρισης $G_{sk,j}(x,\xi,t)$ υπολογίζονται χρησιμοποιώντας το διαθέσιμο μοντέλο ταχυτήτων της περιοχής μεταξύ της σεισμικής πηγής και των σταθμών καταγραφής. Ο άγνωστος τανυστής σεισμικής ροπής $M_{ij}(\xi,t)$ προκύπτει από επίλυση της εξίσωσης 2.4:

$$M = G^{-1}u \qquad 2.4$$



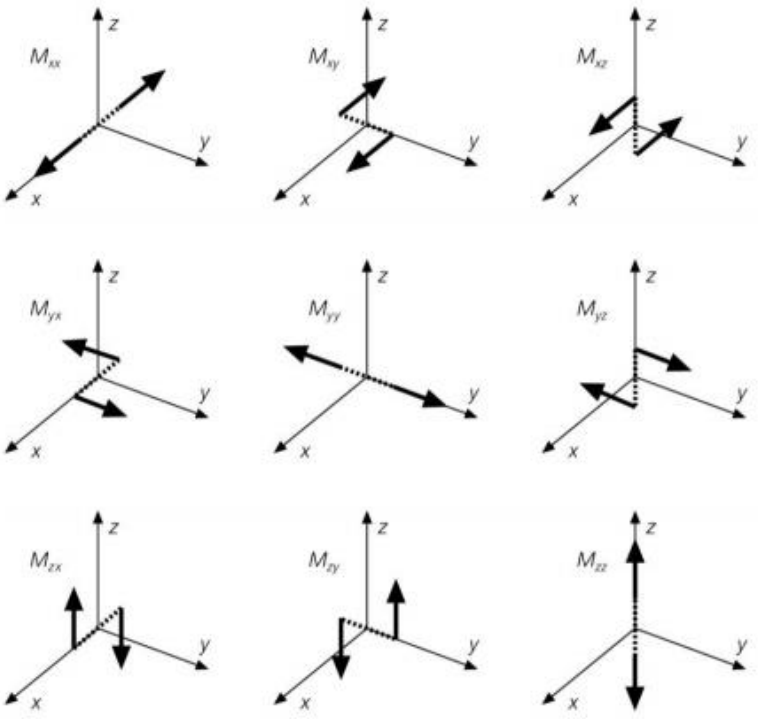
Σχήμα 2.3 *Αναπαράσταση του ρήγματος σε καρτεσιανές συντεταγμένες (x,y,z). Στο σχήμα σημειώνεται το διάνυσμα μετάθεσης $\vec{u}$, η γωνιά ολίσθησης λ, και το κάθετο διάνυσμα $\vec{v}$ (Aki and Richards, 2002).*

Ο τανυστής σεισμικής ροπής, M, ο οποίος είναι ορισμένος στο καρτεσιανό σύστημα μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων έτσι ώστε να εμπεριέχει το διάνυσμα ολίσθησης $\vec{u}$ και το μοναδιαίο διάνυσμα, $\vec{v}$, το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο του ρήγματος (Σχήμα 2.3). Ο τανυστής σεισμικής ροπής M_{ij} αντιπροσωπεύει τα δίπολα (ζεύγη δυνάμεων) τα οποία είναι προσανατολισμένα στις τρεις κύριες διευθύνσεις των αξόνων i όπου i=x,y,z και τα οποία ασκούν δυνάμεις στις διευθύνσεις των αξόνων j όπου

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

j=x,y,z. Λόγω της αρχής διατήρησης της στροφορμής ικανοποιείται η σχέση $\mathrm{M_{ij}} = \mathrm{M_{ji}}$, δηλαδή ο τανυστής σεισμικής ροπής είναι συμμετρικός και αποτελείται μόνο από 6 ανεξάρτητα στοιχεία. Χρησιμοποιώντας τους συμβολισμούς που παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.4, το πεδίο μετατόπισης που προκαλούν τα διπλά ζεύγη αντιπροσωπεύεται από το άθροισμα των δύο ζευγών με ίδια απόλυτη δύναμη, όπως π.χ. M_{xy}+M_{yx}, M_{xx}-M_{yy}, M_{yy}-M_{zz} κλπ (*Bock*, 2012)



Σχήμα 2.4 *Εννέα ζεύγη δυνάμενων που αποτελούν τον τανυστή σεισμικής ροπής. Ένα παράδειγμα αποτελεί το διπλό ζεύγος* $\boldsymbol{M_{xy}}$ *το οποίο επιδρά πάνω στο xy-επίπεδο, παράλληλα στη διεύθυνση x και κάθετα στη διεύθυνση y (Aki and Richards, 2002).*

Οι συνιστώσες του τανυστή σεισμικής ροπής σε ένα ισότροπο μέσο που αφορούν τα διπλά ζεύγη μπορούν να εκφραστουν με την εξίσωση 2.5 όπου *u,* είναι το διάνυσμα ολίσθησης κατά μήκος του ρήγματος και *v,* είναι το κάθετο διάνυσμα το επίπεδοτου ρήγματος ενώ ο όρος $\mathrm{u}_i\mathrm{v}_j + \mathrm{u}_j\mathrm{v}_i$ περιγράφει τα διπλά ζεύγη (*Aki and Richards*, 1980). Η σεισμική ροπή, $\mathrm{M_o}$, ορίζεται από την εξίσωση 2.6 και εξαρτάται από το μέτρο δυσκαμψίας του υλικού, μ, το εμβαδόν της επιφάνεια, του ρήγματος, A, και από τη μέση μετάθεση $\vec{\boldsymbol{u}}$ στην επιφάνεια του ρήγματος.

$$\mathrm{M}_{ij} = \mathrm{M_o}(\mathrm{u}_i\mathrm{v}_j + \mathrm{u}_j\mathrm{v}_i) \qquad 2.5$$

$$\mathrm{M}_o = \mu A\bar{u} \qquad 2.6$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Λόγω της συμμετρίας του τανυστή σεισμικής ροπής υπάρχει ασάφεια για το ποιό είναι το επίπεδο του ρήγματος και ποιο το βοηθητικό επίπεδο, στο οποίο το πεδίο των μεταθέσεων είναι αμετάβλητο με τις εναλλαγές των διανυσμάτων $\vec{\boldsymbol{u}}$ και $\vec{\mathrm{v}}$. Γνωρίζοντας την παράταξη, **φ**, τη γωνιά κλίσης, **δ**, και τη γωνιά ολίσθησης, **λ**, μπορούν τα διανύσματα $\vec{\boldsymbol{u}}$ και $\vec{\mathrm{v}}$ να γραφτούν με τις εξισώσεις 2.7 και 2.8, αντίστοιχα.

$$u = \bar{u}(cos\lambda.cos\varphi + cos\delta.sin\lambda.sin\varphi)\hat{e}_x + \bar{u}(cos\lambda.sin\varphi - cos\delta.sin\lambda.cos\varphi)\hat{e}_y - \bar{u}.sin\delta.sin\lambda.\hat{e}_z \quad 2.7$$

$$\mathrm{v} = -sin\delta.sin\varphi.\hat{e}_x + sin\delta.cos\varphi.\hat{e}_y - cos\delta.\hat{e}_z \quad 2.8$$

Ακολουθώντας την προσέγγιση των *Jost and Herrmann* (1989), ο τανυστής σεισμικής ροπής μπορεί να μετατραπεί σε καρτεσιανή μορφή χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις 2.6, 2.7 και 2.8 με τους όρους της παράταξης, **φ**, της γωνίας κλίσης, **δ**, και της γωνίας ολίσθησης, **λ**, όπως περιγράφονται από τις εξισώσεις 2.9.

$$\begin{aligned}
\mathrm{M}_{xx} &= -M_o(sin\boldsymbol{\delta}.cos\boldsymbol{\lambda}.sin2\boldsymbol{\varphi} + \sin 2\boldsymbol{\delta}\,.sin\boldsymbol{\lambda}.sin^2\boldsymbol{\varphi}) \\
\mathrm{M}_{yy} &= -M_o(sin\boldsymbol{\delta}cos\boldsymbol{\lambda}sin2 - sin2\boldsymbol{\delta}sin\boldsymbol{\lambda}sin^2\boldsymbol{\varphi}) \\
\mathrm{M}_{zz} &= M_o(sin\boldsymbol{\delta}sin\boldsymbol{\lambda}) \\
\mathrm{M}_{xy} &= M_o\left(sin\boldsymbol{\delta}cos\boldsymbol{\lambda}cos2\boldsymbol{\varphi} + \frac{1}{2}(sin2\boldsymbol{\delta}sin\boldsymbol{\lambda}sin2\boldsymbol{\varphi})\right) \\
\mathrm{M}_{xz} &= M_o(cos\boldsymbol{\delta}cos\boldsymbol{\lambda}cos\boldsymbol{\varphi} + cos2\boldsymbol{\delta}sin\boldsymbol{\lambda}sin\boldsymbol{\varphi}) \\
\mathrm{M}_{yz} &= -M_o(cos\boldsymbol{\delta}cos\boldsymbol{\lambda}cos\boldsymbol{\varphi} - cos2\boldsymbol{\delta}sin\boldsymbol{\lambda}sin\boldsymbol{\varphi})
\end{aligned} \quad 2.9$$

2.3.3. Ανάλυση του τανυστή της σεισμικής ροπής

Από την ανάλυση του τανυστή σεισμικής ροπής M_{ij} προκύπτουν πραγματικές ιδιοτιμές και ορθογώνια ιδιοδιανύσματα λόγω συμμετρικότητας. Στην πραγματικότητα τα ορθογώνια ιδιοδιανύσματα που προκύπτουν αντιστοιχούν στους κινηματικούς άξονες της συμπίεσης (P), του εφελκυσμού (T) και της ενδιάμεσης τάσης (B).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Ο τανυστής σεισμικής ροπής, M_{ij}, αφού υπολογιστεί μπορεί να αναλυθεί στην σεισμική ροπή $\mathrm{M_o}$, σε ένα διπλό ζεύγος δυνάμεων (DC) και σε ένα γραμμικό διανυσματικό δίπολο αντιστάθμισης (CLVD), όπως περιγράφεται από τους *Jost and Herrmann* (1989). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές πρότειναν με ανάλυση των ιδιοτιμών του συμμετρικού πίνακα την σχέση που περιγράφεται στην εξίσωση 2.10, όπου τα $\vec{a}_1\ \vec{a}_2\ \vec{a}_3$ είναι τα ιδιοδιανύσματα του **M** που αντιστοιχούν στα 3 ορθογώνια μοναδιαία διανύσματα (T, P και B) και m είναι οι ιδιοτιμές που αντιστοιχούν στο ορθογώνιο ιδιοδιάνυσμα του τανυστή σεισμικής ροπής M_{ij}. Η σχέση 2.10 μπορεί να μετατραπεί στην σχέση 2.11, καθορίζοντας έτσι ένα νέο σύστημα συντεταγμένων με τις ιδιοτιμές του διαγωνοποιημένου τανυστή σεισμικής ροπής m.

$$\mathbf{M} = |\vec{a}_1\ \vec{a}_2\ \vec{a}_3|\ m \begin{vmatrix} \vec{a}_1^T \\ \vec{a}_2^T \\ \vec{a}_3^T \end{vmatrix} = A \cdot m \cdot A^T \qquad 2.10$$

$$m = A^T \cdot M \cdot A \qquad 2.11$$

Με περαιτέρω ανάλυση ο τανυστής σεισμικής ροπής **M** μπορεί να αναλυθεί σε ένα ισοτροπέα (isotropic) και ένα εκτροπέα (deviatoric) (εξισώσεις 2.12 και 2.13), όπου $tr(\boldsymbol{M}) = m_1 + m_2 + m_3$ είναι το ίχνος του τανυστή σεισμικής ροπής και m_1^*, m_2^*, m_3^* είναι τα διαγώνια στοιχεία του εκτροπέα. Σύμφωνα με τους *Knopoff and Randall* (1970) οι απόλυτες τιμές των ιδιοδιανυσμάτων ακολουθούν τη σχέση 2.14, ενώ η ποσότητα ε (εξίσωση 2.15) δίνει τον λόγο της μικρότερης απόλυτης ιδιοτιμής $|m_1^*|$ προς την μεγαλύτερη απόλυτη ιδιοτιμή $|m_3^*|$ (*Dziewonski et al.*, 1981)

$$\mathbf{M} = \mathbf{M^{ISO}} + \mathbf{M^{DEV}} \qquad 2.12$$

$$\mathrm{m} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} tr(\boldsymbol{M}) & 0 & 0 \\ 0 & \mathrm{tr}(\mathbf{M}) & 0 \\ 0 & 0 & tr(\boldsymbol{M}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} m_1^* & 0 & 0 \\ 0 & m_2^* & 0 \\ 0 & 0 & m_3^* \end{bmatrix} \qquad 2.13$$

$$|m_3^*| \geq |m_2^*| \geq |m_1^*| \qquad 2.14$$

$$\varepsilon = \left|\frac{m_1^*}{m_3^*}\right| \qquad 2.15$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις 2.14, 2.15 ο δεύτερος όρος της εξίσωσης 2.13, το οποίο είναι ο εκτροπέας του τανυστή σεισμικής ροπής, μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω στην εξίσωση 2.16, όπου ο πρώτος όρος εκφράζει το διπλό ζεύγος δυνάμεων (DC) και ο δεύτερος όρος το διανυσματικό δίπολο αντιστάθμισης (CLVD).

$$\boldsymbol{M_{DEV}} = m_3^*(1-2\varepsilon)(\alpha_3\alpha_3 - \alpha_2\alpha_2) + m_3^*\varepsilon(2\alpha_3\alpha_3 - \alpha_2\alpha_2 - \alpha_1\alpha_1) \qquad 2.16$$

Από την εξίσωση 2.16 διαπιστώνεται ότι αν επιδράσει στην εστία μόνο ένα διπλό ζεύγος δυνάμεων τότε η μικρότερη απόλυτη ιδιοτιμή $|m_1^*|$ θα ισούται με μηδέν, με συνέπεια να ισχύει ε=0 και ο δεύτερος όρος του 2^{ου} μέλους της εξίσωσης να μηδενίζεται. Σε αντίθετη περίπτωση όταν επιδράσει στην εστία μόνο ένα διανυσματικό δίπολο αντιστάθμισης (CLVD), η σταθερά ε παίρνει την τιμή 0.5. Το ποσοστό της συνεισφοράς στον τανυστή σεισμικής ροπής του διπλού ζεύγους δυνάμεων (DC) περιγράφεται με την εξίσωση 2.17.

$$DC(\%) = (1-2\varepsilon)100 \qquad 2.17$$

Η ανάλυση του τανυστή σεισμικής ροπής σε ισότροπη πηγή (ISO), σε διπλό ζεύγος δυνάμεων (DC) και σε γραμμικό διανυσματικό δίπολο αντιστάθμισης (CLVD) βοηθά στην ερμηνεία των δυνάμεων που επιδρούν σε μια σημειακή πηγή. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να διακριθούν π.χ. οι σεισμοί οι οποίοι οφείλονται σε μια έκρηξη ή κατάρρευση όταν το ποσοστό του ισότροπου μοντέλου είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση με το CLVD και το DC. Αυξημένες τιμές των ποσοστών του διπλού ζεύγους δυνάμεων (DC) συνεπάγονται μετατόπιση στην εστία (κανονικοί, ανάστροφοι και μηχανισμοί γένεσης οριζόντιας μετατόπισης) ενώ αυξημένες τιμές CLVD μπορεί να εξηγήσουν π.χ. τον μηχανισμό γένεσης σεισμών μεγάλων βαθών που οφείλονται πιθανόν σε ορυκτολογικές διεργασίες.

2.4.Μέθοδος Αντιστροφής με τη Χρήση του Προγράμματος Rapidinv

Ο προσδιορισμός των μηχανισμών γένεσης των σεισμών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του προγράμματος Rapidinv (*Cesca et al.*, 2010) το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Python. Ο κώδικας Rapidinv βασίζεται εξ ολοκλήρου στα εργαλεία Kiwi, τα οποία βοηθούν στην απλοποίηση της διαδικασίας αντιστροφής από τον χρήστη. Η χρήση του προγράμματος Rapidinv απαιτεί την προηγούμενη εγκατάσταση των εργαλείων αυτών, την δημιουργία βάσης δεδομένων συναρτήσεων απόκρισης του μέσου διάδοσης (Green's

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

functions) και μια αρχική επεξεργασία των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν στην αντιστροφή. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία διαφέρει στο ότι το αρχικό στάδιο στηρίζεται στην αντιστροφή του τανυστή ροπής, στο πεδίο των συχνοτήτων και όχι στο πεδίο των χρόνων αναφοράς όπως οι προηγούμενες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό μηχανισμών γένεσης (π.χ Time-Domain Moment Tensor inversion method – Λογισμικό TDMT_INV). Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος είναι ευέλικτος αφού επιτρέπει τη χρήση δεδομένων διαφόρων τύπων (π.χ. χρονοσειρές, φάσματα, κύματα χώρου, επιφανειακά κύματα, ολόκληρες κυματομορφές), την αυτόματη επεξεργασία δεδομένων (π.χ. tapering, φιλτράρισμα κλπ.), καθώς και τη χρήση διαφόρων μεθόδων αντιστροφής (grid walk, Levenberg-Marquardt, κλπ.). Η βάση δεδομένων συναρτήσεων απόκρισης του μέσου διάδοσης (Green's functions) που χρησιμοποιείται μπορεί να προϋπολογιστεί για διάφορα μοντέλα του φλοιού και να αποθηκευθεί σε ειδική βάση δεδομένων (τύπου HDF5), επιτρέποντας την εύκολη και γρήγορη πρόσβαση από το πρόγραμμα. Η βασική ιδέα της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι η χρήση της αντιστροφής των δεδομένων σε 3 διαφορετικά στάδια (Σχήμα 2.5), αποφεύγοντας την αντιστροφή πολλών παραμέτρων και περιορίζοντας, έτσι, το χρόνο υπολογισμών. Αρχικά η μεθοδολογία αυτή καθορίζει τις παραμέτρους της πηγής (επίπεδα μηχανισμού, βάθος, Mw) που περιγράφουν ένα απλό ζεύγος δυνάμεων σημειακής πηγής (DC) ενώ στην συνέχεια διερευνώνται περαιτέρω χαρακτηριστικά που αφορούν την διάρρηξη του ρήγματος, καθορίζοντας έτσι το επίπεδο του ρήγματος με την χρήση του εικονικού μοντέλου που προτάθηκε από τους *Heimann et al.* (2008).



Σχήμα 2.5 *Στάδια προσδιορισμού μηχανισμού γένεσης και χαρακτηριστικών εικονικού μοντέλου εκτεταμένης πηγής (Cesca et al., 2010).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Βασική προϋπόθεση για τον καθορισμό του μηχανισμού γένεσης του σεισμού είναι η αρχική γνώση των παραμέτρων του σεισμού όπως είναι το επίκεντρο, ο χρόνος γένεσης και μια πρωταρχική εκτίμηση του μεγέθους σεισμικής ροπής. Ειδικότερα, η διαδικασία προσδιορισμού του μηχανισμού γένεσης με το πρόγραμμα Rapidinv ολοκληρώνεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο (Σχήμα 2.7) επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των δύο επιπέδων του μηχανισμού γένεσης (τεσσάρων εναλλακτικών σεναρίων, λόγω αμφισημίας του διανύσματος ολίσθησης), από τη σύγκριση πραγματικών-συνθετικών φασμάτων πλάτους της μετάθεσης. Τόσο στις αρχικές κυματομορφές, όσο και στις συναρτήσεις Green εφαρμόζονται ζωνοπερατά φίλτρα (π.χ. 0.02-0.05Hz για σεισμούς με μέγεθος M_W>5, 0.05-0.08Hz για σεισμούς M_W≤5) για την απομόνωση των χαμηλών συχνοτήτων σε όλες τις συνιστώσες των σταθμών που θα χρησιμοποιηθούν στην αντιστροφή. Η διάρκεια των κυματομορφών συνήθως ορίζεται ~180 sec αλλά αυτό ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του σεισμού καθώς και την ποιότητα των καταγραφών. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της μεθοδολογίας είναι και η εύρεση του λόγου του σήματος προς τον θόρυβο, η οποία γίνεται αυτόματα αφού ο χρήστης μπορεί να καθορίσει τον λόγο αυτό και να περιορίσει την χρήση καταγραφών με θόρυβο. Στο ίδιο στάδιο γίνεται ο υπολογισμός της σεισμικής ροπής και ο υπολογισμός του βάθους. Ειδικότερα για το βάθος, ο χρήστης δεν απαιτείται να επιλέξει συγκεκριμένες τιμές για τις οποίες θα γίνει η αντιστροφή, αφου ο υπολογισμός του γίνεται αυτόματα με χρήση της μεθόδου Levenberg-Marquardt με την οποία γίνεται ευρεση του τανυστή σεισμικής ροπής M_{ij}, αφου ελαχιστοποιείται η ποσότητα σφάλματος (Misfit) της εξίσωσης 2.18. Στην εξισωση αυτή οι ποσοτητες u_i^{syn} και u_i^{obs} είναι οι συνθετικές και πραγματικές μεταθέσεις σε κάθε σταθμό i. Κατά την διάρκεια της αντιστροφής στα επόμενα στάδια καθορίζεται και η σχετική μείωση του σφάλματος (εξίσωση 2.19), στην οποία το BMisfit είναι το μικρότερο σφάλμα που προκύπτει από την καλύτερη λύση του πρώτου στάδιου.

$$Misfit = \frac{\sum_i (u_i^{syn} - u_i^{obs})^2}{\sum_i (u_i^{obs})^2} \qquad 2.18$$

$$R_{Misfit} = \frac{Misfit - BMisfit}{BMisfit} \qquad 2.19$$

Στην συνέχεια, στο δεύτερο στάδιο (Σχήμα 2.8), και με δεδομένα τα δυο επίπεδα του μηχανισμού γένεσης, γίνεται επαναπροσδιορισμός του επικέντρου του σεισμού χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά ως δεδομένα τις αφίξεις των κυμάτων χώρου και την επιλογή σε αυτά κυρίως των S κυμάτων. Στο στάδιο αυτό διευκρινίζεται η ασάφεια του

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

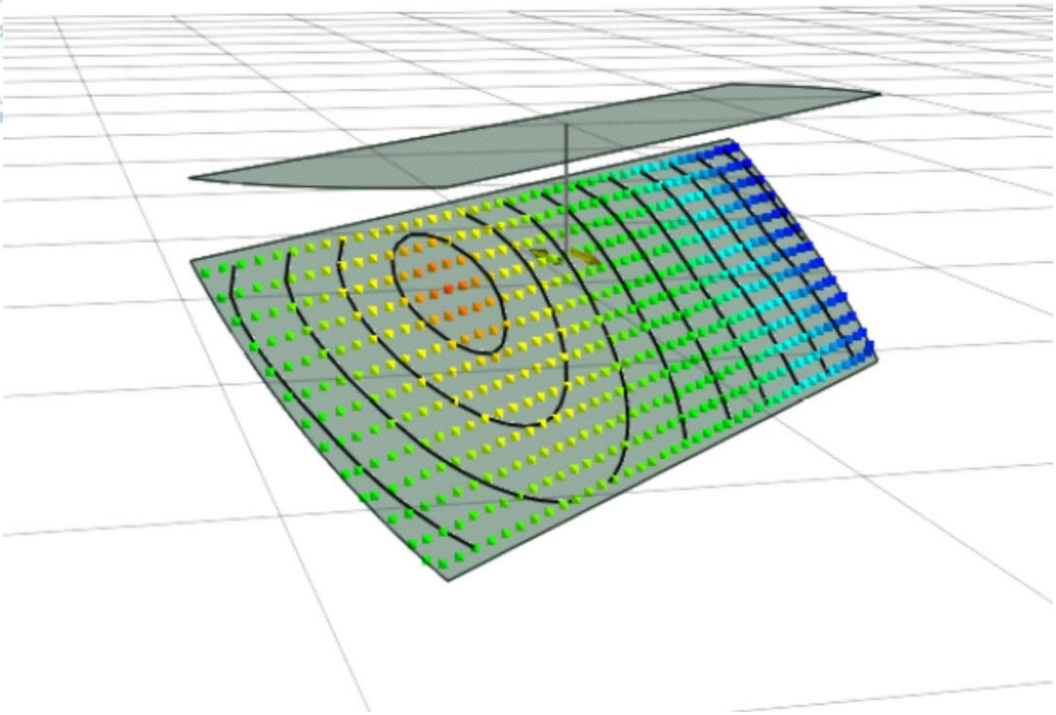
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

πρώτου σταδίου για το που βρίσκονται οι συμπιέσεις και οι αραιώσεις στον μηχανισμό γένεσης του σεισμού. Όλη η διαδικασία του καθορισμού για το πιο τεταρτημόριο του μηχανισμού γένεσης αντιστοιχεί σε συμπιέσεις και πιο σε αραιώσεις γίνεται με τον υπολογισμό των συνθετικών καταγραφών για τις δυο πιθανές λύσεις του μηχανισμού γένεσης και σύγκρισή τους με τις πραγματικές κυματομορφές. Το μικρότερο σφάλμα των δυο συγκρίσεων καθορίζει και την βέλτιστη λύση του μηχανισμού γένεσης του σεισμού, καθορίζοντας έτσι και τα σωστά τεταρτημόρια συμπιέσεων και αραιώσεων. Το ζωνοπερατό φίλτρο που χρησιμοποιείται είναι συνήθως το ίδιο που έχει χρησιμοποιηθεί και στο πρώτο στάδιο (π.χ. 0.02-0.05Hz, 0.05-0.08Hz). Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μια καθορισμένη απόσταση γύρω από το αρχικό επίκεντρο και ένας καθορισμένος χρόνος μερικών δευτερολέπτων πριν και μετά τον αρχικό χρόνο γένεσης του σεισμού έτσι ώστε με την επαναληπτική διαδικασία του δεύτερου σταδίου να βελτιωθεί και να επαναϋπολογιστεί καλύτερα τόσο το επίκεντρο του σεισμού, όσο και ο χρόνος γένεσης του. Τέλος με την χρήση του σταδίου αυτού καθορίζονται οι οκτώ παράμετροι (βάθος εστίας, παράταξη, κλίση, γωνία ολίσθησης, σεισμική ροπή, γεωγραφικό πλάτος και μήκος επικέντρου και χρόνος γένεσης του σεισμού). Ωστόσο το ερώτημα για το ποιο είναι το επίπεδο του ρήγματος και ποιο το βοηθητικό παραμένει αναπάντητο και μετά το δεύτερο στάδιο.

Σε σεισμούς μεγάλου μεγέθους μπορεί να εφαρμοστεί το τρίτο στάδιο (Σχήμα 2.9), όπου γίνεται η επιλογή του επιπέδου του ρήγματος (μεταξύ των δύο ορικών επιπέδων) χρησιμοποιώντας ένα απλοποιημένο μοντέλο κατευθυντικής διάρρηξης. Έτσι, υπολογίζονται οι κινηματικές παράμετροι της σεισμικής πηγής με τη χρήση του εικονικού μοντέλου (Σχήμα 2.6) που προτάθηκε από τους *Heimann* (2008). Στο Σχήμα 2.10 φαίνονται τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας όπως έχει ήδη εφαρμοστεί για επιλεγμένους ισχυρούς σεισμούς, χρησιμοποιώντας το μόνιμο δίκτυο σεισμογράφων ευρέος φάσματος του Αιγαίου (Cesca et al., 2010), τα οποία βρίσκονται σε πολύ καλή συμφωνία με εκείνα που προέρχονται από άλλα δίκτυα. Ενδεικτικά στα σχήματα 2.7, 2.8 και 2.9 παρουσιάζονται τα στάδια καθορισμού του μηχανισμού γένεσης ενός σεισμού μεγέθους Mw=4.7 που εκδηλώθηκε στις 05.44 (2005-10-11) στην περιοχή Νοτιοανατολικά της Καρπάθου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

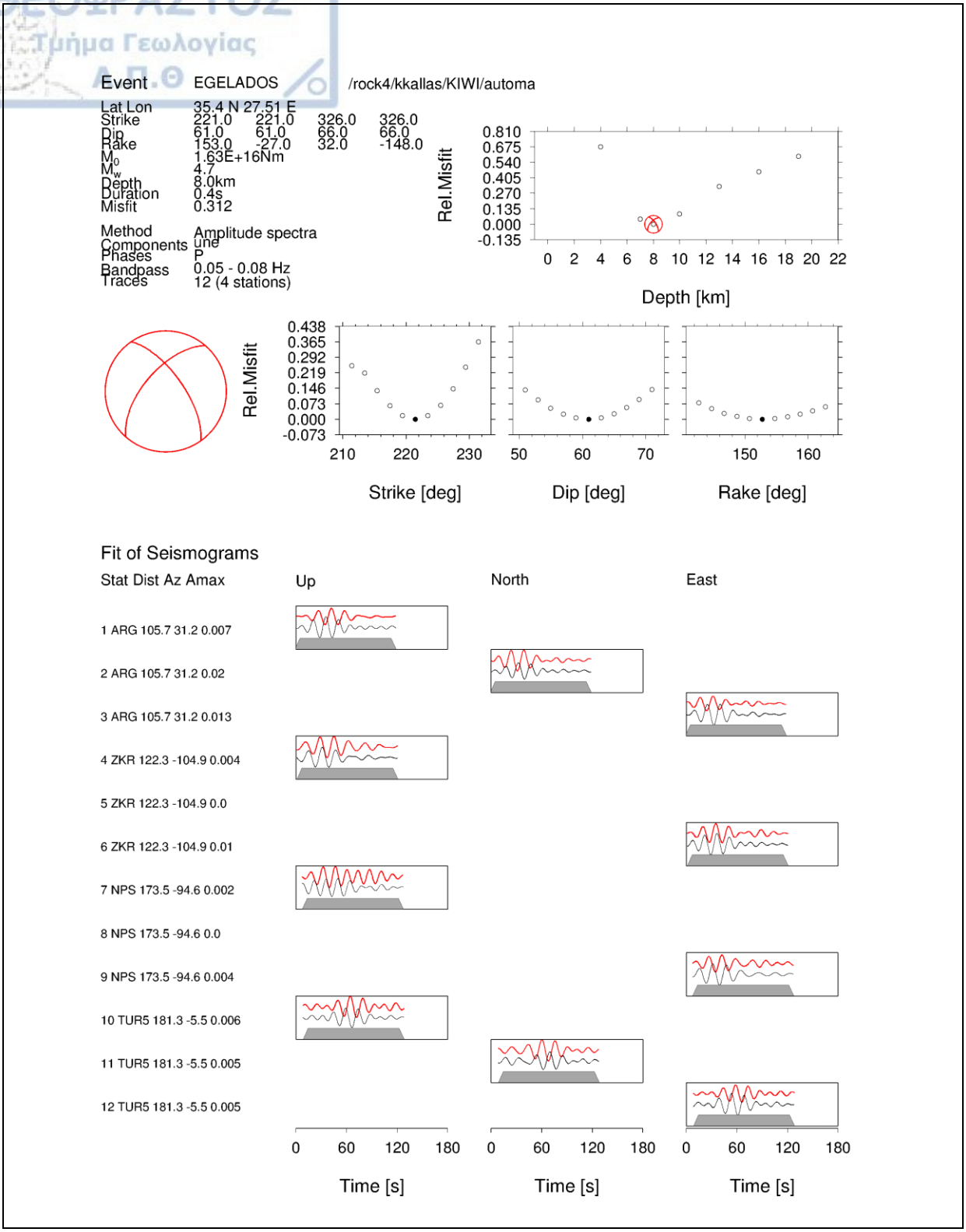
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμ



Σχήμα 2.6 *Σχηματική απεικόνιση εικονικού μοντέλου εκτεταμένης πηγής (Heimann et al., 2008). Η διάρρηξη ξεκινάει από το υπόκεντρο και διαδίδεται συμμετρικά σε όλο το ρήγμα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

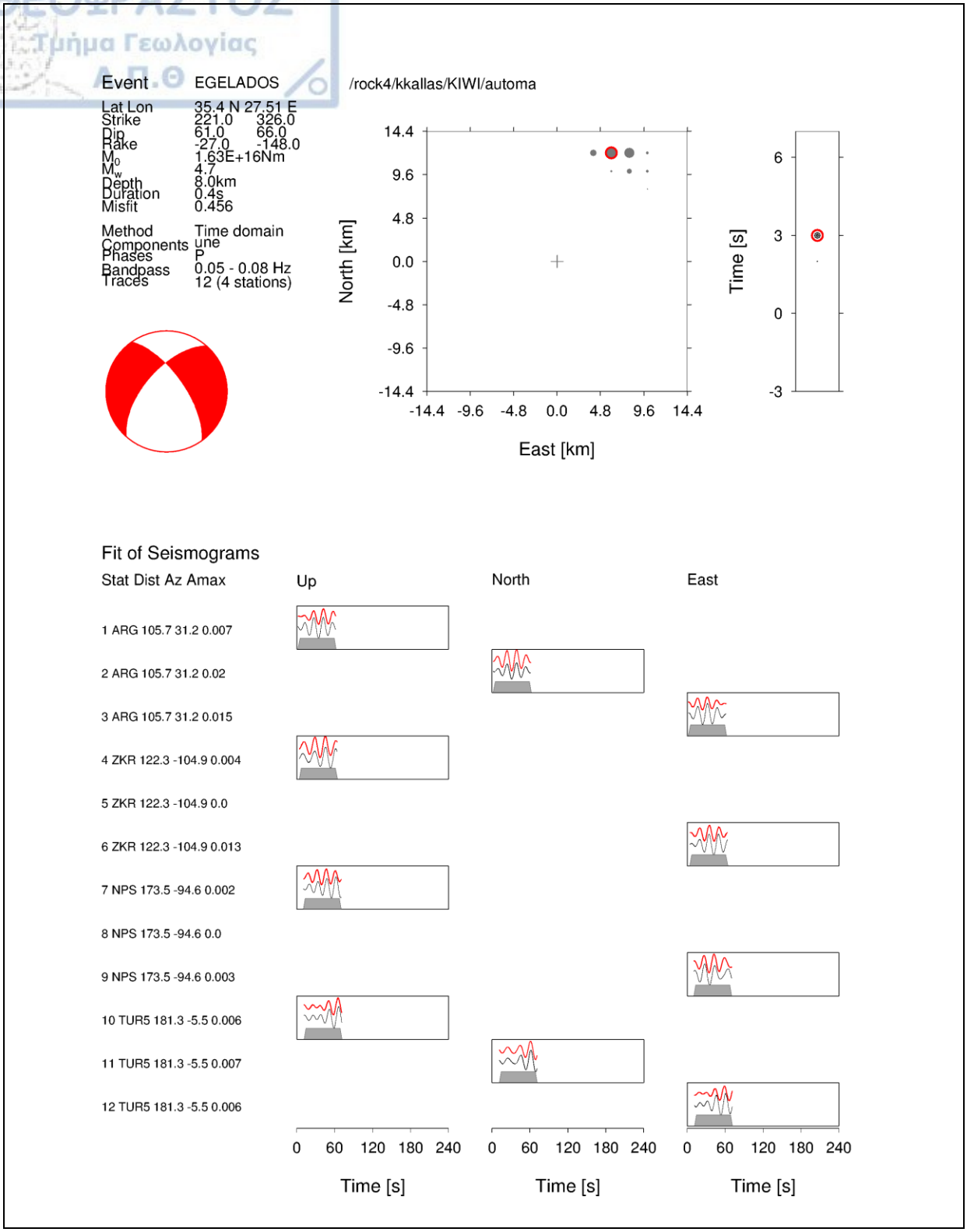
Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.



Σχήμα 2.7 *Πρώτο στάδιο καθορισμού του μηχανισμού γένεσης στο οποίο αρχικά επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός των δυο επιπέδων, ο υπολογισμός της σεισμικής ροπής και η εύρεση του εστιακού βάθους.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

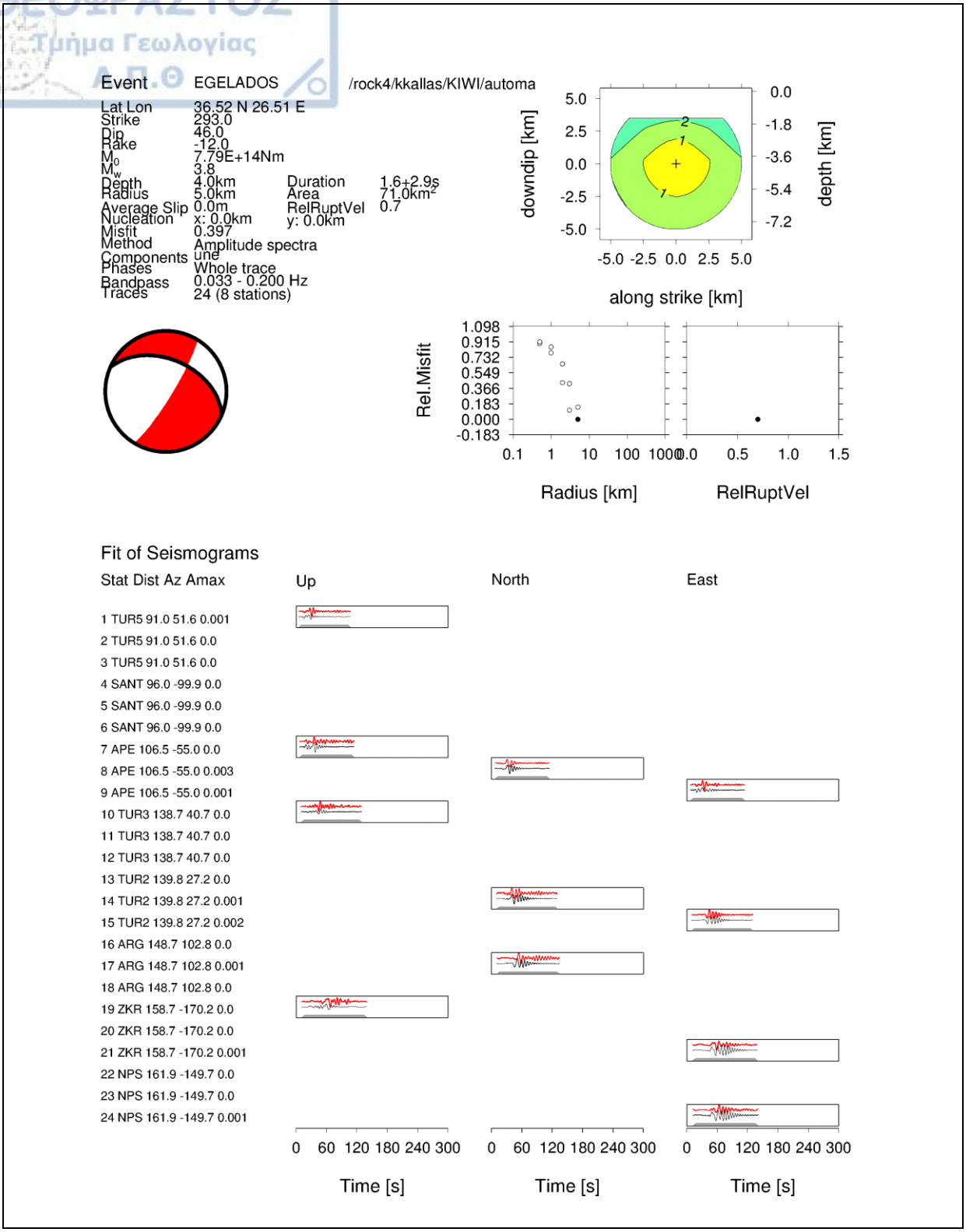
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.



Σχήμα 2.8 *Δεύτερο στάδιο καθορισμού του μηχανισμού γένεσης στο οποίο γίνεται ο επαναπροσδιορισμός του επικέντρου, ο προσδιορισμός του τελικού μηχανισμού γένεσης και η εύρεση των σφαλμάτων τόσο στο χρόνο γένεσης όσο και στη θέση της σεισμικής εστίας (θέση έναρξης της σεισμικής διάρρηξης)*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

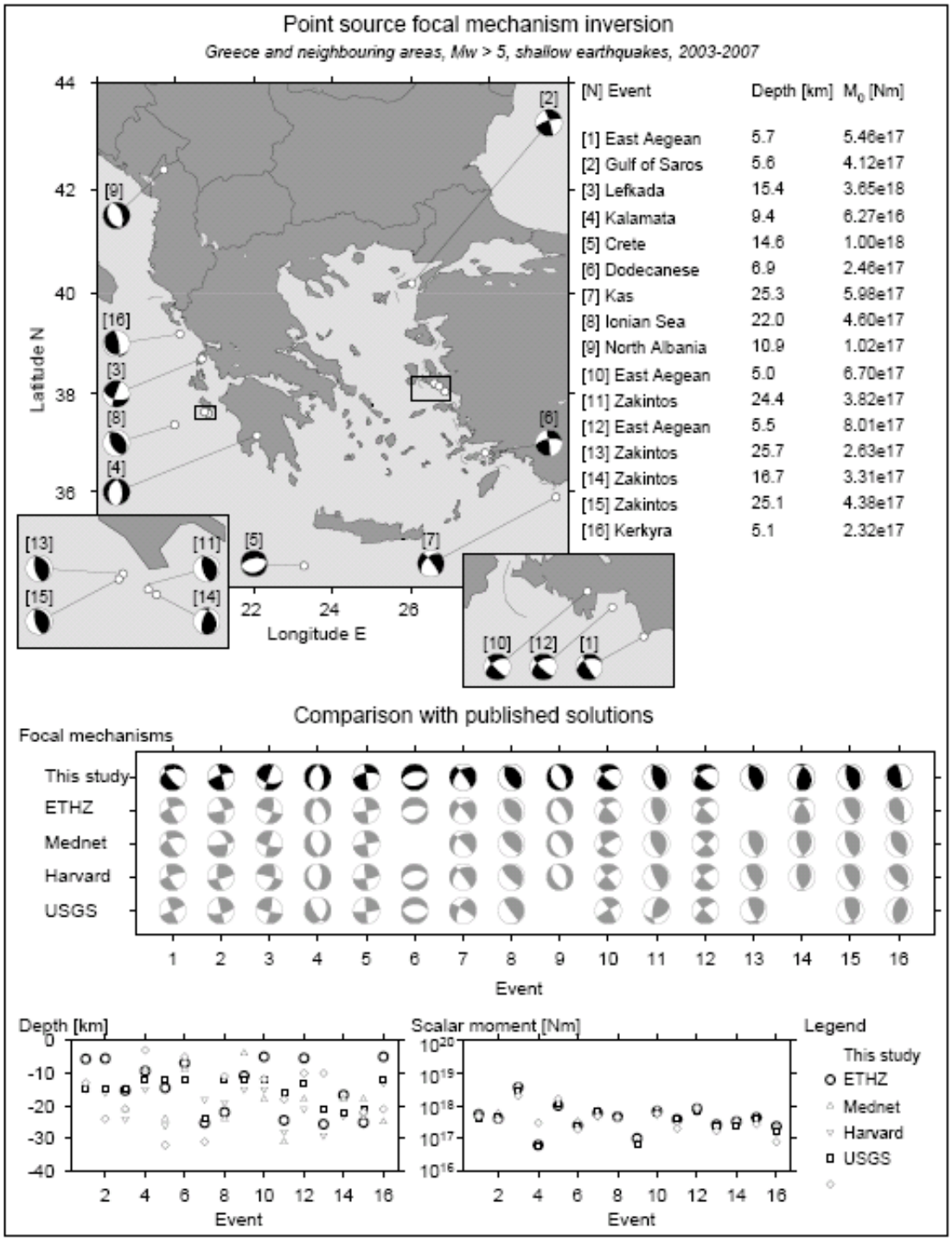
Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.



Σχήμα 2.9 *Τρίτο στάδιο καθορισμού του μηχανισμού γένεσης στο οποίο γίνεται η εύρεση των κινηματικών παραμέτρων της σεισμικής πηγής και ο προσδιορισμός του επιπέδου του ρήγματος χρησιμοποιώντας το εικονικό μοντέλο εκτεταμένης πηγής (Heimann et al., 2008).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 2.10 *Αποτελέσματα από την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας προσδιορισμού μηχανισμών γένεσης σε σεισμούς του ευρύτερου Ελληνικού χώρου και σύγκριση με τους αντίστοιχους μηχανισμούς γένεσης από άλλες πηγές (Cesca et al., 2010).*

2.5. Μέθοδος Καθορισμού των Μηχανισμών Γένεσης του Ν. Αιγαίου

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

2.5.1. **Επεξεργασία πραγματικών κυματομορφών**

Η επεξεργασία των κυματομορφών είναι αναγκαία σχεδόν σε όλες τις μεθοδολογίες αντιστροφής για την εύρεση του τανυστή σεισμικής ροπής και είναι καταλυτικός παράγοντας για το γρήγορο και ορθό καθορισμό του τανυστή σεισμικής ροπής. Αρχικά γίνεται συλλογή όλων των διαθέσιμων κυματομορφών (εδαφικής ταχύτητας σε μορφή SAC αρχείων) και μετατροπή σε εδαφική μετάθεση η οποία απαιτείται στο λογισμικό Rapidinv. Στη συνέχεια, στα αρχεία τύπου SAC (Seismic Analysis Code) γίνεται οπτικός έλεγχος της ποιότητας, εξετάζοντας τόσο το λόγο σήματος προς θόρυβο όσο και τυχόν κενά στις υπό εξέταση κυματομορφές. Στην συνέχεια οι κυματομορφές διορθώνονται για την επίδραση του οργάνου καταγραφής, χρησιμοποιώντας αρχεία με πόλους και μηδενικά (poles and zeros) και τη σταθερά (constant) του οργάνου καταγραφής. Οι πόλοι και τα μηδενικά είναι γνωστά για κάθε τύπο σεισμομέτρου (δίνονται από τον κατασκευαστή), ενώ η σταθερά (constant) η οποία μετατρέπει τα πλάτη των σεισμογραμμάτων από αριθμούς (counts) σε μονάδες εδαφικής μετάθεσης (m) που απαιτείται από το Rapidinv δεν είναι συχνά γνωστή. Για την εύρεση της σταθεράς αυτής απαιτείται να γνωρίζουμε τον συντελεστή κανονικοποίησης (Normalization Factor Ao), την ενίσχυση του σεισμομέτρου (Sensor Gain) και την ενίσχυση του ψηφιοποιητή, οπότε υπολογίζεται με την σχέση **2.20**

$$\boldsymbol{Constant} = \boldsymbol{A_0}(rad) \times \boldsymbol{Sensor_Gain}(V/m/s) \times \boldsymbol{Digitizer_Gain}(counts/V) \qquad 2.20$$

Στο Παράρτημα 1 (ηλεκτρονική μορφή) δίνονται οι χρόνοι έναρξης και λήξης λειτουργίας των σεισμογράφων καθώς και πληροφορίες που αφορούν τόσο τους πόλους και τα μηδενικά (poles and zeros) κάθε σεισμομέτρου, όσο και τον καθορισμό της σχέσης **2.20** (Ao, Sensor gain, Normalization Factor). Στον Πίνακα 2.1 δίδονται οι τιμές των πόλων και των μηδενικών που χρησιμοποιήθηκαν για την διόρθωση της απόκρισης του σεισμομέτρου τύπου Guralp 60-sec με 24-bit φορητό καταγραφικό τύπου (Earth Data PR6-24-3AA). Στο Σχήμα 2.11 φαίνονται οι καταγραφές μίας οριζόντιας συνιστώσας στον σταθμό AKYT, από το δίκτυο του πειράματος EGELADOS. Η αρχική καταγραφή αφορά τα δεδομένα σε μορφή ταχύτητας σε μονάδες counts/sec (αρχείο ψηφιοποιητή) ενώ με τη χρήση των διορθώσεων του οργάνου καταγραφής (Πίνακας 2.1) η καταγραφή αυτή διορθώθηκε και μετατράπηκε τόσο σε εδαφική μετάθεση (cm) όσο και σε εδαφική επιτάχυνση (cm/sec^2).

Οι καταγραφές οι οποίες λαμβάνονται αρχικά σε μορφή ταχύτητας μετατρέπονται σε καταγραφές μετατόπισης, όπως τις δέχεται ο αλγόριθμος Rapidinv. Επιπλέον, στα διορθωμένα δεδομένα έγινε χρήση ενός ζωνοπερατού φίλτρου τύπου Butterworth τα όρια του οποίου καθορίστηκαν ανάλογα με την ποιότητα των κυματομορφών. Τα όρια του

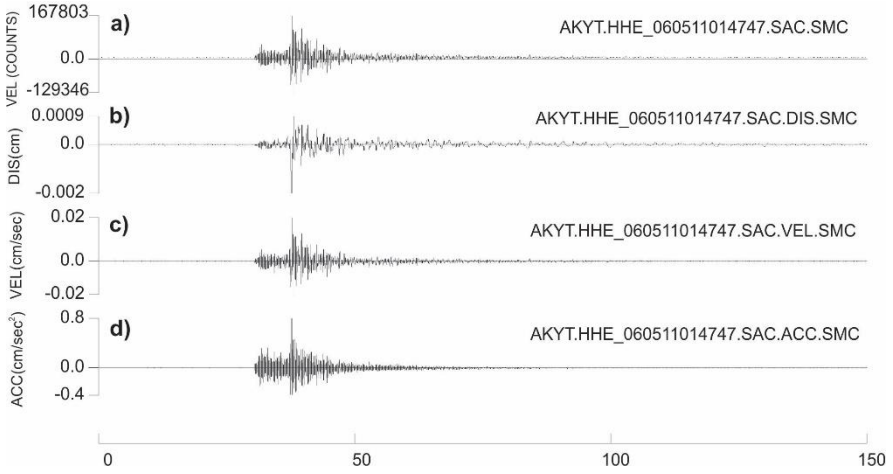
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ζωνοπερατού φίλτρου ρυθμίζονται με τον καθορισμό τεσσάρων συχνοτήτων, f1 ≤ f2 ≤ f3 ≤ f4. Το φίλτρο αυτό μηδενίζεται στις συχνότητες f<f1 και f>f4 ενώ έχει μοναδιαία απόκριση ανάμεσα στις συχνότητες f2-f3 και μεταβάλλεται γραμμικά στα διαστήματα f1-f2 και f3-f4. Τέλος πραγματοποιείται διόρθωση της μέσης στάθμης των κυματομορφών.

Πίνακας 2.1 *Οι πόλοι και τα μηδενικά (poles-zeros) του σεισμομέτρου τύπου Guralp 60-sec (CMG3Q), (σταθμός AKYT) με 24-bit φορητό καταγραφικό τύπου Earth Data PR6-24-3AA.*

ZEROS 2 (Rad/sec)	
0	0
0	0
POLES 5 (Rad/sec)	
-502.65482	0
-1005.3096	0
-1130.9734	0
-0.04442	0.04442
-0.04442	-0.04442
CONSTANT 4.49891E+17	



Σχήμα 2.11 *α) Η καταγραφή του σταθμού AKYT σε μια οριζόντια συνιστώσα από τον ψηφιοποιητή (μονάδες counts) καθώς και οι αντίστοιχες καταγραφές σε μορφή μετάθεσης (b), ταχύτητας (c) και επιτάχυνσης (d) μετά από αντίστοιχες διορθώσεις της απόκρισης του οργάνου καταγραφής.*

2.5.2. Υπολογισμός συνθετικών κυματομορφών – συναρτήσεων Green

Ο καθορισμός μιας σταθερής βάσης δεδομένων συναρτήσεων απόκρισης του μέσου διάδοσης (Green's functions) είναι αδιαμφισβήτητα ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του προγράμματος Rapidinv. Μια εδαφική κίνηση που καταγράφεται σε ένα σταθμό μπορεί να θεωρηθεί ως η συνέλιξη τριών κύριων παραγόντων που συνδέονται με την χρονική

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

συνάρτηση της πηγής, s(t), την επίδραση του δρόμου διάδοσης (ελαστική - ανελαστική επίδραση) της περιοχής μεταξύ της σεισμικής πηγής και του σταθμού g(t), και την απόκριση του σεισμομέτρου i(t) (εξίσωση 2.21).

$$U(t) = i(t) * s(t) * g(t) \qquad 2.21$$

Πιο συγκεκριμένα, η εξίσωση 2.21 μπορεί να μετατραπεί στην εξίσωση 2.22 όπου εμπεριέχονται και τα πέντε στοιχεία του τανυστή σεισμικής ροπής ($m_1=M_{11}$, $m_2=M_{22}$, $m_3=M_{12}$, $m_4= M_{13}$, $m_5= M_{23}$). Στην εξίσωση αυτή η συνιστώσα G(t) εμπεριέχει την ελαστική e(t) και ανελαστική συνιστώσα q(t) της επίδρασης του δρόμου διάδοσης, ικανοποιώντας με αυτό τον τρόπο την εξίσωση 2.23. Η ελαστική συνιστώσα συνδέεται με το μοντέλο ταχυτήτων που περιγράφει καλύτερα την περιοχή μελέτης ενώ η ανελαστική συνιστώσα συνδέεται με την ανελαστική απόσβεση δηλαδή το μοντέλο Q. Με αυτό τον τρόπο αφού οι διαφορετικές τιμές του τανυστή σεισμικής ροπής καθορίζουν διαφορετικούς τύπους ρηγμάτων μπορεί να προ-κατασκευαστούν ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες με τις θεωρητικές συναρτήσεις Green για μεγάλο εύρος επικεντρικών αποστάσεων και βαθών.

$$U(x,t) = i(t) * s(t) * \sum_{i=1}^{5} (m_i G(t)) \qquad 2.22$$

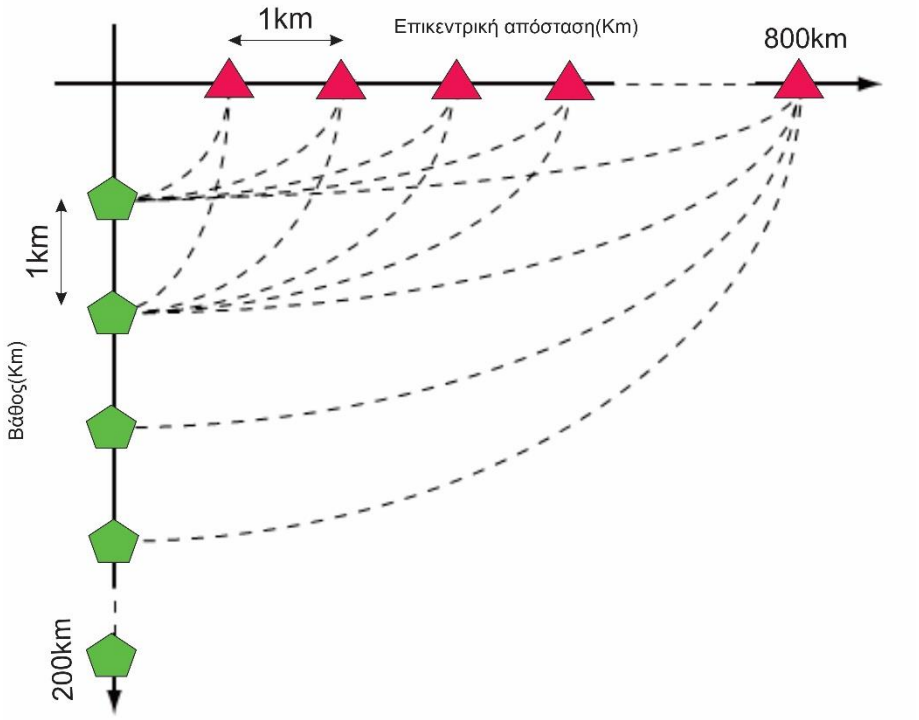
$$G(t) = e(t) * q(t) \qquad 2.23$$

Η διαδικασία όμως της δημιουργίας αυτής της βάσης προϋποθέτει, εκτός από την γνώση ενός μονοδιάστατου μοντέλου ταχυτήτων-αποσβέσεων, την χρήση σημαντικής υπολογιστικής ισχύος και χρόνου. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε το μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων όπως προτάθηκε από τους *Novotný et al.* (2001) (Πίνακας 2.2). Οι τιμές της βάσης δεδομένων (GFs) για την χρησιμοποίηση της με τα εργαλεία Kiwi μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας δυο διαφορετικές μεθοδολογίες. Η πρώτη μεθοδολογία πραγματοποιείται με τον αλγόριθμο Thomson-Haskell (*Thomson*, 1950; *Haskell*, 1953) με το λογισμικό QSEIS (*Wang*, 1999) το οποίο χρησιμοποιείται σε τοπικές αποστάσεις (R<500km). Για τηλεσεισμούς χρησιμοποιείται η μεθοδολογία που περιγράφεται από τους *Friederich and Dalkolmo* (1995), χρησιμοποιώντας την αριθμητική προσέγγιση στο πεδίο των συχνοτήτων (λογισμικό GEMINI).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την δημιουργία της βάσης δεδομένων (GFs) είναι η QSEIS για την οποία υπάρχουν διαθέσιμοι αλγόριθμοι για την δημιουργία της βάσης δεδομένων συναρτήσεων Green (GFs). Ο αλγόριθμος greentree.csh ο οποίος είναι γραμμένος σε κέλυφος C (C shell) του Unix προϋποθέτει την εισαγωγή του αρχείου με το μονοδιάστατο μοντέλο ταχυτήτων π.χ. των Novotny et al. (2001) το οποίο έχει δειχθεί ως κατάλληλο για τον Ελληνικό χώρο από προηγούμενες μελέτες (π.χ. *Benetatos et al.*, 2004). Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος, εκτός από το όνομα της βάσης δεδομένων (GFs), ζητά από τον χρήστη να καθορίσει τις τιμές του εύρους των βαθών, καθώς και τα όρια των επικεντρικών αποστάσεων για τα οποία θα παραχθούν συναρτήσεις Green. Στην παρούσα εργασία, η βάση δεδομένων (GFs) που δημιουργήθηκε αρχίζει από το βάθος του 1km και φτάνει μέχρι και τα 200km, με βήμα 1km. Οι επικεντρικές αποστάσεις καλύπτουν τα όρια από 1km μέχρι τα 800km, με βήμα 1km (Σχήμα 2.12). Το χρονικό βήμα δειγματοληψίας ορίστηκε στα 0.2 δευτερόλεπτα (f_{Δ}=5Hz) και είναι αντιπροσωπευτικό για τον καθορισμό των μηχανισμών γένεσης των ενδιάμεσων-ισχυρών σεισμών της παρούσας εργασίας.



Σχήμα 2.12 *Σχηματική απεικόνιση της κατασκευής της βάσης δεδομένων (GFs) με βήμα 1km τόσο στην επικεντρική απόσταση(km) όσο και στα βάθη(km).*

Πίνακας 2.1 Το μοντέλο ταχυτήτων (P-S κυμάτων) - αποσβέσεων (Qp-Qs) (*Novotný et al.* (2001) που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της βάσης δεδομένων συναρτήσεων απόκρισης του μέσου διάδοσης (Green's functions).

no	Πάχος[km]	Ταχύτητα	Ταχύτητα	Πυκνότητα	Qp	Qs

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
ΑΠΘ

		P-κυμάτων[km/s]	S-κυμάτων[km/s]	[gr/cm^3]		
1	0	2.31	1.3	2.2	300	150
2	1	2.31	1.3	2.2	300	150
3	1	4.5	2.53	2.5	300	150
4	2	4.5	2.53	2.5	300	150
5	2	5.52	3.1	2.7	400	200
6	5	5.52	3.1	2.7	400	200
7	5	6.23	3.5	2.9	500	250
8	16	6.23	3.5	2.9	500	250
9	16	6.41	3.6	3	500	250
10	33	6.41	3.6	3	500	250
11	33	8.37	4.7	3.38	1000	500
12	77.5	8.045	4.49	3.345	1340	600
13	120	8.05	4.5	3.371	1340	600
14	165	8.175	4.509	3.398	1340	600
15	210	8.3	4.518	3.426	1340	600
16	210	8.3	4.523	3.426	1340	600
17	260	8.483	4.609	3.456	1340	600
18	310	8.665	4.696	3.486	1340	600
19	360	8.847	4.783	3.517	1340	600
20	410	9.03	4.87	3.547	1340	600
21	410	9.36	5.08	3.756	1340	600
22	1000	9.528	5.186	3.818	1340	600

Ο καθορισμός των μηχανισμών γένεσης με το αλγόριθμο Rapidinv και με την χρήση των εργαλείων Kiwi προϋποθέτει εκτός από τη δημιουργία της βάσης GFs και μια αρχική προεργασία στα σεισμολογικά δεδομένα (μορφή δεδομένων SAC και SEED). Για τον προσδιορισμό των μηχανισμών γένεσης χρησιμοποιήθηκε, όπως προαναφέρθηκε, ένας σημαντικός όγκος δεδομένων που προήλθε από το δίκτυο EGELADOS. Τα δεδομένα δόθηκαν από το πανεπιστήμιο Ruhr την Γερμανίας μετά από μια αρχική επεξεργασία και μετατροπή τους σε κατάλληλη μορφή για μετέπειτα επεξεργασία. Οι κατάλογοι όλων των διαθέσιμων σεισμών που προήλθαν από αυτό το δίκτυο περιείχαν τους χρόνους γένεσης, τα εστιακά βάθη και τα επίκεντρά τους, αυτόματα υπολογισμένα, χωρίς όμως πληροφορίες για τα μεγέθη τους. Για να καθοριστούν καλύτερες και ακριβέστερες πληροφορίες για τους σεισμούς χρησιμοποιήθηκε κατάλογος σεισμικότητας που προήλθε από το σεισμολογικό σταθμό Θεσσαλονίκης *(doi:10.7914/SN/HT)* και στον οποίο αναζητήθηκαν τα χαρακτηριστικά για όλους τους σεισμούς με μέγεθος M>3.5, που εκδηλώθηκαν στο διάστημα εγκατάστασης και λειτουργίας του δικτυού EGELADOS. Στην συνέχεια με κατάλληλους αλγορίθμους έγινε σύγκριση του καταλόγου που δόθηκε από το Πανεπιστήμιο Ruhr σε σχέση με τον κατάλογο που δημιουργήθηκε και προήλθε από το σεισμολογικό σταθμό Θεσσαλονίκης. Με αυτό τον τρόπο ταυτοποιήθηκαν 340 σεισμοί με μέγεθος M>3.5, από

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

τους οποίους 88 σεισμοί έδώσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά την διαδικασία καθορισμού των μηχανισμών γένεσής τους. Τα εστιακά βάθη των σεισμών αυτών κυμαίνονται από 2-127Km και τα μεγέθη τους από 3.5-6.6. Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των μηχανισμών γένεσης όπως έχουν καθοριστεί με τον αλγόριθμο Rapidinv, ενώ στο Παράρτημα 2 (σε ηλεκρονική μορφή) φαίνονται όλα τα βήματα καθορισμού του συνόλου των μηχανισμών γένεσης. Στις στήλες του Πίνακα 2.2 εμφανίζονται τα βασικά στοιχεία του σεισμού (χρόνος γένεσης, επίκεντρο, εστιακό βάθος, μέγεθος) καθώς επίσης και στοιχεία για το πιθανό επίπεδο του ρήγματος που σχετίζεται με το σεισμό (strike=παράταξη, dip=γωνιά κλίσης, rake=γωνία ολίσθησης). Στο Σχήμα 2.13 φαίνεται η κατανομή των μηχανισμών γένεσης οι οποίοι προσδιοριστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv για την περιοχή του Νοτίου Αιγαίου. Οι μηχανισμοί που προσδιορίστηκαν χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το βάθος τους. Με πράσινο χρώμα φαίνονται οι μηχανισμοί γένεσης με βάθη 0-30km, με κόκκινο χρώμα φαίνονται οι μηχανισμοί γένεσης με βάθη 30-60km και με μαύρο χρώμα φαίνονται οι μηχανισμοί γένεσης με βάθη >60Km.

Πίνακας 2.2 *Παράμετροι των 88 σεισμών που προσδιορίστηκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv για την περιοχή του Νοτίου Αιγαίου κατά την χρονική περίοδο Οκτώβριος 2005 - Απρίλιος 2007.Τα στοιχεία που αναγράφονται στον πίνακα είναι τα εξής: αριθμός σεισμού (Num), ημερομηνία (Date) και χρόνος γένεσης (Time), γεωγραφικό πλάτος (lat) και γεωγραφικό μήκος (lon), εστιακό βάθος (depth), μέγεθος (M), παράταξη (strike), γωνία κλίσης (dip) και γωνιά ολίσθησης (rake).*

Num	Date	Time	lat	lon	depth	M	strike	dip	rake
1	20051009	21:25:04	36.53	26.51	4.00	3.8	293	46	-12
2	20051011	5:44:26	35.40	27.51	7.99	4.7	221	61	-28
3	20051018	21:12:52	37.38	21.64	33.01	3.7	122	16	111
4	20051024	0:07:49	35.13	26.36	13.76	3.8	105	30	-153
5	20051027	16:56:59	34.62	25.26	7.92	4.2	353	75	-144
6	20051028	1:22:30	36.78	21.70	9.72	3.4	223	33	-68
7	20051029	8:37:26	36.72	25.83	12.44	3.7	93	41	-73
8	20051029	10:17:08	35.34	22.55	31.51	4.3	212	37	-8
9	20051102	4:59:36	34.74	24.34	5.95	4.1	245	39	83
10	20051105	14:11:13	34.40	25.43	57.19	4.3	127	47	81
11	20051116	9:55:51	37.94	22.17	13.26	3.7	130	81	156
12	20051119	17:26:33	35.15	26.06	8.91	3.9	45	62	-27
13	20051126	4:51:15	34.56	25.26	31.57	4.2	177	55	7
14	20051209	14:33:22	35.29	27.15	7.15	4.7	320	80	-120
15	20051223	7:09:55	35.33	23.20	71.61	4.3	73	56	142
16	20060101	15:41:20	34.81	23.57	17.08	3.7	333	63	-153
17	20060108	11:34:56	36.21	23.45	68.12	6.6	73	67	132
18	20060110	19:12:54	35.33	27.33	7.44	3.6	354	65	-94
19	20060111	10:34:51	36.17	23.30	61.86	4.3	113	73	177
20	20060205	8:10:46	35.09	23.40	31.86	3.6	20	30	153
21	20060206	12:43:51	35.13	27.72	13.81	3.9	47	77	-46

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

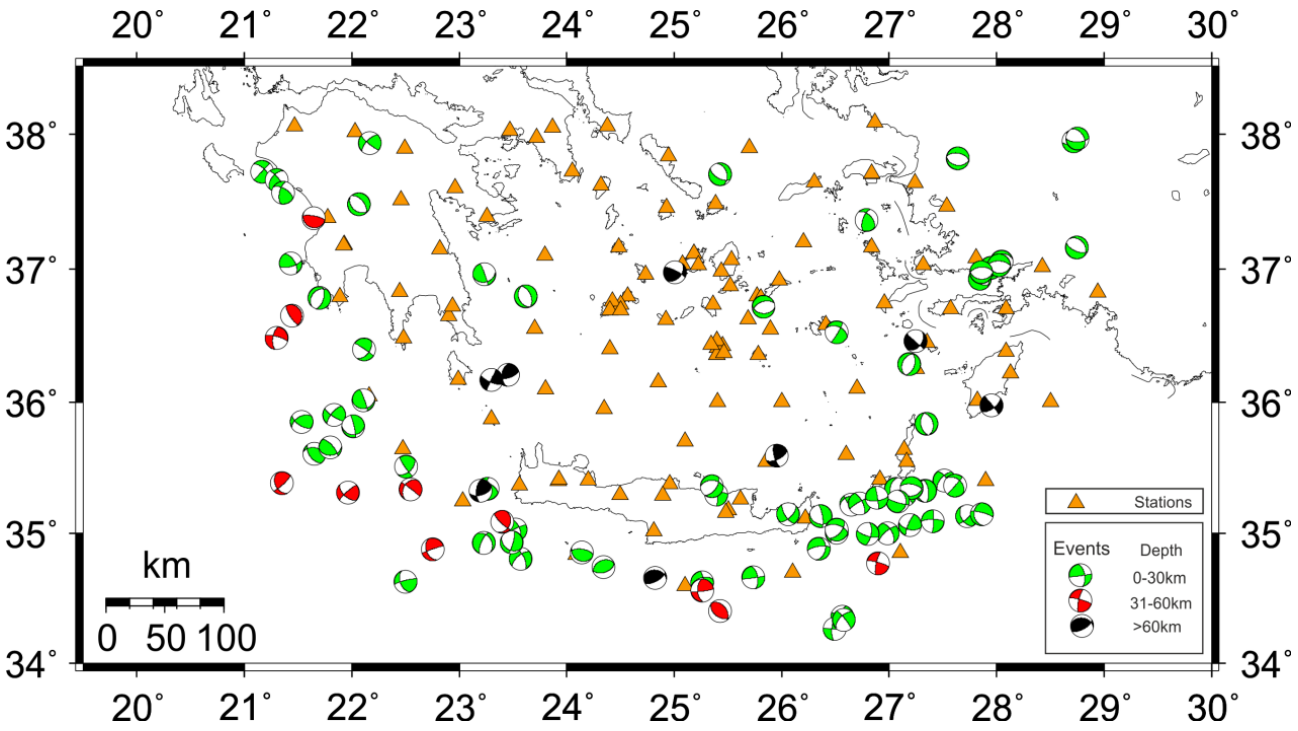
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

22	20060209	6:59:42	37.72	21.16	17.20	3.5	314	64	1
23	20060212	0:42:21	35.90	21.84	13.43	3.5	219	70	15
24	20060214	14:22:18	35.03	23.53	14.74	3.9	245	83	-30
25	20060222	5:38:26	35.34	27.14	8.85	4.4	229	49	-19
26	20060307	16:17:54	35.34	27.07	17.11	3.7	187	46	-135
27	20060317	2:47:15	35.31	21.96	31.06	4	133	58	170
28	20060321	10:16:43	36.93	27.84	8.21	4	120	56	-100
29	20060325	13:16:33	35.82	22.01	2.06	3.7	90	25	-167
30	20060331	21:46:15	35.22	26.65	14.73	4.2	260	28	30
31	20060402	10:15:41	35.09	27.40	10.46	3.9	270	75	-9
32	20060403	19:36:42	36.80	23.62	11.30	3.8	337	54	-92
33	20060412	9:49:19	35.35	27.21	12.90	3.7	78	30	-110
34	20060508	16:53:38	37.82	27.64	7.27	3.7	282	52	-87
35	20060509	21:30:43	35.00	26.99	4.99	3.7	231	74	-33
36	20060512	20:59:44	35.23	26.73	16.82	4	334	69	-170
37	20060512	21:17:56	35.00	26.80	22.20	3.9	10	64	-18
38	20060512	22:44:15	37.05	28.05	5.57	3.5	254	33	-129
39	20060515	4:22:39	35.59	25.96	65.41	4.4	165	69	28
40	20060515	4:42:47	34.93	23.49	6.34	4.3	16	79	-60
41	20060515	21:08:40	37.48	22.07	3.23	3.7	129	37	-100
42	20060519	22:52:05	34.66	25.74	23.87	3.5	350	59	177
43	20060526	6:20:13	36.48	21.30	32.01	4.1	188	63	-15
44	20060605	4:23:30	37.95	28.72	11.51	4.3	318	38	-44
45	20060605	4:38:46	37.97	28.75	13.73	4	89	64	-126
46	20060610	11:08:27	35.01	26.51	13.64	4	210	61	36
47	20060610	11:18:35	35.03	26.51	14.14	3.8	42	58	-139
48	20060612	2:01:51	35.61	21.65	22.32	4.4	281	43	57
49	20060626	0:51:43	34.88	26.34	18.49	4.1	13	41	-153
50	20060709	3:12:54	36.46	27.25	127.05	4.3	37	44	-7
51	20060713	15:13:43	35.84	27.35	9.72	4.4	173	48	-83
52	20060720	15:57:39	37.66	21.30	24.29	4	218	52	157
53	20060726	22:12:36	36.40	22.12	29.37	3.6	37	50	-176
54	20060730	0:42:59	35.30	25.39	11.35	4	359	80	-162
55	20060808	18:56:22	37.01	27.95	2.39	3.6	304	79	-61
56	20060808	19:20:35	37.71	25.43	10.16	3.7	121	58	-115
57	20060809	9:18:17	37.03	28.02	1.97	3.6	99	31	-85
58	20060810	11:01:48	36.29	27.19	10.39	3.8	204	40	-86
59	20060813	10:35:12	34.36	26.56	15.57	5.1	200	65	-6
60	20060814	2:16:12	35.36	25.35	11.23	3.6	271	47	-47
61	20060816	19:17:51	34.27	26.49	17.05	4.4	275	90	-160
62	20060822	9:23:22	35.25	27.08	9.59	4.6	358	28	-22
63	20060907	21:56:07	35.51	22.51	6.24	3.6	48	49	169
64	20060918	6:32:32	35.65	21.80	19.19	4	85	32	41
65	20061002	4:16:12	35.37	27.61	7.06	4.1	310	38	-4
66	20061012	13:31:02	34.34	26.58	28.54	4.8	226	60	-12
67	20061021	6:41:12	37.57	21.36	14.44	3.7	301	60	32

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

68	20061024	3:39:38	35.07	27.19	28.76	4.7	202	77	36
69	20061025	6:49:50	35.85	21.53	14.74	3.5	240	51	39
70	20061030	17:34:40	37.37	26.79	6.24	3.8	316	50	37
71	20061116	16:44:24	35.15	27.86	28.49	3.5	173	32	-26
72	20061116	18:50:02	36.96	23.23	16.77	3.6	341	85	121
73	20061122	16:12:46	34.66	24.82	61.13	4	60	64	70
74	20061124	17:16:57	37.04	21.43	11.45	4.1	74	67	34
75	20061126	17:58:05	35.34	23.26	14.99	4.4	292	51	23
76	20061202	10:26:55	34.77	26.90	48.55	5	285	81	13
77	20061220	19:27:38	34.85	24.14	13.73	3.5	117	27	107
78	20061224	10:26:32	35.27	26.89	13.22	4.5	351	85	159
79	20061225	14:08:55	34.63	22.50	11.06	4.5	158	50	168
80	20070117	16:05:33	36.98	25.01	98.96	4.5	39	42	16
81	20070118	22:25:24	34.88	22.75	32.21	5	157	43	-6
82	20070125	21:09:45	34.93	23.23	27.71	4.6	205	72	-61
83	20070131	23:13:46	36.98	27.86	11.36	3.4	95	37	-84
84	20070210	9:12:56	35.38	21.35	30.72	4.8	47	80	128
85	20070212	20:35:18	36.65	21.44	32.97	4	146	74	87
86	20070215	3:15:55	35.98	27.95	99.84	4.6	53	65	4
87	20070306	3:34:44	37.16	28.75	12.07	4	321	31	-67
88	20070308	3:52:25	36.02	22.11	2.74	3.9	85	25	17



Σχήμα 2.13 *Χωρική κατανομή μηχανισμών γένεσης οι οποίοι προσδιοριστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv για την ευρύτερη περιοχή του Νοτίου Αιγαίου. Οι μηχανισμοί χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το βάθος τους. Οι σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή δεδομένων του δικτύου EGELADOS σημειώνονται με τρίγωνα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

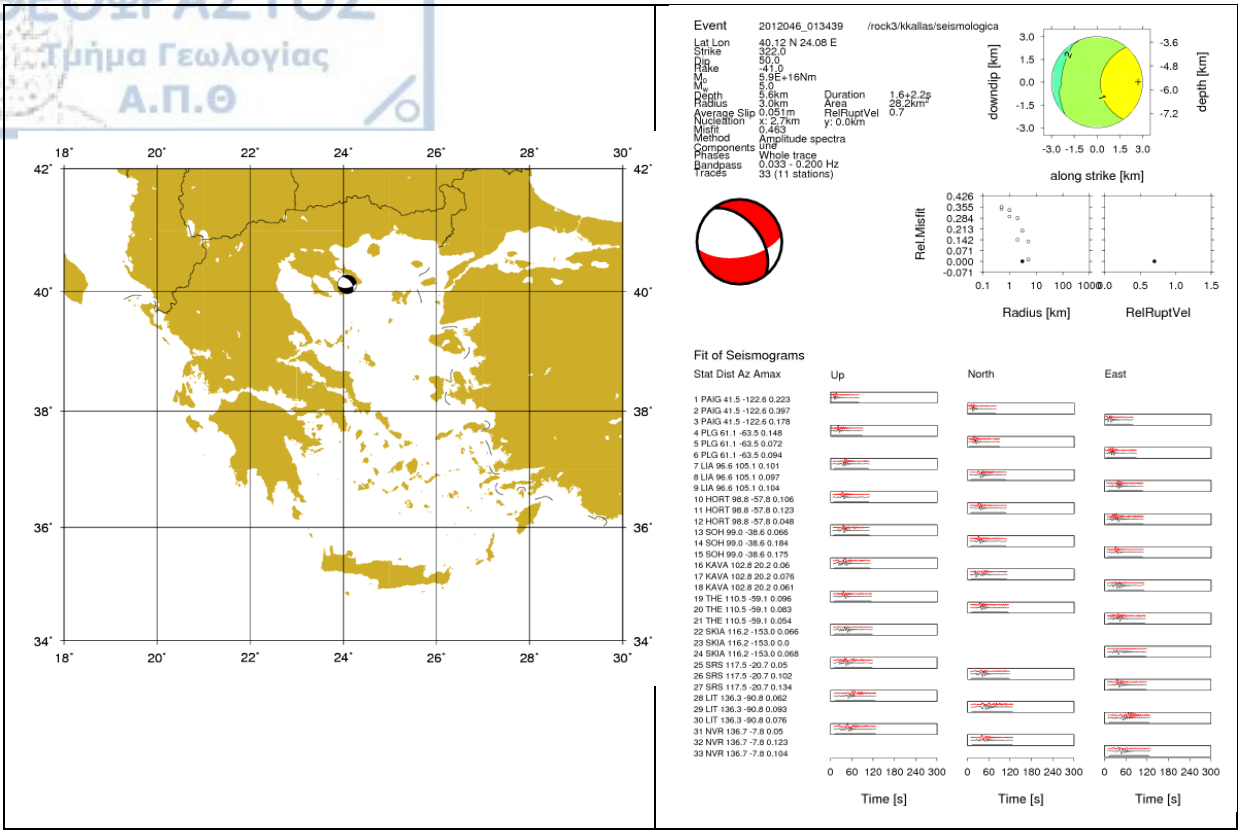
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

2.5.3. Αυτοματοποιημένος προσδιορισμός των μηχανισμών γένεσης

Ο καθορισμός των μηχανισμών γένεσης του Ν. Αιγαίου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του δικτύου EGELADOS έχει ως βασικό σκοπό την απόκτηση βελτιωμένης εικόνας για την σεισμοτεκτονική του χώρου αυτού. Η δυνατότητα και ευελιξία του αλγόριθμου Rapidinv να παράγει 'γρήγορους' μηχανισμούς γένεσης, καθώς επίσης και η εισαγωγή στον αλγόριθμο αυτό λίγων παραμέτρων στην διαδικασία αντιστροφής μας οδήγησε στην προσαρμογή του αλγορίθμου αυτού πάνω στα σεισμολογικά δεδομένα που παράγει ο σεισμολογικός σταθμός Θεσσαλονίκης (seed) με στόχο τον αυτοματοποιημένο προσδιορισμό των μηχανισμών γένεσης. Η αυτοματοποιημένη διαδικασία προσδιορισμού των μηχανισμών γένεσης επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο αριθμό κωδίκων, σε γλώσσα προγραμματισμού Fortran, PHP και C shell. Η διαδικασία αυτή του καθορισμού των μηχανισμών γένεσης ξεκινάει αυτόματα (αν έχει συμβεί καινούργιος σεισμός με μέγεθος >3.5 στον Ελληνικό χώρο), τα στοιχεία του οποίου (χρόνος γένεσης, επίκεντρο, βάθος, μέγεθος) ανανεώνονται αυτόματα στην ιστοσελίδα 'titan2.geo.auth.gr'. Στο επόμενο βήμα γίνεται κατάλληλη εξαγωγή των αρχείων 'seed' του συγκεκριμένου σεισμού από τους διάφορους servers του Σεισμολογικού σταθμού Θεσσαλονίκης και στην συνέχεια πραγματοποιείται η δημιουργία των κατάλληλων αρχείων για την ενεργοποίηση της αντιστροφής (π.χ αρχείο εισόδου, αρχείο σταθμών). Οι συναρτήσεις Green είναι προ-υπολογισμένες και βρίσκονται σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες για ένα μεγάλο εύρος επικεντρικών αποστάσεων και εστιακών βαθών (βλέπε προηγούμενη παράγραφο). Τέλος, αφού προσδιοριστεί ο μηχανισμός γένεσης (βήμα 1, βήμα 2, βήμα 3 που περιγράφονται στα προηγούμενα υποκεφάλαια) τα δεδομένα ανεβαίνουν στην ιστοσελίδα 'http://geophysics.geo.auth.gr/~kkallas/'. Προϋπόθεση για τον καλύτερο προσδιορισμό του μηχανισμού γένεσης ενός σεισμού είναι ο αρχικός αξιόπιστος προσδιορισμός των εστιακών του παραμέτρων καθώς επίσης και οι καλής ποιότητας και επαρκούς ποσότητας ψηφιακές καταγραφές του σεισμού αυτού. Στο Σχήμα 2.14 φαίνεται ένα παράδειγμα του αυτόματου καθορισμού του μηχανισμού γένεσης ενός σεισμού ενώ η σύγκριση με άλλες λύσεις άλλων ερευνητικών κέντρων φαίνεται στον Πίνακα 2.3. Η καλή συμφωνία των αυτόματων λύσεων αρκετών μηχανισμών γένεσης με τις λύσεις των σεισμολογικών κέντρων Θεσσαλονίκης (AUTH) και Αθήνας (NOA) επιτρέπει τον χαρακτηρισμό τόσο του αλγόριθμου Rapidinv όσο και της προτεινόμενης αυτοματοποιημένης διαδικασίας ως σημαντικών εργαλείων που, σε περιπτώσεις εκδήλωσης ανησυχητικών σεισμικών γεγονότων, μπορούν να συμβάλλουν στη γρήγορη εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν τη σεισμικότητα και ενεργό τεκτονική του Ελληνικού χώρου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 2.14 *(Αριστερά) Επίκεντρο ενός τυπικού σεισμού (Κόλπος Σιθωνίας) για τον οποίο ο μηχανισμός γένεσης καθορίστηκε αυτόματα. Δεξιά φαίνεται το βήμα 3 του καθορισμού του μηχανισμού γένεσης και ο προσδιορισμός του κύριου επιπέδου του ρήγματος χρησιμοποιώντας το εικονικό μοντέλο εκτεταμένης πηγής (Heimann et al., 2008).*

Πίνακας 2.3 *Λύσεις του μηχανισμού γένεσης όπως προκύπτουν από τον αυτόματο προσδιορισμό με την χρήση του αλγόριθμού Rapidinv, καθώς και οι λύσεις (από σεισμολόγο-αναλυτή) από τα σεισμολογικά κέντρα της Θεσσαλονίκης (AUTH) και της Αθήνας (NOA)*

	RAPIDINV	AUTH	NOA
Strike	322	294	316
Dip	50	52	55
Rake	-41	-85	-54
Mw	5	5.1	5.1
Depth	5.6	5.0	5.0

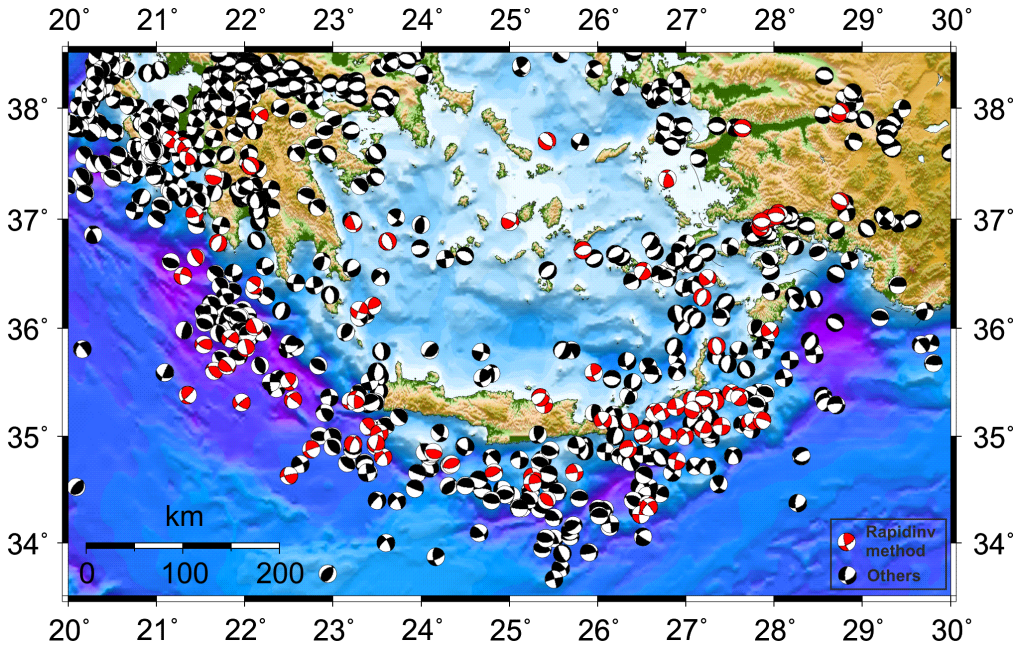
2.6.Μελέτη του Πεδίου Τάσεων

Για την καλύτερη μελέτη του ενεργού πεδίου τάσεων στο Ν. Αιγαίο θεωρήθηκε σκόπιμο, εκτός από την χρησιμοποίηση των 88 μηχανισμών γένεσης που προσδιορίστηκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv, να γίνει και χρήση όλων των διαθέσιμων μηχανισμών γένεσης που έχουν δημοσιευθεί για την περιοχή αυτή (*Lyon-Caen et al.*, 1988; *Taymaz et al.*, 1990; *Taymaz et al.*, 1991; *Arvidsson and Ekström*, 1998; *Louvari et al.*, 1999; *Yılmaztürk and Burton*, 1999; *Louvari and Kiratzi*, 2001; *Kiratzi and Louvari*, 2003; *Benetatos et al.*, 2004;

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

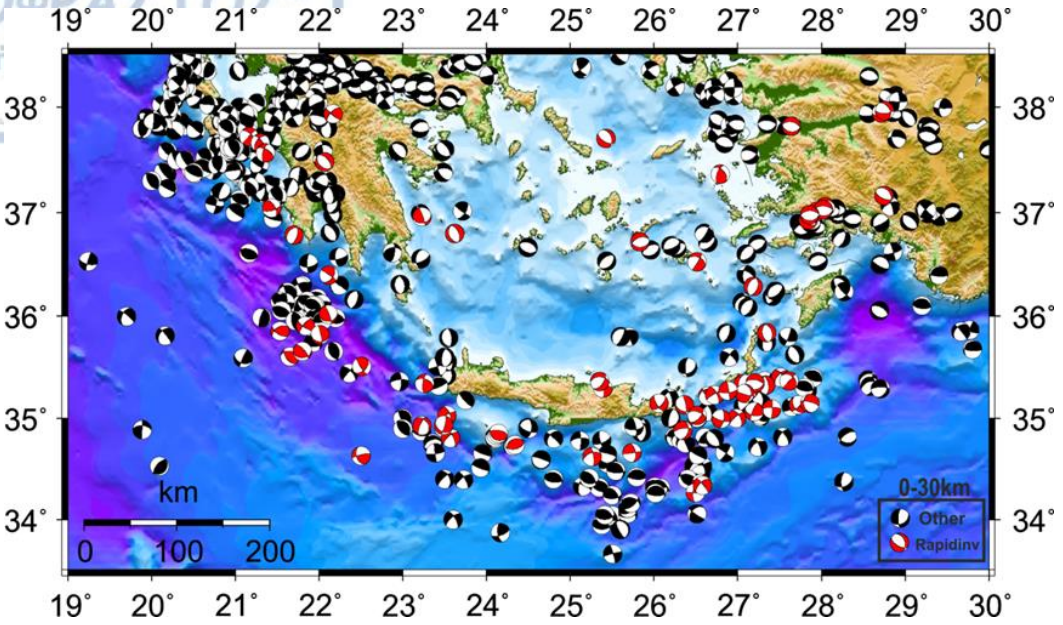
Roumelioti et al., 2004a; *Benetatos et al.*, 2006; *Zhu et al.*, 2006), καθώς και αντίστοιχων δεδομένων από όλα τα διαθέσιμα σεισμολογικά δίκτυα (NOA, AUTH, UPSL, INVG, HRV, ETH, ETHZ) για την περίοδο από 1953-2011. Στο Σχήμα 2.15 φαίνονται όλοι οι μηχανισμοί γένεσης που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη του πεδίου των τάσεων και οι οποίοι χωρίζονται σε αυτούς που προσδιοριστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv και σε αυτούς που υιοθετήθηκαν από τις διαθέσιμες πηγές. Στην συνέχεια έγινε διαχωρισμός των μηχανισμών γένεσης σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το εστιακό βάθος των σεισμών: α) 0-30km, β) 31-60km και γ) >60km. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε για να μελετηθεί ξεχωριστά το πεδίο των τάσεων που προκαλεί τους σεισμούς στον φλοιό, από το πεδίο των τάσεων που προκαλεί τους σεισμούς στο εσωτερικό της καταδυόμενης πλάκας. Στα σχήματα 2.16 - 2.24 παρουσιάζονται οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών για τα τρία αυτά βάθη στα οποία έγινε ο διαχωρισμός, καθώς επίσης και οι αντίστοιχοι άξονες εφελκυσμού και συμπίεσης που προκύπτουν για κάθε βάθος. Σε όλα τα σχήματα με κόκκινο χρώμα φαίνονται οι μηχανισμοί γένεσης που προέκυψαν από την εφαρμογή του αλγόριθμου Rapidinv ενώ με μαύρο χρώμα οι μηχανισμοί γένεσης που υιοθετήθηκαν από άλλες πηγές.



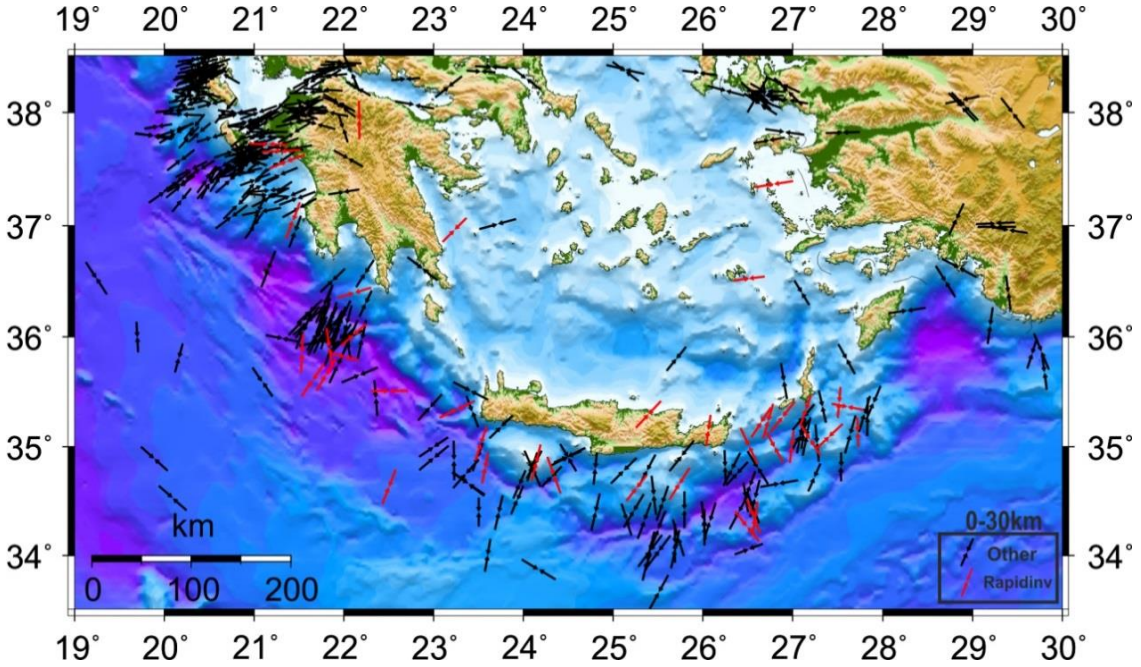
Σχήμα 2.15 *Κατανομή μηχανισμών γένεσης οι οποίοι προσδιοριστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv για την περιοχή του Νοτίου Αιγαίου (κόκκινο χρώμα). Με μαύρο χρώμα παρουσιάζονται όλοι οι επιπλέον διαθέσιμοι μηχανισμοί που χρησιμοποιηθήκαν στην παρούσα διατριβή.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



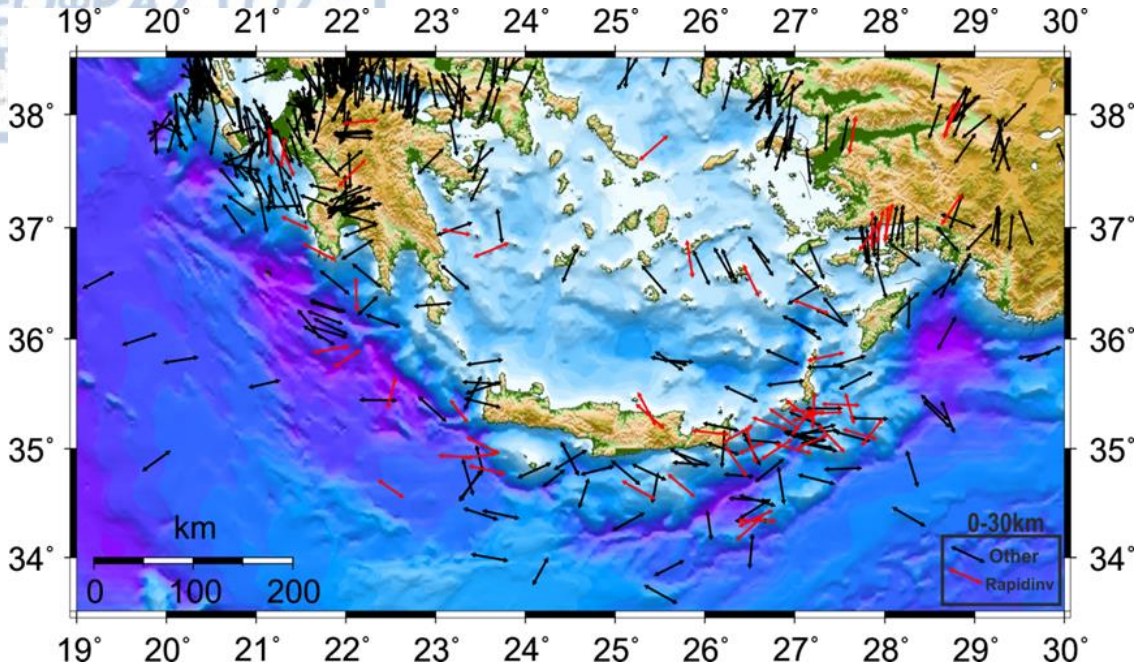
Σχήμα 2.16 *Μηχανισμοί γένεσης σεισμών οι οποίοι σημειώθηκαν στην περιοχή του Ν. Αιγαίου την περίοδο από 1953-2011 και τα βάθη των οποίων κυμαίνονται από 0-30Km. Οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών που προσδιορίστηκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv φαίνονται με κόκκινο χρώμα ενώ με μαύρο οι επιπλέον μηχανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν.*



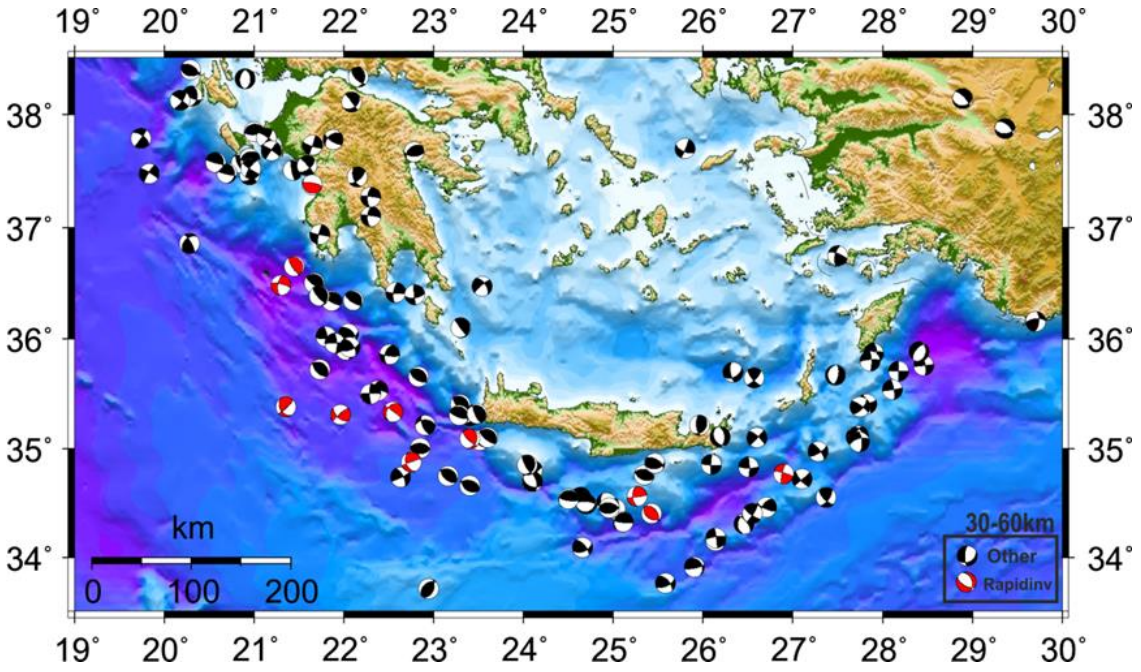
Σχήμα 2.17 *Άξονες μέγιστης συμπίεσης (P) που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη που κυμαίνονται από 0-30Km*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



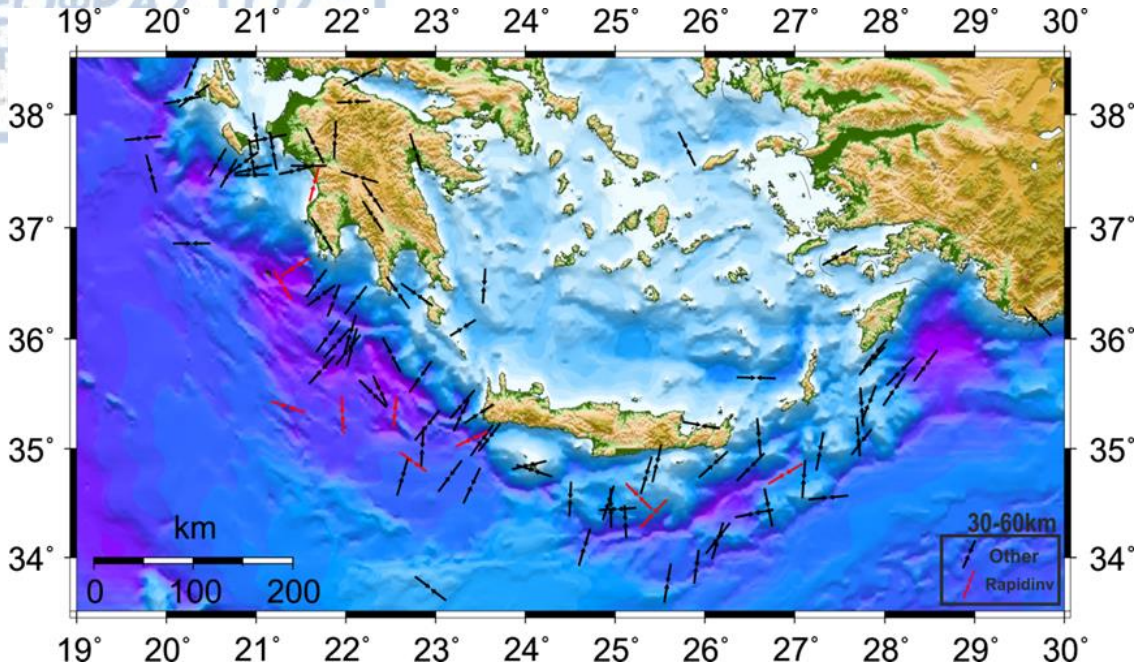
Σχήμα 2.18 *Άξονες μέγιστου εφελκυσμού (T) που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη που κυμαίνονται από 0-30Km*



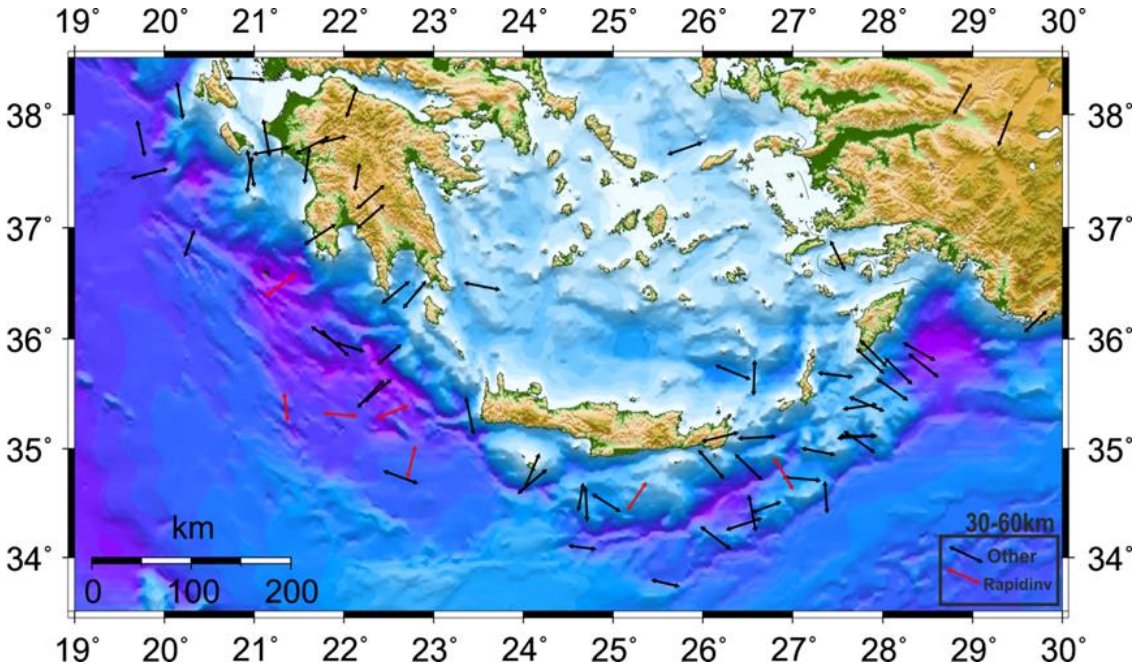
Σχήμα 2.19 *Μηχανισμοί γένεσης σεισμών οι οποίοι σημειώθηκαν στην περιοχή του Ν. Αιγαίου την περίοδο από 1953-2011 και τα βάθη των οποίων κυμαίνονται από 31-60Km. Οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών που προσδιορίστηκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα. Με μαύρο χρώμα παρουσιάζονται όλοι οι επιπλέον μηχανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη του πεδίου των τάσεων.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



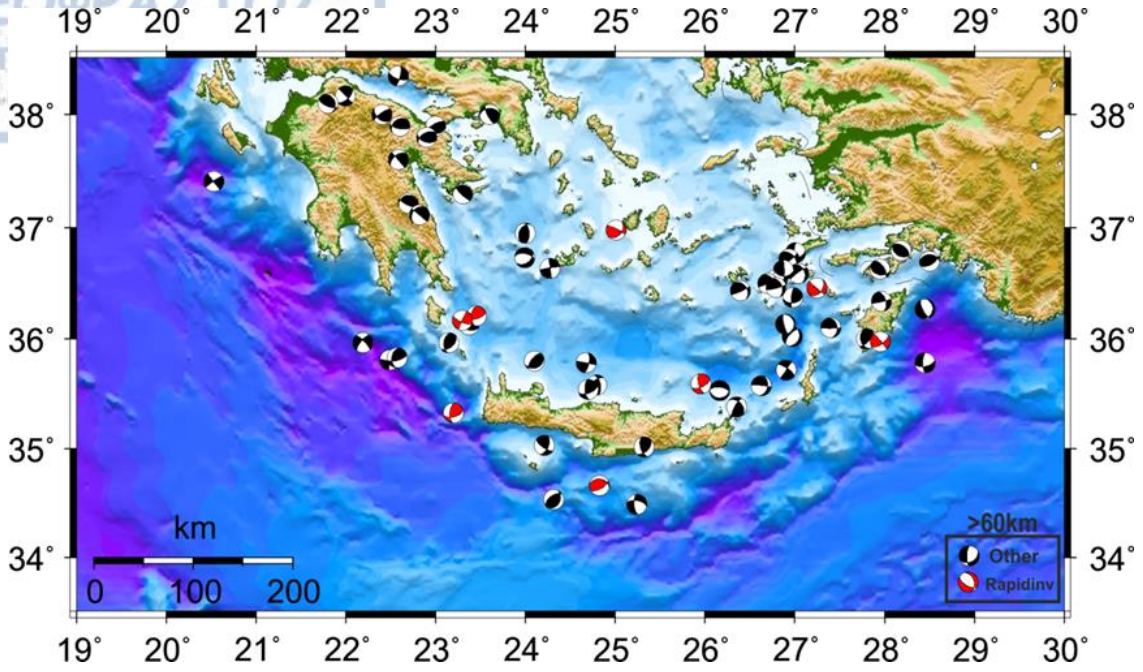
Σχήμα 2.20 *Άξονες μέγιστης συμπίεσης (P) που αντιστοιχούν στους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη που κυμαίνονται από 31-60Km*



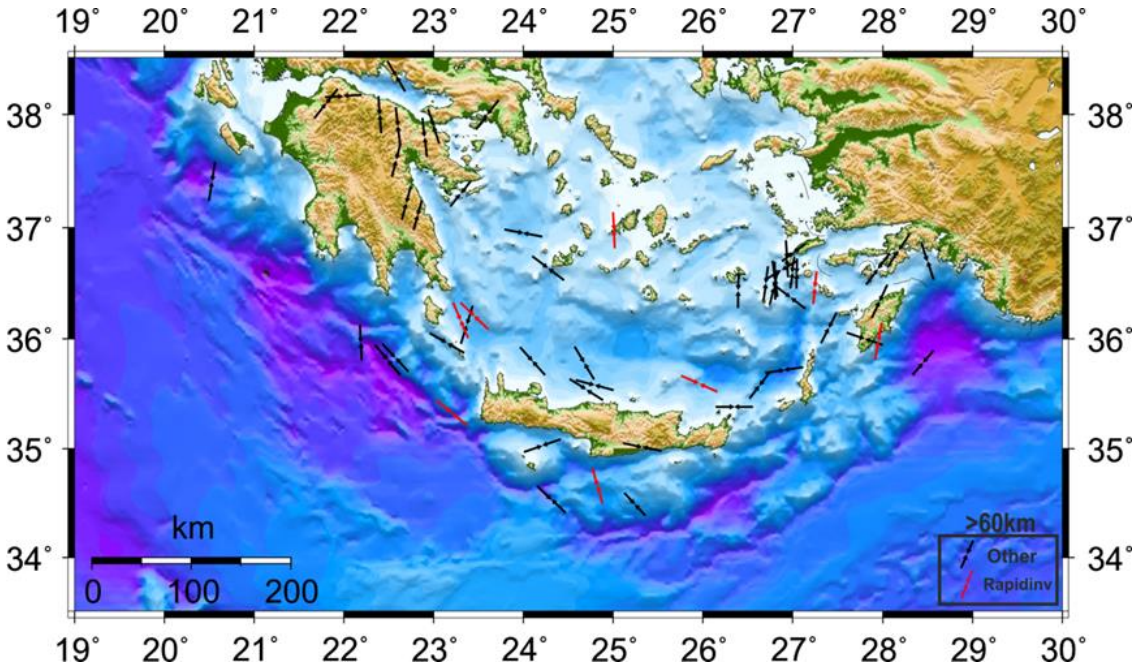
Σχήμα 2.21 *Άξονες μέγιστου εφελκυσμού (T) που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη που κυμαίνονται από 31-60Km*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



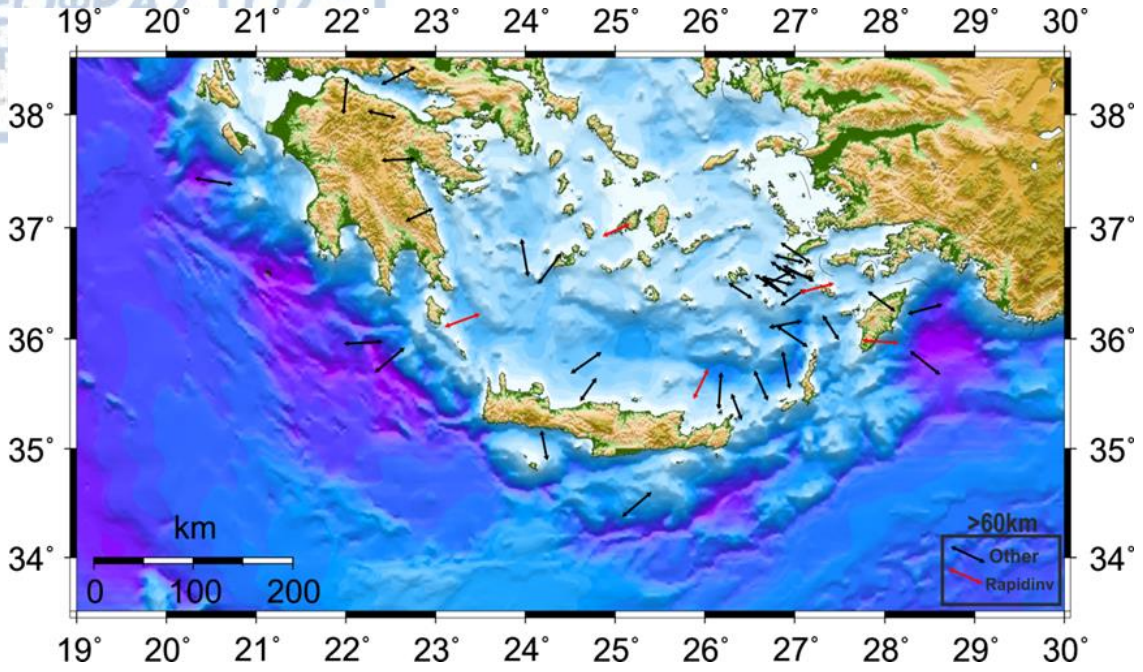
Σχήμα 2.22 *Μηχανισμοί γένεσης σεισμών οι οποίοι σημειώθηκαν στην περιοχή του Ν. Αιγαίου την περίοδο από 1953-2011 και τα βάθη των οποίων είναι >60Km. Οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών που προσδιορίστηκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv παρουσιάζονται με κόκκινο χρώμα. Με μαύρο χρώμα παρουσιάζονται όλοι οι επιπλέον μηχανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη του πεδίου των τάσεων στην παρούσα διατριβή.*



Σχήμα 2.23 *Άξονες μέγιστης συμπίεσης (P) που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη >60Km*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 2.24 *Άξονες μέγιστου εφελκυσμού (T) που προκύπτουν από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών με βάθη >60Km*

Από την κατανομή των αξόνων P και T όλων των διαθέσιμων μηχανισμών προκύπτουν σαφώς βελτιωμένα, προκαταρτικά συμπεράσματα για το πεδίο των τάσεων στο Αιγαίο. Πιο συγκεκριμένα οι P-άξονες που αντιστοιχούν σε σεισμούς με εστιακά βάθη <60km έχουν συστηματικά διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ κατά μήκος του Ελληνικού τόξου σε συμφωνία με παλαιότερες μελέτες. Για εστιακά βάθη >60km οι P-άξονες συμπίεσης έχουν διεύθυνση γενικά παράλληλη με την τοπική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου. Οι T-άξονες που αντιστοιχούν σε σεισμούς με εστιακά βάθη <30Km δείχνουν μια γενική παράταξη σχεδόν παράλληλη με τη διεύθυνση του Ελληνικού τόξου ενώ στη περιοχή του ηφαιστειακού τόξου οι άξονες αυτοί δείχνουν εφελκυσμό μέσης διεύθυνσης Β-Ν, σχεδόν κάθετα με τη γενική διεύθυνση του ηφαιστειακού τόξου. Σε μεγαλύτερα βάθη (>30km) οι T-άξονες εμφανίζουν μια μετάβαση από διεύθυνση παράλληλη με τη διεύθυνση του Ελληνικού τόξου σε διεύθυνση κάθετη με στη γενική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου (Σχήματα 2.18-2.21). Η μελέτη του πεδίου τάσεων με την χρήση των δεδομένων αυτών γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

3. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΤΑΝΥΣΤΗ ΤΑΣΗΣ

3.1.Γενικά

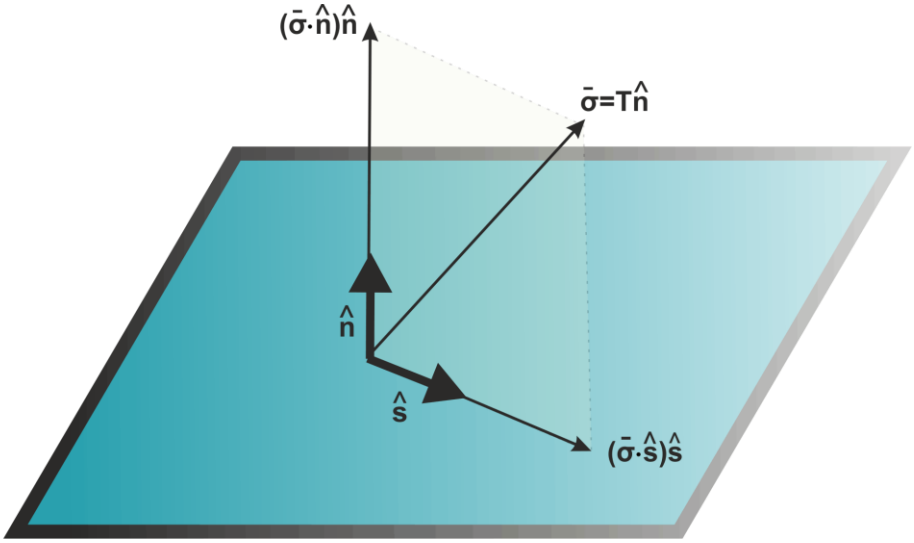
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται ο καθορισμός του αντιπροσωπευτικού μέσου πεδίου των τάσεων στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Αιγαίου με την εφαρμογή της μεθόδου της αντιστροφής του τανυστή τάσης (*Gephart and Forsyth*, 1984; *Gephart*, 1990a), καθώς και με τη μέθοδο των *Papazachos and Kiratzi* (1992). Για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών ήταν βασικό να συλλεχθούν από όλες τις διαθέσιμες πηγές όσο το δυνατό περισσότερες πληροφορίες για τις κύριες συνιστώσες τάσης από παρατηρούμενους μηχανισμούς γένεσης σεισμών στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου, οι οποίοι καθορίζουν τον προσανατολισμό των δύο ορικών επιπέδων, καθώς και της πιθανής διεύθυνσης της ολίσθησης πάνω στα επίπεδα αυτά. Οι πληροφορίες που παρείχαν οι μηχανισμοί γένεσης, τόσο αυτοί που συλλέχθηκαν, όσο και αυτοί που προσδιορίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για τον προσδιορισμό του τελικού μοντέλου του πεδίου των τάσεων. Τα αποτελέσματα των δυο αυτών προτεινόμενων μεθοδολογιών συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα από την μέθοδο που προτείνει ο *Michael* (1987) καθώς και με ένα νέο αλγόριθμο υπολογισμού, ο οποίος στην συνέχεια περιγράφεται με τον όρο ‘Ortho’. Οι μηχανισμοί γένεσης καθορίζουν τα δύο ορικά επίπεδα σε κάθε περίπτωση, χωρίς όμως να είναι γνωστό ποιο εκ των οποίων είναι το επίπεδο του ρήγματος και ποιο το βοηθητικό. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να επιλυθεί μερικώς εφαρμόζοντας τη μέθοδο των *Gephart and Forsyth* (1984) και του *Gephart* (1990a), η οποία προτείνει ως κύριο επίπεδο του ρήγματος εκείνο το οποίο εμφανίζει την ελάχιστη απόκλιση (misfit) μεταξύ της παρατηρούμενης διεύθυνσης ολίσθησης και της διεύθυνσης ολίσθησης που προβλέπεται από το υπολογιζόμενο μοντέλο του πεδίου των τάσεων. Έτσι, από τη διαδικασία της αντιστροφής του πεδίου τάσεων επιλέγεται ως επίπεδο ρήγματος το ένα εκ των δύο ορικών επιπέδων στο οποίο αντιστοιχεί στη μικρότερη τιμή απόκλισης. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν μέσα από τη μέθοδο της αντιστροφής οι διευθύνσεις των σεισμικών ρηγμάτων του Νοτίου Αιγαίου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

3.2.Θεωρία Αντιστροφής τανυστή τάσης

Το πρόβλημα του προσδιορισμού του τανυστή τάσης μελετήθηκε σε διάφορες εργασίες (Bott, 1959; McKenzie, 1969; Angelier et al., 1981) χρησιμοποιώντας αρχικά υπαίθριες παρατηρήσεις (π.χ. γραμμώσεις ολίσθησης πάνω σε ενεργά ρήγματα). Στην εργασία τους οι *Angelier et al.* (1981) υιοθετούν την υπόθεση ότι η ολίσθηση πάνω σε ένα ρήγμα εκδηλώνεται κατά τη διεύθυνση της προβολής της τάσης (διατμητική τάση) πάνω στο ρήγμα, άσχετα με τον προσανατολισμό του ρήγματος, ο οποίος μπορεί να είναι αυθαίρετος (π.χ. προϋπάρχοντα ρήγματα ή ενοποιημένες ανισοτροπίες). Με αυτή την υπόθεση όλα τα ρήγματα τα οποία διεγείρονται σε μια περιοχή μπορεί να παρουσιάζουν διαφορετικές κινήσεις, αλλά να έχουν ένα μοναδικό τανυστή τάσης. Στο Σχήμα **3.1** παρουσιάζεται ένα ρήγμα στο οποίο δρα ένας τανυστής τάσης **T**. Το μοναδιαίο διάνυσμα $\hat{\mathbf{n}}$ είναι κάθετο στο επίπεδο του ρήγματος ενώ το μοναδιαίο διάνυσμα της προβολής της τάσης, $\hat{\boldsymbol{s}}$ βρίσκεται πάνω στο επίπεδο αυτό.



Σχήμα 3.1 *Η τάση $\bar{\sigma}$ η οποία εφαρμόζεται πάνω σε ένα ρήγμα αναλύεται σε μια συνιστώσα, $\bar{\sigma}_n$, η οποία είναι κάθετη στο ρήγμα και σε μια συνιστώσα, $\bar{\sigma}_s$, εφαπτόμενη του ρήγματος.*

Σύμφωνα με τον τανυστικό λογισμό, στο Σχήμα **3.1** το διάνυσμα της τάσης $\bar{\sigma}$ μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση 3.1. Αντίστοιχα, οι συνιστώσες του $\bar{\sigma}$ στις διευθύνσεις των διανυσμάτων $\bar{n}$ και $\bar{s}$, $\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{n}$ και $\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{s}$, (κάθετη και εφαπτόμενη διατμητική τάση στο επίπεδο του ρήγματος) περιγράφονται από τις σχέσεις 3.2 και 3.3, αντίστοιχα.

$$\bar{\sigma} = \mathbf{T}\hat{\mathbf{n}} \qquad \mathbf{3.1}$$

$$\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{n} = \hat{\mathbf{n}} \cdot (\mathbf{T}\hat{\mathbf{n}}) \qquad \mathbf{3.2}$$

$$\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{s} = \hat{\mathbf{s}} \cdot (\mathbf{T}\hat{\boldsymbol{n}}) \qquad \mathbf{3.3}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

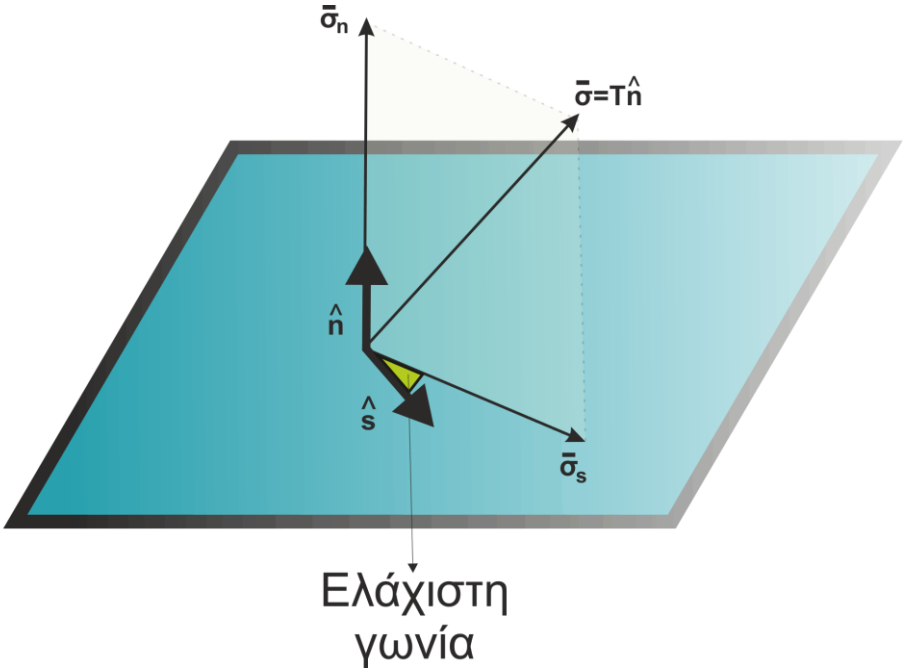
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Από το άθροισμα των συνιστωσών (εξισώσεις 3.2 και 3.3) προκύπτει η εξίσωση 3.4 ενώ με την εφαρμογή του Πυθαγορείου Θεωρήματος (αφού οι δυο συνιστώσες της τάσεις είναι κάθετες μεταξύ τους) προκύπτει η εξίσωση 3.5.

$$\bar{\boldsymbol{\sigma}} = (\hat{\mathbf{s}} \cdot \mathbf{T}\hat{\boldsymbol{n}})\hat{\mathbf{s}} + (\hat{\mathbf{n}} \cdot \mathbf{T}\hat{\mathbf{n}})\hat{\mathbf{n}} \qquad \textbf{3.4}$$

$$(\boldsymbol{T}\hat{\boldsymbol{n}})^2 = (\hat{\boldsymbol{n}} \cdot \boldsymbol{T}\hat{\boldsymbol{n}})^2 + (\hat{\boldsymbol{s}} \cdot \boldsymbol{T}\hat{\boldsymbol{n}})^2 \qquad \textbf{3.5}$$

Στην εξίσωση 3.5, ο όρος **n** καθορίζεται μόνο από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ρήγματος (δηλαδή την παράταξη, ξ και την κλίση, δ, του ρήγματος), ενώ ο όρος **s** περιγράφεται όχι μόνο από τα γεωμετρικά αλλά και από τα κινηματικά χαρακτηριστικά του ρήγματος, δηλαδή και από την διεύθυνση της ολίσθησης, λ. Λόγω της διατμητικής στροφορμής, ο τανυστής τάσης είναι ένας συμμετρικός τανυστής δεύτερης τάξης που επαληθεύει την εξίσωση 3.5. Αν δεχτούμε ότι σε μια υφιστάμενη ασυνέχεια, η διεύθυνση ολίσθησης μπορεί να διαφέρει από τη διεύθυνση της διατμητικής τάσης, $\bar{\boldsymbol{\sigma}}_{\boldsymbol{s}}$, τότε η ελαχιστοποίηση της γωνίας που σχηματίζεται μεταξύ της προβλεπόμενης διεύθυνσης ολίσθησης, δηλαδή της διαμητικής τάσης, $\bar{\boldsymbol{\sigma}}_{\boldsymbol{s}}$, και της παρατηρούμενης ολίσθησης, $\hat{\boldsymbol{s}}$, μπορεί να θεωρηθεί βασικό ποσοτικό κριτήριο για τον καθορισμό ενός ιδανικού τανυστή τάσης για μία συγκεκριμένη περιοχή.



Σχήμα 3.2 Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της προβλεπόμενης διεύθυνσης ολίσθησης δηλαδή της διατμητικής τάσης, $\bar{\boldsymbol{\sigma}}_{\mathbf{s}}$ και της παρατηρούμενης (από πραγματικά δεδομένα) ολίσθησης, $\hat{\mathbf{s}}$.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Ο κάθε τανυστής δεύτερης τάξης περιγράφεται γενικά από 9 ανεξάρτητες συνιστώσες. Από τη θεωρία της ελαστικότητας είναι γνωστό ότι η τάση είναι ένας τανυστής $2^{ης}$ τάξης, ο οποίος μπορεί να αναλυθεί σε άθροισμα ενός ισότροπου τανυστή και ενός τανυστή με μηδενικό ίχνος. Λόγω όμως της αρχής διατήρησης της στροφορμής η τάση είναι συμμετρικός τανυστής, οπότε μπορεί να περιγραφεί απο 6 συνιστώσες. Όταν χρησιμοποιούνται στοιχεία από τη γεωμετρία των ρηγμάτων ή μηχανισμών γένεσης μιας περιοχής, δυο από τις έξι παραμέτρους του τανυστή τάσης δεν μπορούν να προσδιοριστούν με μοναδικό τρόπο. Η πρώτη παράμετρος αφορά το απόλυτο μέγεθος των τάσεων, που είναι αδύνατο να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας μόνο με στοιχεία γεωμετρίας, ενώ η δεύτερη παράμετρος αντιστοιχεί στην ισότροπη τάση που συνδέεται με την υδροστατική πίεση ή άλλα φαινόμενα (π.χ. εκρήξεις, κτλ.) και η οποία δεν επηρεάζει το μη ισότροπο τμήμα του τανυστή τάσης το οποίο είναι υπεύθυνο για την ολίσθηση στα υφιστάμενα ρήγματα. Με αυτό τον τρόπο οι πληροφορίες μπορεί να ανακτηθούν μόνο για τέσσερις από τις έξι παραμέτρους κατά την αντιστροφή του τανυστή τάσης. Οι τέσσερις αυτές ανεξάρτητες παράμετροι μπορεί να αντιστοιχηθούν στις διευθύνσεις των κύριων αξόνων τάσης **σ1**, **σ2**, **σ3**, καθώς και στην ποσότητα *R,* η οποία καθορίζεται από την εξίσωση 3.6 και παίρνει τιμές στο διάστημα $0 \leq R \leq 1$.

$$\boldsymbol{R = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\sigma_3 - \sigma_1}} \qquad \textbf{3.6}$$

Οι άξονες σ_1, σ_2 και σ_3 είναι αντίστοιχα οι άξονες μέγιστης, μέσης και ελάχιστης τάσης (συχνά συμβολιζόμενοι ως άξονες σ_1=P, σ_2=B και σ_3=T). Η ποσότητα *R* δείχνει την αναλογία τιμής της ενδιάμεσης τάσης, $\boldsymbol{\sigma_2}$, σε σχέση με τις τιμές των $\boldsymbol{\sigma_1}$ και $\boldsymbol{\sigma_3}$.

Αρχικά, η διαδικασία υπολογισμού του τανυστή τάσης πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία αντιστροφής των *Gephart and Forsyth* (1984) και *Gephart* (1990a, 1990b). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές προτείνουν την εύρεση των τάσεων σε μια περιοχή μετά από τον υπολογισμό της μικρότερης γωνίας περιστροφής (σε 3 διαστάσεις) που απαιτείται για τη σύμπτωση της υπολογισμένης διατμητικής τάσης και της διεύθυνσης ολίσθησης που υπολογίζεται για κάθε μηχανισμό γένεσης σε μια περιοχή μελέτης. Η ελαχιστοποίηση αυτή, που προκύπτει κατά την διαδικασία αντιστροφής με παραμετρική διερεύνηση του χώρου των πιθανών λύσεων, καθορίζει και το 'ιδανικό' πεδίο τάσεων που επικρατεί στη περιοχή μελέτης. Ως μέτρο ελαχιστοποίησης των διαφορών των τιμών μεταξύ των παρατηρούμενων και προβλεπόμενων διευθύνσεων ολίσθησης πάνω στο ρήγμα χρησιμοποιείται η απόκλιση F (misfit), δηλαδή η γωνία μεταξύ αυτών των διευθύνσεων. Όταν οι τιμές της γωνιάς αυτής (απόκλισης), είναι μικρές (π.χ. <6°), τότε το πεδίο των τάσεων μπορεί να θεωρηθεί ομογενές στην περιοχή μελέτης. Στην περίπτωση όμως που οι

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

τιμές της απόκλισης είναι μεγάλες (π.χ. >6°), τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι επικρατεί ανομοιογένεια στο πεδίο τάσεων στην περιοχή ενδιαφέροντος.

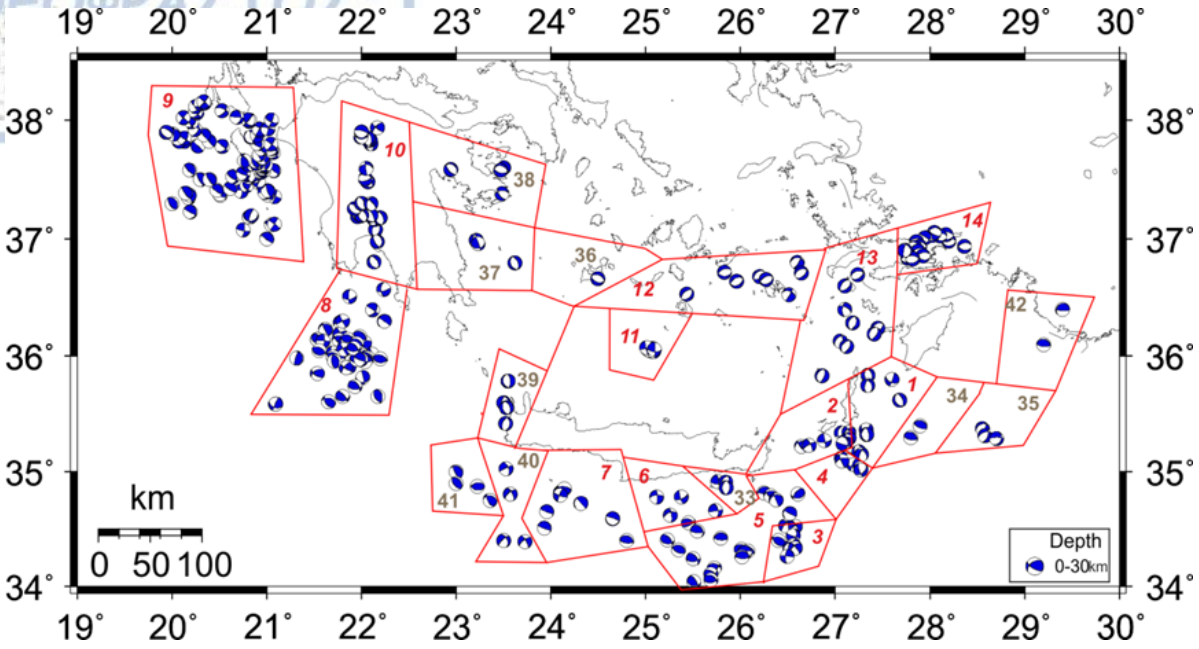
Οι τιμές της ποσότητας R (σχέση 3.6) δείχνουν την κατάσταση των τάσεων που επικρατούν στην συγκεκριμένη περιοχή. Πιο αναλυτικά αν η R<0.45 τότε η περιοχή υπόκειται σε καθεστώς συμπίεσης ενώ αν η R>0.55 τότε επικρατεί καθεστώς εφελκυσμού. Εάν η ποσότητα R πάρει την τιμή 0 επικρατεί μοναξονική επιμήκυνση (σ1=σ2), δηλαδή διαξονική συμπίεση. Στην περίπτωση που πάρει την τιμή 1 τότε επικρατεί μονοαξονική συμπίεση (σ2=σ3), δηλαδή διαξονικός εφελκυσμός.

3.3.Εφαρμογή της Μεθόδου της Αντιστροφής του Τανυστή Τάσης στην Περιοχή του Ν. Αιγαίου

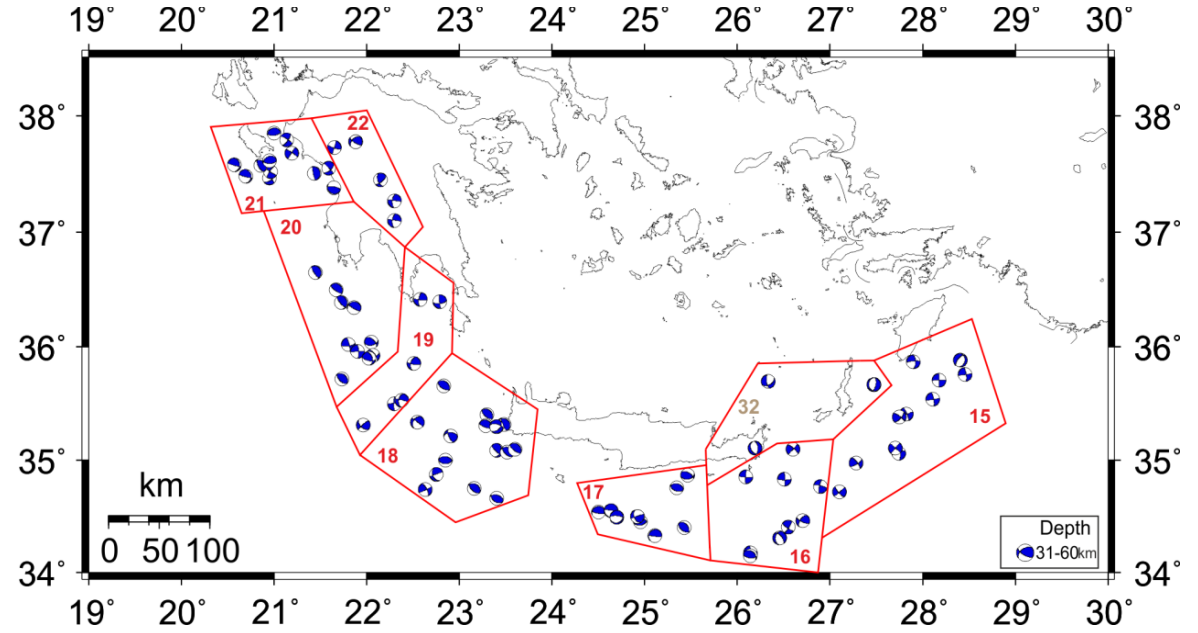
Όπως προαναφέρθηκε, ο καθορισμός του πεδίου των τάσεων πραγματοποιήθηκε αρχικά με την χρήση της μεθοδολογίας που πρότειναν οι *Gephart and Forsyth* (1984) με την χρήση αλγορίθμων σε γλώσσα Fortran (FMSI) (*Gephart*, 1990a). Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιεί τα δεδομένα των μηχανισμών γένεσης των σεισμών για τον τελικό καθορισμό του ιδανικού μοντέλου τάσεων μέσα από τις τιμές των σ1, σ2, σ3 και της ποσότητας R. Για να εκτιμηθεί το πεδίο των τάσεων στην περιοχή του Ν. Αιγαίου χωρίστηκε ο χώρος αυτός σε υποπεριοχές, για κάθε μια από τις οποίες μελετήθηκε ξεχωριστά το πεδίο των τάσεων. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε ανάλογα με τα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, καθώς επίσης και εξετάζοντας τη σχετική ομοιογένεια που είχαν οι διαθέσιμοι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών για κάθε περιοχή. Για την περιοχή του Ν. Αιγαίου τελικά καθορίστηκαν 42 ζώνες, οι οποίες είναι χωρισμένες σε τρία διαφορετικά βάθη: α) 0-30km (Σχήμα 3.3), β) 31-60km (Σχήμα 3.4), και γ) > 60km (Σχήμα 3.5). Ο διαχωρισμός στα τρία αυτά βάθη αντανακλά το γεγονός ότι οι διευθύνσεις των αξόνων P-T μεταβάλλονται ανάλογα με το βάθος. Αυτή η μεταβλητότητα που παρουσιάζουν οι άξονες P και T οφείλεται στην ύπαρξη διαφορετικού τύπου ρηγμάτων όπως επιφανειακά ανάστροφα ρήγματα σε βάθη 0-30km (μέσος-ανώτερος φλοιός), ρήγματα με σχετική ανάστροφη συνιστώσα σε βάθη 30-60Km (σεισμοί στη σύγκλιση Αν. Μεσογείου-Αιγαίου), καθώς και ρήγματα σε βάθη >60Km κατά μήκος της καταδυόμενης ζώνης Benioff. Η επιλογή των 42 ζωνών πραγματοποιήθηκε, σε κάποιες περιπτώσεις, με τη βοήθεια μικρού μόνο αριθμού δεδομένων (ζώνες 28-42), δεδομένου ότι μόνο 27 ζώνες περιελάμβαναν επαρκή δεδομένα (n≥5) ώστε να μελετηθεί η περιοχή με την μέθοδο της αντιστροφής που παρουσιάστηκε προηγουμένως.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



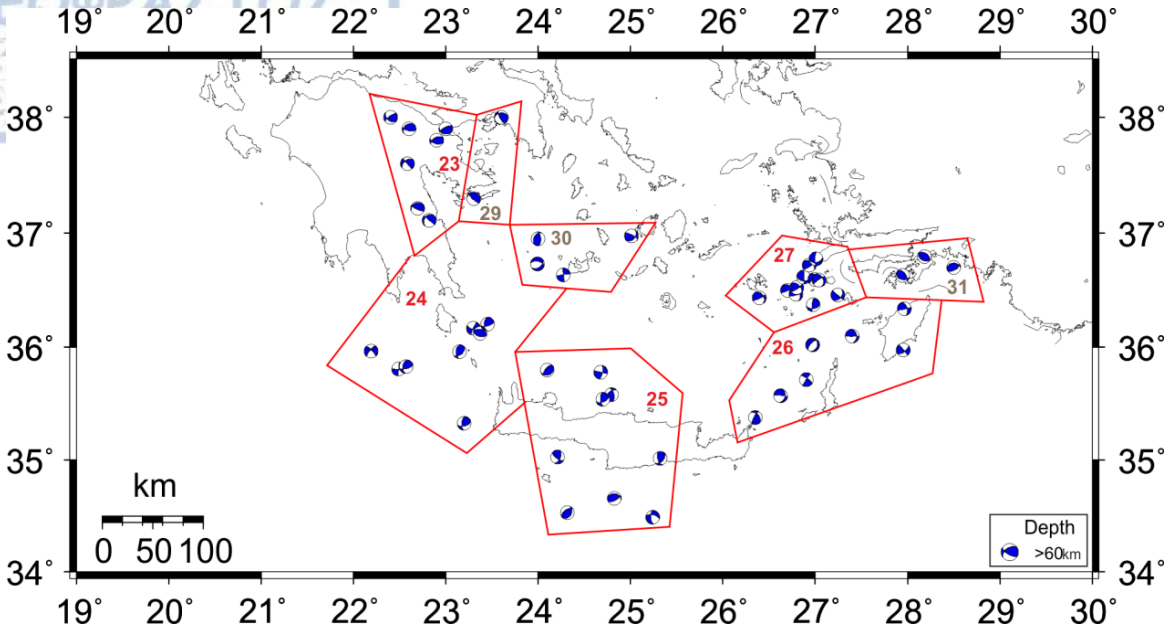
Σχήμα 3.3 *Διαχωρισμός της περιοχής μελέτης σε είκοσι οκτώ (28) ζώνες για βάθη 0-30km. Αντιστροφή του πεδίου των τάσεων πραγματοποιήθηκε για τις ζώνες 1-14 (κόκκινο χρώμα). Οι ζώνες 34-42 με λιγότερους των 5 μηχανισμούς σημειώνονται με καφέ χρώμα.*



Σχήμα 3.4 *Διαχωρισμός της περιοχής μελέτης σε 9 ζώνες για βάθη 31-60km. Αντιστροφή του πεδίου των τάσεων πραγματοποιήθηκε για τις ζώνες 15-22 (κόκκινο χρώμα). Η ζώνη 32 με λιγότερους των 5 μηχανισμούςσημειώνεται με καφέ χρώμα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 3.5 *Διαχωρισμός της περιοχής μελέτης σε οκτώ (8) ζώνες για βάθη >60km. Αντιστροφή του πεδίου των τάσεων πραγματοποιήθηκε για τις ζώνες 23-27 (κόκκινο χρώμα). Οι ζώνες 29-31 με λιγότερους των 5 μηχανισμούς σημειώνονται με καφέ χρώμα.*

Για τον αρχικό καθορισμό του πεδίου των τάσεων για κάθε μια από τις ζώνες που καθορίστηκαν χρησιμοποιήθηκε το πεδίο των τάσεων που προκύπτει από την μεθοδολογία που πρότειναν οι *Papazachos and Kiratzi* (1992). Σύμφωνα με τους ερευνητές αυτούς το πεδίο των τάσεων μπορεί να καθοριστεί σύμφωνα με την σχέση 3.7:

$$\boldsymbol{M^n = M_0^n . F^n(\xi, \delta, \lambda)} \qquad \textbf{3.7}$$

όπου, M_0 είναι η σεισμική ροπή του κάθε σεισμού και F ο τανυστής που καθορίζεται από τις τιμές της παράταξης ξ, της γωνίας ολίσθησης, λ, και της κλίσης, δ, του επιπέδου του ρήγματος (*Aki and Richards*, 1980). Ένας αντιπροσωπευτικός τανυστής μηχανισμού γένεσης, $\boldsymbol{\bar{F}}$, συνδέεται με τον τανυστή του ετήσιου ρυθμού σεισμικής ροπής $\boldsymbol{\dot{M}}$ και με το μέγεθος του ετήσιου ρυθμού της σεισμικής ροπής $\boldsymbol{\dot{M}_0}$, μέσω της σχέσης 3,8:

$$\boldsymbol{\dot{M} = \dot{M}_0 . \bar{F}} \qquad \textbf{3.8}$$

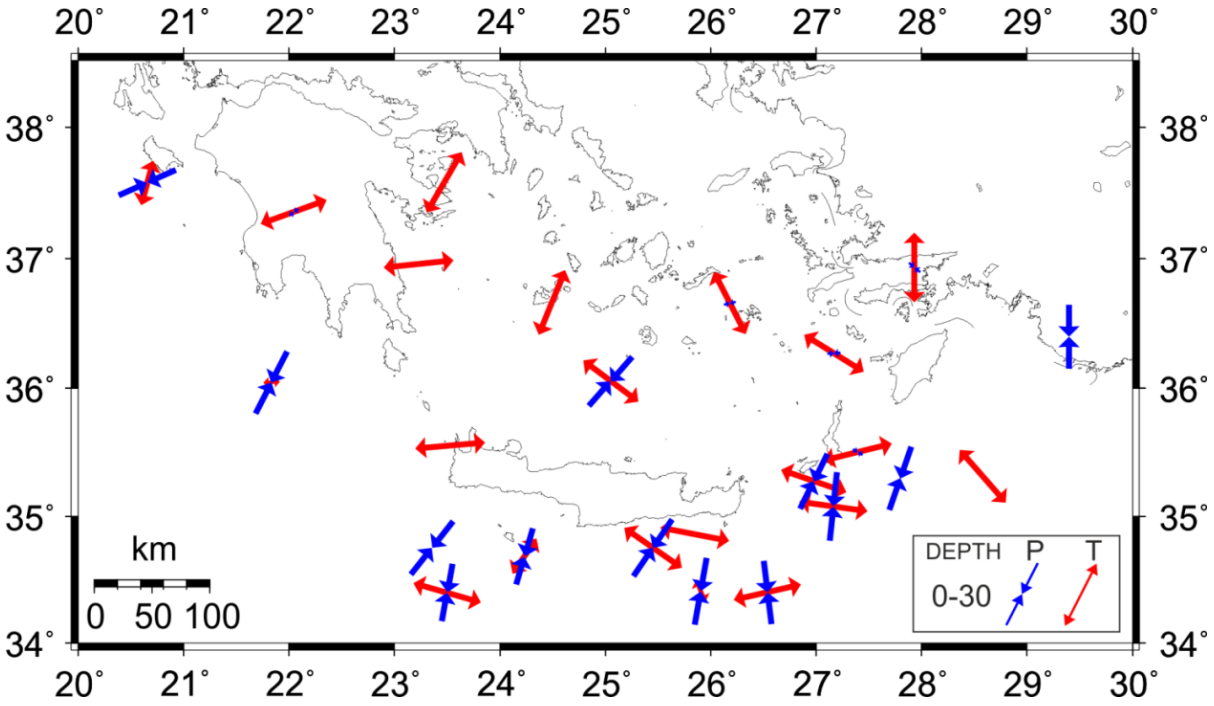
Ο τανυστής $\boldsymbol{\bar{F}}$ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση 3.9 και οι ιδιοτιμές του αντιστοιχούν στους μέσους άξονες τάσης.

$$\boldsymbol{\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^{n} F^{ij}}{n}} \qquad \textbf{3.9}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

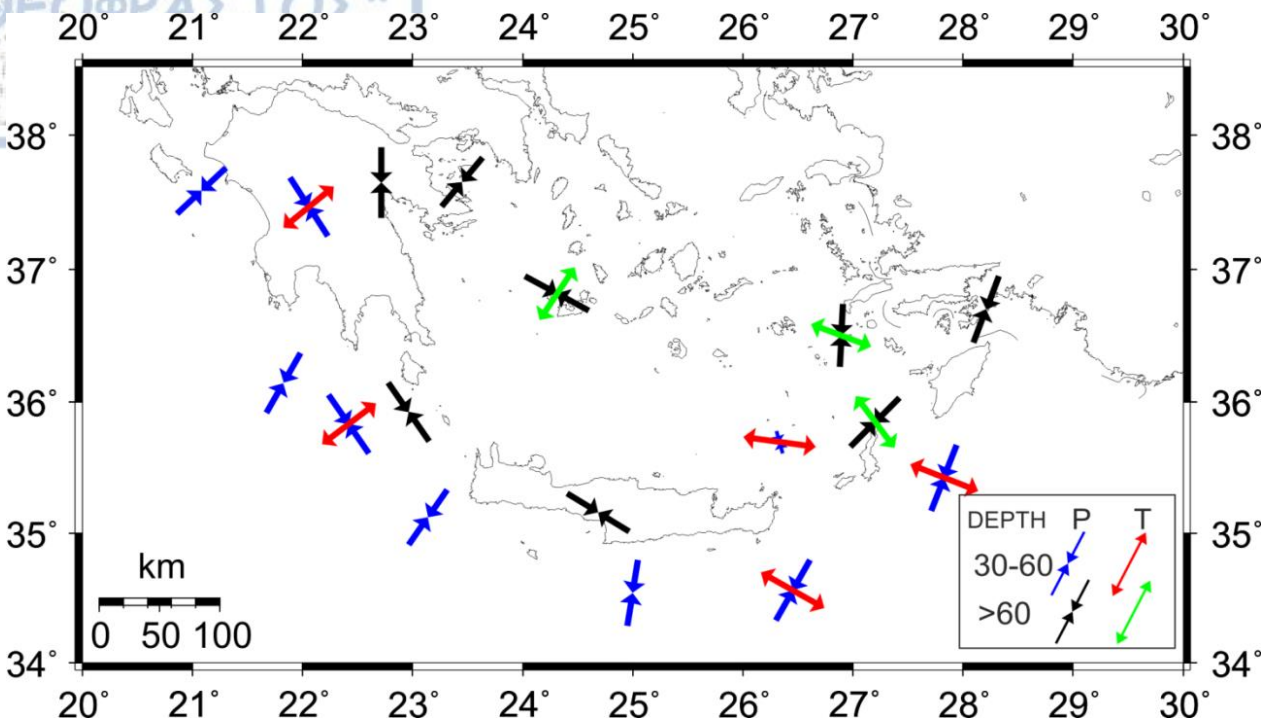
Ο καθορισμός των αντιπροσωπευτικών τανυστών μηχανισμών γένεσης με τη μεθοδολογία αυτή πραγματοποιήθηκε και στις 42 ζώνες, ενώ για τον καθορισμό του πεδίου των τάσεων με την μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) χρησιμοποιήθηκε το αρχικό πεδίο τάσεων όπως καθορίστηκαν με την εφαρμογή της μεθόδου των *Papazachos and Kiratzi* (1992), μόνο για 27 ζώνες με επαρκή δεδομένα (n≥5). Οι οριζόντιες προβολές των μέσων αξόνων εφελκυσμού και συμπίεσης όπως προκύπτουν από την μεθοδολογία των *Papazachos and Kiratzi* (1992) φαίνονται στα Σχήματα 3.6 και 3.7 για βάθη σεισμών με εύρος 0-30km και >30km, αντίστοιχα.



Σχήμα 3.6 *Οριζόντιες προβολές των μέσων κύριων άξονων εφελκυσμού και συμπίεσης για κάθε μια από τις ζώνες στις οποίες διαχωρίστηκε η περιοχή μελέτης με βαση τα αποτελέσματα της μεθόδου των Papazachos and Kiratzi (1992) για βάθη 0-30Km. Στο σχήμα παρουσιάζονται μόνο άξονες με κλίση <45°.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 3.7 *Οριζόντιες προβολές των μέσων κύριων άξονων εφελκυσμού και συμπίεσης για κάθε μια από τις ζώνες στις οποίες διαχωρίστηκε η περιοχή μελέτης με βαση τα αποτελέσματα της μεθόδου των Papazachos and Kiratzi (1992) για βάθη >30Km. Στο σχήμα παρουσιάζονται μόνο άξονες με κλίση <45°.*

Για την εύρεση του αντιπροσωπευτικού τανυστή τάσης εκτός από τη μέθοδο των *Papazachos and Kiratzi* (1992) χρησιμοποιήθηκε και η μεθοδολογία του *Michael* (1987), η οποία παρέχει μια πιο αξιόπιστη εκτίμηση της αβεβαιότητας (*Hardebeck and Hauksson*, 2001) χρησιμοποιώντας την στατιστική μέθοδο της αναδειγματοληψίας (bootstrap resampling). Με αυτή την τεχνική καθορίζονται οι διευθύνσεις των κύριων αξόνων (σ1, σ2, σ3) και η ποσότητα R η οποία καθορίζεται από την εξίσωση 3.10 και παίρνει τιμές στο διάστημα 0≤R≤1.

$$R = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \qquad \textbf{3.10}$$

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία του *Michael* (1987), όπως ακριβώς και η μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984), προτείνει ένα μοντέλο των τάσεων το οποίο ελαχιστοποιεί τις διαφορές μεταξύ των διευθύνσεων της προβλεπόμενης ολίσθησης και της παρατηρούμενης ολίσθησης στο ρήγμα. Οι βασικές παραδοχές των *Michael* (1987) και *Gephart and Forsyth* (1984) για την χρήση των μεθοδολογιών τους είναι ότι: α) η τάση είναι ομοιόμορφη σε όλη της περιοχή έρευνας και σε όλο το χρονικό διάστημα που παρατηρείται, β) οι σεισμοί πραγματοποιούνται σε προϋπάρχοντα ρήγματα και, γ) η ολίσθηση εμφανίζεται στην διεύθυνση της προβολής της τάσης (διατμητική τάση) πάνω στο ρήγμα. Ένα ακόμα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

πρόβλημα της μεθοδολογίας των *Gephart and Forsyth* (1984) είναι ότι οι επιλεγμένοι άξονες σ1, σ2, σ3 συχνά τοποθετούνται στα όρια της περιοχής εμπιστοσύνης 95%. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές όπως είναι η χρήση της στατιστικής 'Fisher' για τον υπολογισμό μέσων αξόνων τάσης (π.χ. *Karagianni et al.*, 2015).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι λύσεις που ανήκουν στην περιοχή εμπιστοσύνης 95% από τις λύσεις της μεθοδολογίας των *Gephart and Forsyth* (1984), για να υπολογιστεί ένας νέος μέσος τανυστής τάσης με την χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Ειδικότερα, χρησιμοποιείται η λύση, $\sigma_j^{\kappa}(j = 1,2,3)$ η οποία ανήκει στην περιοχή εμπιστοσύνης 95% και ελαχιστοποιεί την ποσότητα της εξίσωσης 3.11:

$$\boldsymbol{\alpha_{\kappa} = \sum_{\iota=1}^{n} \sum_{j=1}^{3} (\widehat{\sigma_J^{\iota}, \sigma_J^{k}})^2} \qquad \textbf{3.11}$$

όπου $(\widehat{\sigma_j^{\mathrm{i}}, \sigma_j^{\mathrm{k}}})$ είναι η γωνία ανάμεσα στην j κύρια συνιστώσα τάσης της i λύσης, σ_j^{i}, και στην j κύρια συνιστώσα τάσης της k λύσης, σ_j^{k} . Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προσδιορίστηκε και χρησιμοποιήθηκε η μέση λύση, όπως αυτή υπολογίζεται από όλες τις λύσεις που βρίσκονται μέσα στην περιοχή εμπιστοσύνης 95% υπολογιζόμενων τανυστών τάσης, διατηρώντας την καθετότητα των κύριων αξόνων τάσης, θεωρώντας ότι αυτή αποτελεί και την πλέον αντιπροσωπευτική 'μέση' λύση. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία περιγράφεται στην συνέχεια με τον όρο «Ortho». Η εξίσωση 3.12 περιγράφει τα 95% όρια εμπιστοσύνης των 4 παραμέτρων (σ1, σ2, σ3, και R) της τελικής λύσης από την μέθοδο της αντιστροφής. Στην εξίσωση αυτή το n είναι ο αριθμός των σεισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην αντιστροφή, το k είναι ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου (που πάντα λαμβάνει την τιμή 4 για σ1, σ2, σ3 και R) και το min_misfit είναι η τελική απόκλιση της αντιστροφής δηλαδή είναι η ελάχιστη γωνία περιστροφής που αντιστοιχεί στο καλύτερο θεωρητικό μοντέλο.

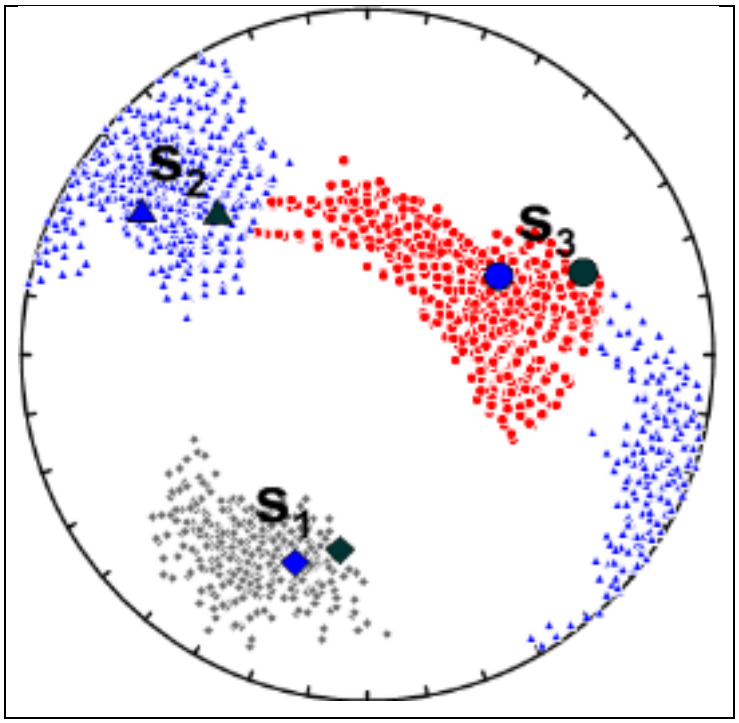
$$\sum\nolimits_{95\%} = \left(\frac{\mathbf{1.96}\left(\frac{\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{2}} - \mathbf{1}\right)^{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}} \boldsymbol{n}^{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}} + \boldsymbol{n}}{\boldsymbol{n} - \boldsymbol{k}} \right) . \boldsymbol{min_misfit} \qquad \textbf{3.12}$$

Στο Σχήμα 3.8 φαίνεται ένα παράδειγμα καθορισμού των προτεινόμενων αξόνων με την μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) και τον αλγόριθμο «Ortho», αντίστοιχα. Επιπλέον φαίνεται και η κατανομή των αξόνων που καθορίστηκαν με την μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) και στην οποία οι άξονες αυτοί τοποθετούνται κοντά στα άκρα του 95% της περιοχής εμπιστοσύνης. Αντίθετα η λύση του νέου αλγόριθμού βρίσκεται πιο

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

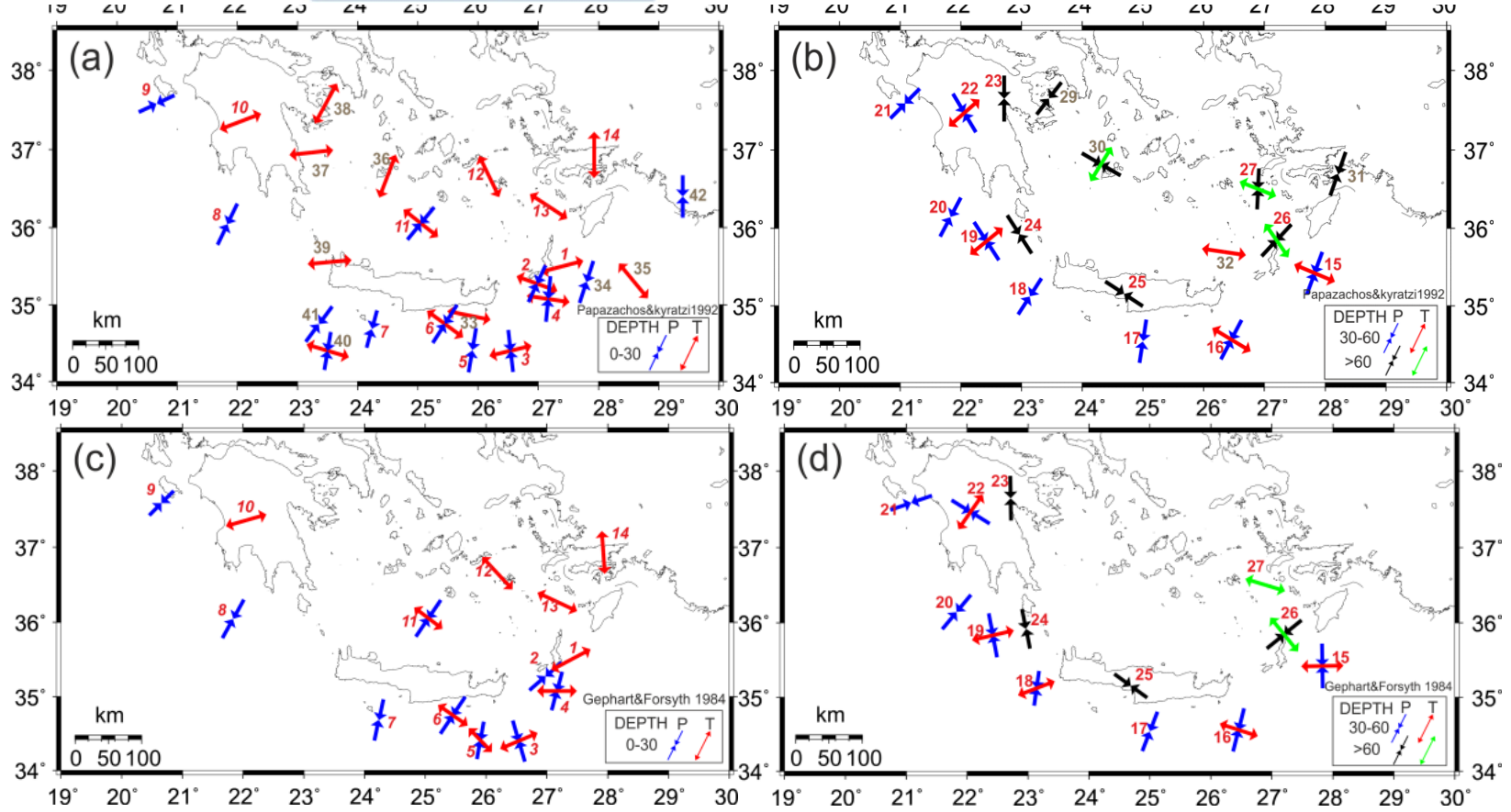
κοντά στο κέντρο της συγκέντρωσης των λύσεων για κάθε άξονα τάσης, δίνοντας πιο αντιπροσωπευτικές λύσεις.



Σχήμα 3.8 *Στερεογραφική προβολή των κύριων αξόνων τάσης (σ1, σ2, σ3) χρησιμοποιώντας τις μεθόδους των Gephart and Forsyth (1984) και τον νέο αλγόριθμο «Ortho». Με μικρούς γκρι ρόμβους, μπλε τρίγωνα και κόκκινους κύκλους συμβολίζονται οι προβολές των αξόνων σ1, σ2 και σ3, αντίστοιχα (εντός του διαστήματος εμπιστοσύνης 95%). Με ρόμβο, τρίγωνο και κύκλο συμβολίζονται οι μέσοι σ1, σ2 και σ3 άξονες αντίστοιχα, όπως προκύπτουν από την εφαρμογή της μεθόδου Gephart and Forsyth (1984), ενώ τα αντίστοιχα μπλε σύμβολα δείχνουν τις θέσεις των αξόνων αυτών μετά από την εφαρμογή του αλγόριθμου «Ortho».*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

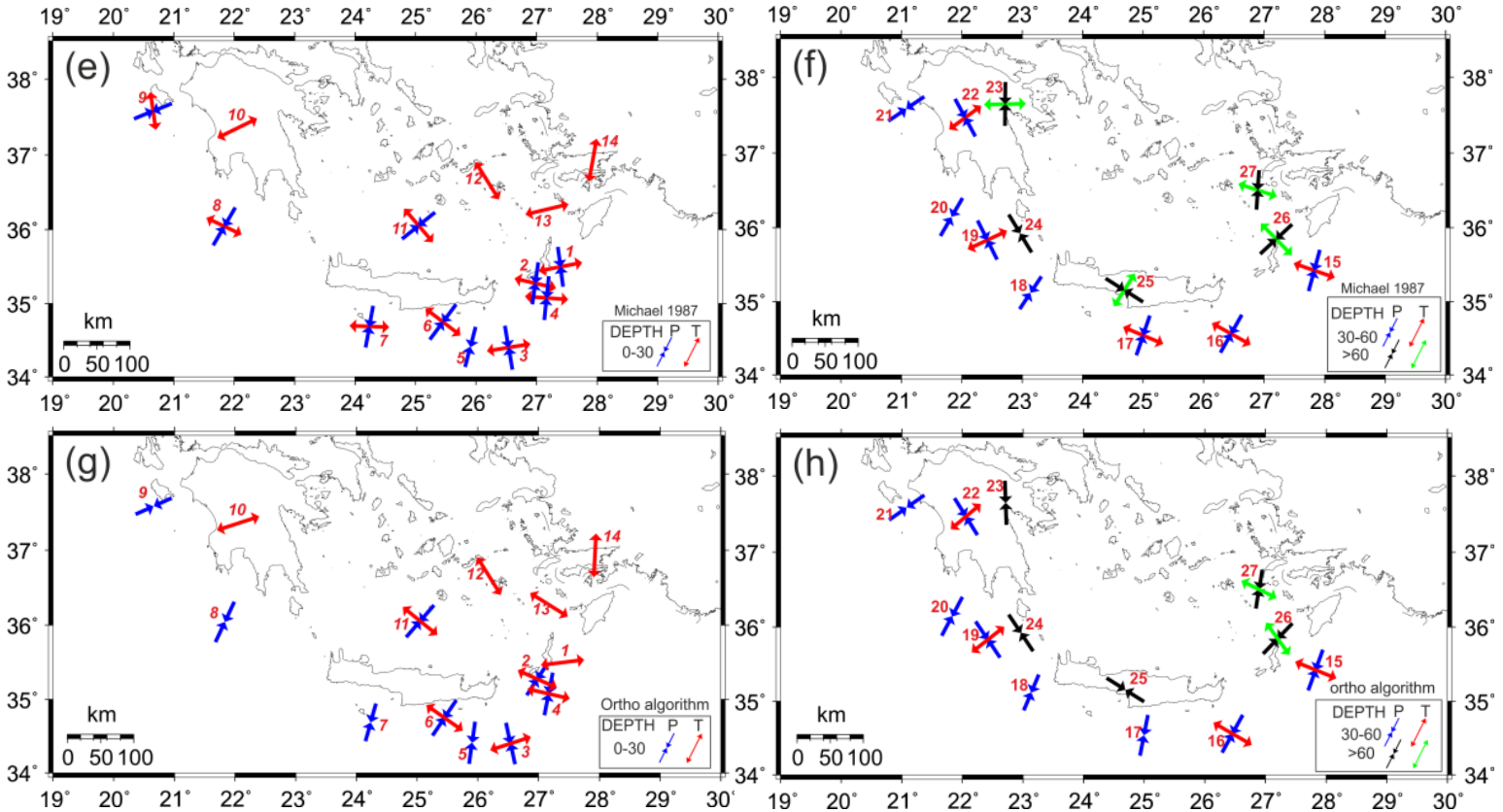
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 3.9 *Οριζόντια προβολή των P-αξόνων (συγκλίνοντα βέλη) και των T-αξόνων (αποκλίνοντα βέλη) χρησιμοποιώντας τις μεθοδολογίες των Papazachos and Kiratzi (1992) για τα βάθη 0-30km (a) και >30Km (b) και των Gephart and Forsyth (1984) για βάθη 0-30km (c) και >30km (d).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 3.10 *Οριζόντια προβολή των P-αξόνων (συγκλίνοντα βέλη) και των T-αξόνων (αποκλίνοντα βέλη) χρησιμοποιώντας τις μεθοδολογίες του Michael (1987) για βάθη 0-30km (e) και >30km (f) κα τον αλγόριθμο «Ortho» για βάθη 0-30km (g) και >30km (h).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

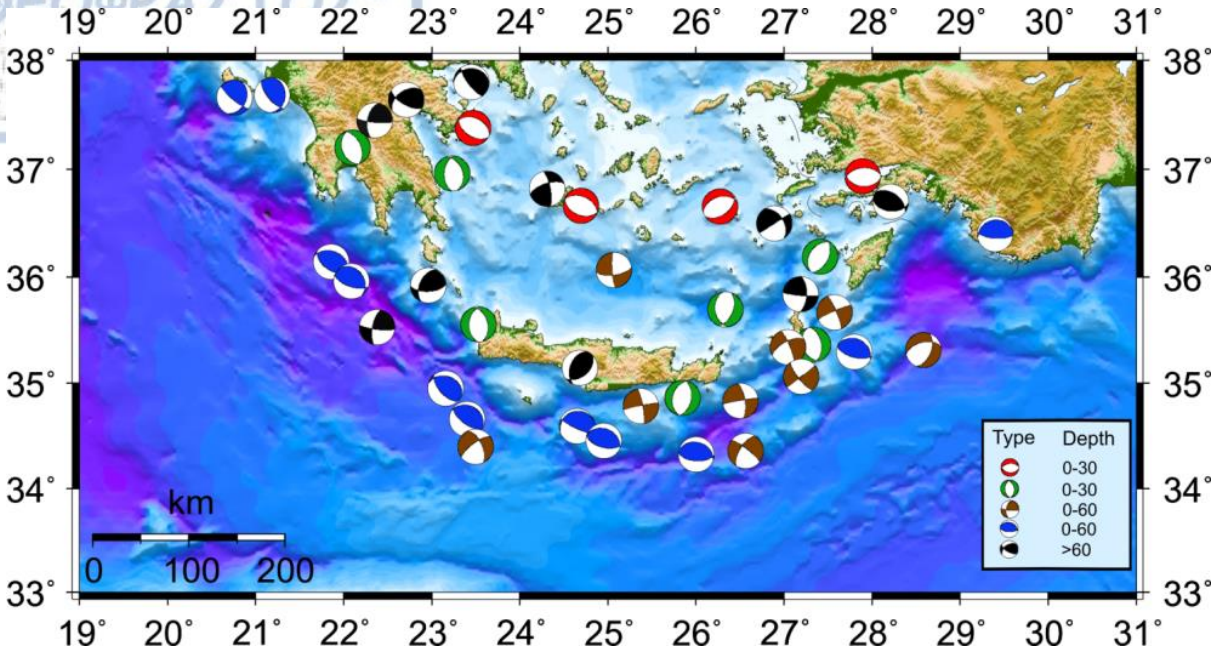
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Στα Σχήματα 3.9-3.10 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των P και T αξόνων για βάθη 0-30Km και >30Km, όπως έχουν καθοριστεί χρησιμοποιώντας τις μεθοδολογίες των *Papazachos and Kiratzi* (1992), *Gephart and Forsyth* (1984), *Michael* (1987) και τον αλγόριθμο *«Ortho»* αντίστοιχα. Οι τιμές των παρατάξεων και κλίσεων των αξόνων αυτών όπως υπολογίστηκαν με βάση τις τέσσερις μεθοδολογίες δίδονται στον Πίνακα 3.1. Σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μια πολύ καλή σταθερότητα και μικρές διαφορές μεταξύ και των τεσσάρων μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν. Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτά είναι σε πολύ καλή συμφωνία με την υφιστάμενη γνώση για τον πεδίο των τάσεων στον χώρο του Ν. Αιγαίου (*Papazachos and Kiratzi*, 1992; *Kiratzi and Papazachos*, 1995; *Papazachos*, 1996; *Papazachos and Kiratzi*, 1996; *Papazachos et al.*, 2000; *Benetatos and Kiratzi*, 2004; *Papazachos et al.*, 2004).

Στο Σχήμα 3.11 παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι μέσοι μηχανισμοί γένεσης όπως προκύπτουν από την μεθοδολογία των Papazachos and Kiratzi (1992). Στο σχήμα αυτό οι μηχανισμοί γένεσης είναι χωρισμένοι σε 5 τυπικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα (κόκκινο χρώμα) αντιστοιχεί σε κανονικά ρήγματα του ηφαιστειακού τόξου, με την διεύθυνση των Τ-αξόνων να είναι περίπου Β-Ν. Η δεύτερη ομάδα (πράσινο χρώμα) αποτελείται από τα κανονικά ρήγματα γενικής διεύθυνσης Β-Ν του ιζηματογενούς τόξου (Πελοπόννησος, Κρήτη, Ρόδος) τα οποία δείχνουν εφελκυσμό διεύθυνσης Α-Δ. Στο εξωτερικό μέρος του τόξου εμφανίζονται οι ανάστροφοι μηχανισμοί γένεσης, (μπλε χρώμα), διατηρώντας ένα περίπου σταθερό προσανατολισμό διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Η ομάδα με καφέ χρώμα αποτελείται από τους μηχανισμούς οριζόντιας μετατόπισης οι οποίοι κατανέμονται κυρίως κατά μήκος των τάφρων του Στράβωνα και του Πλίνιου στο ΝΑ τμήμα του Αιγαίου. Τέλος, με μαύρο χρώμα παρουσιάζεται η ομάδα που αποτελείται από μηχανισμούς γένεσης σεισμών ενδιαμέσου βάθους οι οποίοι συνδέονται με την βύθιση της ζώνης Benioff κάτω από το Ν. Αιγαίο και δείχνουν εφελκυσμό κάθετης διεύθυνσης στην γενική διεύθυνση του Ελληνικού τόξου και συμπίεση παράλληλη με αυτήν.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



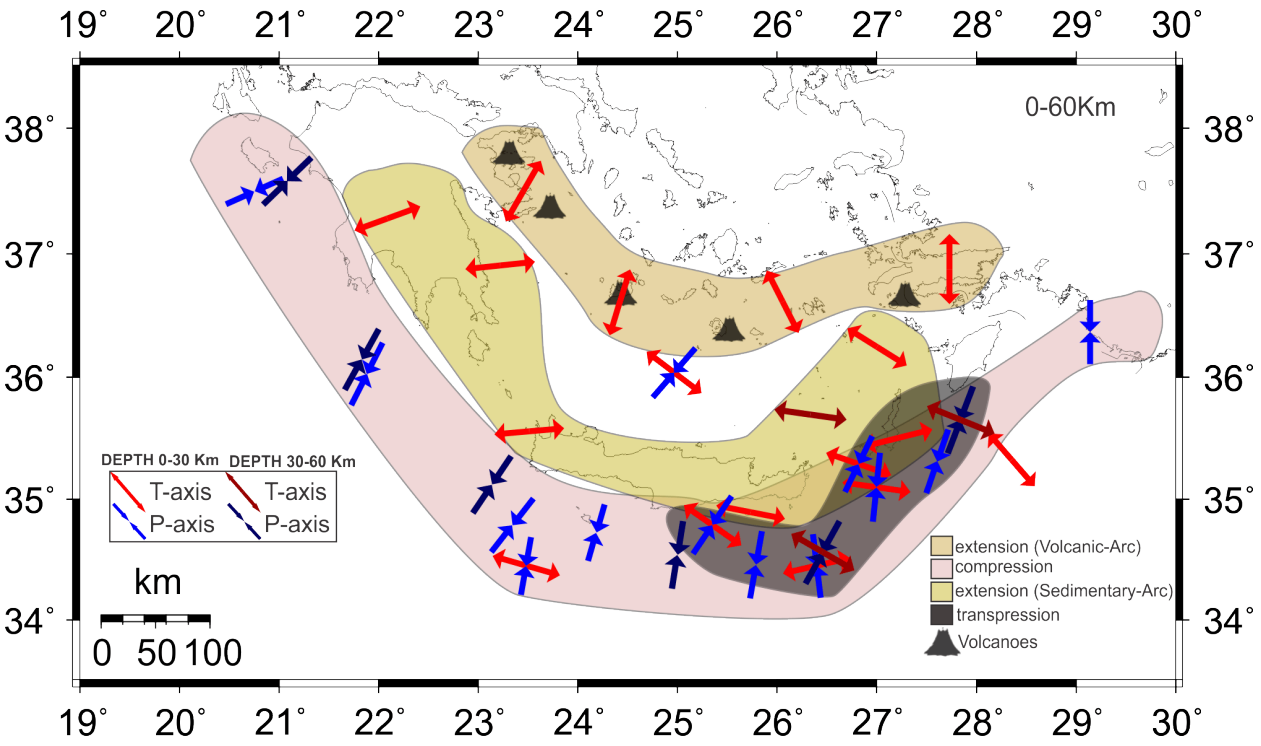
Σχήμα 3.11 *Μέσοι μηχανισμοί γένεσης για τη περιοχή του Νότιου Αιγαίου χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία των Papazachos and Kiratzi (1992).*

Από τα τελικά αποτελέσματα των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό του πεδίου των τάσεων στον χώρο του Ν. Αιγαίου (Σχήματα 3.9-3.10) προκύπτουν νέες πληροφορίες που αφορούν τον κατώτερο φλοιό και τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους. Σεισμοί σε βάθη μικρότερα των 60Km κοντά το δυτικό εξωτερικό Ελληνικό τόξο δείχνουν P-άξονες παράλληλους στη διεύθυνση του Ελληνικού τόξου, όπως μπορεί να αναγνωριστεί στα βάθη 30-60km για την περιοχή της Πελοποννήσου και των Κυθήρων (σχήματα 3.9b, 3.9d, 3.10f, 3.10h). Έχουν, δηλαδή, μηχανισμούς γένεσης παρόμοιους με αυτούς των σεισμών ενδιαμέσου βάθους. Τα βάθη αυτά (30-60km) είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα βάθη (>50-60km) που αναφέρονται σε προηγούμενες εργασίες (π.χ. *Papazachos et al.*, 1998; *Benetatos et al.*, 2004). Στη ζώνη Benioff στο δυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου και σε μεγάλα βάθη (≥100Km) ο Τ-άξονας φαίνεται να είναι παράλληλος στην κλίση της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας που υποβυθίζεται κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου. Γενικά, τα αποτελέσματα είναι σε καλή συμφωνία με αυτά της εργασίας των Rontogianni et al. (2011), ωστόσο οι συγκεκριμένοι ερευνητές έδειξαν στην περιοχή της Ρόδου-Καρπάθου αλλαγή στην διεύθυνση των αξόνων τάσης (σ1-σ3 με το βάθος. Στην παρούσα εργασία δεν παρατηρείται τέτοια αλλαγή στο πεδίο των τάσεων, ούτε στην Ρόδο αλλά ούτε και στην Κω, όπου εκδηλώνονται σεισμοί σε μεγάλα βάθη (Σχήματα 3.11-3.12).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Αυτή η διαφορά των αποτελεσμάτων της αντιστροφής του πεδίου των τάσεων μεταξύ της παρούσας εργασίας και της εργασίας των *Rontogianni et al.* (2011) πιθανόν να οφείλεται στις πολύ μεγάλες περιοχές που έχει χωριστεί το Ν. Αιγαίο στην εργασία των *Rontogianni et al.* (2011), οι οποίες εμφανίζουν μεγάλη ανομοιογένεια.



Σχήμα 3.12 *Οριζόντια προβολή των μέσων P-αξόνων (συγκλίνοντα βέλη) και των μέσων T-αξόνων (αποκλίνοντα βέλη) χρησιμοποιώντας την μεθοδολογία των Papazachos and Kiratzi (1992) για βάθη 0-60Km*

Η ζώνη ανάστροφων διαρρήξεων ξεκινά νότια της Ζακύνθου, συνεχίζει παράλληλα του Ελληνικού τόξου και φτάνει μέχρι τις ακτές της Τουρκίας. Οι P-άξονες δείχνουν να έχουν διεύθυνση κάθετη στην γενική διεύθυνση του δυτικού Ελληνικού τόξου ενώ η διεύθυνση τους γίνεται παράλληλη με αυτήν στο ανατολικό τμήμα του τόξου (Σχήμα 3.12). Η ζώνη των κανονικών διαρρήξεων που αντιστοιχούν σε επιφανειακούς σεισμούς (Σχήμα 3.11-εστιακά βάθη 0-30km πράσινο χρώμα) εκτείνεται παράλληλα στην ζώνη των ανάστροφων ρηγμάτων. Η ζώνη αυτή στην όποια επικρατεί εφελκυσμός διεύθυνσης Α-Δ, συνδέεται με το ιζηματογενές τόξο (Armijo et al., 1982; Papazachos et al., 1984).

Νέα συμπεράσματα προκύπτουν επίσης (Σχήματα 3.11-3.12) για την κατανομή των κανονικών μηχανισμών γένεσης που βρίσκονται κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου οι οποίοι παρουσιάζουν εφελκυσμό κάθετο με την τοπική διεύθυνση του ηφαιστειακού τόξου. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των *Papazachos and*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Panagiotopoulos (1993) οι οποίοι όρισαν με βάση τους επιφανειακούς και ενδιάμεσου βάθους σεισμούς στην περιοχή του ηφαιστειακού τόξου πέντε γραμμικές ομάδες (Σουσάκι, Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη και Νίσυρος) με διεύθυνση N60^o E.

Στο ανατολικό τμήμα του Ελληνικού τόξου, κοντά στο νησί της Ρόδου, υπάρχει η κύρια ζώνη των αριστερόστροφων ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης (Σχήμα 3.11-καφέ χρώμα) τα οποία σχετίζονται με την προς τα ΝΔ κίνηση της λιθόσφαιρας του Αιγαίου (σε σχέση με την Ευρασία) και την βύθιση της Α. Μεσογείου κάτω από το Αιγαίο.

Οι μηχανισμοί γένεσης οριζόντιας μετατόπισης με σημαντική ανάστροφη συνιστώσα για τους σεισμούς βάθους (>60km) κατανέμονται κατά μήκος της βυθιζόμενης ζώνης Benioff, σε συμφωνία και με άλλες εργασίες π.χ. (*Papazachos et al.*, 2000; *Benetatos et al.*, 2004). Οι P-άξονες είναι παράλληλοι με την διεύθυνση του Ελληνικού τόξου ενώ οι T- άξονες έχουν διεύθυνση παράλληλη με την κλίση της καταδυόμενης λιθόσφαιρας. Ωστόσο παρατηρείται ότι οι T-άξονες των βαθύτερων σεισμών (>100km) γίνονται σχεδόν οριζόντιοι κάτω από το ηφαιστειακό τόξο και δεν ακολουθούν την διεύθυνση της βύθισης του τόξου.

Πίνακας 3.1 *Τιμές των διευθύνσεων και κλίσεων των κύριων αξόνων συμπίεσης, P (σ1), και εφελκυσμού, T (σ3), για τις ζώνες που ορίστηκαν στην περιοχή μελέτης όπως προκύπτουν από τις μεθοδολογίες Papazachos and Kiratzi (1992), Gephart and Forsyth (1984), Michael (1987) και με την χρήση του νέου αλγόριθμου 'Ortho'.*

Zones	Papazachos and Kiratzi (1992)				Ortho method				Gephart and Forsyth (1984)				Michael (1987)			
	σ1-axis		σ3-axis		σ1-axis		σ3-axis		σ1-axis		σ3-axis		σ1-axis		σ3-axis	
	Az	dip	Az	dip	Az	dip	Az	dip	Az	dip	Az	dip	Az	dip	Az	dip
1	303	83	76	4	251	79	83	11	328	86	62	0	172.3	25.5	78.9	7.4
2	206	29	109	11	213	30	114	16	229	16	121	47	188.3	15.9	103	16.1
3	173	25	77	10	168	19	72	15	164	16	67	24	170.6	1.3	80.7	7.8
4	6	11	98	10	11	14	103	10	195	27	90	27	5.6	7.1	94.2	12.2
5	190	15	340	71	188	17	340	71	190	33	316	43	194.3	20.4	313.1	52.1
6	214	10	305	2	214	17	305	2	214	1	305	36	216.7	7.7	307.5	5
7	196	34	34	54	196	29	33	60	192	20	352	68	190.4	16.5	92.1	26.2
8	207	5	86	78	205	3	86	83	29	9	132	53	210.2	8.4	115.5	29.6
9	246	28	15	50	246	28	13	48	225	40	29	49	247.5	22.4	351.7	30.4
10	236	83	70	6	236	83	72	7	288	67	74	19	213.6	84	63.9	5.1
11	41	22	307	9	41	17	309	7	214	4	307	39	51.3	16.8	319.4	6.4
12	255	82	153	1	244	80	148	1	201	84	317	2	246.2	46	148	7.8
13	264	81	122	6	273	83	122	6	138	77	295	12	336.4	78.7	76.5	2
14	130	80	0	6	157	79	3	10	212	72	356	14	124.5	68.4	10.2	9.2
15	201	11	292	2	200	13	292	7	359	1	269	18	195.4	15.5	289.1	12.6
16	209	14	300	5	209	16	300	5	194	7	288	27	209.5	12.3	119.2	1.8
17	189	21	357	67	191	23	10	66	201	21	357	67	199.1	19.6	292.8	9.8
18	214	21	42	68	203	30	41	58	188	39	69	30	213.6	28.6	45.4	60.8

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

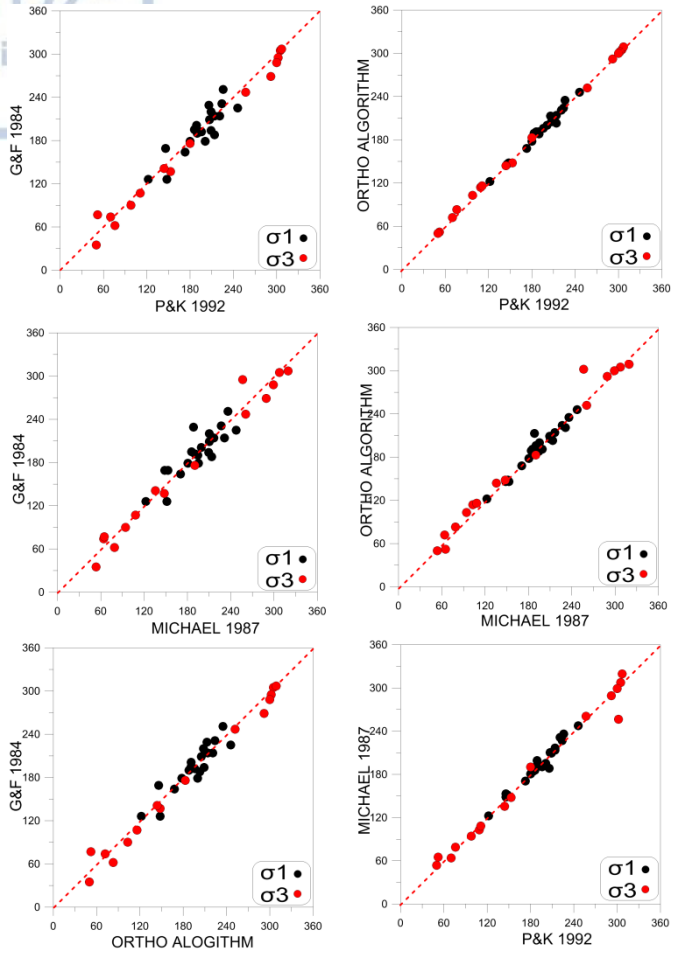
19	146	8	52	23	146	10	52	23	169	4	77	17	153	9.5	65	10.4
20	209	18	7	69	208	6	72	82	40	1	138	85	210.4	8.9	108.5	52.8
21	226	23	28	65	235	14	38	75	251	11	46	78	236	11	4.8	72.7
22	148	14	50	27	148	14	50	29	126	2	35	20	151.6	15.1	53.6	27.4
23	180	5	83	52	178	3	83	57	179	2	83	70	180.6	5.4	88.7	20.4
24	146	8	46	49	146	8	44	56	169	27	16	60	148.6	1.8	61.2	55.5
25	122	1	28	71	122	1	29	69	126	25	281	63	122.5	0.2	32.4	28.4
26	224	17	324	27	224	19	324	27	51	1	141	11	226.9	11.8	135.7	5.7
27	183	29	291	28	189	29	296	28	173	46	287	22	184	27.5	288.2	24.9
28	344	4	78	40												
29	219	28	76	55												
30	119	7	213	29												
31	20	2	283	74												
32	345	73	98	6												
33	254	84	101	4												
34	199	17	5	71												
35	230	57	139	0												
36	112	89	22	0												
37	133	77	264	8												
38	75	82	210	5												
39	172	82	265	0												
40	190	34	286	7												
41	218	15	81	68												
42	180	24	12	64												

3.4.Αξιολόγιση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν

Σε γενικές γραμμές, οι τανυστές τάσης που προτείνονται από τις τέσσερις μεθόδους παρουσιάζουν μικρές διαφορές οι οποίες, όμως, τοπικά, είναι αξιοπρόσεκτες. Προκειμένου να αξιολογηθεί η αξιοπιστία της κάθε μεθόδου, εξετάσθηκε η σταθερότητα των παραγόμενων μοντέλων τάσης των 27 εξεταζόμενων που προέκυψαν από την εφαρμογή των τεσσάρων μεθοδολογιών. Αρχικά, ελέγχθηκε η διαφορά των διευθύνσεων των αξόνων σ1 και σ3 μεταξύ των τεσσάρων μεθόδων, αφού οι οριζόντιες τάσεις αποτελούν σημαντικό στοιχείο του πεδίου των τάσεων. Το Σχήμα 3.13 δείχνει τα έξι διαγράμματα σύγκρισης των διευθύνσεων των αξόνων σ1 (συμπίεσης) και σ3 (εφελκυσμού) μεταξύ των τεσσάρων μεθοδολογιών. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στα σχήματα παρουσιάζονται μόνο άξονες για τους οποίους η κλίση είναι <45° λόγω του ότι χρήση αξόνων με μεγαλύτερη κλίση θα προκαλούσε προβλήματα τόσο στην παρουσίαση των σχημάτων όσο και στην σύγκριση μεταξύ των τεσσάρων μεθοδολογιών.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 3.13 *Σύγκριση παρατάξεων των αξόνων σ1 και σ3 μεταξύ των τεσσάρων μεθοδολογιών. Με κόκκινα σημεία παρουσιάζονται οι άξονες εφελκυσμού (σ1) και με μαύρα σημεία οι άξονες συμπίεσης (σ1). (Παρουσιάζονται μόνο άξονες για τους οποίους η κλίση είναι <45^0)*

Από το Σχήμα 3.13 προκύπτει εξαιρετικά καλή συμφωνία μεταξύ των μεθόδων των Michael (1987), Papazachos and Kiratzi (1992) και «Ortho». Αντίθετα η μεθοδολογία των Gephart and Forsyth (1984) παρουσιάζει την μεγαλύτερη μεταβλητότητα με όλες τις άλλες μεθοδολογίες. Για την καλύτερη μελέτη της σταθερότητας των αποτελεσμάτων των μεθοδολογιών μελετήθηκε και η γωνιακή διαφορά (στο χώρο) των αξόνων εφελκυσμού (σ1) και συμπίεσης (σ3), η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.14. Στο σχήμα αυτό φαίνονται τα αποτελέσματα (στερεή γωνία ανάμεσα στους άξονες τάσης) του κάθε ζεύγους σύγκρισης των μεθοδολογιών σε ξεχωριστά ιστογράμματα, μαζί με τις αντίστοιχες κατανομές χ με 2 βαθμούς ελευθερίας. Η κατανομή χ επιλέχθηκε θεωρώντας ότι κάθε μεθοδολογία δίνει αποτελέσματα με τυχαία σφάλματα και 2 βαθμούς ελευθερίας (παράταξη-κλίση). Τα αποτελέσματα δείχνουν καλή συμφωνία όπως προκύπτει από την διασπορά της κατανομής χ που προσαρμόστηκε σε κάθε σχήμα μεταξύ των τεσσάρων μεθοδολογιών. Σε καλύτερη

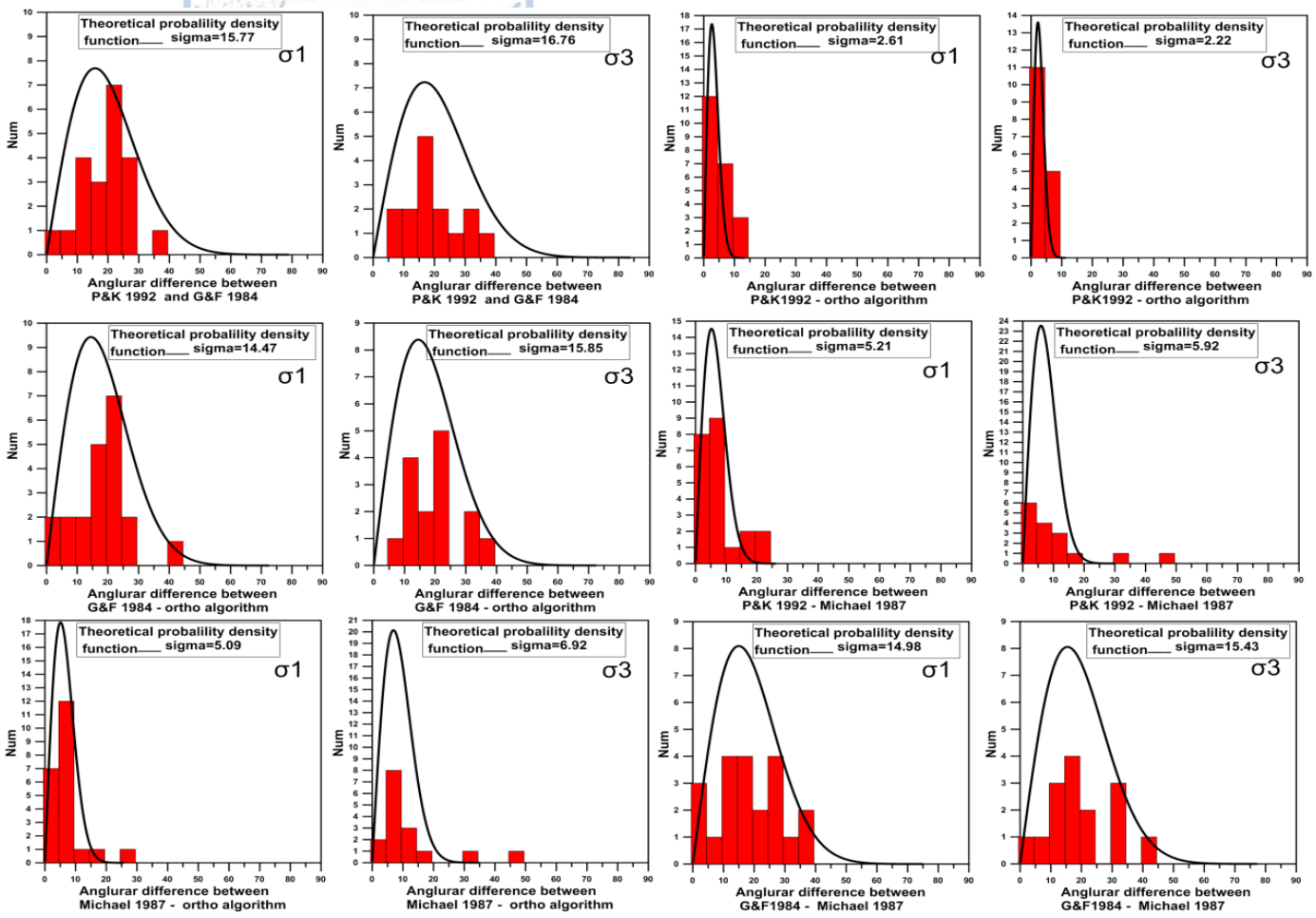
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

συμφωνία (γωνιακή διαφορά ~60) βρίσκονται τα αποτελέσματα των μεθόδων του Michael (1987), των Papazachos and Kiratzi (1992) και του αλγόριθμου «Ortho». Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας των Gephart and Forsyth (1984) με τα αποτελέσματα των τριών άλλων διαδικασιών ανέδειξε μεγαλύτερες γωνιακές διαφορές που προσεγγίζουν τις ~15°. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, αυτές οι μεγάλες γωνιακές διαφορές πιθανόν να οφείλονται στο ότι οι βέλτιστες λύσεις της μεθοδολογίας των Gephart and Forsyth (1984), σε ορισμένες περιπτώσεις, τοποθετούνται στα άκρα της περιοχής εμπιστοσύνης 95% (π.χ. Σχήμα 3.8). Στην πράξη, είναι σαφές ότι αν και τα αποτελέσματα από τις τέσσερις μεθόδους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον αριθμό των δεδομένων, καθώς και από την ποιότητα των μηχανισμών γένεσης που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις μεθόδους των Michael (1987), Papazachos and Kiratzi (1992) και την χρήση του αλγόριθμου «Ortho» είναι ουσιαστικά ταυτόσημα. Αυτό αποτελεί ισχυρή ένδειξη της αξιοπιστίας του συνόλου των αποτελεσμάτων του σχήματος 3.11, το οποίο συνοψίζει τους βασικούς τύπους διάρρηξης στο Ν. Αιγαίο.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



Σχήμα 3.14 *Ιστογράμματα συχνοτήτων των γωνιακών διαφορών των αζιμουθίων των αξόνων σ1 και σ3 που αναδείχθηκαν από την εφαρμογή των τεσσάρων μεθοδολογιών που εξετάστηκαν στην παρούσα διατριβή για τις 27 ζώνες που μελετήθηκαν. Σε κάθε γράφημα, η μαύρη γραμμή δείχνει την προσαρμογή κατανομής χ, με 2 βαθμούς ελευθερίας ενώ δίνεται και η αντίστοιχη τιμή στης τυπικής απόκλισης η οποία αντιστοιχεί στη μέση τιμή της γωνιακής διαφοράς που προκύπτει από τα ιστογράμματα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

3.5.Καθορισμός της κατανομής των ρηγμάτων

Η επιλογή του επιπέδου του ρήγματος από δύο ορικά επίπεδα (κύριο και βοηθητικό) του μηχανισμού γένεσης είναι μια δύσκολη διαδικασία. Όπως προαναφέρθηκε (Κεφάλαιο 2), αυτό είναι δυνατό κατά την διαδικασία υπολογισμού του μηχανισμού γένεσης, αν υπάρχει σημαντική ταχύτητα διάρρηξης στο σεισμικό ρήγμα. Εναλλακτικά η μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) και *Gephart* (1990a) παρέχει πληροφορίες που μπορεί να αξιοποιηθούν για να διακριθεί το πιθανό επίπεδο του ρήγματος από το βοηθητικό επίπεδο. Όπως ήδη προαναφέρθηκε, στην συγκεκριμένη μεθοδολογία καθορίζεται η ελάχιστη απόκλιση (F) μεταξύ της διεύθυνσης ολίσθησης που προσδιορίζεται από το προτεινόμενο μοντέλο των τάσεων και της παρατηρούμενης διεύθυνση ολίσθησης στο επίπεδο του ρήγματος. Συγκεκριμένα, η μέθοδος υπολογίζει τις τιμές της απόκλισης ξεχωριστά για τα δυο ορικά επίπεδα κάθε μηχανισμού. Το επίπεδο που έχει τις μικρότερες τιμές της απόκλισης είναι αυτό που μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο πιθανό επίπεδο του ρήγματος.

Εφαρμόζοντας την παραπάνω διαδικασία επιλέχθηκαν τα ορικά επίπεδα που αντιστοιχούν στα σεισμικά ρήγματα των 27 προτεινόμενων περιοχών του χώρου του Νοτίου Αιγαίου. Ωστόσο είναι σαφές ότι αυτή η επιλογή είναι αυθαίρετη αν και τα δυο επίπεδα παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές απόκλισης. Συγκεκριμένα, όταν παρατηρούνται μικρές τιμές της απόκλισης και στα δυο επίπεδα τότε πρέπει να θεωρούνται και τα δύο ως πιθανόν συμβατά με το πεδίο των τάσεων. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν οι τιμές της απόκλισης είναι μεγάλες και στα δύο επίπεδα, τότε κανένα επίπεδο δεν επιλέγεται ως πιθανό επίπεδο ρήγματος. Στην συγκεκριμένη εργασία θεωρήθηκε ως οριακή διαφορά μεταξύ των τιμών της απόκλισης για τα δύο επίπεδα την τιμή των ~10° (*Vamvakaris et al.*, 2005). Πιο συγκεκριμένα, όταν η τιμή αυτή της διαφοράς είναι <10° και οι τιμές των αποκλίσεων και των δύο επιπέδων είναι ≤25°, τότε θεωρούμε και τα δύο επίπεδα ως πιθανά κύρια. Αντίθετα, αν οι τιμές και των αποκλίσεων και των δύο επιπέδων είναι >25°, απορρίπτουμε και τα δύο. Στην περίπτωση, όμως, που η διαφορά της απόκλισης των δύο επιπέδων είναι >10° και ένα επίπεδο παρουσίαζε μέση απόκλιση ≤25°, τότε αυτό θεωρείται ως το πιθανό κύριο επίπεδο.

Ως προτεινόμενο μοντέλο χρησιμοποιήθηκε αρχικά το μοντέλο των τάσεων που προκύπτει από την μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) και στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο των τάσεων που προκύπτει από τον τροποποιημένο αλγόριθμο «Ortho». Τα προτεινόμενα επίπεδα που προκύπτουν από τις δύο μεθοδολογίες παρουσιάζουν, σε ορισμένες περιπτώσεις, σημαντικές διαφορές. Στο Σχήμα 3.15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του καθορισμού των ρηγμάτων με την χρήση των

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

μοντέλων των τάσεων που προκύπτει τόσο με τη μεθοδολογία των Gephart and Forsyth (1984) σχήματα (a,b,c), όσο και με την με τον αλγόριθμο 'Ortho' (σχήματα d,e,f) για βάθη 0-30Km, 30-60km και >60Km, αντίστοιχα. Στα σχήματα φαίνονται οι κατανομές των διευθύνσεων των ρηγμάτων με την χρήση ροδοδιαγραμμάτων και για τις 27 ζώνες στις οποίες διαχωρίστηκε η περιοχή μελέτης. Στις ζώνες 5, 7, 8, 9 (βάθη 0-30km και για τα δυο μοντέλα τάσεων που χρησιμοποιήθηκαν) ενώ καθορίζεται η σωστή διεύθυνση των ανάστροφων ρηγμάτων που είναι παράλληλη με το Ελληνικό εξωτερικό τόξο, οι κλίσεις των ρηγμάτων αυτών είναι στην πλειοψηφία τους αντίθετες από ότι προβλέπεται για τις συγκεκριμένες περιοχές (δηλαδή με κλίση προς τον Ελληνικό χώρο). Αντίθετα, σε μεγαλύτερα βάθη (30-60km) στις ζώνες 17, 18, 20, 21 η πλειοψηφία των ανάστροφων ρηγμάτων που κυριαρχούν στις συγκεκριμένες περιοχές (όπως παρουσιάζεται από τα ροδοδιαγράμματα) παρουσιάζουν κλίση που συμφωνεί με αυτήν που προκύπτει από τον τροποποιημένο αλγόριθμο 'Ortho', (δηλαδή κλίνουν προς τον Ελληνικό χώρο) (Σχήμα 3.15d).

Στις ζώνες 2, 3, 4, 6, 11 (βάθη 0-30Km) η διεύθυνση των ρηγμάτων που καθορίζεται και από τα δυο μοντέλα των τάσεων είναι ~ΒΔ-ΝΑ, αν και για τις συγκεκριμένες περιοχές η διεύθυνση που κυριαρχεί θα πρέπει να είναι παράλληλη με το Ελληνικό τόξο (ΒΑ-ΝΔ) και όχι κάθετη σε αυτό. Όσον αφορά τις ζώνες 1, 10, 12, 13, 14, ενώ οι διευθύνσεις των κανονικών ρηγμάτων έχουν επιλεγεί ορθά, οι κλίσεις τους, όπως προέκυψαν από τα δυο μοντέλα των τάσεων διαφέρουν σημαντικά σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. ζώνη 12). Στο Σχήμα 3.16a φαίνονται τα ροδοδιαγράμματα των ρηγμάτων της ζώνης (12) που επιλέχθηκαν, χρησιμοποιώντας το μοντέλο των τάσεων που προκύπτει από τον αλγόριθμο 'Ortho'. Με πράσινο χρώμα φαίνονται οι διευθύνσεις των ρηγμάτων και με κόκκινο χρώμα οι κλίσεις τους. Στο αντίστοιχο Σχήμα 3.16b παρουσιάζονται τα ροδοδιαγράμματα των ρηγμάτων (διεύθυνση και κλίση) της ίδιας ζώνης (12) που προέκυψαν από το μοντέλο των τάσεων που προήλθε από την μεθοδολογία των Gephart and Forsyth (1984). Η σύγκριση των δύο ροδοδιαγραμμάτων αναδεικνύει τη σωστή επιλογή της διεύθυνσης των κανονικών ρηγμάτων και από τα δύο μοντέλα, αλλά και την αντίθετή τους κλίση.

Σε μεγαλύτερα βάθη >60Km η εφαρμογή των δύο μοντέλων ανέδειξε ότι η πλειοψηφία των ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης που δεσπόζουν στις συγκεκριμένες περιοχές έχει διεύθυνση περίπου κάθετη προς την γενική διεύθυνση του εξωτερικού Ελληνικού τόξου, παρουσιάζοντας, όμως, σημαντική διασπορά σε ότι αφορά την παράταξη των ρηγμάτων (π.χ. περιοχή 24 και 27). Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί η περιοχή 11 (μεταξύ Κρήτης-Σαντορίνης) στην οποία έχει καθοριστεί ως κύρια διεύθυνση των ρηγμάτων (από τα δύο μοντέλα των τάσεων), η διεύθυνση Β-Ν, όπως ακριβώς καθορίστηκε από την

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

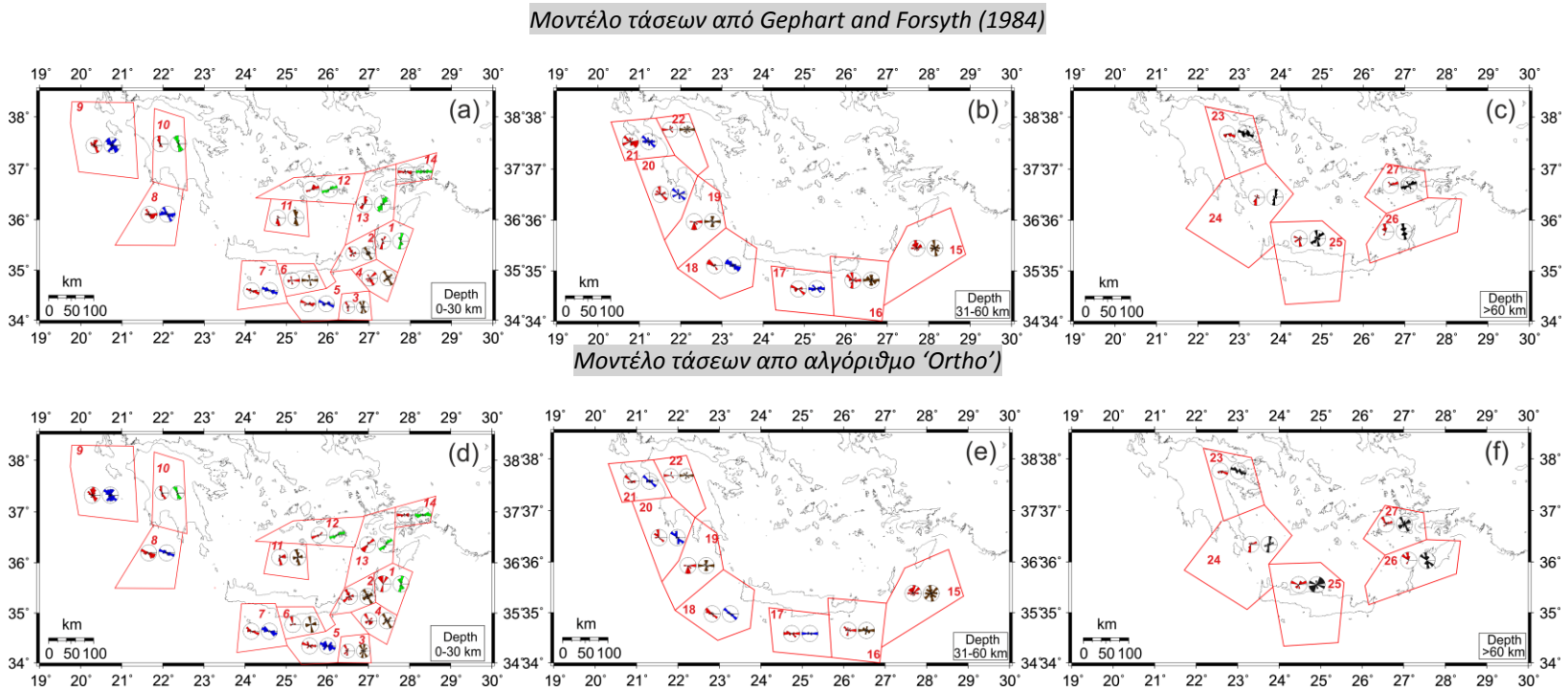
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

κατευθυντικότητα της διάρρηξης στην εργασία της *Kiratzi* (2013) για την συγκεκριμένη περιοχή αλλά και από παρατηρήσεις πεδίου στην περιοχή των Χριστιανών.

Τα αποτελέσματα από την συγκεκριμένη μέθοδο αντιστροφής για των καθορισμό των ρηγμάτων (χρησιμοποιώντας και τα δύο μοντέλα τάσεων) σε αρκετές περιπτώσεις συμφωνούν τόσο με τις διευθύνσεις όσο και με τις κλίσεις των ρηγμάτων χωρίς όμως να θεωρείται η μέθοδος αυτή ως καταλληλότερη για τον προσδιορισμό των επιπέδων των ρηγμάτων. Σε αντίστοιχα συμπεράσματα κατέληξαν και οι *Vamvakaris et al.* (2006), οι οποίοι έδειξαν ότι περίπου το 70% των αποτελεσμάτων τους αντιστρέφοντας νεοτεκτονικά δεδομένα ως ισοδύναμους μηχανισμούς γένεσης συμφωνούν με τα νεοτεκτονικά στοιχεία της περιοχής που μελέτησαν.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

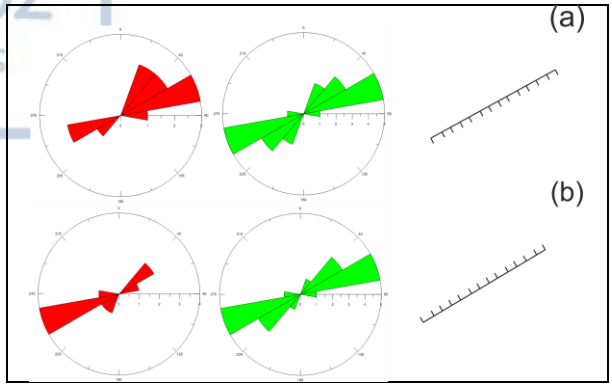
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 3.15 *Συνολική απεικόνιση της κατανομής των διευθύνσεων των ρηγμάτων με την χρήση ροδοδιαγραμμάτων που προκύπτουν με την μεθοδολογία των Gephart and Forsyth (1984) (a-c) και τον αλγόριθμο (Ortho) (d-f). Τα σχήματα αντιστοιχούν στα βάθη 0-30Km, 30-60km και >60Km. Σε κάθε ζώνη (1-27) παρουσιάζονται δυο ροδοδιαγράμματα. Τα ροδοδιαγράμματα με μπλε χρώμα (ανάστροφα ρήγματα), πράσινο χρώμα (κανονικά ρήγματα) και καφέ-μαύρο (ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης) παρουσιάζουν τις διευθύνσεις των ρηγμάτων που προτείνονται ως κύριες, ενώ τα ροδοδιαγράμματα με κόκκινο χρώμα παρέχουν έμμεσες πληροφορίες και για την κλίση των ρηγμάτων αυτών, υιοθετώντας τον ορισμό της παράταξης σύμφωνα με τη σύμβαση των (Aki and Richards, 1980).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 3.16 *Απεικόνιση της κατανομής των διευθύνσεων-κλίσεων των ρηγμάτων της περιοχής 12 με την χρήση (α) του αλγόριθμου 'Ortho' και (β) του μοντέλου Gephart and Forsyth (1984). Το ροδοδιάγραμμα με πράσινο χρώμα δείχνει τις διευθύνσεις των ρηγμάτων που προτείνονται ως κύριες, ενώ το ροδοδιάγραμμα με κόκκινο χρώμα δίνει έμμεσες πληροφορίες και για την κλίση των ρηγμάτων αυτών, υιοθετώντας τον ορισμό της παράταξης σύμφωνα με τη σύμβαση των (Aki and Richards, 1980).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

4.1.Εισαγωγή

Η στοχαστική προσομοίωση της ισχυρής εδαφικής κίνησης είναι αδιαμφισβήτητα μια από τις σημαντικότερες μεθοδολογικές προσεγγίσεις της Σεισμολογίας και ειδικότερα της Τεχνικής Σεισμολογίας για την προσομοίωση σεισμικών κινήσεων, λόγω του ότι αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για την "πρόγνωση" (εκτίμηση) αναμενόμενων σεισμικών κινήσεων από τη γένεση ισχυρών σεισμών. Πρώτοι οι *Hanks and McGuire* (1981) έδειξαν ότι οι υψίσυχνες σεισμικές κινήσεις, μπορούν να θεωρηθούν ως πεπερασμένης διάρκειας λευκός θόρυβος, ο οποίος επικάθεται πάνω σε ένα οποιοδήποτε φασματικό πλάτος Fourier. Το συγκεκριμένο φάσμα εξαρτάται από τη διαδικασία της σεισμικής διάρρηξης, καθώς και από παράγοντες που αφορούν τη διάδοση, από την εστία μέχρι και το σταθμό παρατήρησης. Αρχικά, προτάθηκε το μοντέλο της σημειακής πηγής (*Hanks*, 1979; *McGuire and Hanks*, 1980; *Hanks and McGuire*, 1981; *Boore*, 1983; *Boore and Atkinson*, 1987; *Atkinson and Boore*, 1995), το οποίο χρησιμοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία σε σημαντικό αριθμό εργασιών για την προσομοίωση ισχυρών σεισμών.

Όπως είναι γνωστό οι διαστάσεις του ρήγματος, η ταχύτητα και η κατευθυντικότητα της διάρρηξης, επηρεάζουν σημαντικά τις καταγραφές μετά από ένα σεισμό. Ο παραπάνω λόγος ώθησε στην συνέχεια τους *Beresnev and Atkinson* (1997), να αναπτύξουν μια τεχνική, όπου η σημειακή πηγή αντικαθιστάται με ρήγμα, το οποίο έχει πεπερασμένες διαστάσεις. Κάθε υποπηγή του ρήγματος αυτού μπορεί να θεωρηθεί ως μια νέα σημειακή πηγή, για την οποία μπορεί να υιοθετείται ένα φάσμα σημειακής πηγής τύπου ω^2 *(Brune, 1970; 1971)*. Τέλος, τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης από όλες τις υποπηγές του ρήγματος, συναθροίζονται στον σταθμό παρατήρησης, χρησιμοποιώντας τις χρονικές "διορθώσεις" που αντιστοιχούν σε κάθε υποπηγή, λόγω της ταχύτητας διάρρηξης.

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής χρησιμοποιήθηκε η στοχαστική μέθοδος πεπερασμένων πηγών με την χρήση δυναμικής γωνιακής συχνότητας στους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου με την χρήση του λογισμικού EXSIM (*Motazedian and Atkinson*, 2005; *Boore*, 2009). Αρχικά έγινε η συλλογή-επεξεργασία των δεδομένων από

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

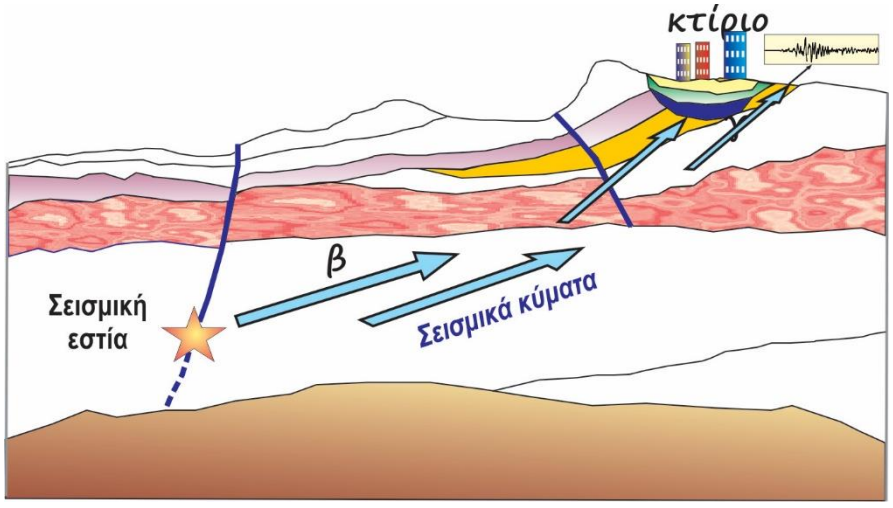
σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου, και στη συνέχεια μελετήθηκε κυρίως η επίδραση στην προσομοίωση της παραμέτρου του μοντέλου διάρκειας, της ανελαστικής απόσβεσης και της παραμέτρου τάσης. Στην συνέχεια, αφού χρησιμοποιήθηκαν οι διαθέσιμοι σεισμοί ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγίου για την διερεύνηση των παραμέτρων αυτών, έγινε εφαρμογή και έλεγχος των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας με την προσομοίωση του πρόσφατου σεισμού της 24/07/2015 (Mw=5.0), με επίκεντρο τον θαλάσσιο χώρο της Νισύρου.

4.2.Η Μέθοδος της Στοχαστικής Προσομοίωσης

Όπως φαίνεται και από τη σχέση (4.1) μια καταγραφή της σεισμικής εδαφικής κίνησης, U(t), μπορεί να γραφτεί ως η συνέλιξη στον χρόνο τριών βασικών παραμέτρων:

$$\boldsymbol{U(t) = S(t) * M(t) * R(t)} \qquad \textbf{4.1}$$

όπου ο παράγοντας S(t) εμπεριέχει την επίδραση της σεισμικής πηγής, ο παράγοντας M(t), σχετίζεται με την επίδραση του δρόμου διάδοσης της σεισμικής ακτινοβολίας και ο παράγοντας R(t), εμπεριέχει την επίδραση από τις τοπικές εδαφικές συνθήκες (Σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1 *Σχηματική απεικόνιση των τριών παραγόντων που διαμορφώνουν μια καταγραφή ισχυρής σεισμικής κίνησης.*

$$\boldsymbol{U(f) = S(f).M(f).R(f)} \qquad \textbf{4.2}$$

Η συνέλιξη στην περιοχή του χρόνου είναι ισοδύναμη με τον πολλαπλασιασμό στην περιοχή των συχνοτήτων. Στο πεδίο των συχνοτήτων η εξίσωση **4.1** μετατρέπεται στην εξίσωση **4.2**.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Σύμφωνα με τη σχέση αυτή, το φάσμα Fourier ενός σεισμικού σήματος (π.χ. επιτάχυνση) είναι αυτό που σχεδόν όλα τα στοχαστικά μοντέλα επιχειρούν να προσομοιάσουν, λόγω του ότι εμπεριέχει όλες τις επιδράσεις από τους συντελεστές της εξίσωσης **4.2**. Έτσι, το φάσμα Fourier ενός σεισμικού σήματος $\boldsymbol{U(M_0,R,f)}$ σε ένα σταθμό σε απόσταση *R* από την σεισμική εστία με σεισμική ροπή M_0 και για τη συχνότητα f μπορεί να εκφραστεί ως το γινόμενο των τριών αυτών παραμέτρων που περιγράφουν την σεισμική κίνηση, όπως φαίνεται και στην εξίσωση:

$$\boldsymbol{U(M_0,R,f) = S(M_0,f).M(R,f).R(f)} \qquad \textbf{4.3}$$

όπου, $\mathrm{S(M_0,f)}$ είναι το γινόμενο του φάσματος της σεισμικής πηγής, $\mathrm{M(R,f)}$ είναι το αποτέλεσμα του δρόμου διάδοσης από την σεισμική πηγή μέχρι την θέση παρατήρησης ενώ το $\mathrm{R(f)}$ εκφράζει την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών στην θέση παρατήρησης.

Στην στοχαστική προσομοίωση, οι σεισμικές κινήσεις θεωρείται ότι μπορεί να περιγράφουν ως γκαουσιανός (τυχαίος) θόρυβος (Gaussian noise) που επικάθεται πάνω σε ένα φάσμα πλάτους Fourier, το οποίο μπορεί να προκύψει θεωρητικά από διάφορα απλοποιημένα μοντέλα της σεισμικής πηγής (*Aki*, 1967; *Brune*, 1970, 1971). Αν και η απλούστερη προσέγγιση της στοχαστικής προσομοίωσης περιλαμβάνει την χρήση σημειακής πηγής, εν τούτοις, για μεγάλους σεισμούς, μια τέτοια προσέγγιση αδυνατεί να περιγράψει τις επιδράσεις των διαστάσεων του ρήγματος, του μοντέλου της ολίσθησης και της κατευθυντικότητας, που αδιαμφισβήτητα επιδρούν τόσο στη διάρκεια όσο και στο συχνοτικό περιεχόμενο αλλά και στο πλάτος των καταγραφών. Για αυτό το λόγο έχει αναπτυχθεί το στοχαστικό μοντέλο για ρήγματα με πεπερασμένες διαστάσεις, ώστε να προσομοιάσει καλύτερα καταγραφές μεγάλων σεισμών (*Beresnev and Atkinson*, 1997; *Beresnev and Atkinson*, 1998a, 1998b). Στο μοντέλο της στοχαστικής προσομοίωσης ρήγματος με πεπερασμένες διαστάσεις, η διάρρηξη αρχίζει από την σεισμική εστία και διαδίδεται μέχρι να ενεργοποιηθούν όλες οι υποπεριοχές του ρήγματος. Η σεισμική κίνηση στον σταθμό παρατήρησης, μπορεί να θεωρηθεί ως το άθροισμα που προκύπτει από τη συνεισφορά της κίνησης της κάθε υποπηγής. Η στοχαστική προσομοίωση για ρήγματα με πεπερασμένες διαστάσεις έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εργασιών για την εκτίμηση σεισμικών κινήσεων σε διάφορα τεκτονικά περιβάλλοντα τόσο διεθνώς (*Chopra et al.*, 2010; *Ugurhan and Askan*, 2010; *Raghu Kanth and Kavitha*, 2012; *Khalil*, 2013) όσο και στον Ελληνικό χώρο (*Benetatos and Kiratzi*, 2004; *Papazachos et al.*, 2015).

Ένας βασικός περιορισμός αυτής της στοχαστικής μεθόδου για ρήγματα με πεπερασμένες διαστάσεις αφορά τον αριθμό των υποπηγών που μπορεί να

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

χρησιμοποιηθούν και την εξάρτηση της ακτινοβολούμενης ενέργειας από τη διάσταση της κάθε υποπεριοχής του ρήγματος. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, οι *Motazedian and Atkinson* (2005) πρότειναν την χρήση δυναμικής γωνιακής συχνότητας για το στοχαστικό μοντέλο ρήγματος πεπερασμένων διαστάσεων. Το συγκεκριμένο μοντέλο δυναμικής γωνιακής συχνότητας προτάθηκε αρχικά από τους *Beresnev and Atkinson* (1998a), όπου η γωνιακή συχνότητα $f_0(t)$ της κάθε υποπεριοχής σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ορίζεται με την εξίσωση **4.4**, η οποία εμπεριέχει όλες τις διεγερμένες υποπεριοχές του ρήγματος σε μια χρονική στιγμή:

$$\boldsymbol{f_{0ij}(t) = 4.9x10^{6} N_R(t)^{-1/3} N^{-1/3} \beta (\Delta\sigma / M_0)^{1/3}} \qquad \textbf{4.4}$$

όπου $N_R(t)$ είναι ο αθροιστικός αριθμός των διεγερμένων υποπηγών σε χρόνο t, *N* είναι ο ολικός αριθμός των υποπηγών, *β* είναι η ταχύτητα των εγκαρσίων κυμάτων, *Δσ* είναι η παράμετρος τάσης και M_0 είναι η σεισμική ροπή. Να σημειωθεί ότι για την ποσότητα *Δσ* χρησιμοποιείται ο όρος παράμετρος τάσης και όχι πτώση τάσης, ακολουθώντας και την πρόταση των *Atkinson and Beresnev* (1997), αφού η σχέση τους με τα μέτρα πρώτης τάσης στο ρήγμα (δυναμική, στατική, κλπ.) αποτελεί πεδίο έντονης επιστημονικής αντιπαράθεσης.

Με την προσέγγιση αυτή, όσο η γωνιακή συχνότητα μειώνεται με το χρόνο, η ακτινοβολούμενη ενέργεια σε υψηλές συχνότητες μειώνεται επίσης. Το φάσμα επιτάχυνσης των εγκαρσίων κυμάτων $\boldsymbol{A_{ij}(f)}$ της (υποπηγής) ij του ρήγματος μπορεί να εκφραστεί σε συνάρτηση με τις ιδιότητες της εστίας, του δρόμου διάδοσης του σεισμικού κύματος και των τοπικών εδαφικών συνθηκών (όπως προκύπτει από την σχέση **4.3**) με την σχέση:

$$\boldsymbol{A_{ij}(f) = CM_{0_{ij}} H_{ij} \left(\frac{(2\pi f)^2}{1 + \left(\frac{f}{f_{o_{ij}}(t)} \right)^2} \right) (e)^{\frac{-\pi f R_{ij}}{Q(f)\beta}} G(R_{ij}) D(f) e^{-\pi f \kappa_o}} \qquad \textbf{4.5}$$

Στην σχέση **4.5** η παράμετρος $\boldsymbol{Q(f)}$ αντιστοιχεί στον παράγοντα ποιότητας που ελέγχει την ανελαστική απόσβεση των σεισμικών κυμάτων. Η παράμετρος $\boldsymbol{G(R_{ij})}$ σχετίζεται με την γεωμετρική διασπορά των κυμάτων και μια τυπική εξάρτηση με την απόσταση περιγράφεται στο *Σχήμα 4.2*. Ο παράγοντας $\boldsymbol{D(f)}$ εκφράζει την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών και η συνάρτηση $\boldsymbol{e^{-\pi f \kappa_o}}$ είναι ένα φίλτρο που εμπεριέχει την παράμετρο $\boldsymbol{\kappa_o}$, η οποία αντιστοιχεί στην φασματική μείωση των πλατών σε υψηλές συχνότητες (*Anderson and*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Hough, 1984). Ο παράγοντας διόρθωσης $\boldsymbol{H_{ij}}$ χρησιμοποιείται για να διατηρήσει σταθερά τις υψηλές φασματικές συχνότητες για κάθε μια από τις υποπηγές του ρήγματος, αλλά και να κατανεμηθεί η ακτινοβολούμενη ενέργεια κάθε υποπηγής σε χαμηλότερες συχνότητες (*Motazedian and Atkinson*, 2005).

Η παράμετρος $\boldsymbol{C}$ αντιπροσωπεύει σταθερά η οποία υπολογίζεται από την σχέση **4.6**, όπου η παράμετρος $\boldsymbol{R^{\theta\varphi}}$ σχετίζεται με το μοντέλο ακτινοβολίας, $\boldsymbol{\rho}$ είναι η πυκνότητα στην περιοχή της εστίας και $\boldsymbol{\beta}$ η ταχύτητα των εγκαρσίων κυμάτων. Η συνολική ενέργεια των εγκαρσίων κυμάτων προς την ενέργεια των οριζόντιων συνιστωσών αντιστοιχεί στην παράμετρο **V** και η παράμετρος **F** αντιστοιχεί στο αποτέλεσμα ενίσχυσης της ελεύθερης επιφάνειας του εδάφους.

$$\boldsymbol{C = R^{\theta\varphi}\frac{VF}{4\pi\rho\beta^3}} \qquad \textbf{4.6}$$

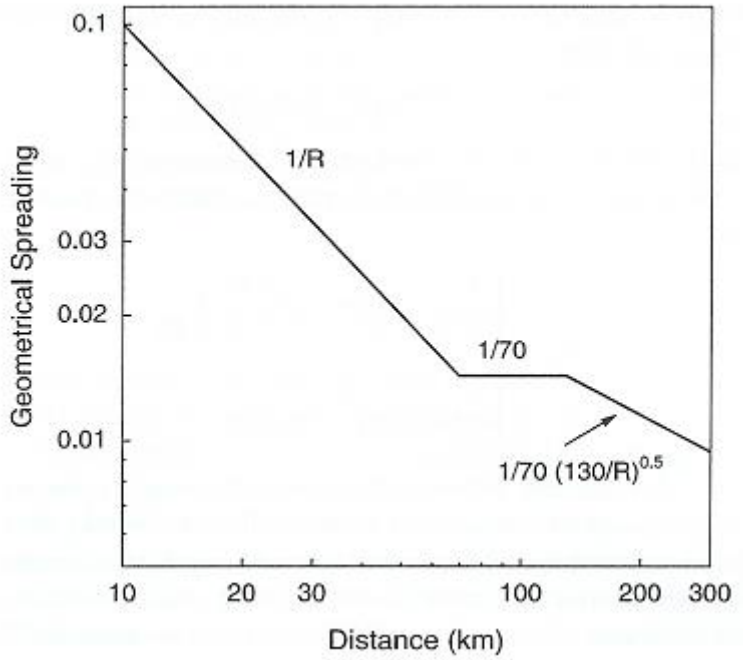
Η παράμετρος $\boldsymbol{M_{0_{ij}}}$ είναι η μέση σεισμική ροπή που αντιστοιχεί στην κάθε υποπηγή ij και εκφράζεται με βάση την εξίσωση **4.7**. Οι ποσότητες $\boldsymbol{nl}$ και $\boldsymbol{nw}$ αντιστοιχούν στον αριθμό των υποπηγών κατά μήκος και κατά πλάτος του σεισμικού ρήγματος, ενώ $\boldsymbol{S_{ij}}$ είναι το βάρος που ελέγχει την κατανομή της σεισμικής ροπής (ουσιαστικά της ολίσθησης) πάνω στο σεισμογόνο ρήγμα.

$$\boldsymbol{M_{0_{ij}} = M_0 S_{ij} / \sum_{l=1}^{nl}\sum_{k=1}^{nw} S_{kl}} \qquad \textbf{4.7}$$

$$\boldsymbol{H_{IJ} = \left(N\frac{\sum\left\{\frac{f^2}{\left[1+\left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right]}\right\}}{\sum\left\{\frac{f^2}{\left[1+\left(\frac{f}{f_{0ij}}\right)^2\right]}\right\}}\right)^{1/2}} \qquad \textbf{4.8}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 4.2 *Παράδειγμα μεταβολής του παράγοντα της γεωμετρικής διασποράς,* $\boldsymbol{G(R_{ij})}$*, με την απόσταση, όπως χρησιμοποιείται στην στοχαστική προσομοίωση (Boore, 1983).*

Τέλος, ο καθορισμός της σεισμικής κίνησης εξαιτίας της ολίσθησης όλου του ρήγματος, $\boldsymbol{A(t)}$, υπολογίζεται συναθροίζοντας όλες τις συνεισφορές από όλες τις υποπηγές με την χρήση κατάλληλων χρονικών υπολοίπων $\boldsymbol{\Delta t_{ij}}$, σύμφωνα με τη σχέση:

$$\boldsymbol{A(t) = \sum_{i=1}^{nl} \sum_{j=1}^{nw} A_{ij}(t + \Delta t_{ij})} \qquad \textbf{4.9}$$

όπου t ο χρόνος και τα υπόλοιπα Δt_{ij} εκφράζουν τη σχετική χρονική καθυστέρηση για την δράση (ενεργοποίηση) κάθε υποπηγής ij.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της μεθοδολογίας, η οποία βασίζεται στην χρήση της δυναμικής γωνιακής συχνότητας, σε σχέση με άλλες μεθοδολογίες στοχαστικής προσομοίωσης με πεπερασμένες πηγές, είναι ότι η ενέργεια των υψηλών συχνοτήτων του φάσματος, διατηρείται σταθερή ανεξαρτήτως των διαστάσεων των υποπηγών, έτσι ώστε αυτή η μεθοδολογία να μπορεί να εφαρμοστεί και σε σεισμούς μεγάλων μεγεθών (*Motazedian and Atkinson*, 2005). Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι ότι χρησιμοποιεί το μοντέλο των *Mavroeidis and Papageorgiou* (2003),

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

το οποίο προσομοιώνει τους παλμούς μεγάλης περιόδου που συνήθως παρατηρούνται σε περιοχές κοντά στην εστία του σεισμού.

4.3.Προσομοίωση Πεπερασμένου Ρήγματος με τη Χρήση του Λογισμικού EXSIM

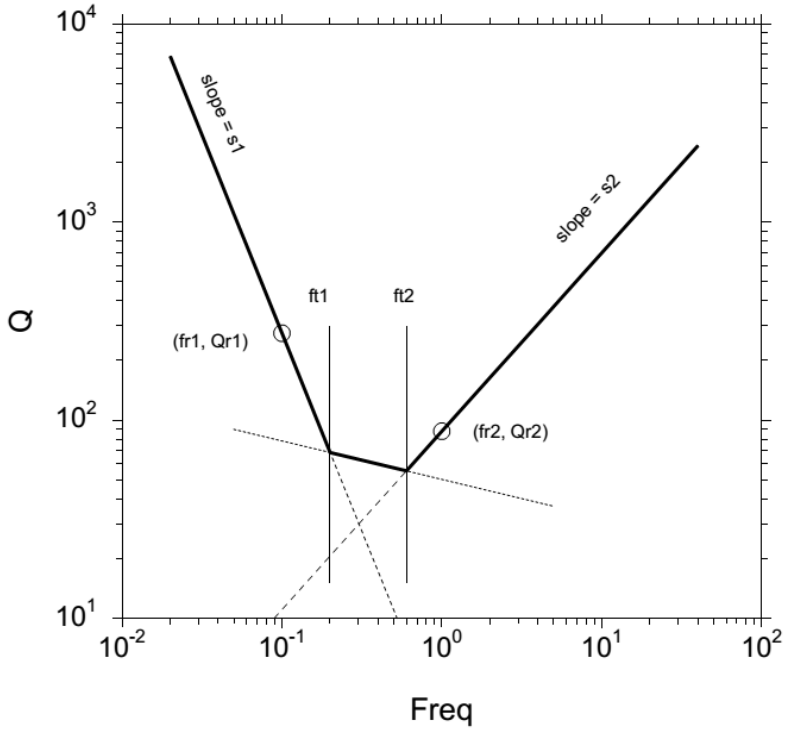
Οι στοχαστικές προσομοιώσεις που έχουν πραγματοποιηθεί από διάφορους μελετητές έχουν γίνει κυρίως με τη χρήση του κώδικα EXSIM, ο οποίος προτάθηκε από τους *Motazedian and Atkinson* (2005) και τροποποιήθηκε από τον *Boore* (2009). Ο κώδικας αυτός παρέχει τη δυνατότητα χρήσης της δυναμικής γωνιακής συχνότητας πάνω σε στοχαστικό μοντέλο πεπερασμένων διαστάσεων. Ο κώδικας EXSIM αποτελείται από τέσσερα αρχεία: α) τον κύριο κώδικα με το αντίστοιχο εκτελέσιμο αρχείο (**executable**), β) το αρχείο εισόδου (**parameter file**) και γ) δυο αρχεία τα οποία περιέχουν τις φασματικές ενισχύσεις που σχετίζονται με το μοντέλο του φλοιού (**crustal amplification file**) και τις τοπικές εδαφικές παραμέτρους (**site amplification file**).

Στο αρχείο εισόδου, η μέση πυκνότητα (gr/cm^3) του φλοιού, **rho**, και η ταχύτητα των εγκαρσίων κυμάτων (km/sec), **beta**, αφορούν κυρίως γεωφυσικά στοιχεία της τοπικής δομής της σεισμικής εστίας. Η παράμετρος **prtitn** αντιστοιχεί στο λόγο της ενέργειας των εγκαρσίων κυμάτων προς την ενέργεια των δυο οριζόντιων συνιστωσών. Το μοντέλο ακτινοβολίας για τα εγκάρσια κύματα περιγράφεται από την παράμετρο (**radpat**), ενώ η παράμετρος **fs** περιγράφει το αποτέλεσμα της ελεύθερης επιφάνειας του εδάφους. Το μοντέλο γεωμετρικής διασποράς έχει την τυπική μορφή $\mathbf{1}/\boldsymbol{R^a}$. Στο *Σχήμα 4.2* φαίνεται ένα παράδειγμα της εξάρτησης της γεωμετρικής διασποράς με την απόσταση R (*Boore*, 1983), όπου η παράμετρος **a** λαμβάνει τις τιμές (-1,0,0.5) για τρία διαφορετικά διαστήματα αποστάσεων (1-70km, 70-130km, >130km) . Οι παράμετροι **fr1, Qr1, s1, ft1, ft2, fr2, qr2, s2** ελέγχουν τον παράγοντα ποιότητας $Q(f)$ της σχέσης **4.5**, ο οποίος ισούται με $Q_0 f^n$ (*Σχήμα 4.3*). Το μοντέλο διάρκειας καθορίζεται από τις παραμέτρους **ndur,rdur,dur,slope**, οι οποίες είναι αντίστοιχα ο αριθμός των διατομών που υπάρχουν στο μοντέλο διάρκειας, η απόσταση από την εστία (km), η διάρκεια των καταγραφών για κάθε απόσταση (sec) και η κλίση του τελευταίου γραμμικού στοιχείου που καθορίζει την διάρκεια από το προτελευταίο σημείο διατομής έως το τέλος (Σχήμα 4.4). Οι παράμετροι **fmax** (*Boore*, 1983) και **kappa** (*Anderson and Hough*, 1984) χρησιμοποιούνται ως φίλτρα για την απόσβεση των υψηλών συχνοτήτων (εναλλακτικά και όχι συνδυαστικά), ενώ οι τιμές **fcut** και **norder** χρησιμοποιούνται σε μερικές περιπτώσεις ως φίλτρα αποκοπής χαμηλών συχνοτήτων (τάξης **norder**). Ο αριθμός επαναληπτικών προσομοιώσεων στον υπολογισμό των

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

φασμάτων απόκρισης καθορίζεται από την παράμετρο **nsims**, ενώ η παράμετρος **dt** καθορίζει το βήμα δειγματοληψίας των συνθετικών χρονοσειρών που παράγονται.

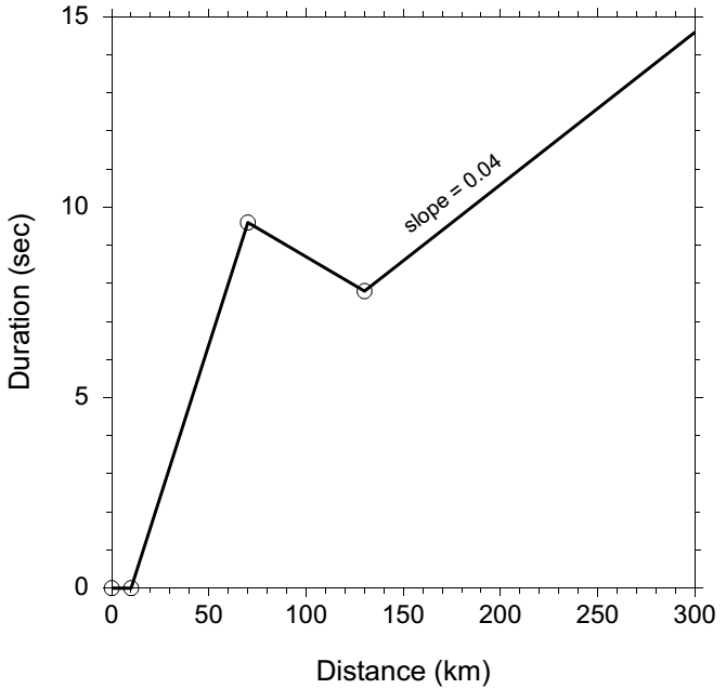


Σχήμα 4.3 *Παράδειγμα σχηματικής απεικόνισης της μεταβολής του παράγοντα ποιότητας* $\boldsymbol{Q(f)}$*, με τη συχνότητα* ***f****, ο οποίος περιγράφεται από τρεις γραμμές που σχηματίζουν οι συντελεστές fr1, Qr1, s1, ft1, ft2, fr2, Qr2, s2 (παράδειγμα από Boore (2000).*

Σημαντική είναι η παράμετρος **islip**, η οποία καθορίζει το μοντέλο ολίσθησης πάνω στο σεισμικό ρήγμα. Υπάρχουν τρεις επιλογές για την χρήση της παραμέτρου **islip**: α) ομοιόμορφη κατανομή της ολίσθησης (**islip=-1**), β) κατανομή της ολίσθησης βάσει αρχείου κατανομής ολίσθησης (**islip=0**) το οποίο δίνεται από το χρήστη και γ) χρήση τυχαίας κατανομής ολίσθησης (**islip=1**) πάνω στο σεισμικό ρήγμα. Καθοριστικής σημασίας επίσης είναι και οι παράμετροι που αφορούν το μέγεθος του σεισμού (**Mw**) και η παράμετρος τάσης (**Stress**).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



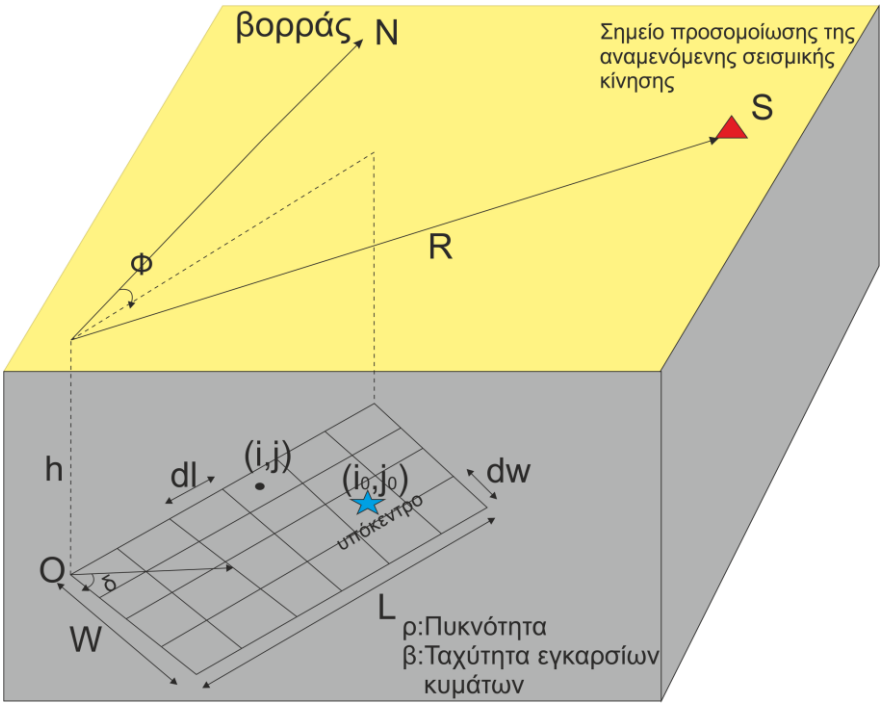
Σχήμα 4.4 *Παράδειγμα σχηματικής απεικόνισης της μεταβολής του παράγοντα διάρκειας με την απόσταση, ο οποίος καθορίζεται από τις ευθείες γραμμές που προκύπτουν από τις παραμέτρους* ***ndur,rdur,dur,slope****. Οι παράμετροι αυτές διαμορφώνουν τη διάρκεια της σεισμικής κίνησης όπως αυτή καθορίζεται στην εργασία των Atkinson and Boore (1995) (παράδειγμα από Boore, 2000).*

Στο *Σχήμα 4.5* φαίνεται η σχηματική απεικόνιση των γεωμετρικών στοιχείων του ρήγματος και των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στην στοχαστική προσομοίωση με το μοντέλο πεπερασμένων διαστάσεων. Αρχικά, ο κώδικας χρειάζεται τις συντεταγμένες της προβολής του σημείου **O** (πάνω αριστερά γωνία του ρήγματος όπως φαίνεται από την κατεύθυνση κλίσης) στην επιφάνεια και τις παραμέτρους **strike (Φ^0)** και **dip (δ^0)** που αντιστοιχούν στην παράταξη και κλίση του ρήγματος. Το βάθος του ανώτερου σημείου του ρήγματος που συμπίπτει με το βάθος του σημειού O, καθορίζεται με την παράμετρο **depth of fault (h)**. Το μήκος, L(km), και πλάτος, W(km), αντιστοιχούν στις παραμέτρους **length** και **width**, οι οποίες χωρίζονται σε ένα αριθμό τμημάτων μήκους **dl** και πλάτους **dw,** τα οποία δημιουργούν τις υποπηγές του πεπερασμένου ρήγματος. Το υπόκεντρο (σημείο έναρξης της διάρρηξης) καθορίζεται από τις τιμές $\mathbf{i_0,j_0}$ όπου οι δείκτες i και j καθορίζουν τον αύξοντα αριθμό της υποπηγής κατά μήκος και πλάτος. Η θέση του υπόκεντρου ($\mathbf{i_0,j_0}$) μπορεί να είναι συγκεκριμένη, καθορίζοντας τις τιμές των $\mathbf{i_0j_0}$ ή και τυχαία χρησιμοποιώντας το σημείο (-1,-1). Τέλος οι παράμετροι **siteLocation(1)**, **siteLocation(2)** καθορίζουν τις συντεταγμένες των σημείων παρατήρησης **S** (βλέπε κόκκινο τρίγωνο στο *Σχήμα 4.5*), δηλαδή των εικονικών θέσεων καταγραφής για τις οποίες γίνονται οι προσομοιώσεις. Υπάρχουν επίσης και άλλες

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

παράμετροι υπάρχουν, οι οποίοι δεν περιγράφονται εδώ αφού, αφορούν μόνο τη μορφή και τον τρόπο εξόδου των αποτελεσμάτων.



Σχήμα 4.5 *Σχηματική απεικόνιση των γεωμετρικών στοιχείων του ρήγματος και των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στην στοχαστική προσομοίωση για το μοντέλο ρήγματος πεπερασμένων διαστάσεων.*

4.4.Παραμετρική Διερεύνηση Παραμέτρων Προσομοίωσης των Σεισμών Ενδιαμέσου Βάθους του Νοτίου Αιγαίου.

4.4.1. Εισαγωγή

Τα στοιχεία των παραμέτρων (π.χ. απόσβεση των μέγιστων τιμών επιτάχυνσης) που χαρακτηρίζουν τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου έχουν διερευνηθεί στο παρελθόν (*Skarlatoudis and Margaris*, 2006; *Boore et al.*, 2009; *Skarlatoudis et al.*, 2009; *Skarlatoudis et al.*, 2013). Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών χρησιμοποιούνται ως βάση στην παρούσα εργασία για την στοχαστική προσομοίωση των σεισμών ενδιάμεσου βάθους. Μεγάλη διαφοροποίηση από τους επιφανειακούς σεισμούς φαίνεται να υπάρχει σχεδόν σε όλες τις παραμέτρους που αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια, με πιο χαρακτηριστικές τις διαφοροποιήσεις στον συντελεστή ανελαστικής απόσβεσης, αλλά και στη διάρκεια της ισχυρής σεισμικής κίνησης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Πρώτοι οι Papazachos and Comninakis (1969); (1971) μελέτησαν την κατανομή των εστιών σεισμών ενδιάμεσου βάθους και αναγνώρισαν την ύπαρξη της ζώνης Benioff, η οποία αποτελεί το όριο μεταξύ της Ευρασιατικής και της Μεσογειακής πλάκας. Η ύπαρξη της ζώνης αυτής επιβεβαιώνεται και από τη χωρική κατανομή των εστιών καθώς και από τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών της περιοχής που δείχνουν την κατάδυση που πραγματοποιεί το μπροστινό τμήμα της πλάκας της Μεσογείου κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου (Papazachos and Delibassis, 1969; McKenzie, 1970, 1972; Papazachos et al., 1997). Αρκετές μελέτες με τη χρήση της σεισμικής τομογραφίας (Spakman et al., 1993; Papazachos et al., 1995; Papazachos and Nolet, 1997; Spakman, 1998) έχουν δείξει την ύπαρξη στρώματος (σφήνα μανδύα), το οποίο εμφανίζει χαμηλές ταχύτητες και χαμηλό παράγοντα ποιότητας Q (υψηλή απόσβεση) στο μανδύα κάτω από το ηφαιστειακό τόξο. Στο Σχήμα 4.6 φαίνεται η κατανομή των ταχυτήτων των επιμήκων κυμάτων για τρεις τομές κάθετες στο τόξο. Επιπλέον, εκτός από την ζώνη Benioff, παρατηρείται και η ύπαρξη ενός στρώματος χαμηλής ταχύτητας κάτω από το ηφαιστειακό τόξο. Η βύθιση της πλάκας της Μεσογείου κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου προκαλεί την μερική τήξη των πετρωμάτων πάνω από την καταδυόμενη πλάκα, με αποτέλεσμα την δημιουργία αυτού του συγκεκριμένου στρώματος χαμηλών ταχυτήτων-παράγοντα ποιότητας (Σχήμα 4.6). Η ύπαρξη του θερμού αυτού υλικού (σε μερική τήξη και με σημαντική περιεκτικότητα πτητικών στοιχείων) στον άνω μανδύα (σφήνα του μανδύα), ο οποίος βρίσκεται κάτω από το ηφαιστειακό τόξο, οφείλεται στη βύθιση της πλάκας της Μεσογίου κάτω από το Ν. Αιγαίο και είναι ο λόγος της έντονης απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων των σεισμών ενδιάμεσου βάθους. Στο Σχήμα 4.7 παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση της διάδοσης των σεισμικών κυμάτων από σεισμούς ενδιάμεσου βάθους στο χώρο του Ν.Αιγαίου (Skarlatoudis et al., 2013). Η διάδοση των P και S κυμάτων μέσα από την σφήνα του μανδύα έχει ως αποτέλεσμα την απόσβεσή τους, λόγω της χαμηλής ταχύτητας διάδοσής τους μέσα σ' αυτόν και του χαμηλού παράγοντα Q. Αντίθετα, τα κύματα που διαδίδονται σε περιοχές του εξωτερικού Ελληνικού τόξου παρουσιάζουν ενίσχυση λόγω της διάδοσης-παγίδευσης τους μέσα στην καταβυθιζόμενη λιθόσφαιρα, στην οποία παρατηρείται υψηλή ταχύτητα διάδοσης και υψηλή τιμή του παράγοντα Q.

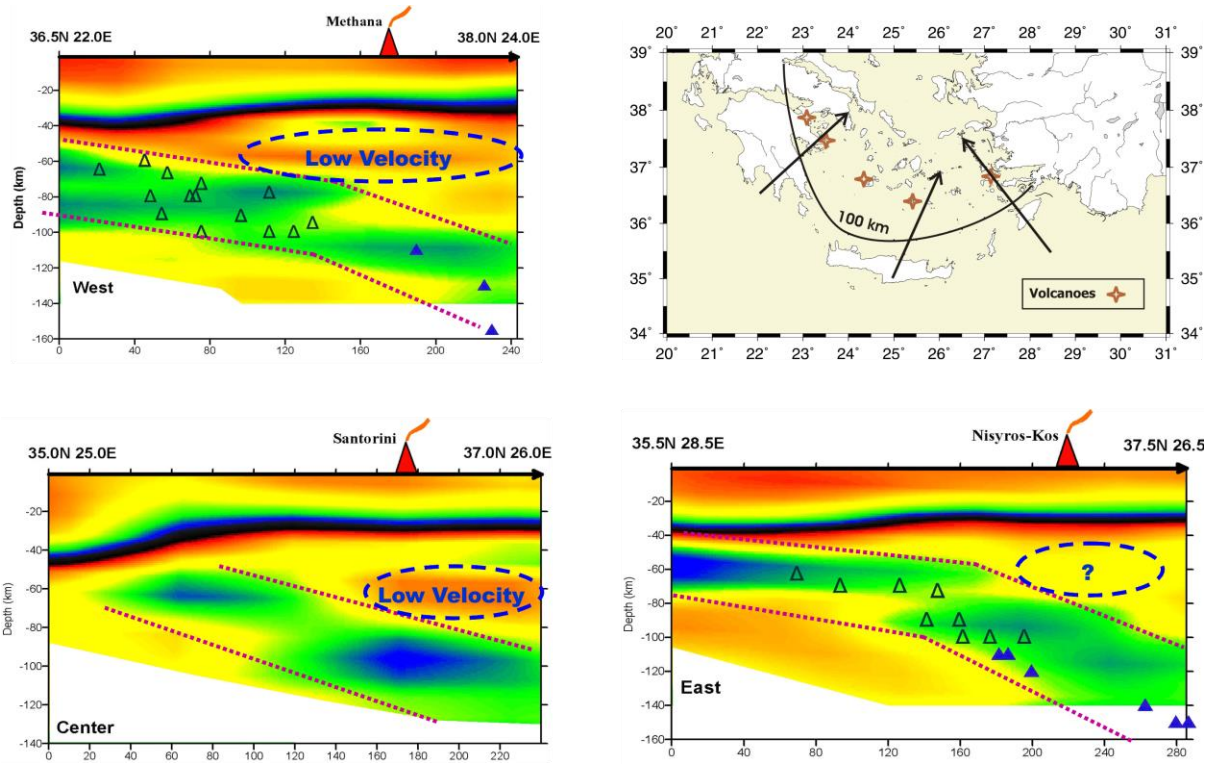
Οι σεισμοί ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου μπορεί να χωριστούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες: α) τους σεισμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού Τόξου, με βάθη ~45-60km και, β) τους σεισμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή, στο κύριο τμήμα της ζώνης Benioff του Ν.Αιγαίου, με βάθη ≥60km (Σχήμα 4.7). Έχει παρατηρηθεί (Skarlatoudis et al., 2013) ότι οι μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις που καταγράφονται στους σταθμούς κατά μήκος του Ελληνικού τόξου από τους σεισμούς που συμβαίνουν σε βάθη ≥60km είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές που παρατηρούνται στους σταθμούς της

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

οπισθότοξης περιοχής, σε συμφωνία με τις αρχικές παρατηρήσεις των Papazachos and Comninakis (1971), αλλά και μεταγενέστερες έρευνες (π.χ. Papadopoulos et al., 2002). Στο Σχήμα 4.8 φαίνονται δύο κυματομορφές που αφορούν ένα σεισμό με εστιακό βάθος ~170km και καταγράφηκαν σε ίδιες, σχεδόν, υποκεντρικές αποστάσεις. Η καταγραφή στον σταθμό APE που βρίσκεται στην οπισθότοξη περιοχή (υψηλής απόσβεσης) έχει πολύ μικρά πλάτη (με σχεδόν πλήρη απουσία S κυμάτων) σε σχέση με την καταγραφή στο σταθμό NPS ο οποίος βρίσκεται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.

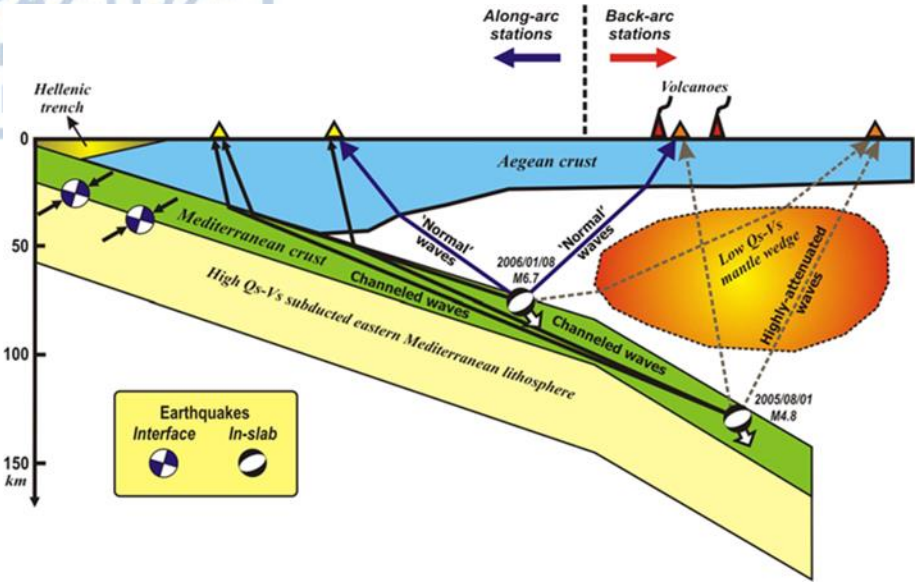
Στο Σχήμα 4.9 φαίνονται οι μέγιστες τιμές της εδαφικής επιτάχυνσης (PGA) και της ψευδο-φασματικής επιτάχυνσης (απόσβεση 5%) για αντιπροσωπευτικές τιμές της περιόδου (T=0.025, 0.2, 1.0, 4.0 sec) για τρεις κατηγορίες βαθών (60-80km, 80-100km, >100km) όπου αναγνωρίζεται αυτή η διαφορά στις τιμές ανάλογα με το εστιακό βάθος και την θέση του σταθμού. Οι διαφοροποιήσεις αυτές στις επιταχύνσεις που παρατηρούνται στην περιοχή του Ελληνικού τόξου αναγνωρίζονται εύκολα και στα γενικότερα πλάτη των καταγραφών.



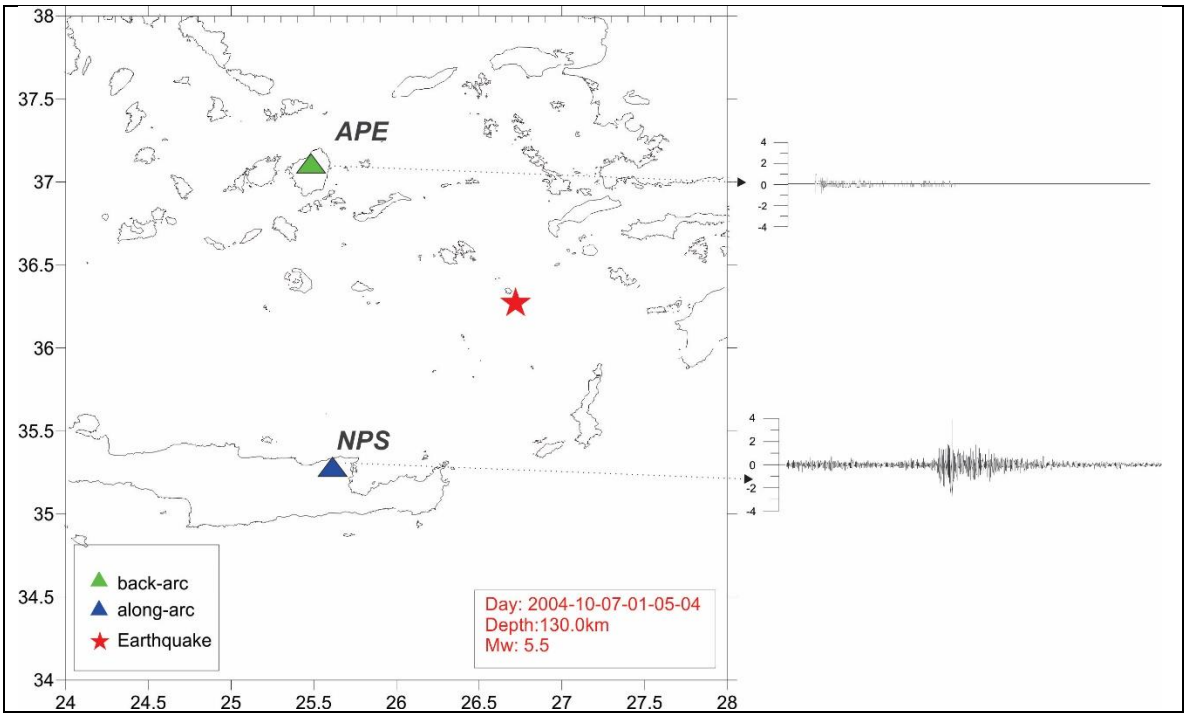
Σχήμα 4.6 *Κατανομή ταχυτήτων των επιμήκων κυμάτων όπως παρουσιάζονται στην εργασία των Papazachos et al. (2003), χρησιμοποιώντας τις ταχύτητες των P και S κυμάτων όπως προέκυψαν από την εργασία των Papazachos and Nolet (1997). Οι τρεις κάθετες τομές στο δυτικό, κεντρικό και ανατολικό τμήμα του τόξου δείχνουν την ύπαρξη του στρώματος χαμηλής ταχύτητας (σφήνα μανδύα) κάτω από το ηφαιστειακό τόξο.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



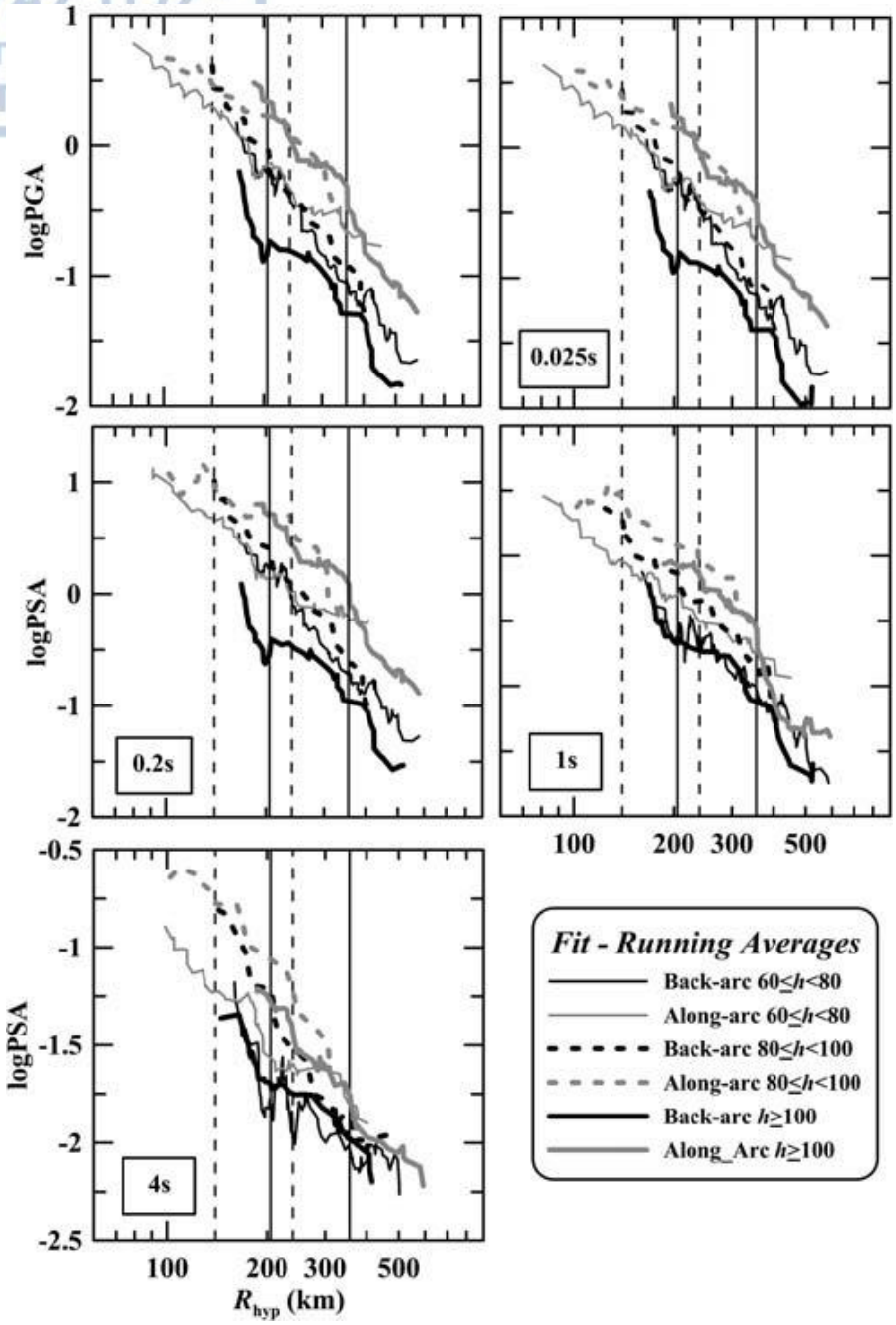
Σχήμα 4.7 *Σχηματική απεικόνιση της διάδοσης των σεισμικών κυμάτων από σεισμούς ενδιάμεσου βάθους στο χώρο του Ν.Αιγαίου (Skarlatoudis et al., 2013).*



Σχήμα 4.8 *Καταγραφές σε δυο σταθμούς (APE, NPS) του σεισμού ενδιαμέσου βάθους (07/10/2004 Mw=5.5, h~170km, κόκκινο αστέρι) στο εσωτερικό (ηφαιστειακό) και εξωτερικό (ιζηματογενές) τόξο του Ν.Αιγαίου. Είναι εμφανής η πολύ μεγάλη διαφορά των καταγραφών, παρά την παρόμοια υποκεντρική απόσταση των δύο σταθμών καταγραφής.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γ
Α.Π



Σχήμα 4.9 *Μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) και ψευδο-φασματικές επιταχύνσεις (απόσβεση 5%) για αντιπροσωπευτικές τιμές της περιόδου (T=0.025 ,0.2, 1.0, 4.0 sec, (Skarlatoudis et al., 2013) για τρεις κατηγορίες βαθών (60-80km, 80-100km, >100km)*

4.4.2. Δεδομένα σεισμών ενδιαμέσου βάθους

Η αύξηση των μόνιμων σεισμολογικών σταθμών στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου τα τελευταία χρόνια, καθώς και η λειτουργία άλλων προσωρινών δικτύων, συνέβαλαν στην συλλογή δεδομένων υψηλής ποιότητας και στην εξαγωγή ακριβέστερων επιστημονικών αποτελεσμάτων. Έγινε επίσης χρήση επεξεργασμένων δεδομένων ισχυρής κίνησης τα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

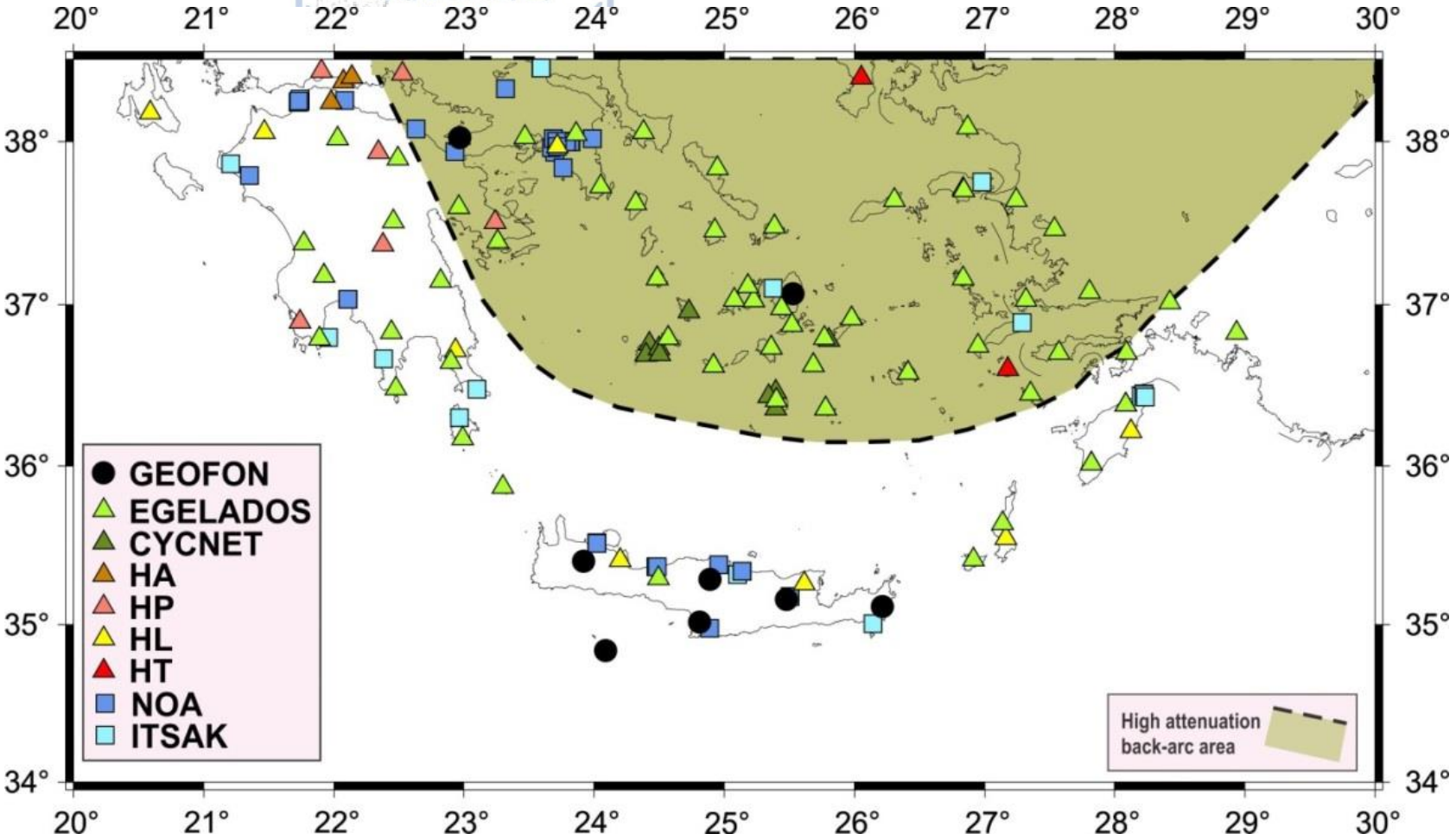
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

οποία χρησιμοποιήθηκαν από προηγούμενες εργασίες (*Boore et al.*, 2009; *Skarlatoudis et al.*, 2009). Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δεδομένα από το Ενιαίο Εθνικό Δίκτυο Σεισμογράφων (HUSN), από το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας και Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ, doi:10.7914/SN/HI), από τα δίκτυα GEOFON (*Hanka and Kind*, 1994), και CYCNET (Bohnhoff et al., 2004), καθώς και από το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Ένας μεγάλος όγκος δεδομένων προήρθε από το δίκτυο EGELADOS (*Friederich and Meier*, 2008), το οποίο είναι το μεγαλύτερο δίκτυο σεισμογράφων που είχε εγκατασταθεί ποτέ στον χώρο του Νοτίου Αιγαίου. Παρ' όλο που το δίκτυο EGELADOS απαρτιζόταν από επίγειους και υποθαλάσσιους σταθμούς, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν μόνο καταγραφές των επίγειων σταθμών του. Τα περισσότερα όργανα καταγραφής ασθενούς κίνησης του δικτύου EGELADOS ήταν ευρέος φάσματος (60s-50hz).

Ιδιαίτερη σημασία είχε η γένεση του ισχυρού ενδιαμέσου βάθους σεισμού των Κυθήρων (M6.7, βάθος=67km) στις 08/01/06, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου αυτού, με αποτέλεσμα να προκύψουν υψηλής ποιότητας ενόργανα δεδομένα από έναν από τους ισχυρότερους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους της περιοχής.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



Σχήμα 4.10 *Χωρική κατανομή των σεισμολογικών σταθμών των οποίων οι καταγραφές σεισμών ενδιαμέσου βάθους έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διατριβή. Η διακεκομμένη γραμμή χωρίζει τους σταθμούς της οπισθότοξη περιοχής (ισχυρή απόσβεση) και τους σταθμούς της περιοχής κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (ασθενής απόσβεση-ενίσχυση).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
ΑΠΘ

Στο Σχήμα 4.10 παρουσιάζεται η κατανομή των σεισμολογικών σταθμών οι καταγραφές των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία, ενώ στο Παράρτημα 3, αναφέρονται τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε σταθμού. Οι σταθμοί χωρίζονται, με την μαύρη διακεκομμένη γραμμή, σε αυτούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή και σε αυτούς που βρίσκονται στην περιοχή του εξωτερικού Ελληνικού τόξου. Η οπισθότοξη περιοχή που ορίζεται από τη γραμμή αυτή φαίνεται να συμπίπτει με την περιοχή που περιέχει το στρώμα χαμηλών ταχυτήτων (Vp<7.9km/sec) για βάθη 60-80km το οποίο προτείνεται στην εργασία των Papazachos et al. (1995). Οι καταγραφές τόσο των σεισμογράφων όσο και των επιταχυνσιογράφων, που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργασία των Skarlatoudis et al. (2013), διορθώθηκαν για την απόκριση του οργάνου και φιλτραρίστηκαν για την αφαίρεση του θορύβου. Στις καταγραφές των σεισμομέτρων έχει χρησιμοποιηθεί ένα υψηλοπερατό, δεύτερης τάξης φίλτρο τύπου Butterworth, ενώ στις καταγραφές των επιταχυνσιογράφων χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε από τους Boore (2003); (2005), και Skarlatoudis and Margaris (2006). Οι σεισμοί που έχουν χρησιμοποιηθεί έχουν μεγέθη στο διάστημα 4.6-6.7 και βάθη ≥47km. Στον Πίνακα 4.1 αναφέρονται όλοι οι σεισμοί ενδιαμέσου βάθους, που έχουν χρησιμοποιηθεί στην στοχαστική προσομοίωση με τον κώδικα EXSIM και στο Σχήμα 4.11 φαίνεται η χωρική κατανομή των μηχανισμών γένεσης των σεισμών, οι οποίοι χωρίζονται σε αυτούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή (πράσινο χρώμα) και σε αυτούς που βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (κόκκινο χρώμα). Επίσης, για κάθε μηχανισμό φαίνεται με έντονη γραμμή και το επίπεδο του ρήγματος που χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση με βάση τη σεισμοτεκτονική δομή της περιοχής (βλέπε Κεφάλαιο 3).

Πίνακας 4.1 *Παράμετροι των σεισμών που έχουν προσομοιωθεί με τη μέθοδο της στοχαστικής προσομοίωσης. Οι συντεταγμένες των επικέντρων (Γεωγραφικό Μήκος και Πλάτος), τα εστιακά βάθη, τα μεγέθη (Mw), οι πληροφορίες των μηχανισμών γένεσης και το επίπεδο του ρήγματος που προτείνεται για την στοχαστική προσομοίωση (Αζιμούθιο, Κλίση και Γωνια ολίσθησης) προέρχονται από διαθέσιμες πηγές (που αναφέρονται στην τελευτάια στήλη) και αποτελέσματα του Κεφαλαίου 3. Οι διαστάσεις των ρηγμάτων (Μήκος και Πλάτος των ρηγμάτων) που χρησιμοποιούνται στην μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης καθορίστηκαν από τις σχέσεις* 4.24 *και* 4.25*.*

ID	*Χρόνος γένεσης (yyy/mm/dd hh:mm:ss)*	*Γεωγ. Μήκος*	*Γεωγ. Πλάτος*	*Βάθος (km)*	*Mw*	*CR**	*Αζιμούθιο (ο)*	*Κλίση (ο)*	*Γωνιά Ολίσθησης (ο)*	*Μήκος (km)*	*Πλάτος (km)*	*Πηγή*
1	2006/01/08 11:34:54	36.1853	23.4037	67	6.7	0	197	45	53	24	24	Benetatos and Kiratzi,2006
2	2002/01/22 04:53:52	35.5740	26.6270	90	6.1	0	97	86	49	10	15	Benetatos et al., 2003
3	2003/09/13 13:46:21	36.6910	26.8488	134	5.2	0	97	40	10	4.89	5.33	CYG-HRVD
4	2005/08/01 13:34:58	36.6092	26.6775	127	4.8	0	306	27	180	3.23	3.33	EGE-HRVD
5	2007/02/03 13:43:22	35.8092	22.6367	47	5.4	1	93	68	173	6.02	6.73	EGE-HRVD

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

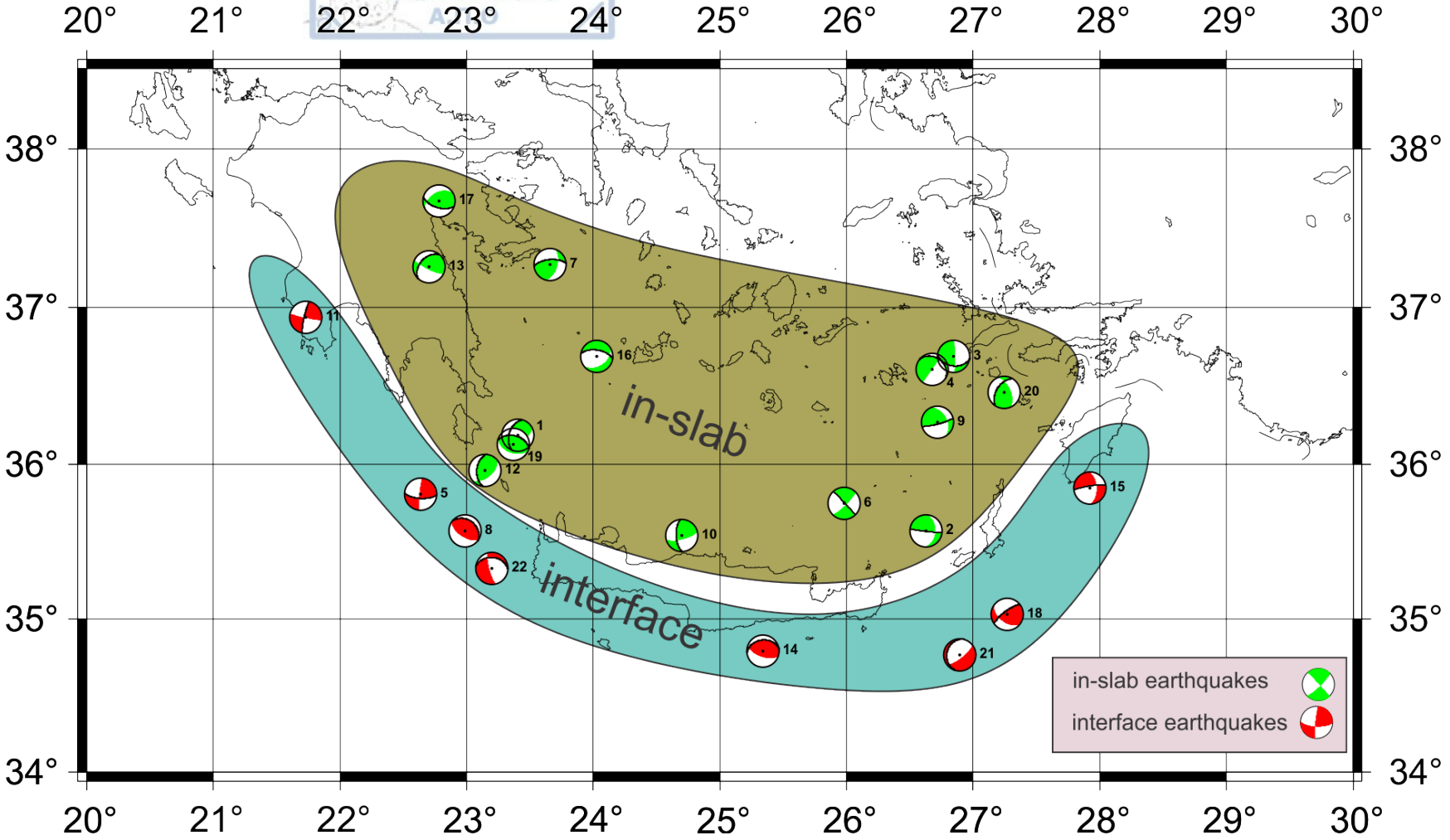
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

6	2006/05/15 04:22:39	35.7490	25.9830	68	4.7	0	316	88	-10	2.92	2.96	EGE-NOA
7	2014/04/04 20:08:07	37.2700	23.6600	96	5.5	0	265	63	138	6.68	7.57	GFZ
8	2004/03/28 14:54:38	35.5700	22.9900	55	4.7	1	310	31	97	2.92	2.96	HRVD
9	2004/10/07 01:05:12	36.2700	26.7200	130	5.5	0	75	81	50	6.68	7.57	HRVD
10	1994/05/23 06:46:12	35.5409	24.6968	68	6.1	0	177	63	22	12.43	15.3	ISC-HRVD
11	2003/04/29 01:51:20	36.9395	21.7314	66	5.1	1	193	81	4	4.41	4.74	ISC-HRVD
12	2004/11/04 06:22:37	35.9633	23.1454	70	5.2	0	187	48	58	4.89	5.33	ISC-HRVD
13	2008/01/06 05:14:20	37.2569	22.7037	84	6.2	0	222	41	20	13.79	17.2	ISC-HRVD
14	2008/03/28 00:16:19	34.7922	25.3423	49	5.6	1	264	32	69	7.41	8.51	ISC-HRVD
15	2008/07/15 03:26:34	35.8500	27.9200	56	6.4	1	261	81	-36	12	16	ISC-HRVD
16	2008/09/16 02:58:39	36.6900	24.0300	137	4.5	0	280	58	-62	2.37	2.34	ISC-HRVD
17	2008/06/18 01:58:42	37.6700	22.7800	83	5.1	0	107	58	122	4.41	4.74	ISC-HVRD
18	2005/11/20 21:20:56	35.0332	27.2676	50	4.6	1	233	75	44	2.63	2.64	ISC-NOA
19	2006/05/11 01:47:47	36.1256	23.3697	72	4.5	0	285	43	87	2.37	2.34	ISC-NOA
20	2006/07/09 03:12:54	36.4597	27.2451	118	4.6	0	212	50	133	2.63	2.64	ISC-NOA
21	2006/12/02 10:26:54	34.7687	26.8962	52	4.7	1	196	20	-124	2.92	2.96	ISC-NOA
22	2005/12/23 07:09:55	35.3294	23.1978	80	4.7	1	274	33	-158	2.92	2.96	ISC-NOA

*CR: 1 για σεισμό στην οπισθότοξη περιοχή, 0 για σεισμό στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



Σχήμα 4.11 *Μηχανισμοί γένεσης των σεισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση. Οι μηχανισμοί της οπισθότοξης περιοχής φαίνονται με πράσινο χρώμα (βάθη ≥60) ενώ με κόκκινο χρώμα συμβολίζονται οι μηχανισμοί της περιοχής κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (βάθη 45-60Km). Για κάθε μηχανισμό παρουσιάζεται με έντονη μαύρη γραμμή και το επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε για την στοχαστική προσομοίωση.*

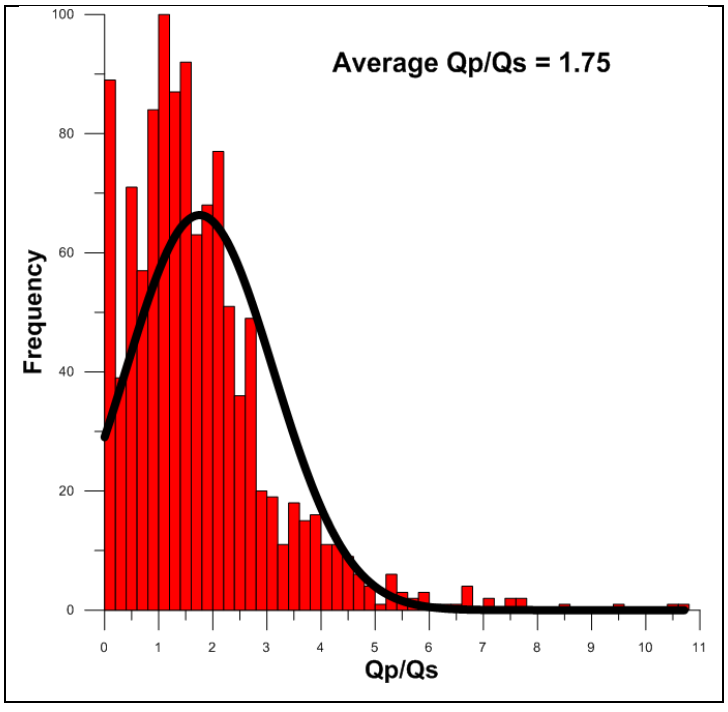
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

4.4.3. Παράγοντας φασματικής κλίσης (κ)

Τα φασματικά πλάτη σε υψηλές συχνότητες μειώνονται με βάση την συνάρτηση $\exp(-\pi f \kappa_0)$, όπου το f είναι η συχνότητα και κ_0 είναι η παράμετρος απόσβεσης kappa (*Anderson and Hough*, 1984). Ορισμένοι ερευνητές θεωρούν ότι ο παράγοντας κ_0, ο οποίος διαμορφώνει τις υψηλές συχνότητες, σχετίζεται με τις τοπικές εδαφικές συνθήκες (*Atkinson*, 2004), ενώ άλλοι θεωρούν ότι σχετίζεται με τον τρόπο διάρρηξης της σεισμικής εστίας (*Papageorgiou and Aki*, 1983) ή με την απόσβεση των κυμάτων κατά τη διαδρομή από την σεισμική εστία ως το επίκεντρο ή καθορίζεται από συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων.

Οι *Ventouzi et al.* (2013) χρησιμοποίησαν δεδομένα από το μόνιμο και από προσωρινά σεισμολογικά δίκτυα του νοτίου Αιγαίου και συνέλεξαν όλους τους διαθέσιμους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στο διάστημα 2003-2007. Στην συνέχεια μελέτησαν την ανελαστική απόσβεση των εγκάρσιων και επιμήκων κυμάτων, βρίσκοντας την κλίση των ομαλοποιημένων φασμάτων Fourier της επιτάχυνσης σε υψηλές συχνότητες (~5-20 Hz). Χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα βρέθηκε ο λόγος $\mathbf{Q_p/Q_s}$ των επιμήκων προς τα εγκάρσια κύματα να είναι ~1.75 (*Σχήμα 4.12*).

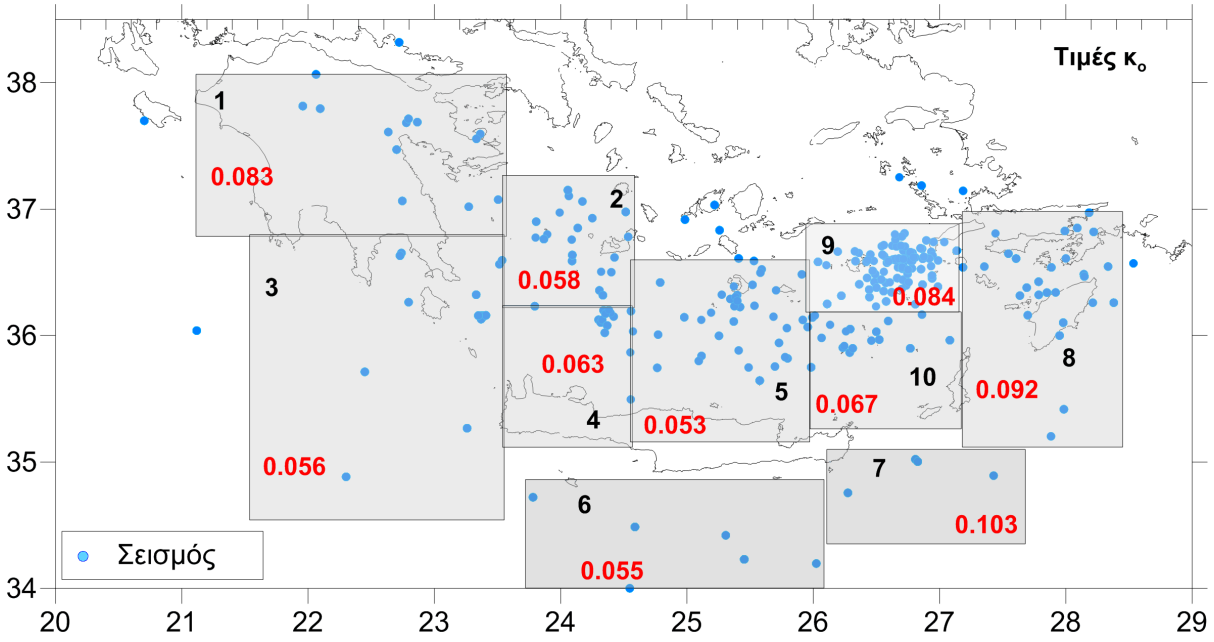


Σχήμα 4.12 *Ιστόγραμμα των λόγων Qp/Qs απο δεδομένα της εργασίας των Ventouzi et al. (2013). Η μέση τιμή του λόγου Qp/Qs είναι ~1.75.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα παραπάνω δεδομένα φασματικών κλίσεων της επιτάχυνσης (τιμές κ) τα οποία προέρχονται από διάφορους σταθμούς σε διάφορες υποκεντρικές αποστάσεις. Οι τιμές των κ αντιστοιχούν σε σταθμούς που βρίσκονται τόσο κατά μήκος του εξωτερικού τόξου όσο και σε σταθμούς της οπισθότοξης περιοχής. Η προσέγγιση που εφαρμόστηκε στην παρούσα διατριβή ήταν να χωριστεί το Νότιο Αιγαίο σε 10 υποπεριοχές. Στην συνέχεια για κάθε υποπεριοχή χαρτογραφήθηκαν τα κ των σταθμών και όλων των σεισμών, που βρίσκονται μέσα στην υποπεριοχή, σε σχέση με την υποκεντρική απόσταση. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα κ των σταθμών που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού τόξου, εξαιρώντας τα κ των σταθμών της οπισθότοξης περιοχής, επειδή οι τιμές αυτών των σταθμών είναι επηρεασμένες σε πολύ μεγάλο βαθμό από την απόσβεση που οφείλεται στην ύπαρξη της σφήνας του μανδύα (χαμηλές ταχύτητες κυμάτων V_S-V_P - χαμηλός παράγοντας ποιότητας Q). Στο Σχήμα 4.13 φαίνονται τα επίκεντρα των σεισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση των τιμών κ_o κάθε περιοχής καθώς και οι 10 υποπεριοχές.



Σχήμα 4.13 *Χάρτης με τα επίκεντρα των σεισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση των τιμών κ_o. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και τα όρια των 10 περιοχών που έχει χωριστεί ο χάρτης*

Το διάγραμμα των τιμών του κ κάθε υποπεριοχής (για τους σταθμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου) σε σχέση με την υποκεντρική απόσταση φαίνεται στο *Σχήμα 4.14*. Εφαρμόζοντας την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, στα δεδομένα (μόνο στα μαύρα σημεία που αντιστοιχούν σε σταθμούς του εξωτερικού Ελληνικού τόξου) προκύπτουν οι ευθείες γραμμές (κόκκινο χρώμα) οι οποίες περιγράφονται από την εξίσωση:

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

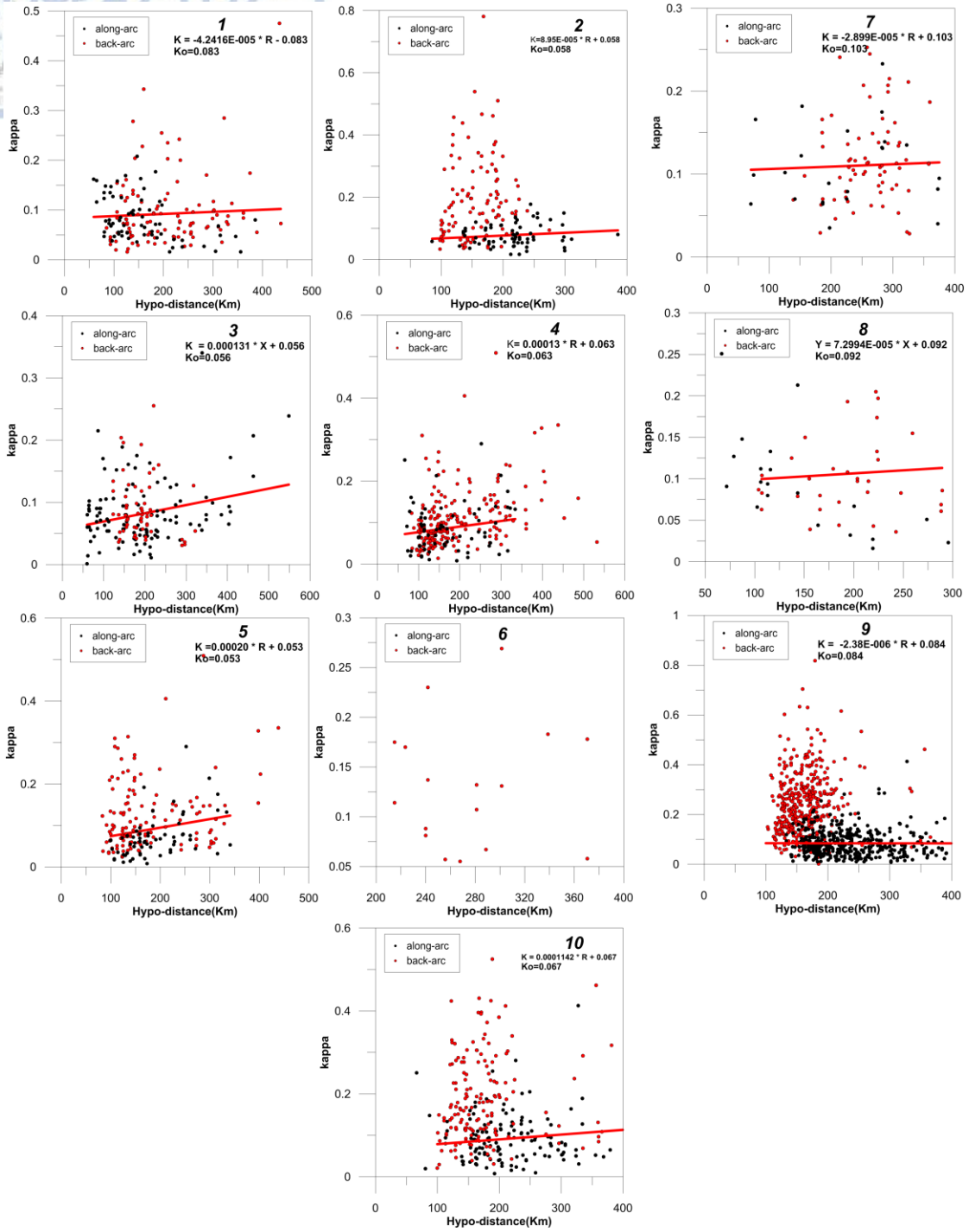
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

$$\boldsymbol{\kappa = \kappa_r R + \kappa_o} \qquad \textbf{4.10}$$

Ουσιαστικά η σχέση 4.10 ανάγει τις τιμές των φασματικών κλίσεων στην εστία, κ_o, διορθώνοντας για την επίδραση της όποιας ανελαστικής απόσβεσης (παράγοντας $\kappa_r R$). Με την εφαρμογή της εξίσωσης αυτής στα δεδομένα, υπολογίστηκαν οι τιμές κ_o για κάθε περιοχή, οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση. Οι τιμές κ_o, που προκύπτουν, κυμαίνονται από 0.05-0.1. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι η τιμή κ_o=0.056 που προσδιορίστηκε για την περιοχή 3, μέσα στην οποία εκδηλώθηκε ο σεισμός των Κυθήρων, είναι σχεδόν ταυτόσημη με την τιμή κ_o=0.055 που προέκυψε (με διαφορειτικό τρόπο) για το σεισμό αυτό από την εργασία των *Boore et al.* (2009). Για την περιοχή 6 δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα σεισμικών καταγραφών από σταθμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου, και για αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκε η ενδεικτική τιμή κ_o=0.055.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.14 *Κατανομές των τιμών κ σε σχέση με την υποκεντρική απόσταση για τις 10 περιοχές στις οποίες ομαδοποιήθηκαν οι σεισμοί βάθους (βλέπε* **Σχήμα 4.13***). Σε κάθε σχήμα φαίνονται οι τιμές κ των σταθμών που βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (μαύροι κύκλοι) και οι τιμές κ των σταθμών που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή (κόκκινοι κύκλοι). Οι κόκκινες γραμμές αναπαριστούν τις μέσες ευθείες που προέκυψαν μόνο από τα μαύρα σημεία, που αντιστοιχούν σε σταθμούς του εξωτερικού Ελληνικού τόξου, με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4.4.4. Παράγοντας ποιότητας, Q, της ανελαστικής απόσβεσης

Ο παράγοντας ποιότητας, Q, περιγράφει την ανελαστική απόσβεση και την απώλεια ενέργειας, λόγω της διασποράς και της απορρόφησης, εξαρτώμενος από τις ανελαστικές ιδιότητες κατά την διάδοση των κυμάτων μέσα σε ένα ιξω-ελαστικό μέσο. Ο παράγοντας αυτός μπορεί να εκφραστεί με την εξίσωση **4.11**, όπου Q είναι ο παράγοντας ποιότητας, η ποσότητα E είναι η μέγιστη ενέργεια παραμόρφωσης και η ποσότητα –ΔE, είναι η απώλεια της ενέργειας παραμόρφωσης σε μία περίοδο (ένα μήκος κύματος).

$$\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{Q}} = -\frac{\boldsymbol{\Delta E}}{\boldsymbol{2\pi E}} \qquad 4.11$$

Η ενέργεια αυτή (E) σε ένα ανελαστικό μέσο μπορεί να εκφραστεί σε συνάρτηση με το πλάτος (A) ενός σεισμικού κύματος. Συγκεκριμένα τα πλάτη των σεισμικών κυμάτων κατά την διάδοση τους σε ένα ανελαστικό μέσο όπως είναι η Γή ελαττώνονται ανάλογα με την ποσότητα exp(-πfr/QV) σύμφωνα με τη σχέση **4.12**, όπου f είναι η συχνότητα, V είναι η ταχύτητα των κυμάτων και r είναι η απόσταση. Η σχέση αυτή μπορεί να πάρει τη μορφή της εξίσωσης **4.13**, όπου η ποσότητα πt/Q μπορεί εύκολα να υπολογιστεί από τις κλίσεις των φασμάτων Fourier για συχνότητες μεγαλύτερες από τη γωνιακή συχνότητα fc.

$$\boldsymbol{A = \frac{A_0}{r} exp\left(-\frac{\pi f}{QV} r\right)} \qquad 4.12$$

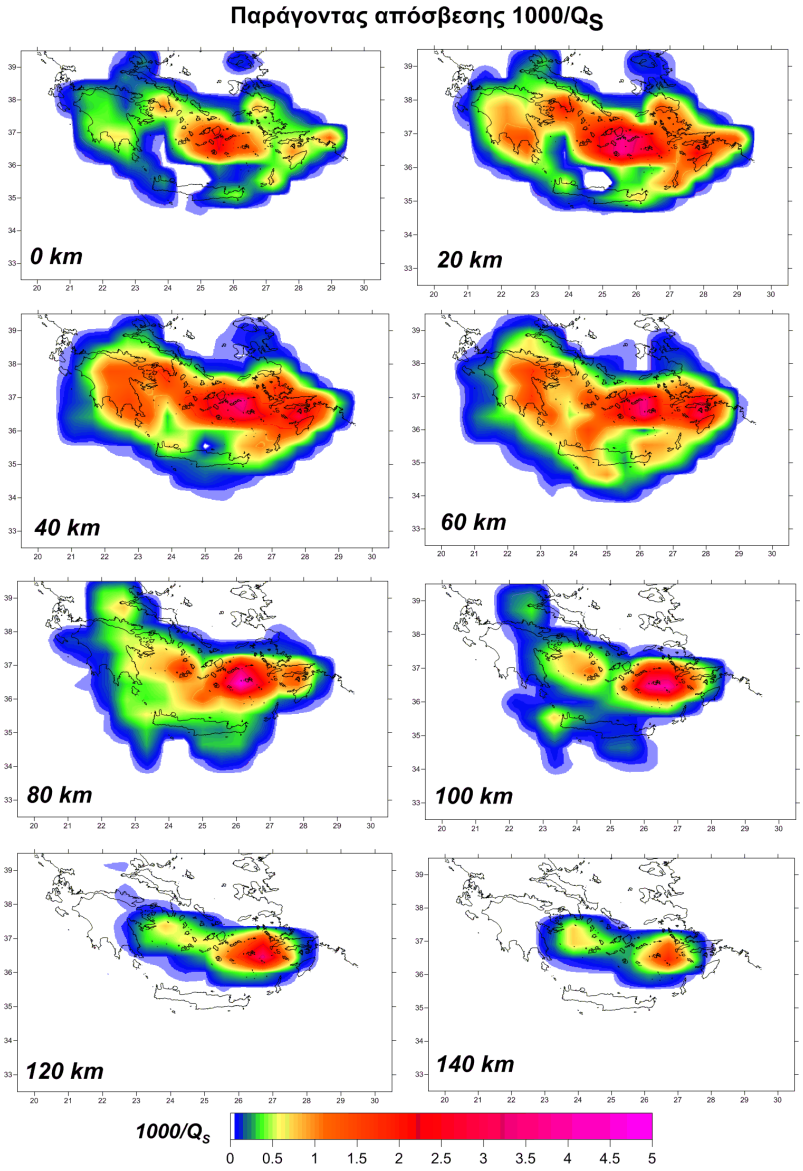
$$\boldsymbol{In[A(f)] = InA_0 - \frac{\pi f t}{Q}} \qquad 4.13$$

Μεγάλος αριθμός εργασιών που αφορούν τον παράγοντα ποιότητας Q, έχουν δημοσιευτεί για τον Ελληνικό χώρο και στην πλειοψηφία τους αφορούν τα κύματα S επιφανειακών σεισμών (*Kovachev et al.*, 1991; *Papazachos*, 1992; *Hatzidimitriou*, 1993, 1994, 1995; *Baskoutas*, 1996). Η ύπαρξη όμως ενός στρώματος (σε βάθος ≥60km) υψηλής απόσβεσης κάτω από το ηφαιστειακό τόξο, διαφοροποιεί τις τιμές μεταξύ παράγοντα ποιότητας Q των επιφανειακών σε σχέση με αυτές των ενδιαμέσου βάθους σεισμών. Οι *Hashida et al.* (1988) μελέτησαν την δομή απόσβεσης του N. Αιγαίου με την αντιστροφή μακροσεισμικών εντάσεων από σεισμούς ενδιάμεσου βάθους και υπολόγισαν υψηλές τιμές του παράγοντα ποιότητας για την ηπειρωτική περιοχή και κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (Q~1000) και χαμηλές τιμές (Q ~40) για τις οπισθότοξες περιοχές . Σε πρόσφατη εργασία οι

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Ventouzi et al. (2015), υπολόγισαν τον παράγοντα ποιότητας με την μέθοδο της αντιστροφής των φασματικών κλίσεων των επιμήκων και εγκάρσιων κυμάτων σεισμών ενδιάμεσου βάθους του Αιγαίου και βρήκαν χαμηλές τιμές του παράγοντα ποιότητας (Q) στις οπισθότοξες περιοχές (*Σχήμα 4.15)* σε σχέση με αυτές κατά μήκος του εξωτερικού τμήματος του τόξου.



Σχήμα 4.15 *Κατανομή των τιμών του παράγοντα ποιότητας (1000/Q_s) των εγκαρσίων κυμάτων για βάθη (0-140 km), που προέκυψαν από την αντιστροφή των φασματικών κλίσεων (Ventouzi et al., 2015).*

Πρώτοι οι *Boore et al.* (2009) μελέτησαν την ανελαστική απόσβεση και τον παράγοντα ποιότητας Q για το σεισμό ενδιάμεσου βάθους (~67km) των Κυθήρων (01/08/2006), σε σχέση με την κατανομή των σεισμολογικών σταθμών (σταθμοί κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου και σταθμοί που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή). Η μελέτη έγινε για την εύρεση των εμπειρικών φασματικών συντελεστών με την μέθοδο της

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας δεδομένα μόνο από τον παραπάνω κύριο σεισμό. Στην συνέχεια οι *Skarlatoudis et al.* (2013) χρησιμοποίησαν όλα τα διαθέσιμα δεδομένα από όλους τους διαθέσιμους ενδιάμεσου βάθους σεισμούς του Νοτίου Αιγαίου, για τον υπολογισμό των εμπειρικών σχέσεων απόσβεσης των φασματικών τιμών της μέγιστης εδαφικής ταχύτητας (PGV) και επιτάχυνσης (PGA) των ενδιαμέσου βάθους σεισμών του Νοτίου Αιγαίου.

Όπως προαναφέρθηκε, οι σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013) αντιστοιχούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες σεισμών: α) στους σεισμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή με βάθη ≥60km και, β) στους σεισμούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου με τα βάθη τους να κυμαίνονται από 45-60km. Οι αντίστοιχες εξισώσεις που που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των εμπειρικών φασματικών συντελεστών απόσβεσης της σεισμικής κίνησης με την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι:

$$\begin{aligned} logY = {} & c_1 + c_2(M - 5.5) + c_{31}\, logR + c_{32}(R - Rref) + c_{41}(1 - ARC) \\ & * H(h - h0) + c_{42}(1 - ARC) * H(h0 - h) f(h,R) + c_{51} ARC \\ & * H(h - h0) + c_{52} ARC * H(h0 - h) f(h,R) + c_{61} 1S + c_{62} SS + \varepsilon \end{aligned} \qquad \textbf{4.14}$$

όπου

$$f(h,R) = \begin{cases} if\ 60km \le h < 80km \\ 0, \quad \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ R < 205km \\ (205 - R)/150, \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ 205km \le R < 355km \\ 1, \quad \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ R > 355km \\ \text{ή} \\ if\ 80km \le h < 100km \\ 0, \quad \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ R < 140km \\ (140 - R)/100, \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ 140km < R \le 240km \\ 1, \quad \varepsilon\acute{\alpha}\nu\ R > 240km \end{cases}$$

$$\begin{aligned} logY = {} & c_1 + c_2(M - 5.5) + c_3\, logR + c_{41}(1 - ARC) * (R - R_{ref}) \\ & + c_{42} ARC(R - R_{ref}) + c_{51} S + c_{52} SS + \varepsilon \end{aligned} \qquad \textbf{4.15}$$

Η εξίσωση **4.14** αντιστοιχεί στους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους με βάθη ≥60Km. Οι εμπειρικοί φασματικοί συντελεστές που προκύπτουν με την μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι: c_1: σταθερά (ως όρος), c_2: συντελεστής μεγέθους, c_{31}: συντελεστής

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

γεωμετρικής διασποράς, c_{61} και c_{62}: συντελεστές εδαφικής ενίσχυσης για κατηγορίες εδάφους C και D κατά UBC. Υπάρχουν ακόμα τρείς συντελεστές, που σχετίζονται με την ανελαστική απόσβεση και είναι: c_{32}: συντελεστής μέσης ανελαστικής απόσβεση, c_{41},c_{42}: συντελεστές για επιπλέον απόσβεση λόγω της σφήνας του μανδύα όταν οι σεισμοί έχουν βάθη ≥100Km και ≤100km, αντίστοιχα, και οι σταθμοί καταγραφής βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή. Οι συντελεστές c_{51} και c_{52} αντιστοιχούν στους συντελεστές επιπλέον ενίσχυσης της σεισμικής κίνησης όταν οι σεισμοί έχουν βάθη ≥100Km ή ≤100km, αντίστοιχα, και οι σταθμοί καταγραφής βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του Ελληνικού τόξου. Σημαντικός, είναι και ο συντελεστής βάρους f(h,R), ο οποίος καθορίζει το επιπρόσθετο βάρος που χρειάζονται οι συντελεστές c_{42} και c_{52} , (που αφορούν σεισμούς με βάθη <100km) οι οποίοι καθορίζονται ανάλογα με το βάθος του σεισμού (60km≤h<80km, 80km≤h<100km) και την υποκεντρική απόσταση. Ο **Πίνακας 4.2** παρουσιάζει τις τιμές των φασματικών συντελεστών ενίσχυσης που έχουν προσδιοριστεί από τους *Skarlatoudis et al.* (2013) για τη σχέση **4.14**.

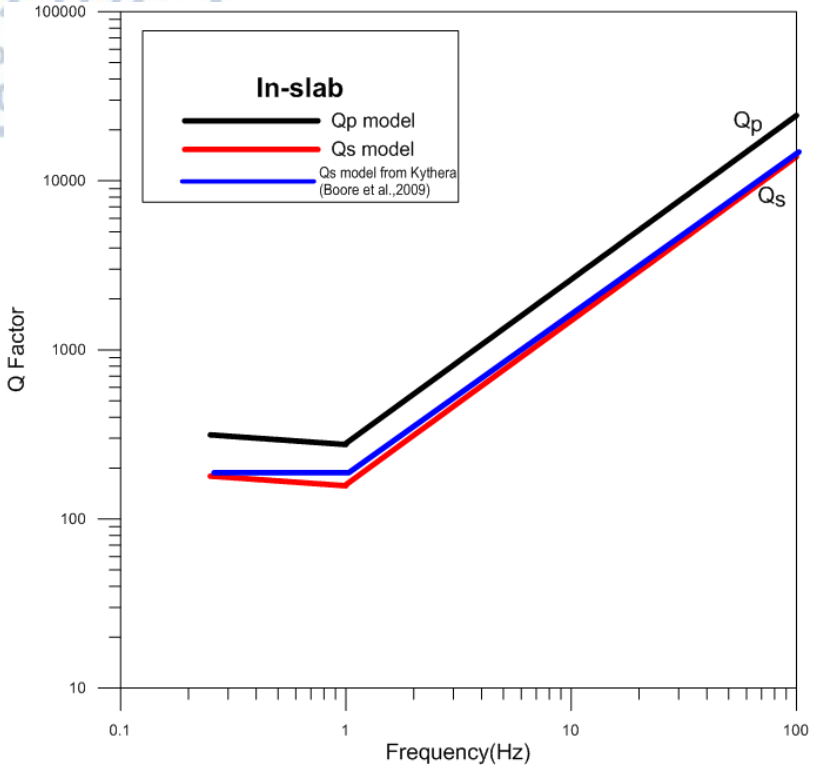
Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι παραπάνω τιμές των φασματικών συντελεστών με στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου ανελαστικής απόσβεσης το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη στοχαστική προσομοίωση. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε η σχέση (**4.16**) για τον υπολογισμό του μοντέλου ανελαστικής απόσβεσης (*Atkinson and Mereu*, 1992), αξιοποιώντας τον μέσο φασματικό συντελεστή ανελαστικής απόσβεσης c_{32}. Στην σχέση αυτή, η παράμετρος β είναι η μέση ταχύτητα των εγκάρσιων κυμάτων (β=4.0km/sec), η οποία αντιστοιχεί σε μια μέση ταχύτητα για το φλοιό και άνω μανδύα για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στην περιοχή του Νοτίου Αιγαίου (*Boore et al.*, 2009) και f είναι η συχνότητα.

$$Q_s = (\pi f) / (\ln(10) c_{32} \beta) \qquad \textbf{4.16}$$

Παράλληλα, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του λόγου Qp/Qs (*Σχήμα 4.12*) υπολογίστηκε και η αντίστοιχη ανελαστική απόσβεση των επιμήκων κυμάτων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.16. Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζεται και το μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης των εγκαρσίων κυμάτων, το οποίο προκύπτει από την σχέση **4.16**, καθώς επίσης και το μοντέλο που προτάθηκε από τους *Boore et al.* (2009) χρησιμοποιώντας δεδομένα μόνο από τον κύριο σεισμό των Κυθήρων (08/01/2006). Το συγκεκριμένο μοντέλο, αν και προέρχεται από δεδομένα ενός μόνο σεισμού, είναι σε πολύ καλή συμφωνία με το μοντέλο που προκύπτει στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιώντας δεδομένα των *Skarlatoudis et al.* (2013).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 4.16 *Μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης των εγκάρσιων και επιμήκων κυμάτων για τους σεισμούς της οπισθότοξης περιοχής, όπως προέκυψε στην παρούσα διατριβή από τα αποτελέσματα των Skarlatoudis et al. (2013). Το μοντέλο Qs απεικονίζεται με κόκκινη γραμμή. Το μοντέλο Qp έχει προκύψει από το μέσο λόγο Qp/Qs (Ventouzi et al., 2013). Με μπλε γραμμή φαίνεται το μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης που προτάθηκε από τους Boore et al. (2009) χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον κύριο σεισμό των Κυθήρων (08/01/2006).*

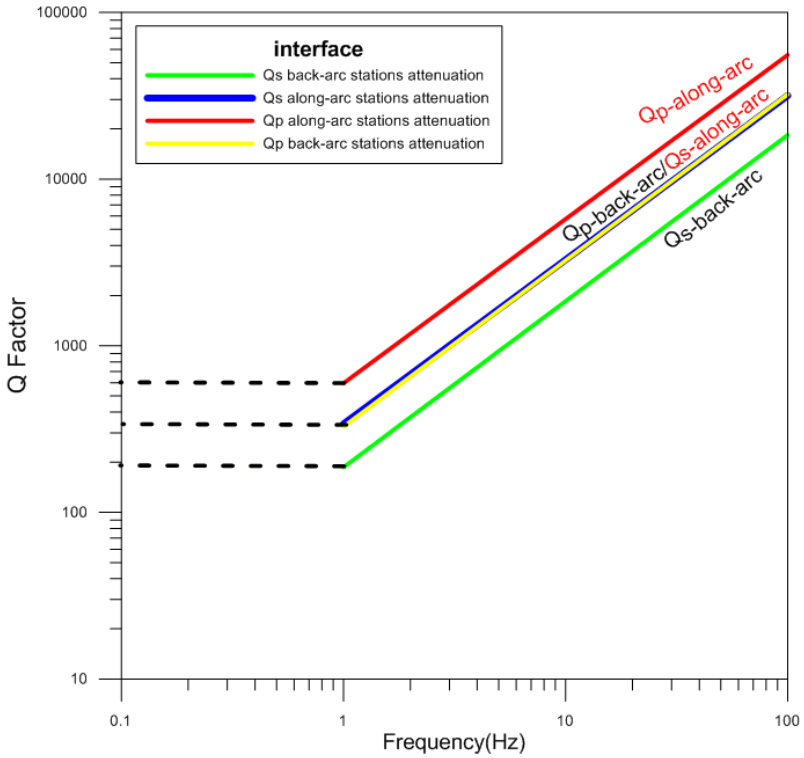
Πίνακας 4.2 *Εμπειρικοί συντελεστές φασματικής ενίσχυσης για διάφορες περιόδους, από τη σχέση των Skarlatoudis et al. (2013) (εξίσωση* **4.14***) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή.*

Period	C_{32}	C_{41}	C_{42}	C_{51}	C_{52}
0	-0.00206	**-0.481**	**-0.152**	**0.425**	**0.303**
-1	-0.00178	**-0.264**	**0.018**	**0.39**	**0.333**
0.01	-0.00206	**-0.482**	**-0.153**	**0.425**	**0.304**
0.025	-0.00202	**-0.49**	**-0.14**	**0.415**	**0.326**
0.05	-0.00212	**-0.483**	**-0.178**	**0.41**	**0.286**
0.1	-0.00244	**-0.515**	**-0.185**	**0.452**	**0.371**
0.2	-0.00199	**-0.596**	**-0.221**	**0.396**	**0.291**
0.4	-0.0019	**-0.427**	**-0.11**	**0.459**	**0.295**
1	-0.00178	**-0.199**	**0.112**	**0.316**	**0.442**
2	-0.00106	**-0.136**	**0.055**	**0.196**	**0.352**
4	-0.00039	**-0.179**	**-0.046**	**0.113**	**0.189**

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Η εξίσωση **4.15** ισχύει για τους σεισμούς με βάθη 45km-60Km οι οποίοι γίνονται στη περιοχή του εξωτερικού Ελληνικού τόξου. Οι συντελεστές c_1,c_2 και c_3 είναι ο σταθερός όρος, ο συντελεστής μεγέθους και ο παράγοντας γεωμετρικής διασποράς, αντίστοιχα. Οι όροι c_{51} και c_{52} είναι οι συντελεστές εδαφικής ενίσχυσης για εδαφικές κατηγορίες C και D κατά UBC. Τέλος, οι όροι c_{41} και c_{42} αντιστοιχούν στους συντελεστές ανελαστικής απόσβεσης και αφορούν τους σταθμούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου και στην οπισθότοξη περιοχή, αντίστοιχα. Ο **Πίνακας 4.3** παρουσιάζει τους συντελεστές φασματικής ενίσχυσης c_{41} και c_{42} για διάφορες περιόδους. Στο Σχήμα 4.17 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα μοντέλα ανελαστικής απόσβεσης, Qs και Qp, τα οποία αφορούν τους σεισμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου. Τα μοντέλα αυτά χωρίζονται σε αυτά που σχετίζονται με τους σταθμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή (πράσινη και κίτρινη γραμμή) και σε αυτά που αφορούν τους σταθμούς που βρίσκονται κατά μήκος του τόξου (μπλε και κόκκινη γραμμή). Και στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή του λόγου Qp/Qs η οποία προαναφέρθηκε.



Σχήμα 4.17 *Μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης των εγκαρσίων και επιμήκων κυμάτων για τους σεισμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου με εστιακά βάθη 45-60km. Τα μοντέλα ανελαστικής απόσβεσης με πράσινη και κίτρινη γραμμή (Qs και Qp) αντιστοιχούν στους σταθμούς της οπισθότοξης περιοχής ενώ οι μπλε και κόκκινη γραμμή (Qs και Qp) αντιστοιχούν στα μοντέλα Q των σταθμών κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.*

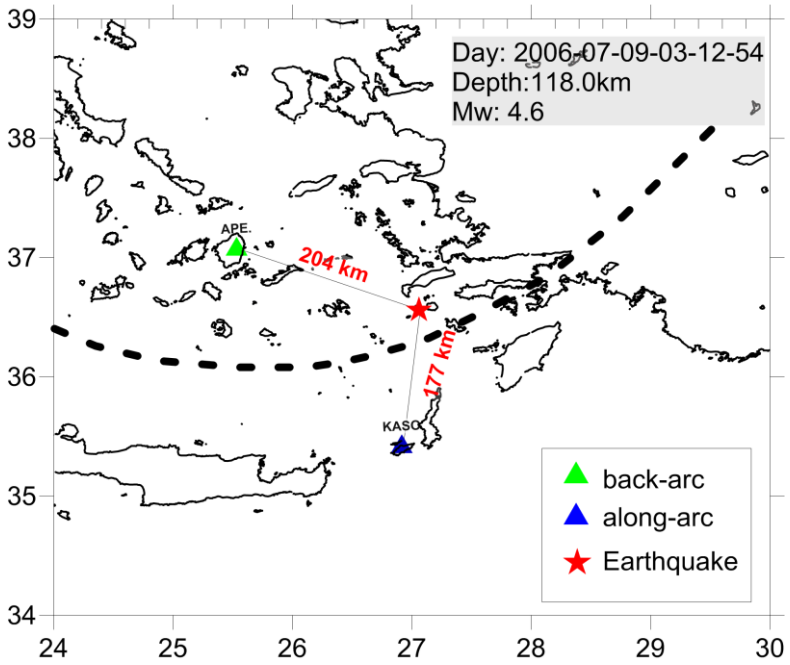
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Πίνακας 4.3 *Εμπειρικοί συντελεστές φασματικής απόσβεσης για διάφορες περιόδους της αντίστοιχης σχέσης των Skarlatoudis et al. (2013)(σχέση* **4.15***) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (εστιακά βάθη 45-60km).*

Period	C_{41}	C_{42}
0.01	**-0.00172**	**-0.00099**
0.025	**-0.00169**	**-0.00096**
0.05	**-0.00167**	**-0.001**
0.1	**-0.00163**	**-0.00091**
0.2	**-0.00174**	**-0.00099**
0.4	**-0.00177**	**-0.00089**
1	**-0.00162**	**-0.00094**

Στα Σχήματα 4.16 και 4.17 παρουσιάζονται τα τελικά μοντέλα ανελαστικής απόσβεσης (παράγοντα ποιότητας) τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν ως εισαγωγικά δεδομένα στον κώδικα EXSIM για τη στοχαστική προσομοίωση ρήγματος. Το παράδειγμα στο Σχήμα 4.18 αντιστοιχεί σε ένα σεισμό με εστιακό βάθος 118Km ο οποίος εκδηλώθηκε στην οπισθότοξη περιοχή. Ο σεισμός αυτός καταγράφηκε από δυο σταθμούς οι οποίοι βρίσκονται περίπου στην ίδια υποκεντρική απόσταση (~200Km). Ο ένας σταθμός (KASO) βρίσκεται στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου, ενώ ο άλλος (APE) βρίσκεται στην οπισθότοξη περιοχή.



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Σχήμα 4.18 *Χάρτης της περιοχής του Νοτίου Αιγαίου. Στο σχήμα φαίνονται οι δυο σταθμοί καταγραφής του σεισμού (09/07/2006 Mw=4.6).Η μαύρη διακεκομμένη γραμμή χωρίζει τον σταθμό της οπισθότοξη περιοχής (APE) από τον σταθμό (KASO) της περιοχής κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.*

Σε αυτή την περίπτωση το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί στον κώδικα EXSIM θα είναι το μοντέλο του σχήματος 4.16. Ένα πρόβλημα για την προσομοίωση είναι ότι δεν υπάρχει σχετική παράμετρος μέσα στο αρχείο εισόδου του EXSIM για την επιπλέον ενίσχυση/απόσβεση που χρειάζεται ο κάθε σταθμός ανάλογα με το επίκεντρό του (along-arc, back-arc) σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας των Skarlatoudis et al. (2013). Η συγκεκριμένη παράμετρος καθορίζεται από τους συντελεστές c_{41} and c_{51}. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιήθηκε το αρχείο των φασματικών ενισχύσεων του φλοιού (**crustal amplification file),** στο οποίο ενσωματώθηκαν οι ενισχύσεις και αποσβέσεις που χρειάζεται κάθε σταθμός. Τα μοντέλα απόσβεσης/ενίσχυσης που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση για τον σταθμό APE και KASO παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4. Σε αντίστοιχη περίπτωση αν ο ίδιος σεισμός εκδηλωνόταν σε βάθος π.χ 80km, θα χρησιμοποιούσαμε το ίδιο μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.16 και τους συντελεστές c_{42} and c_{52} πολλαπλασιασμένους με το συντελεστή βάρους f(h,R) (σχέση **4.14**), ο οποίος θα είναι ίσος με $(140\text{-}R_{ΣΤΑΘΜΟΥ})/100$.

Πίνακας 4.4 *Φασματικές τιμές απόσβεσης/ενισχύσης όπως προκύπτουν από τους φασματικούς συντελεστές c_{41} and c_{51} και τις εξισώσεις* $\mathbf{logY_{Att}= c_{51}}$ *και* $\mathbf{logY_{Amp}= c_{41}}$.

Freq (Hz)	Att.	Amp.
0.2	0.66	1.3
0.5	0.73	1.57
1	0.63	2.07
2.5	0.37	2.88
5	0.25	2.49
10	0.31	2.83
20	0.33	2.57
40	0.32	2.6
100	0.33	2.66

Στην περίπτωση που ο σεισμός εκδηλωνεται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου, θα χρησιμοποιηθούν τα μοντέλα παράγοντα ποιότητας που φαίνονται στο Σχήμα 4.17, για την προσομοίωση τόσο των σταθμών που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή (ηφαιστειακό τόξο), όσο και αυτών στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4.4.5. Διάρκεια ισχυρής σεισμικής κίνησης

Η διάρκεια μιας σεισμικής κίνησης, η όποια είναι σε μεγάλο βαθμό συνδεδεμένη με τις επιπτώσεις του σεισμού, εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως είναι το μέγεθος του σεισμού, η υποκεντρική απόσταση και οι τοπικές εδαφικές συνθήκες. Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για την παράμετρο διάρκειας, με τους επικρατέστερους να είναι η Bracket duration, η οποία καθορίζεται με το χρόνο μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας υπέρβασης ενός συγκεκριμένου πλάτους καταγραφής (συνήθως 0,05g) (*Bolt*, 1973) και η ένταση Arias (*Husid*, 1969; *Arias*, 1970), η οποία καθορίζεται από τον χρόνο που χρειάζεται για να αυξηθεί η ένταση Arias, δηλαδή η κινητική ενέργεια, συνήθως από το 5% στο 95% της τελικής της τιμής (στο τέλος της καταγραφής). Η εξίσωση **4.17**, υπολογίζει την διάρκεια Arias για το διάστημα από t_o έως t_f.

$$I_A = \frac{\pi}{2g}\int_{t_o}^{t_f}[u(t)]^2\,dt \qquad \textbf{4.17}$$

Εργασίες των *Boore* (1983) και *Hanks and McGuire* (1981) θεωρούν ότι η διάρκεια ισούται με το αντίστροφο της γωνιακής συχνότητας (εξίσωση **4.18**), δηλαδή είναι ίση με τον χρόνο διάρρηξης σε ένα ρήγμα.

$$T_d = fc^{-1} \qquad \textbf{4.18}$$

Ο *Herrmann* (1985) υπολόγισε ότι η διάρκεια είναι ίση με το άθροισμα του αντίστροφου της γωνιακής συχνότητας και του ενός εικοστού της υποκεντρικής απόστασης (εξίσωση **4.19**). Σε αυτήν την περίπτωση, η διάρκεια αυξάνει με την απόσταση για πολλούς λόγους, όπως είναι για παράδειγμα οι διαφορετικοί χρόνοι που παρατηρούνται στις αφίξεις των κυμάτων λόγω της διαφορετικής ταχύτητας διάδοσής τους που οφείλεται στη σκέδαση αλλα και την πιθανή παγίδευση των σεισμικών κυμάτων σε διάφορα στρώματα (π.χ. ιζηματογενείς λεκάνες, σφήνα μανδύα πάνω από την καταδυόμενη λιθόσφαιρα).

$$T_d = fc^{-1} + 0.05R \qquad \textbf{4.19}$$

Η σχέση **4.20**, δίνει τη διάρκεια της ισχυρής σεισμικής κίνησης η οποία καθορίζεται από το διάστημα 20–80% της έντασης Arias, και χρησιμοποιείται στην στοχαστική προσομοίωση. Η σχέση αυτή προτείνεται από τους *Boore and Thompson* (2014) ως

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

βέλτιστη, γιατί δίνει μεγαλύτερη τιμή διάρκειας από ότι αυτή της εξίσωσης **4.21** στην οποία το διάστημα της έντασης Arias είναι 5%–95%. Επιπλέον, η συμβολή της διάρκειας αυτής, λόγω της επίδρασης της απόστασης στην συνολική διάρκεια, μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του σεισμού. Εξαιτίας αυτού, η εξίσωση **4.20**, προτείνεται για τη στοχαστική προσομοίωση μικρών σεισμών, καθώς επίσης και για μεγαλύτερους σεισμούς χωρισμένους σε υπορήγματα, χρησιμοποιώντας το μοντέλο στοχαστικής προσομοίωσης με πεπερασμένες διαστάσεις.

$$D'_{95} = 2.0(D_{80} - D_{20}) \qquad \textbf{4.20}$$

$$D_{95} = D_{95} - D_5 \qquad \textbf{4.21}$$

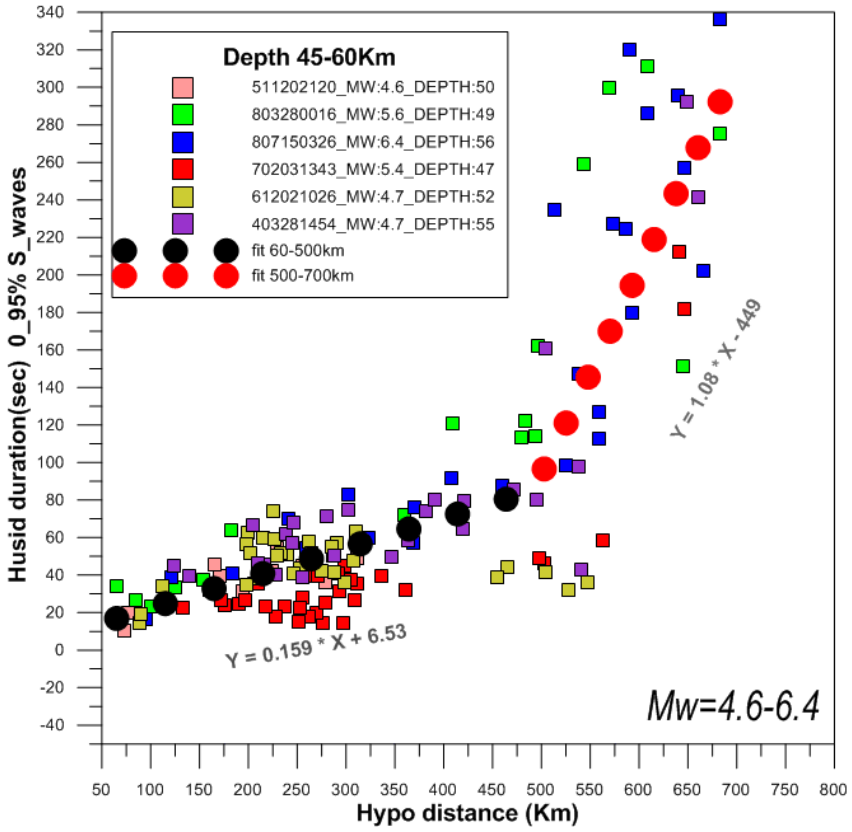
Η διάρκεια της ισχυρής σεισμικής κίνησης, που είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην στοχαστική προσομοίωση, μελετήθηκε με τη χρήση του διαγράμματος (*Husid*, 1969) το οποίο εκφράζει τη συσσώρευση της κινητικής ενέργειας ενός επιταχυνσιογραφήματος, συναρτήσει του χρόνου. Η ζητούμενη «σημαντική» διάρκεια εξετάστηκε για τρία διαστήματα: α) για το διάστημα 0–95% της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) κύματα, β) για το διάστημα 5%–95% της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) και επιμήκη (P) κύματα και, γ) για το διάστημα 2*(80%-20%) της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) και επιμήκη (P) κύματα. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους του Πίνακα 4.1, αφού πρώτα χωρίστηκαν οι σεισμοί αυτοί σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τα βάθη τους (60-100Km, ≤60km, >100km). Με αυτό τον τρόπο βρέθηκαν οι σχέσεις που συσχετίζουν τις τρεις εξεταζόμενες διάρκειες με την υποκεντρική απόσταση. Πρέπει να σημειωθεί ότι ως 0 στον ορισμό 0-95% έχουμε ορίσει όχι τυχαία την χρονική έναρξη της αναγραφής αλλά το χρόνο άφιξης των S (ή και P) κυμάτων, δηλαδή την είσοδο του τύπου κυμάτων που μας ενδιαφέρει.

Στο Σχήμα 4.19 φαίνεται η μεταβολή της διάρκειας της ισχυρής σεισμικής κίνησης, όπως έχει καθοριστεί από τα διαγράμματα Husid, σε συνάρτηση με την υποκεντρική απόσταση, για τα τρία διαστήματα εστιακών βαθών (α,β,γ) και για το διάστημα 0–95% της έντασης Arias των εγκαρσίων (S) κυμάτων. Στο Σχήμα 4.20 φαίνεται η μεταβολή της διάρκειας της ισχυρής σεισμικής κίνησης, όπως έχει καθοριστεί από τα διαγράμματα Husid, σε συνάρτηση με την υποκεντρική απόσταση, για τα τρία διαστήματα εστιακών βαθών (α,β,γ) και για τα τρία διαστήματα της έντασης Arias που εξετάστηκαν. Μεγάλες διαφορές στην διάρκεια των καταγραφών από σεισμούς με εστιακά βάθη, μεγαλύτερα των 100 km, αναγνωρίστηκαν μεταξύ των σταθμών της οπισθότοξης περιοχής και των σταθμών κατά μήκος του Ελληνικού τόξου, υιοθετώντας διαφορετικές μέσες σχέσεις γραμμικής

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

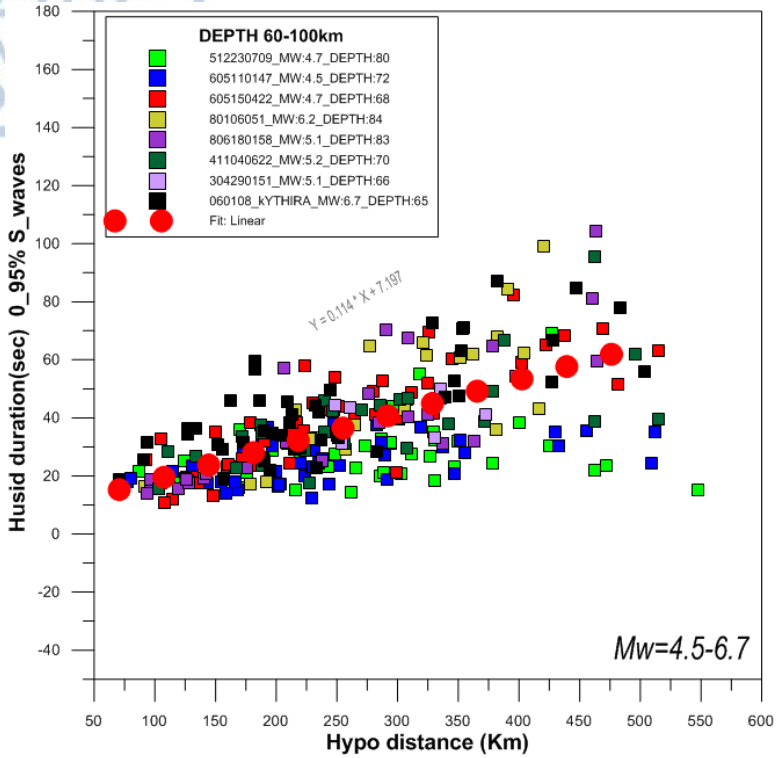
παλινδρόμησης της διάρκειας με την υποκεντρική απόσταση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.20. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στην ύπαρξη της σφήνας του μανδύα, πάνω από την καταδυόμενη λιθόσφαιρα, η οποία παρουσιάζει χαμηλό παράγοντα ποιότητας Qs, αλλά και χαμηλές τιμές της ταχύτητας Vp και Vs (*Papazachos et al.*, 1995), εξηγώντας, έτσι, την ισχυρή απόσβεση των κυμάτων στην οπισθότοξη περιοχή επάνω από την καταδυόμενη πλάκα. Μεταξύ των τριών διαστημάτων στην διάρκεια δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές μέχρι και τα ~200-300km. Από τα τρία διαστήματα της διάρκειας επιλέχθηκε η διάρκεια με το διάστημα 0–95% της έντασης Arias των εγκαρσίων (S) κυμάτων, λόγω του ότι ο τελικός μας σκοπός είναι η προσομοίωση των εγκαρσίων και επιμήκων κυμάτων, ξεχωριστά. Τέλος, αφού καθοριστούν οι τελικές συνθετικές καταγραφές (P και S), θα παρουσιαστεί η σύνδεση των κυματομορφών που θα προκύπτουν, ώστε να καθοριστεί η τελική συνθετική καταγραφή.



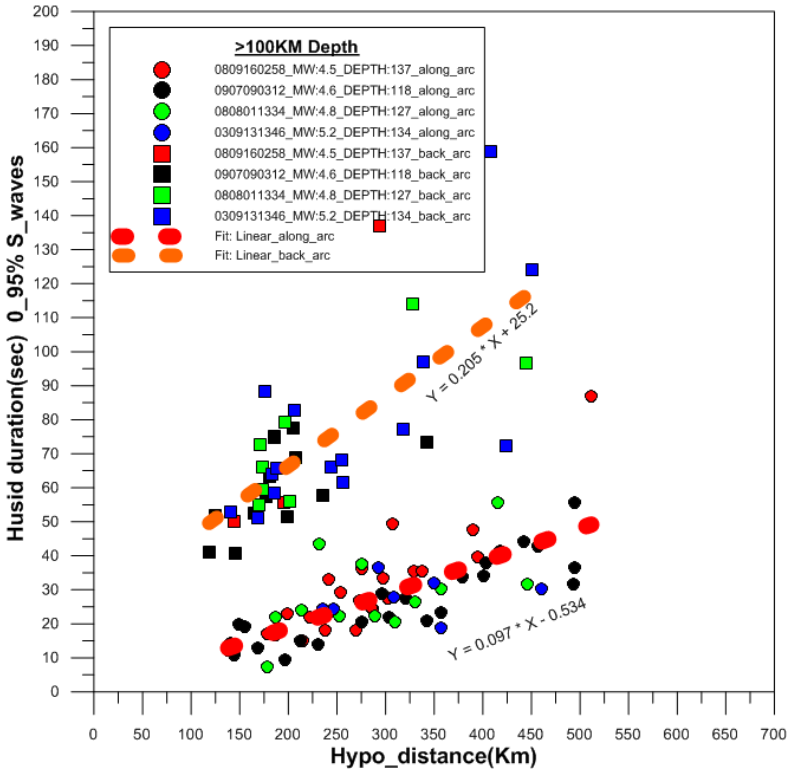
Σχήμα 4.19 *Μεταβολή της διάρκειας για το διάστημα 0–95% της έντασης Arias των εγκαρσίων (S) κυμάτων, σε συνάρτηση με την υποκεντρική απόσταση για τους σεισμούς με εστιακά βάθη: α) ≤60km, β) 60-100km και, γ) >100km. Για βάθη μεγαλύτερα των 100km αναγνωρίζονται δυο ξεχωριστές ομάδες σταθμών, οι σταθμοί κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (κύκλοι) και οι σταθμοί της οπισθότοξης περιοχής-ηφαιστειακού τόξου (τετράγωνα).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



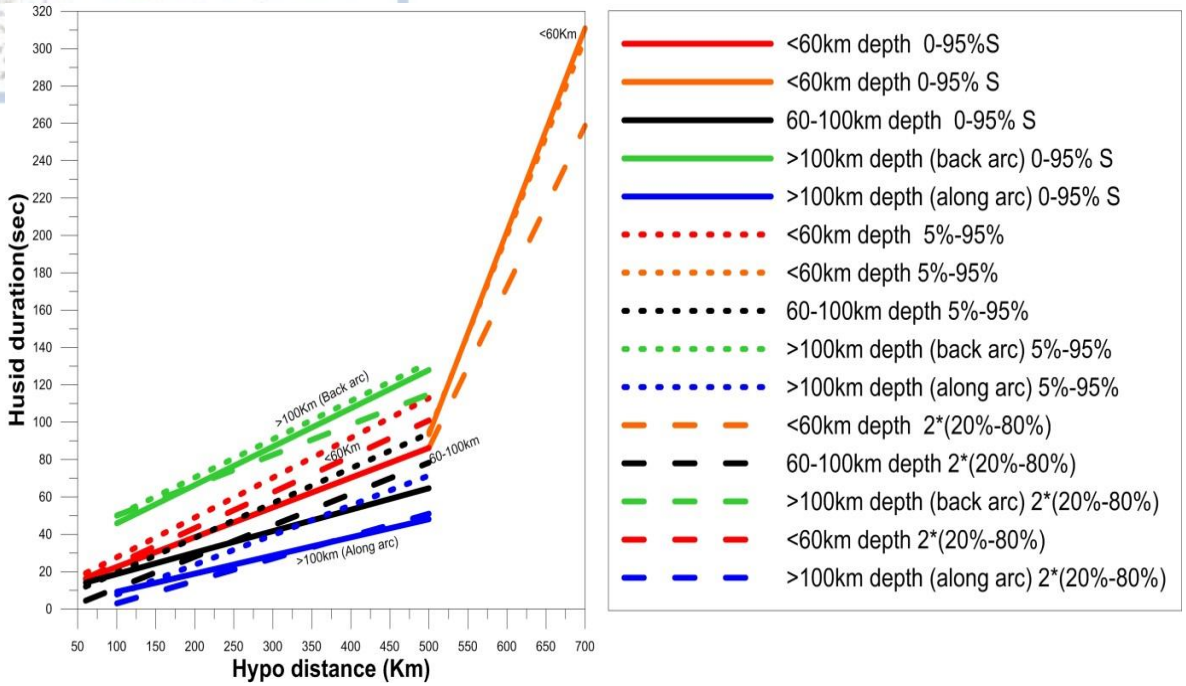
Σχήμα 4.19 (συνέχεια)



Σχήμα 4.19 (συνέχεια)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



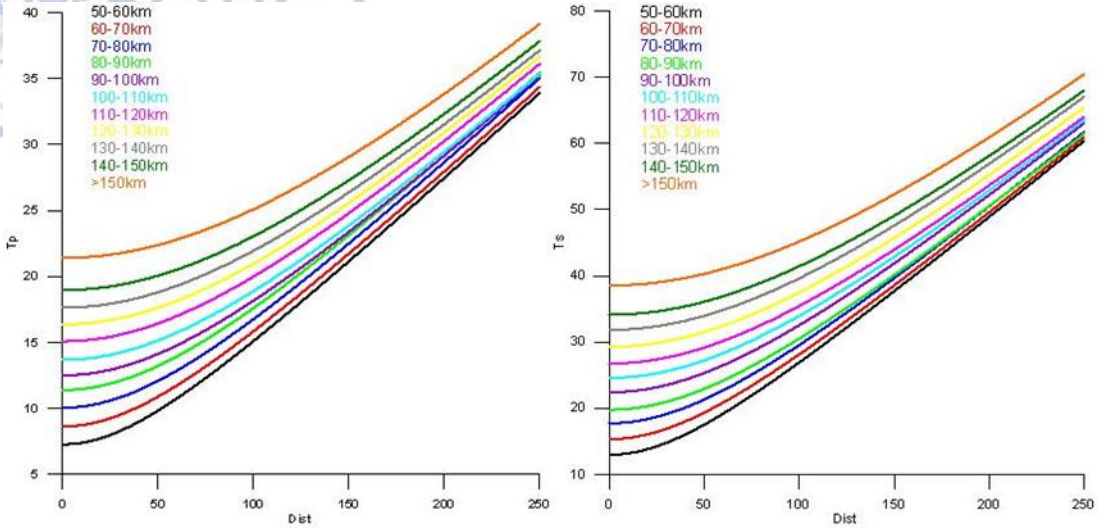
Σχήμα 4.20 *Μεταβολή της διάρκειας της ισχυρής σεισμικής κίνησης σε συνάρτηση με την υποκεντρική απόσταση για τρία διαστήματα: α) για το διάστημα 0–95% της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) κύματα, β) για το διάστημα 5%–95% της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) και επιμήκη (P) κύματα και, γ) για το διάστημα 2*(20%-80%) της έντασης Arias για τα εγκάρσια (S) και επιμήκη (P) κύματα.*

Οι τελικές σχέσεις που αφορούν τη διάρκεια της ισχυρής σεισμικής κίνησης που προκύπτουν από το Σχήμα 4.19 και προτείνονται στην στοχαστική προσομοίωση για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου είναι:

$$durarion(h, R_{hyp}) = \begin{cases} \text{εάν } 45km \le h < 60km \\ (50 - 450km), \quad 0.1594 * (R_{hyp}) + 6.5355 \\ (451 - 700km), \quad 1.0865 * (R_{hyp}) - 449.71 \\ \\ if\ 60km \le h < 100km \\ 0.11493 * (R_{hyp}) + 7.1973 \\ \\ \text{εάν } h \ge 100km \\ back - arc \quad 0.2053 * (R_{hyp}) + 25.293 \\ along - arc \quad 0.0972 * (R_{hyp}) - 0.53475 \end{cases} \quad \textbf{4.22}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.21 *Καμπύλες χρόνων διαδρομής για τα επιμήκη (P) (αριστερά) και εγκάρσια (S) (δεξιά) κύματα για διάφορα εστιακά βάθη των σεισμών ενδιάμεσου βάθους (Ventouzi et al., 2013)*

Αντίστοιχα η διάρκεια των επιμήκων (P) κυμάτων, καθώς επίσης και η σύνθεση των κυματομορφών (P και S), καθορίστηκε χρησιμοποιώντας τις καμπύλες χρόνων διαδρομής σεισμών ενδιάμεσου βάθους (Σχήμα 4.21), όπως αυτές έχουν δημοσιευτεί από εργασία των *Ventouzi et al.* (2013). Οι σχέσεις που προκύπτουν από το Σχήμα 4.19, χρησιμοποιούνται σαν εισαγωγικές σχέσεις στην στοχαστική προσομοίωση ανάλογα με το βάθος του σεισμού.

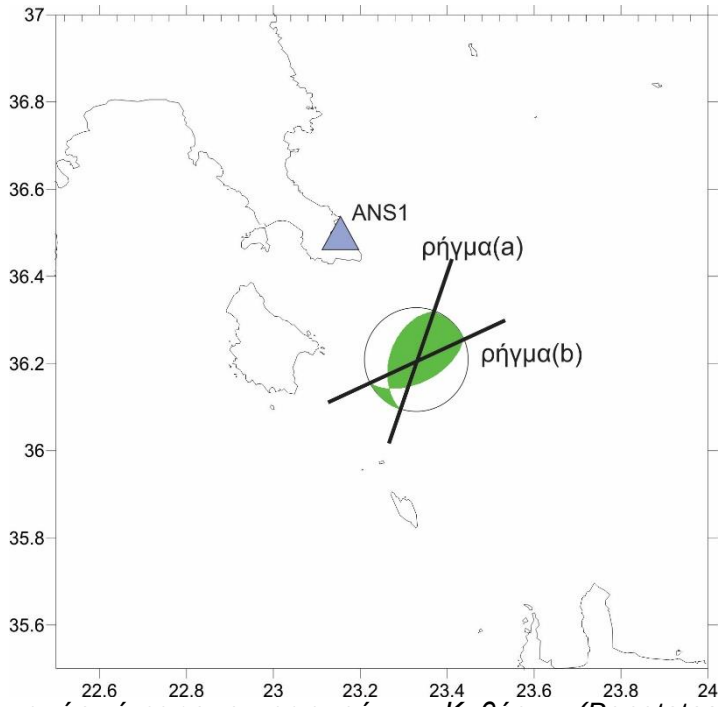
4.4.6. Επίδραση της διεύθυνσης διάρρηξης στην ισχυρή σεισμική κίνηση

Η διεύθυνση διάρρηξης των σεισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί στην στοχαστική προσομοίωση, έχει καθοριστεί από τους μηχανισμούς γένεσης του κάθε σεισμού. Στους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών ενδιάμεσου βάθους, ο καθορισμός του σεισμικού ρήγματος είναι αρκετά δύσκολος λόγω της έλλειψης μετασεισμικής ακολουθίας. Τα μεγάλα εστιακά βάθη των σεισμών που μελετήθηκαν, και συγκρινόμενα με τις σχετικά μικρές διαστάσεις των ρηγμάτων (≤24Km), που αντιστοιχούν στα μεγέθη που εξετάστηκαν (M≤6.7), οδήγησαν στο να μη παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις στα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας ξεχωριστά τα δυο επίπεδα των μηχανισμών γένεσης στις προσομοιώσεις. Συνεπώς, μία πιθανώς λανθασμένη επιλογή του επιπέδου του ρήγματος δεν επιδρά σημαντικά στα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης των σεισμών που προσομοιώθηκαν. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε η επίδραση της διεύθυνσης διάρρηξης του σεισμού στα Κύθηρα (2006-01-08, Mw:6.7, Depth:67km) για την προσομοίωση στον σταθμό (ANS1). Ο συγκεκριμένος σεισμός επιλέχθηκε για την μελέτη της επίδρασης της διεύθυνσης

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

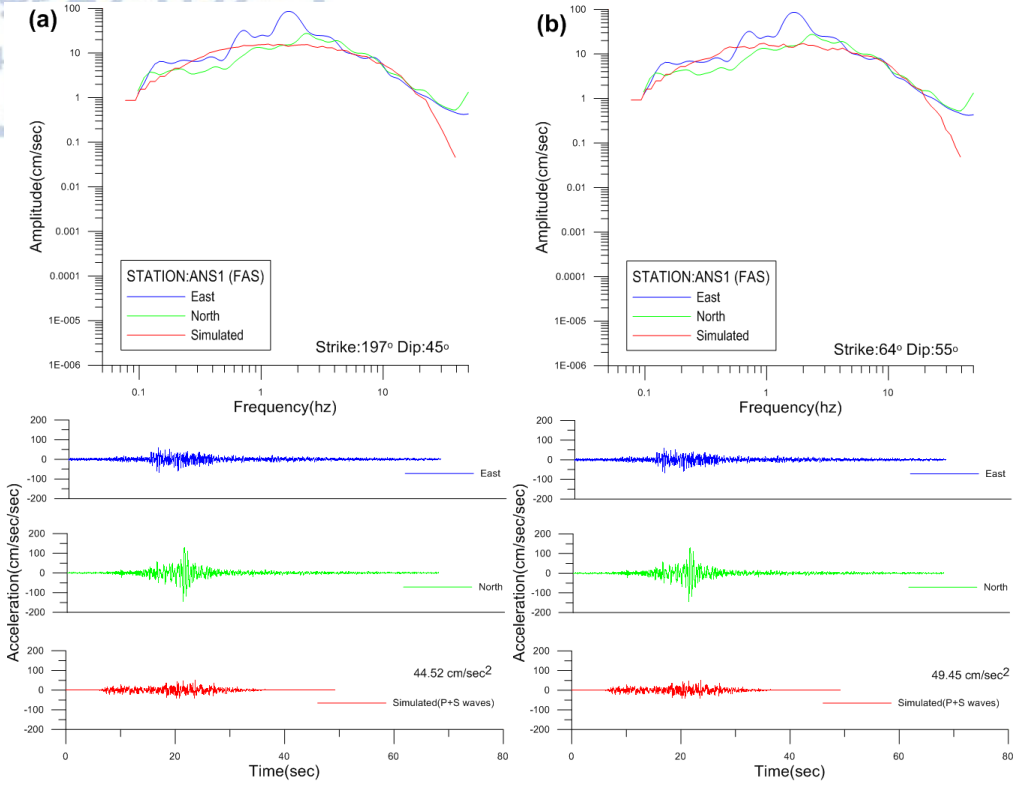
διάρρηξης λόγω του μεγάλου μεγέθους του και, συνεπώς, των σχετικά μεγάλων διαστάσεων του ρήγματός του σε σχέση με τους υπόλοιπους σεισμούς. Ο σταθμός ANS1, επιλέχθηκε λόγω της πολύ μικρής απόστασης του από το επίκεντρο του σεισμού, όπου ενδεχομένως η αλλαγή του επιπέδου του ρήγματος να διαφοροποιεί τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Στο Σχήμα 4.22, φαίνονται τα δυο επίπεδα που προτείνονται από τον μηχανισμό γένεσης (*Benetatos and Kiratzi,* 2006) και χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση. Στο Σχήμα 4.23, παρουσιάζονται οι δυο προσομοιώσεις στον σταθμό (ANS1), χρησιμοποιώντας τα δυο παραπάνω ορικά επίπεδα. Γενικά από τις δυο προσομοιώσεις δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές, ούτε στις τιμές της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (διαφορά στην τιμή PGA μεταξύ των προσομοιώσεων ~5 cm/sec^2), αλλά ούτε και στην μορφή των συνθετικών καταγραφών, με αποτέλεσμά να θεωρηθεί ασφαλής η προσομοίωση των σεισμών με μέγεθος ≤6.7 και με βάθη ≥67km, ακόμα και με πιθανώς λανθασμένη επιλογή του επιπέδου του ρήγματος.



Σχήμα 4.22 *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού των Κυθήρων (Benetatos and Kiratzi, 2006) και τα ορικά επίπεδα που χρησιμοποιούνται στην στοχαστική προσομοίωση.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα



Σχήμα 4.23 Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών και των πραγματικών καταγράφων με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές στον σταθμό καταγραφής (ANS1) με την χρήση των δυο ορικών επιπέδων που προτείνονται από το μηχανισμό γένεσης.

4.5. Προσομοίωση ισχυρής σεισμικής κίνησης για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του νότιου Αιγαίου

Η μέθοδος της στοχαστικής προσομοίωσης με το μοντέλο πεπερασμένων διαστάσεων, εφαρμόστηκε στον Ελληνικό χώρο για την προσομοίωση επιφανειακών σεισμών σε πλήθος εργασιών, (π.χ. *Castro et al.*, 2001; *Roumelioti et al.*, 2002), αλλά και σε ένα σεισμό ενδιάμεσου βάθους (*Benetatos and Kiratzi*, 2004) οι οποίοι χρησιμοποίησαν δεδομένα από τους σταθμούς κατά μήκος του Ελληνικού τόξου για την προσομοίωση του ενδιάμεσου βάθους σεισμού της Κάρπαθου (2002).

Τα μεγέθη των σεισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση (Πίνακας 4.1) κυμαίνονται από Mw: 4.6-6.7. Οι σεισμοί αυτών των μεγεθών συνδέονται με μικρά ρήγματα, γεγονός που σε συνδυασμό με τα μεγάλα εστιακά τους βάθη θα επέτρεπε, ενδεχομένως, στοχαστική προσομοίωση, τη χρήση του μοντέλου σημειακής πηγής αντί αυτού των πεπερασμένων διαστάσεων, με εξαίρεση μόνο τον σεισμό των Κυθήρων (08-01-2006 Mw6.7). Για τα σεισμό αυτό διερευνήθηκε η επίδραση των δύο ορικών επιπέδων του μηχανισμού γένεσης στην μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης. Παρ' όλα αυτά, για

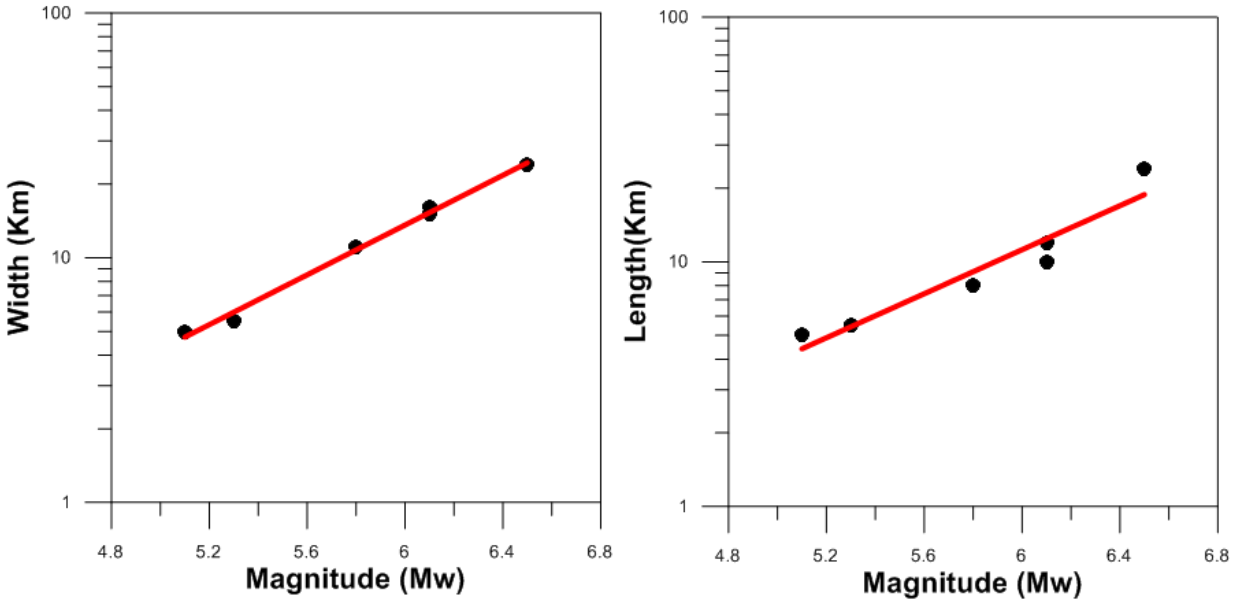
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

την εφαρμογή της μεθόδου στα δεδομένα, χωρίς να είναι απαραίτητη η διακριτικοποίηση της επιφάνειας των ρηγμάτων σε μικρότερα τμήματα με διαστάσεις Δl x Δw, χρησιμοποιήθηκε η σχέση **4.23**, από εργασία των *Beresnev and Atkinson* (1999) οι οποίοι θεωρούν ότι η διακριτικοποίηση των ρηγμάτων είναι αναγκαία για τον καθορισμό της μορφής των φασμάτων πλάτους σε χαμηλές συχνότητες.

$$log\Delta l = -2 + 0.4.M \qquad \textbf{4.23}$$

Το μειονέκτημα που παρατηρείται στην μελέτη των σεισμών ενδιαμέσου βάθους, είναι ότι μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις προκαλούν μετασεισμούς, με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστά τα πλάτη και τα μήκη των ρηγμάτων τους. Επίσης, δεν υπάρχουν διαθέσιμες σχέσεις που συνδέουν τα μεγέθη των σεισμών με τα πλάτη και τα μήκη των ρηγμάτων του Ελληνικού χώρου. Για τον καθορισμό τέτοιων σχέσεων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από σεισμούς ενδιαμέσου βάθους, από την εργασία των *Yolsal-Çevikbilen and Taymaz* (2012), όπου μελετήθηκε η κατανομή της ολίσθησης πάνω στο σεισμικό ρήγμα.



Σχήμα 4.24 *Διαστάσεις ρηγμάτων σε σχέση με το μέγεθος (Mw) των σεισμών. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από σεισμούς ενδιαμέσου βάθους από την εργασία των Yolsal-Çevikbilen and Taymaz (2012). Με κόκκινο χρώμα είναι οι ευθείες γραμμές που προκύπτουν με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.*

Οι σχέσεις **4.24** και **4.25**, υπολογίστηκαν με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων στα δεδομένα που φαίνονται στο Σχήμα 4.24 και δείχνουν ότι τα πλάτη των ρηγμάτων των σεισμών ενδιαμέσου βάθους είναι σχεδόν ίδια με τα μήκη, κάτι που συνήθως δεν παρατηρείται στα επιφανειακά ρήγματα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

$$InW = 1.17 * M - 4.42 \quad \textbf{4.24}$$

$$InL = 1.03 * M - 3.80 \quad \textbf{4.25}$$

Η εφαρμογή της στοχαστικής προσομοίωσης με την χρήση των δύο ορικών επιπέδων των μηχανισμών γένεσης δεν έδειξε μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των προσομοιώσεων. Παρ' όλα αυτά χρησιμοποιήθηκαν τα επίπεδα εκείνα που ταιριάζουν καλύτερα στην γεωτεκτονική δομή του Ελληνικού χώρου, όπως προτείνεται και στο Σχήμα 4.11.

Για την παράμετρο V της σχέσης 4.6 που αφορά την διαίρεση της ενέργειας των εγκαρσίων κυμάτων προς την ενέργεια των δυο οριζόντιων συνιστωσών χρησιμοποιήθηκε η τιμή v=0.707. Για το μοντέλο ακτινοβολίας των εγκαρσίων και επιμήκων κυμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές $R^{\theta\varphi}$=0.63 και $R^{\theta\varphi}$= 0.52, αντίστοιχα (*Boore and Boatwright*, 1984), ενώ η παράμετρος ελεύθερης επιφάνειας του εδάφους παίρνει την τιμή F=2. Για την γεωμετρική διασπορά των σεισμικών κυμάτων, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο 1/R, για αποστάσεις ≤200-300Km, όπως προτείνεται και από εργασία των *Boore et al.* (2009), μελετώντας τον σεισμό των Κυθήρων. Για την ανελαστική απόσβεση και την διάρκεια, χρησιμοποιούνται τα μοντέλα που προτείνονται στις παραγράφους 4.4.3, 4.4.4 και 4.4.5. Τέλος για την παράμετρο τάσης (Δσ), ακολουθήθηκε η πρακτική «της δοκιμής και του λάθους / trial and error».

Για τις τοπικές εδαφικές ενισχύσεις χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των Πινάκων 4.5 και 4.6, για κατηγορία εδάφους C και D (*NEHRP*, 1994; *Klimis*, 1999) αντίστοιχα, μετά από την προσαρμογή στην ανάλογη τιμή της ταχύτητας και της πυκνότητας κοντά στο υπόκεντρο. Για την κατηγορία A/B, χρησιμοποιείται η τιμή ενίσχυσης 1, σε όλες τις συχνότητες λόγω αλλαγής πυκνότητας και ταχύτητας. Για τον σεισμό των Κυθήρων, έχει καθοριστεί ο συντελεστής ενίσχυσης των φασματικών εδαφικών συνθηκών σε 1.26 (*Boore et al.*, 2009). Οι ταχύτητες των εγκαρσίων κυμάτων κυμαίνονται για όλους τους σεισμούς μεταξύ 4.7 – 4.59 km/sec (*Papazachos and Nolet*, 1997), ενώ οι τιμές πυκνότητας που χρησιμοποιήθηκαν κυμαίνονται μεταξύ 3.14-3.29 gr/cm^3 (*Brocher* (2005).

Πίνακας 4.5 *Φασματικές ενισχύσεις για την κατηγορία εδάφους C (Klimis et al., 1999)*

Frequency (Hz)	Amplification factor	Frequency (Hz)	Amplification factor
0.11	1.076	**2.67**	2.898
0.15	1.107	**3.51**	3.029
0.31	1.253	**5.4**	3.243

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

0.5	1.504	**8.01**	3.446
0.66	1.763	**12.24**	3.659
1.78	2.633	**24.16**	3.99
1.1	2.219	**34.04**	4.121
2.11	2.751	**62.5**	4.306

Πίνακας 4.6 *Φασματικές ενισχύσεις για την κατηγορία εδάφους D (Klimis et al., 1999)*

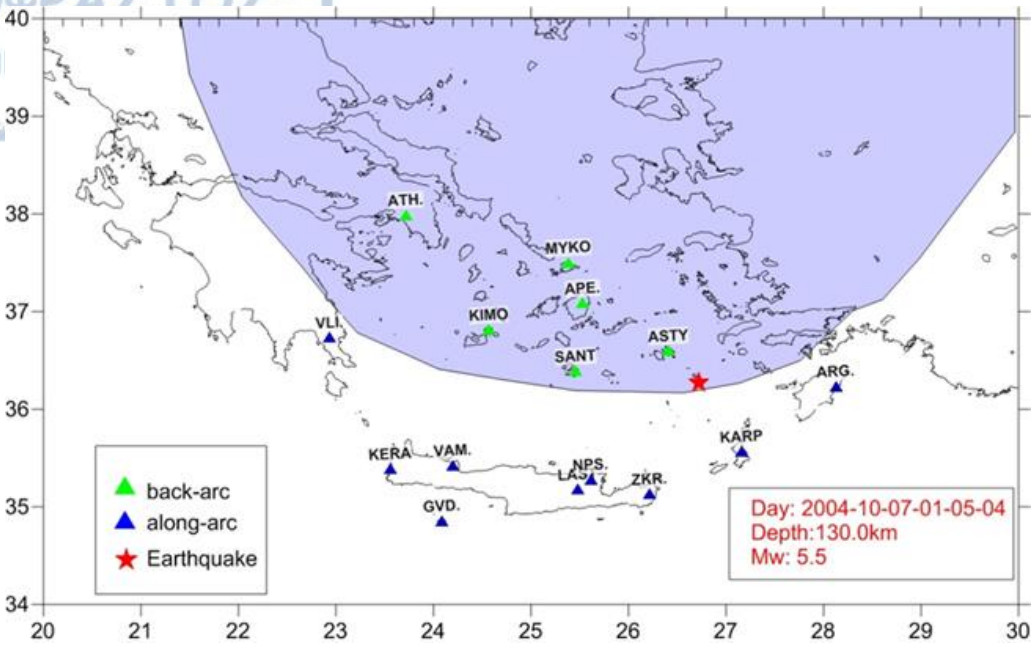
Frequency (Hz)	Amplification factor	Frequency (Hz)	Amplification factor
0.09	1.125	**1.52**	3.909
0.1	1.142	**1.98**	4.113
0.19	1.307	**3.09**	4.376
0.35	1.742	**5.34**	4.722
0.46	1.993	**7.07**	4.918
0.5	2.094	**9.39**	5.051
1.03	3.347	**14.87**	5.195
1.15	3.536	**40.5**	5.461

4.5.1. Αποτελέσματα Προσομοιώσεων

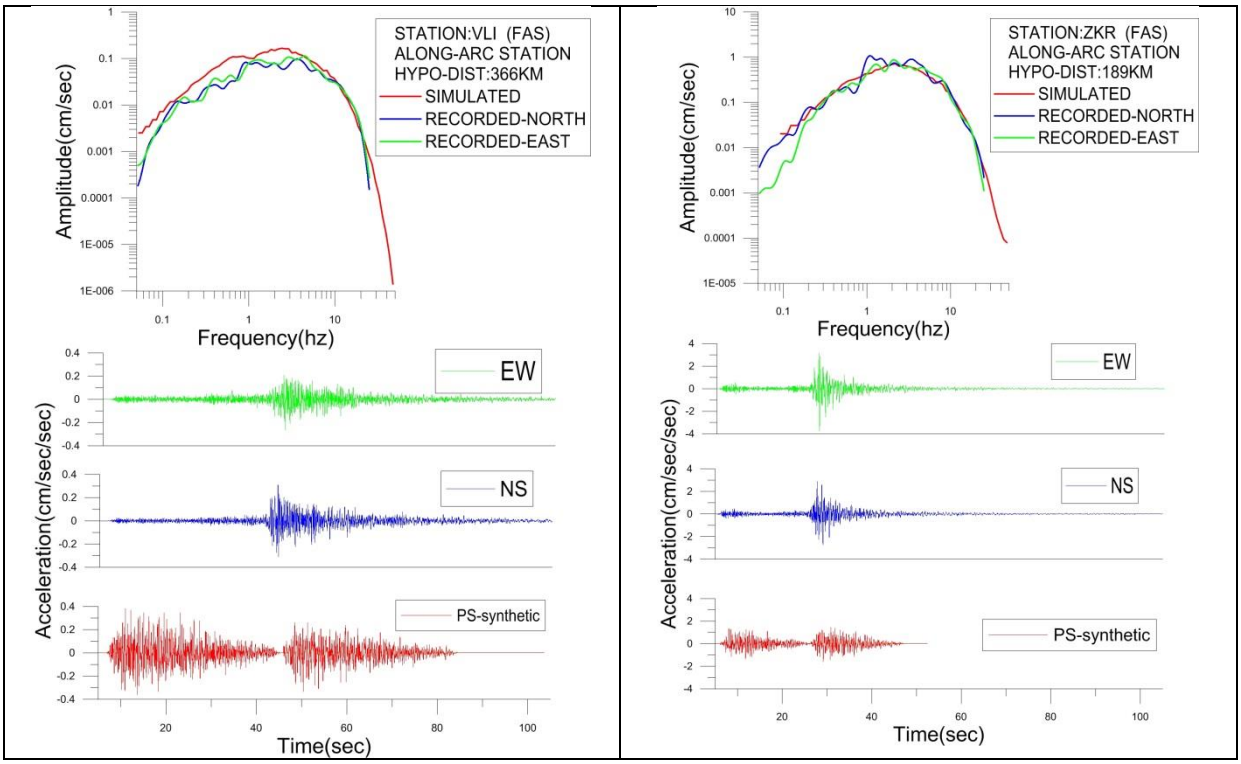
Η χρήση της στοχαστικής προσομοίωσης με τον κώδικα EXSIM έχει πραγματοποιηθεί σε όλους τους σεισμούς του Πίνακα 4.1 και τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων φαίνονται στο Παράρτημα 4 (Ο Πίνακας 1 δίνει πληροφορίες για τις διαστάσεις των ρηγμάτων, τις ταχύτητες των εγκαρσίων, V_S και επιμήκων, V_P, κυμάτων, αντίστοιχα, τις τιμές της πυκνότητας και τις τιμές της παραμέτρου τάσης (Δσ) όπως υπολογίστηκε με τη μέθοδο «της δοκιμής και του λάθους / trial and error»). Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων του σεισμού ο όποιος εκδηλώθηκε σε βάθος 130km με επίκεντρο μεταξύ των νησιών της Κάρπαθου και της Αστυπάλαιας (07-10-2004 Mw=5.5). Στο Σχήμα 4.25, φαίνονται οι σταθμοί που έχουν χρησιμοποιηθεί στην στοχαστική προσομοίωση, και χωρίζονται σε αυτούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού Τόξου και σε αυτούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή. Τα αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις των σταθμών, των δυο κατηγοριών φαίνονται στα Σχήμα 4.26 και Σχήμα 4.27, αντίστοιχα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



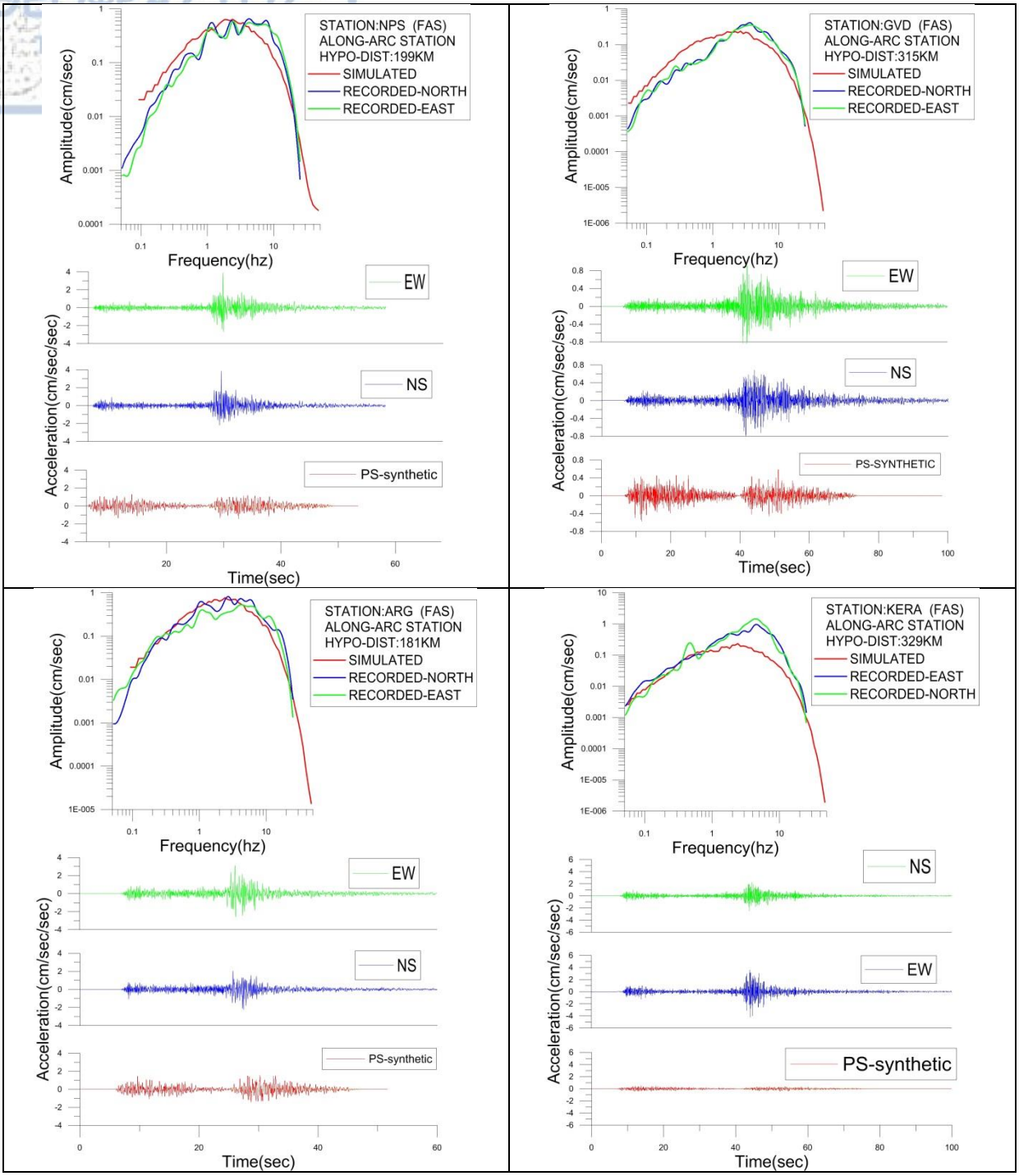
Σχήμα 4.25 *Χάρτης με τους σταθμούς που έχουν χρησιμοποιηθεί στην στοχαστική προσομοίωση. Οι σταθμοί χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Σε αυτούς που βρίσκονται μέσα οπισθότοξη περιοχή (πράσινα τρίγωνα, γκρι ζώνη) και σε αυτούς που βρίσκονται κατά μήκος του τόξου (μπλε τρίγωνα).*



Σχήμα 4.26 *Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών και των πραγματικών καταγράφων με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές. Με κόκκινο χρώμα φαίνονται τα συνθετικά αποτελέσματα ενώ με πράσινο και μπλε χρώμα τα δεδομένα από οριζόντιες συνιστώσες. Οι σταθμοί αυτοί είναι οι σταθμοί που βρίσκονται κατά μήκος του Ελληνικού τόξου.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

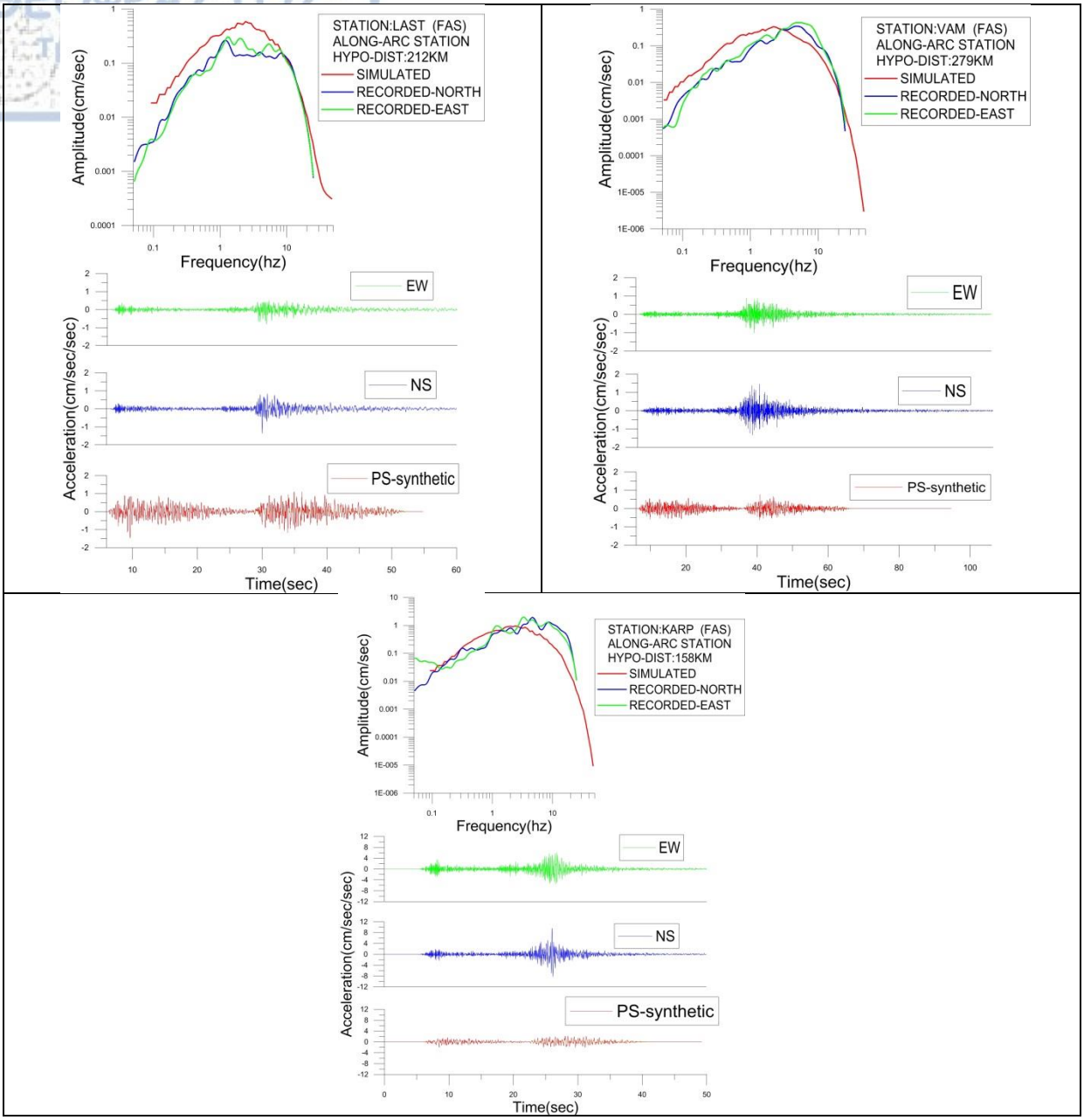
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.26 (συνέχεια)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

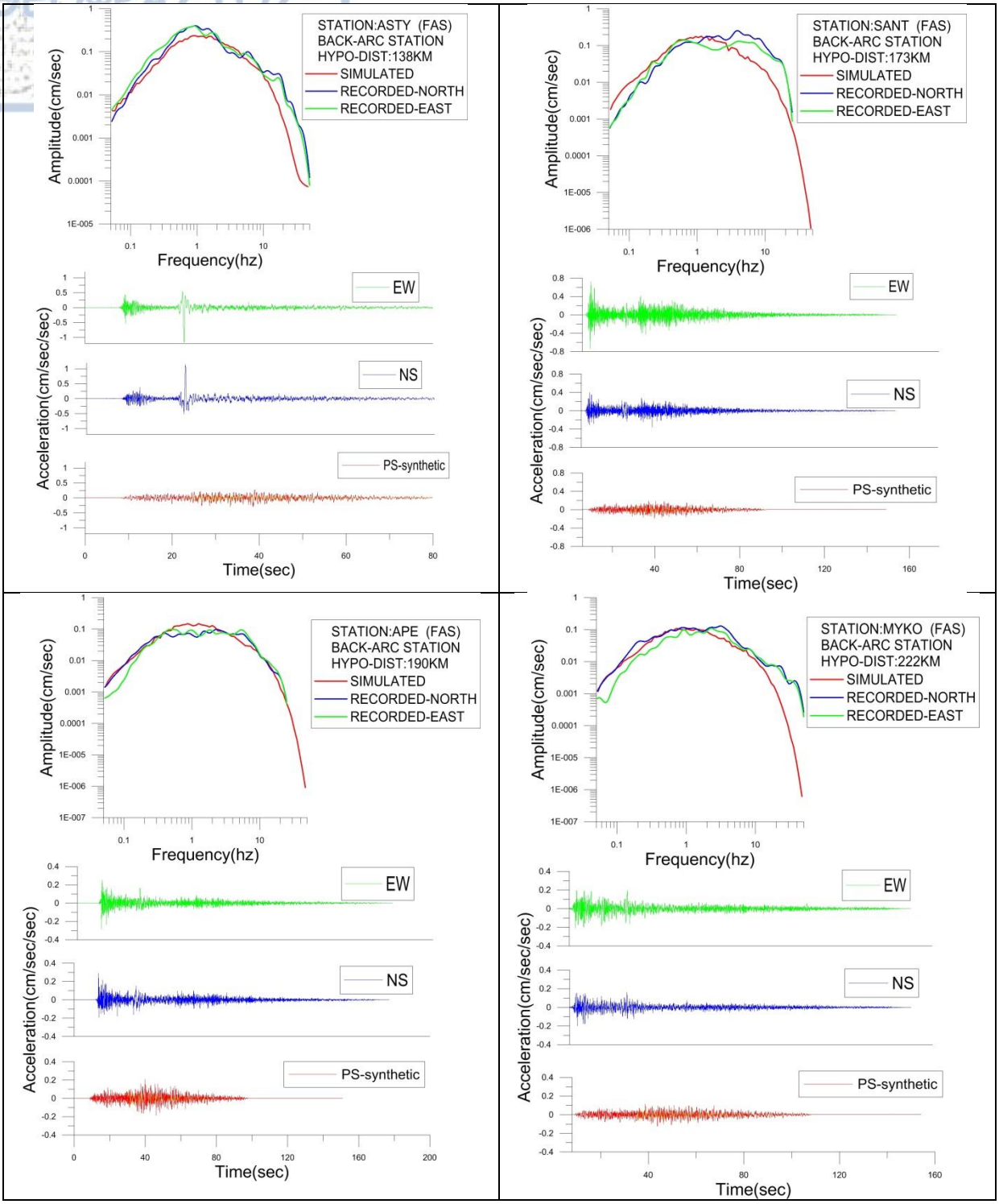
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.26 (συνέχεια)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

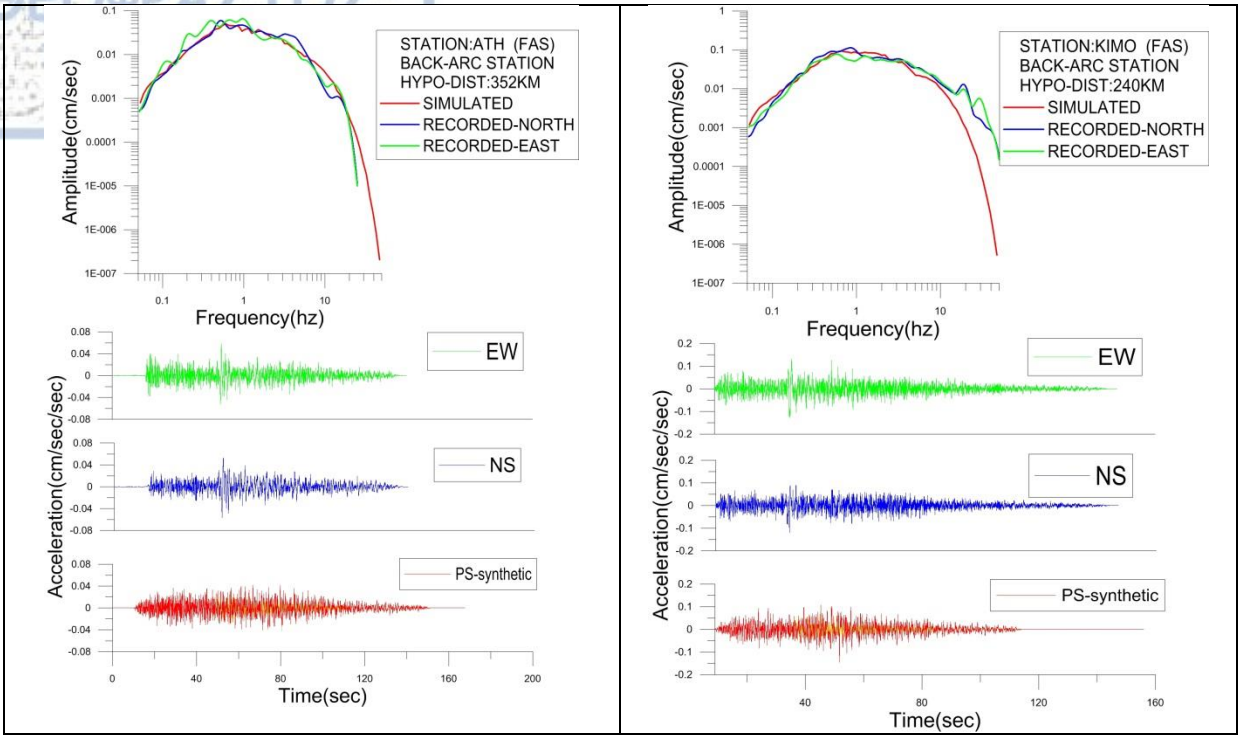
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.27 *Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών και των πραγματικών καταγράφων με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές. Με κόκκινο χρώμα φαίνονται τα συνθετικά αποτελέσματα ενώ με πράσινο και μπλε χρώμα τα δεδομένα από οριζόντιες συνιστώσες. Οι σταθμοί που παρουσιάζονται είναι οι σταθμοί που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 4.27 (συνέχεια)

4.5.2. Επίδραση της παράμετρου τάσης στις προσομοιώσεις

Η τιμή της παραμέτρου τάσης (Δσ) εξετάστηκε με τη μέθοδο «της δοκιμής και του λάθους / trial and error», για όλους τους σεισμούς του Πίνακα 4.1. Στο Σχήμα 4.28 φαίνονται οι τιμές της παραμέτρου της τάσης, όπως καθορίστηκαν από την προσομοίωση των σεισμών του Πίνακα 4.1. Αν και οι τιμές της παραμέτρου τάσης (Δσ), που συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται στις στοχαστικές προσομοιώσεις επιφανειακών σεισμών είναι μεταξύ των 50-100bars, όπως φαίνεται από το Σχήμα 4.28, είναι εμφανές ότι για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους με μεγέθη έως Mw=6.7, οι τιμές μπορεί να φτάσουν έως και τα 600bars. Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζονται (για λόγους σύγκρισης) οι τιμές πτώσης τάσης από προσομοιώσεις σημειακής πηγής για ενδιάμεσου βάθους σεισμών (M = 6,0-7,1) την περιοχή Βράντσεα (Vrancea) της Ρουμανίας (Sokolov et al. 2005), όπως υπολογίστηκαν για σεισμούς με βάθη 90-130 Km, δείχνοντας εξαιρετική συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής.

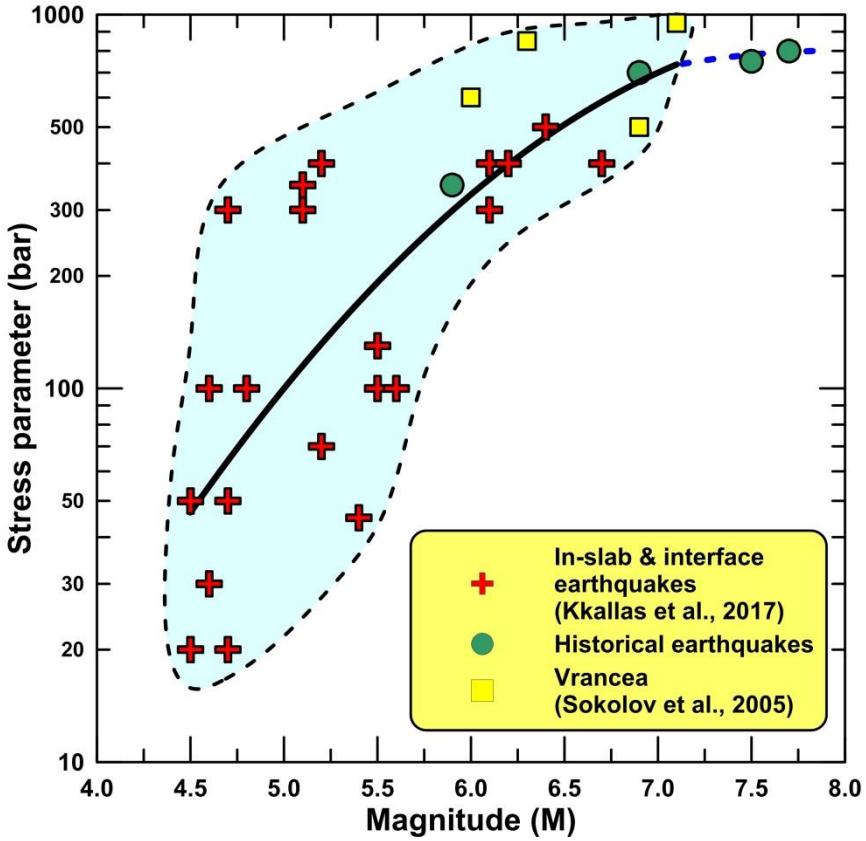
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα των Sokolov et al. (2005) είναι συμβατά με τα αποτελέσματα των Gusev et al. (2002), οι οποίοι υπολόγισαν στατικές πτώσεις τάσης για τους ενδιαμέσους σεισμούς βάθους στην ίδια περιοχή της Ρουμανίας. Ενώ οι στατικές πτώσεις τάσης είναι συνήθως πολύ μικρότερες από τις παραμέτρους

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

πτώσης τάσης που χρησιμοποιούνται στην διατριβή αυτή (η οποία ελέγχει τα φασματικά επίπεδα υψηλής συχνότητας της ακτινοβολούμενης ενέργειας), τα αποτελέσματα των Gusev et al., (2002) έδειξαν επίσης σημαντική αύξηση των τιμών που υπολόγισαν σε συνάρτηση με το μέγεθος των σεισμών.

Παραπλήσια αποτελέσματα σε σχέση με τις τιμές της παραμέτρου τάσης καθοριστήκαν και στην εργασία των *Boore et al.* (2009), με τις τιμές τάσης (Δσ) του σεισμού των Κυθήρων να κυμαίνονται μεταξύ 400-600bars. Επιπλέον, όπως φαίνεται στο σχήμα (4.28), δεν παρατηρείται καμία διαφοροποίηση των παραμέτρων τάσης για σεισμούς κατά μήκος του ελληνικού τόξου (intrface events) και για σεισμούς της οπισθότοξης περιοχής (in-slab events), παρά μόνο η αύξηση της παραμέτρου τάσης με την αύξηση του μεγέθους των σεισμών.



Σχήμα 4.28 *Κατανομή των τιμών της πτώσης τάσης, όπως έχει καθοριστεί με τη μέθοδο «της δοκιμής και του λάθους / trial and error» για όλους τους σεισμούς του Πίνακα 4.1. Οι σταυροί αντιστοιχούν στους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Πίνακα 4.1, οι πράσινοι κύκλοι στους ιστορικούς σεισμούς βάθους που έχουν προσομοιωθεί στα επόμενα κεφάλαια ένω τα τετράγωνα αντιστοιχούν σε σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στην περιοχή του Νομού Βράντσεα της Ρουμανίας. Η μαύρη γραμμή και η διακεκομμένη προέκταση της απεικονίζουν την ομαλή προσαρμογή πολυωνύμου 2ου βαθμού στα δεδομένα.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

5. ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΒΑΘΟΥΣ ΤΟΥ Ν.ΑΙΓΑΙΟΥ

5.1. Εισαγωγή

Η στοχαστική προσομοίωση ιστορικών σεισμών αποτελεί μια δύσκολη προσέγγιση αφού δεν υπάρχουν για σύγκριση διαθέσιμες ενόργανες καταγραφές για τους σεισμούς αυτούς παρά μόνο πληροφορίες για τις βλάβες, δηλαδή μακροσεισμικές εντάσεις. Ακόμα περισσότερο, οι πληροφορίες για το επίκεντρο του σεισμού είναι συχνά χαμηλής ακρίβειας. Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται το πρόβλημα αυτό για επιλεγμένους ισχυρούς σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στο Ν. Αιγαίο για τους οποίους είναι διαθέσιμα μόνο μακροσεισμικά δεδομένα. Αρχικά επιχειρείται ο καθορισμός σχέσεων μεταξύ μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων (PGA) και ταχυτήτων (PGV) με τις μακροσεισμικές εντάσεις για τους σεισμούς αυτούς. Επίσης γίνεται τροποποίηση των εμπειρικών φασματικών αποσβέσεων-ενισχύσεων κοντά στην ζώνη μετάβασης (~100km) από περιοχές που βρίσκονται κατά μήκος του ηφαιστειακού τόξου, σε περιοχές πίσω από το τόξο και αντίθετα. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται η στοχαστική προσομοίωση με το μοντέλο ρήγματος των πεπερασμένων διαστάσεων για την προσομοίωση ιστορικών σεισμών ενδιαμέσου βάθους στις ίδιες θέσεις που υπάρχουν μακροσεισμικά αποτελέσματα. Οι μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) που προκύπτουν, μετατρέπονται σε μακροσεισμικές εντάσεις και γίνεται σύγκριση με τα πραγματικά μακροσεισμικά δεδομένα.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στην στοχαστική προσομοίωση (πχ. διάρκεια, παράμετρος τάσης, μοντέλο ανελαστικής απόσβεσης, κλπ) προέρχονται από τα αποτελέσματα του προηγούμενου Κεφαλαίου. Οι τοπικές εδαφικές συνθήκες (A/B,C,D), υπολογίστηκαν από τις κλίσεις της τοπογραφίας που χρησιμοποιούνται στην στοχαστική προσομοίωση.

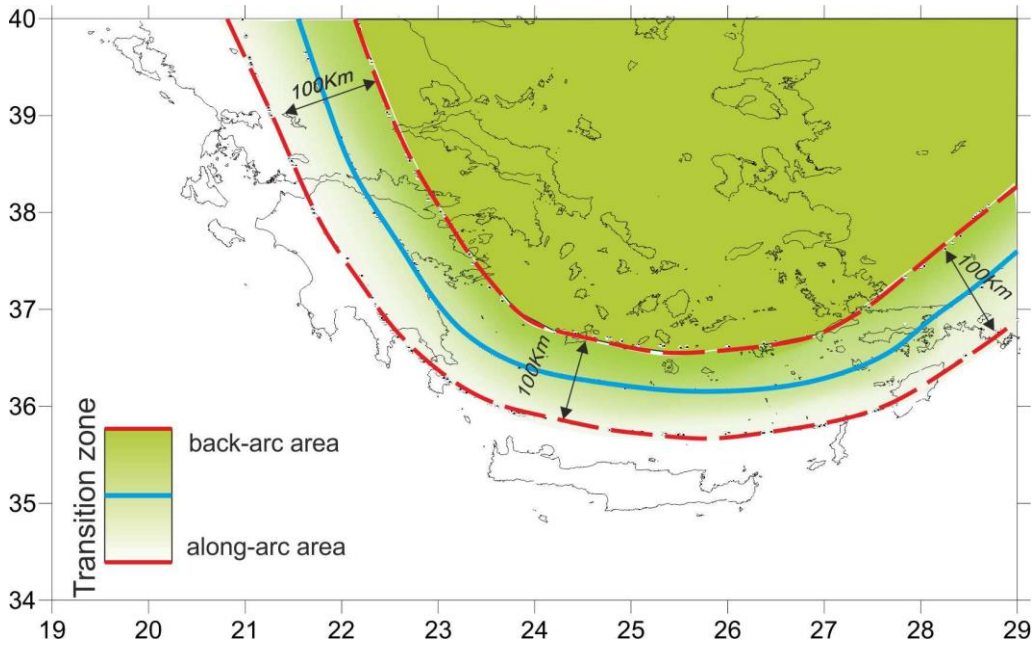
5.2. Χωρική Ομαλοποίηση των Εμπειρικών Φασματικών Συντελεστών

Ένα πρόβλημα της χρήσης εμπειρικών φασματικών συντελεστών για την επιπλέον ενίσχυση/απόσβεση που χρειάζεται ο κάθε σταθμός αναγραφής ανάλογα με τη θέση του

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

επικέντρου (along-arc, back-arc) στη στοχαστική προσομοίωση παρουσιάζεται στην ζώνη μετάβασης, η όποια διαχωρίζει την ενίσχυση από την απόσβεση που επιδέχεται ο σταθμός και η οποία καθορίζεται από τους συντελεστές c_{41} and c_{51} όπως αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στη ζώνη αυτή, η μετάβαση από συνθήκες ενίσχυσης σε συνθήκες απόσβεσης, όπως προκύπτει από τις σχέσεις των *Skarlatoudis et al.* (2013), γίνεται απότομα κατά μήκος του ορίου (γαλάζια γραμμή στο Σχήμα 5.1). Ως αποτέλεσμα σε περιοχές που διαχωρίζονται από την διαχωριστική αυτή γραμμή να παρουσιάζονται πολύ υψηλές και πολύ χαμηλές μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) σε πολύ μικρές αποστάσεις. Αυτό δεν αποτέλεσε σημαντικό πρόβλημα στη στοχαστική προσομοίωση της σεισμικής κίνησης για μεμονωμένους σταθμούς, λόγω (συνήθως) της μεγάλης απόστασης των σταθμών από την διαχωριστική γραμμή. Στην περίπτωση όμως που οι σταθμοί δεν βρίσκονται μακριά από την διαχωριστική γραμμή, όπως και συμβαίνει στα μακροσεισμικά δεδομένα των ιστορικών σεισμών που είναι διαθέσιμα και τα οποία κατανέμονται σε αρκετές περιπτώσεις πολύ κοντά στην διαχωριστική γραμμή, το πρόβλημα αυτό επηρεάζει τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, δημιουργώντας μη ρεαλιστικά αποτελέσματα.



Σχήμα 5.1 *Η γαλάζια γραμμή διαχωρίζει τους σταθμούς της οπισθότοξης περιοχής (ισχυρές αποσβέσεις) από τους σταθμούς της περιοχής κατά μήκος του τόξου (ενισχύσεις). Οι κόκκινες στικτές γραμμές καθορίζουν την ζώνη μετάβασης.*

Η επίλυση του προβλήματος αυτού που υιοθετήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής περιλαμβάνει τη χρήση μιας ζώνης μετάβασης εκατέρωθεν της διαχωριστικής γραμμής, η όποια έχει πάχος 100km και στην οποία γίνεται σταδιακά η μετάβαση από ενίσχυση σε απόσβεση και αντίθετα (Σχήμα 5.1). Αν και η διάσταση αυτή (100km) επιλέχθηκε αυθαίρετα, το πλάτος της ζώνης βασίστηκε στα πραγματικά δεδομένα αλλά και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

σε προκαταρτικά αποτελέσματα από το μοντέλο απόσβεσης (παράγοντα ποιότητας) των *Ventouzi et al.* (2015).

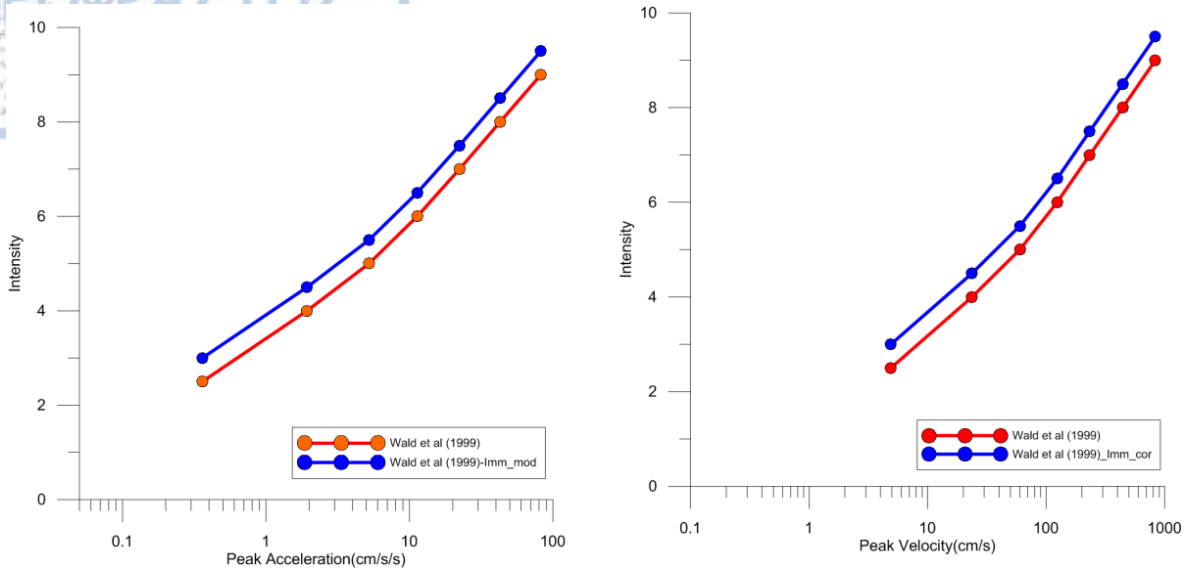
5.3. Συσχέτιση Μακροσεισμικών Εντάσεων με τη Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση και Ταχύτητα (PGA και PGV) για τους Σεισμούς Ενδιαμέσου Βάθους

Το πρόβλημα της συσχέτισης των μακροσεισμικών εντάσεων με ποσοτικά μέτρα της εδαφικής κίνησης που προκύπτουν από ενόργανες καταγραφές (π.χ. PGA, PGV, διάρκεια ισχυρής σεισμικής κίνησης, κλπ) έχει ήδη μελετηθεί από πολλούς ερευνητές για τον Ελληνικό χώρο (π.χ. *Theodulidis and Papazachos*, 1992; *Koliopoulos et al.*, 1998; *Tselentis and Danciu*, 2008) με τη χρήση δεδομένων επιφανειακών σεισμών. Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής και για την συσχέτιση των αποτελεσμάτων των μακροσεισμικών δεδομένων με τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν σχέσεις των παραπάνω ερευνητών που προτείνονται για τον Ελληνικό χώρο και οι οποίες συνδέουν τις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) και ταχύτητες (PGV) με τις μακροσεισμικές εντάσεις. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις από την εργασία των *Wald et al.* (1999), που αφορούν την περιοχή της Καλιφόρνιας, κατάλληλα τροποποιημένες για τον Ελληνικό χώρο. Η τροποποίηση αυτή στις σχέσεις των *Wald et al.* (1999) πραγματοποιήθηκε λόγω του ότι οι τιμές των μακροσεισμικών εντάσεων του Ελληνικού χώρου (στατιστικά) είναι κατά 0.5 μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές για το ίδιο επίπεδο βλαβών για την περιοχή της Καλιφόρνιας. Η διαφορά αυτή των 0.5 MMI προτάθηκε από τους *Shebalin et al.* (1974) και επιβεβαιώθηκε ποσοτικά από τους *Papazachos and Papaioannou* (1998) από συγκρίσεις των μακροσεισμικών εντάσεων κοντά στα σύνορα της Ελλάδας με τις γειτονικές Βαλκανικές χώρες (εξίσωση 5.1). Οι Musson et al. (2009) συγκρίνοντας διάφορες κλίμακες σεισμικών εντάσεων διαπίστωσαν ότι η κλασσική κλίμακα Modified Mercalli, MMI_{56}, (που χρησιμοποιούν οι Wald et al., 1999) και οι αντίστοιχες κλίμακες των βαλκανικών χωρών $\mathrm{I}_{\mathrm{MCS/MSK}}$, είναι ισοδύναμες (σχέση 5.2).

Από τις σχέσεις 5.1 και 5.2 προκύπτει η σχέση 5.3, η οποία και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της τροποποιημένης σχέσης των Wald et al. (1999) για τον Ελληνικό χώρο (Σχήμα 5.2).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.2 *Εμπειρικές σχέσεις μεταξύ της μακροσεισμικής έντασης και των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων (PGA) και ταχυτήτων (PGV). Με πορτοκαλί και κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι σχέσεις των Wald et al. (1999) για PGA και PGV αντίστοιχα, ενώ με μπλέ χρώμα οι αντλιστοιχες τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al. (1999) για τον Ελληνικό χώρο.*

$$I_{MCS/MSK} = I_{MM}^{Greek} - 0.5 \quad 5.1$$

$$I_{MMI_{56}} \equiv I_{MSK} \equiv I_{MCS} \quad 5.2$$

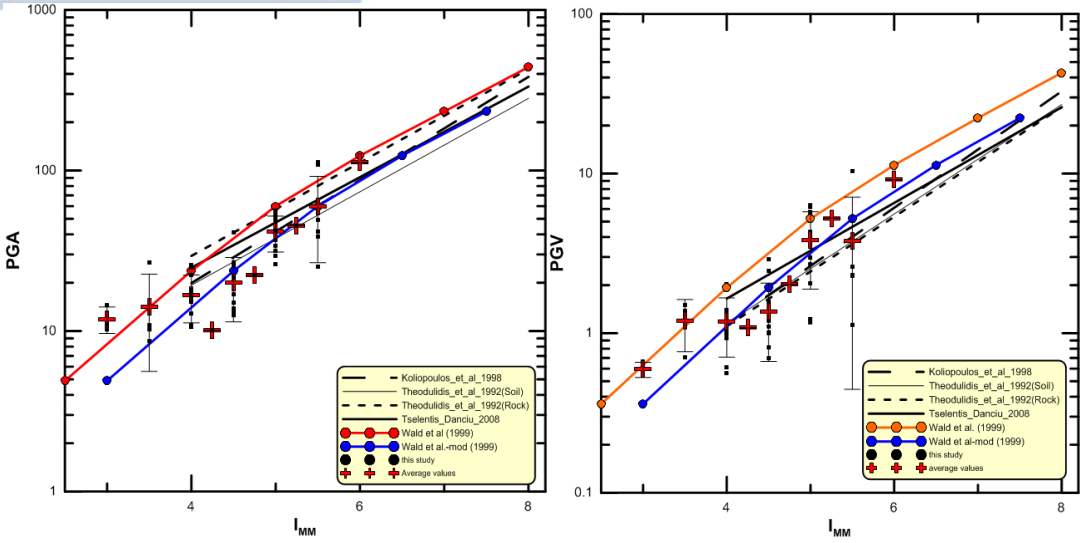
$$I_{MMI_{56}} = I_{MM}^{Greek} - 0.5 \quad 5.3$$

Στο Σχήμα 5.3, παρουσιάζονται οι εμπειρικές σχέσεις μεταξύ της μακροσεισμικής έντασης και των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων και ταχυτήτων (PGA και PGV), που προτείνονται για τον Ελληνικό χώρο, καθώς επίσης και όλα τα διαθέσιμα δεδομένα που αντιστοιχούν σε σεισμούς ενδιαμέσου βάθους που έχουν μακροσεισμικές εντάσεις, αλλά και μέγιστες εδαφικές επιταχύνεις και ταχύτητες (μαύρες κουκίδες) Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι για διαστήματα εύρους 0.5 μακροσεισμικής έντασης (κόκκινοι σταυροί) καθώς και τα αντίστοιχα error bars (±1 τυπική απόκλιση). Στο πλαίσιο της διατριβής αναζητήθηκαν οι διαθέσιμες μακροσεισμικές εντάσεις που καταγράφηκαν σε αποστάσεις d<30km από τους σεισμολογικούς σταθμούς (επιταχυνσιογράφους και σεισμογράφους) έτσι ώστε να υπάρχουν ενόργανες σεισμικές καταγραφές και διαθέσιμες τιμές PGA και PGV (Σχήμα 5.4). Εκτός από την εξέταση των αποστάσεων μεταξύ των σημείων των ενόργανων καταγραφών και των διαθέσιμων μακροσεισμικών εντάσεων για κάθε σεισμό χρησιμοποιήθηκαν οι μακροσεισμικές εντάσεις που βρίσκονταν σε ίδιους εδαφικούς σχηματισμούς με το σταθμό καταγραφής έτσι ώστε να υπάρχει καλή συσχέτιση των ενόργανων καταγραφών, που συνήθως τοποθετούνται σε βραχώδεις σχηματισμούς, και των μακροσεισμικών δεδομένων.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Στο Παράρτημα 6 (Πίνακες 1 και 2) παρουσιάζονται τα παραπάνω δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

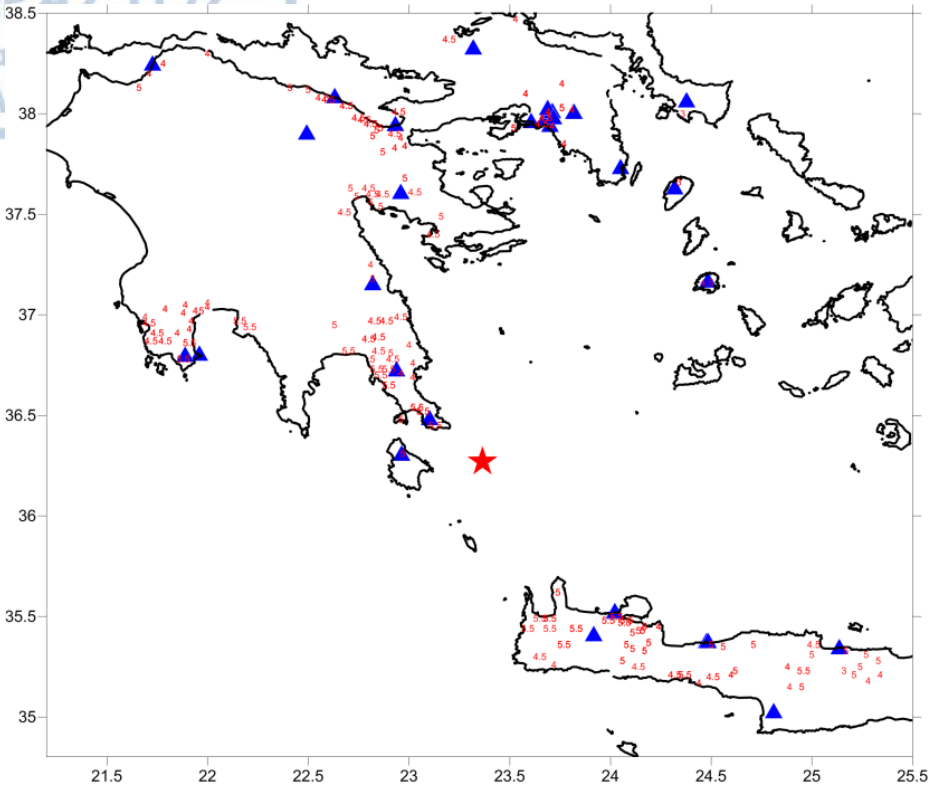


Σχήμα 5.3 *Εμπειρικές σχέσεις μεταξύ της μακροσεισμικής έντασης και των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων και ταχυτήτων(PGA/PGV). Οι μαύρες κουκκίδες αντιπροσωπεύουν τα διαθέσιμα δεδομένα που συλλέχθηκαν και αφορούν τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους. Οι μεσοί όροι (κόκκινοι σταυροί) υπολογίστηκαν για βήμα 0.5 MMI. Οι τιμές και στα δυο σχήματα (PGA/PGV) φαίνεται να ταιριάζουν καλύτερα με τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al. (1999).*

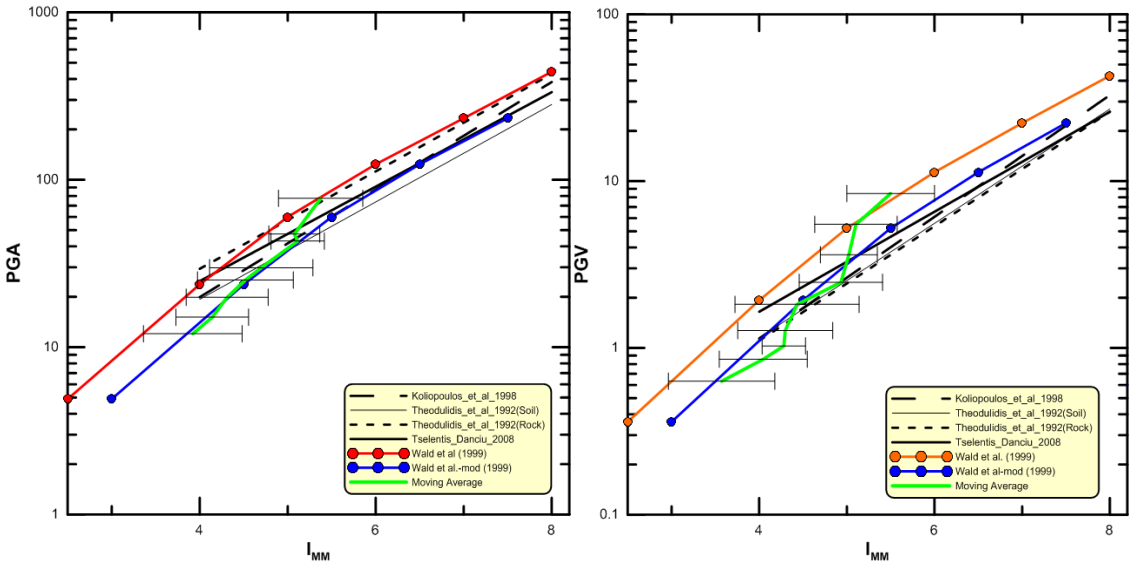
Η τροποποιημένη σχέση του Wald et al (1999) φαίνεται να παρακολουθεί καλύτερα τα σημεία που εκφράζουν τη συσχέτιση μεταξύ των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων και ταχυτήτων (PGA και PGV) και της μακροσεισμικής έντασης για σεισμούς ενδιαμέσου βάθους (Σχήμα 5.3). Η ίδια εικόνα αναδεικνύεται και στο Σχήμα 5.5, όπου γίνεται χρήση της τεχνικής του κινούμενου μέσου όρου για σταθερά διαστήματα τιμών PGA και PGV. Απόκλιση των δεδομένων παρατηρείται στις τιμές των εντάσεων μεγαλύτερες από 5 MMI το οποίο, μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη επαρκούς αριθμού παρατηρήσεων ή και στις μεγάλες τιμές των PGA και PGV που καταγράφηκαν στους σταθμούς KYT1 και ANS1 από τον σεισμό των Κυθήρων.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α



Σχήμα 5.4 *Χάρτης τιμών μακροσεισμικών εντάσεων (αναγράφονται με κόκκινο χρώμα) από το σεισμό των Κυθήρων (08/01/06 M6.7, βάθος=67km) που βρίσκονται σε απόσταση <30Km από τους σεισμολογικούς σταθμούς (μπλε τρίγωνα). Το επίκεντρο του σεισμού συμβολίζεται με το κόκκινο αστέρι.*



Σχήμα 5.5 *Εμπειρικές σχέσεις μεταξύ των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων και ταχυτήτων (PGA/PGV) και της μακροσεισμικής έντασης. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στον κινούμενο μέσο όρο των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, η οποία δείχνει να παρακολουθεί καλύτερα τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al (1999).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Οι τελικές σχέσεις που προκύπτουν από τα Σχήματα 5.3 και 5.5, και προτείνονται για τη μετατροπή των PGA και PGV σε μακροσεισμικές εντάσεις για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου είναι οι:

$$\boldsymbol{I_{MM}} = \begin{cases} 2.10 * log10(PGV) + 3.90, \gamma\iota\alpha\ \mathbf{3} \leq \boldsymbol{I_{MM}} < \mathbf{5.5} \\ 3.47 * log10(PGV) + 2.85, \gamma\iota\alpha\ \boldsymbol{if}\ \ \boldsymbol{I_{MM}} \geq \mathbf{5.5} \end{cases} \qquad \mathbf{5.4}$$

$$\boldsymbol{I_{MM}} = \begin{cases} 2.20 * log10(PGA) + 1.5, \gamma\iota\alpha\ \boldsymbol{if}\ \mathbf{3} \leq \boldsymbol{I_{MM}} < \mathbf{5.5} \\ 3.66 * log10(PGA) - 1.16, \gamma\iota\alpha\ \boldsymbol{if}\ \ \boldsymbol{I_{MM}} \geq \mathbf{5.5} \end{cases} \qquad \mathbf{5.5}$$

5.4. Συσχέτιση Τοπικών Εδαφικών Συνθηκών με την Τοπογραφική Κλίση

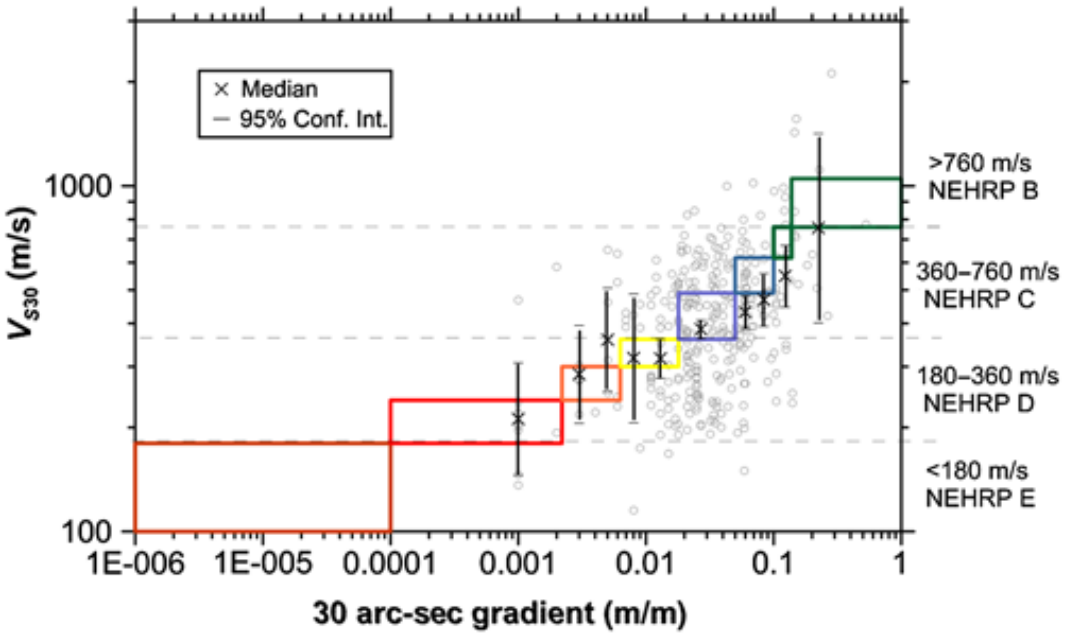
Η προσομοίωση των σεισμικών κινήσεων προϋποθέτει την καλή γνώση των τοπικών εδαφικών συνθηκών. Οι τοπικές εδαφικές συνθήκες των σταθμών καταγραφής (σεισμομέτρων, επιταχυνσιογράφων), είναι συνήθως γνωστές από την αρχή της εγκατάστασης τους. Για αυτό το λόγο, η επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών στην ισχυρή σεισμική κίνηση χρησιμοποιείται κατά την προσομοίωση στις ίδιες θέσεις καταγραφής. Το μεγάλύτερο πρόβλημα αφορά τους ιστορικούς σεισμούς και τις θέσεις παρατήρησης των μακροσεισμικών εντάσεων, για τις τοπικές εδαφικές συνθήκες των οποίων δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες.

Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία που πρότειναν οι *Wald and Allen* (2007) και προσάρμοσαν οι *Stewart et al.* (2014) για τον Ελληνικό χώρο. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές χρησιμοποίησαν δεδομένα απο διάφορες τεκτονικά ενεργές περιοχές (Καλιφόρνια, Ταϊβάν, Αυστραλία και Ιταλία) και βρήκαν καλή συσχέτιση της τοπογραφικής κλίσης με τις τιμές των Vs30 (της μέσης ταχύτητας των εγκαρσίων κυμάτων στο επιφανειακό στρώμα πάχους 30 μέτρων). Επιπλέον έγινε και ο αντίστοιχος συσχετισμός για τις τεκτονικά πιο «ήρεμες» περιοχές (Μέμφις, Αυστραλία). Η τοπογραφική κλίση (slope), υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (SRTM30) το οποίο θεωρείται μια ανανεωμένη έκδοση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (GTOPO30) με διακριτική ικανότητα 30 arcsec, που αντιστοιχούν σε ~900m σε οριζόντια

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

απόσταση στο έδαφος. Στο Σχήμα 5.6 φαίνεται η κατανομή των Vs30 του Ελληνικού Χώρου, σε σχέση με τις κλίσεις της τοπογραφίας (από το ψηφιακό μοντέλο SRTM30), όπου επαληθεύεται η καλή συσχέτιση των δεδομένων και για τον Ελληνικό χώρο (*Stewart et al.*, 2014).



Σχήμα 5.6 *Κατανομή των Vs30 του Ελληνικού Χώρου σε σχέση με τις κλίσεις της τοπογραφίας (από το ψηφιακό μοντέλο SRTM30)(Stewart et al., 2014). Τα χρωματιστά πολύγωνα αντιστοιχούν στα διαστήματα τιμών των κλίσεων του εδάφους όπως φαίνονται στον* Πίνακα 5.1.*(Wald and Allen, 2007)*

Στην παρούσα εργασία επίσης χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (SRTM30) για τον Ελληνικό χώρο και υπολογίστηκαν οι κλίσεις της βαθμίδας του εδάφους. Στην συνέχεια υπολογίστηκαν οι τιμές Vs30 και κατ επέκταση οι κατηγορίες εδάφους όπως προτείνονται από τον Πίνακα 5.1 για ενεργά τεκτονικές περιοχές, όπως χαρακτηρίζεται και ο Ελληνικός χώρος. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν στις θέσεις των μακροσεισμικών εντάσεων και ανάλογα με την κατηγοριοποίηση του εδάφους, χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση για κάθε θέση της μακροσεισμικής έντασης, οι φασματικές ενισχύσεις (π.χ. *Klimis et al.*, 1999) που προτείνονται στο προηγούμενο Κεφάλαιο. Το Σχήμα 5.7 δείχνει τις αντιπροσωπευτικές τιμές των Vs30 για τον Ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές.

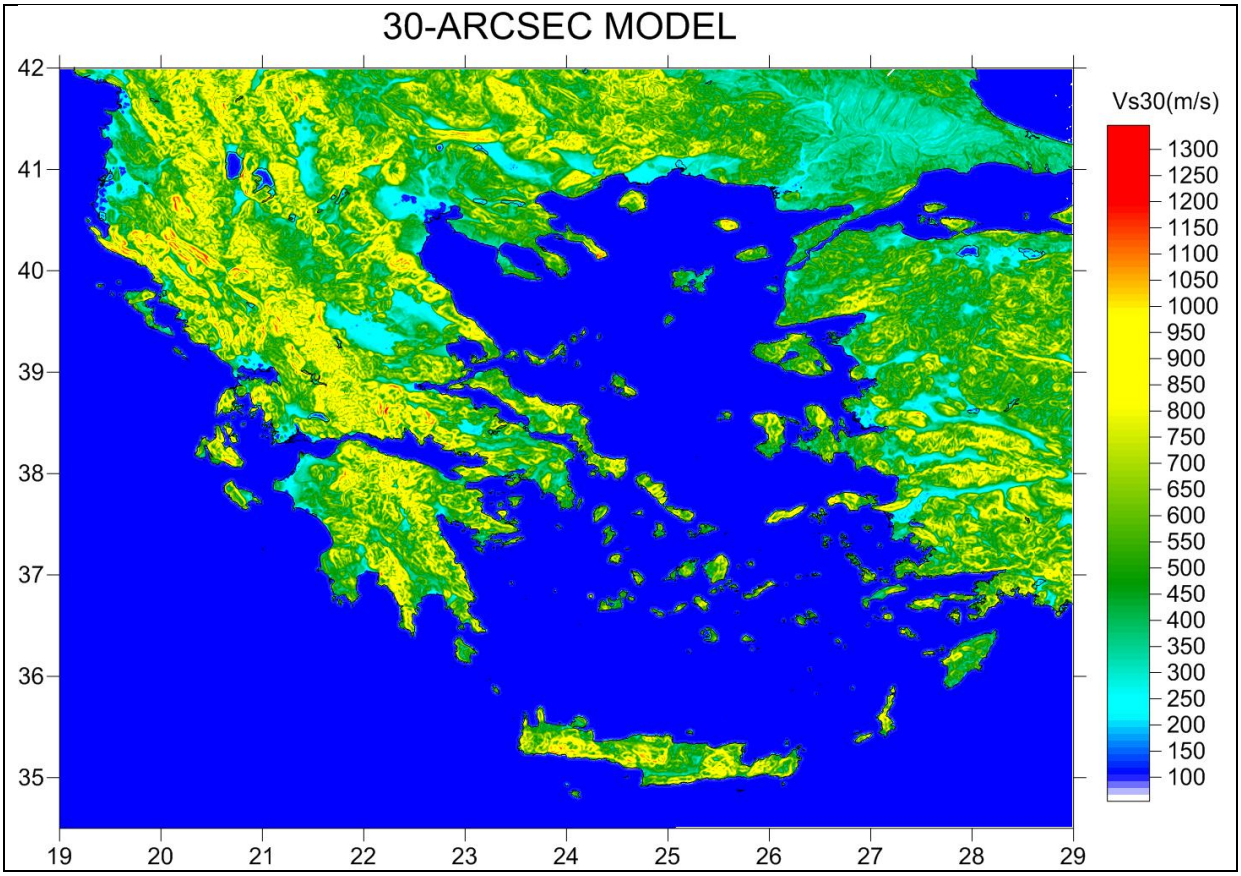
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Πίνακας 5.1 *Διαστήματα τιμών κλίσεων της τοπογραφίας του εδάφους που αντιστοιχούν σε διαστήματα τιμών Vs30 κατά NEHRP* (*Wald and Allen*, 2007).

Summary of Slope Ranges for NEHRP V_S^{30} Categories

Class	V_S^{30} Range (m/sec)	Slope Range (m/m)	
		Active Tectonic	Stable Continent
E	<180	<1.0E−4	<2.0E−5
D	180–240	1.0E−4–2.2E−3	2.0E−5–2.0E−3
	240–300	2.2E−3–6.3E−3	2.0E−3–4.0E−3
	300–360	6.3E−3–0.018	4.0E−3–7.2E−3
C	360–490	0.018–0.050	7.2E−3–0.013
	490–620	0.050–0.10	0.013–0.018
	620–760	0.10–0.138	0.018–0.025
B	>760	>0.138	>0.025



Σχήμα 5.7 *Αντιπροσωπευτικές τιμές των ταχυτήτων Vs30 για τον Ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές με βάση την επιφανειακή τοπογραφία.*

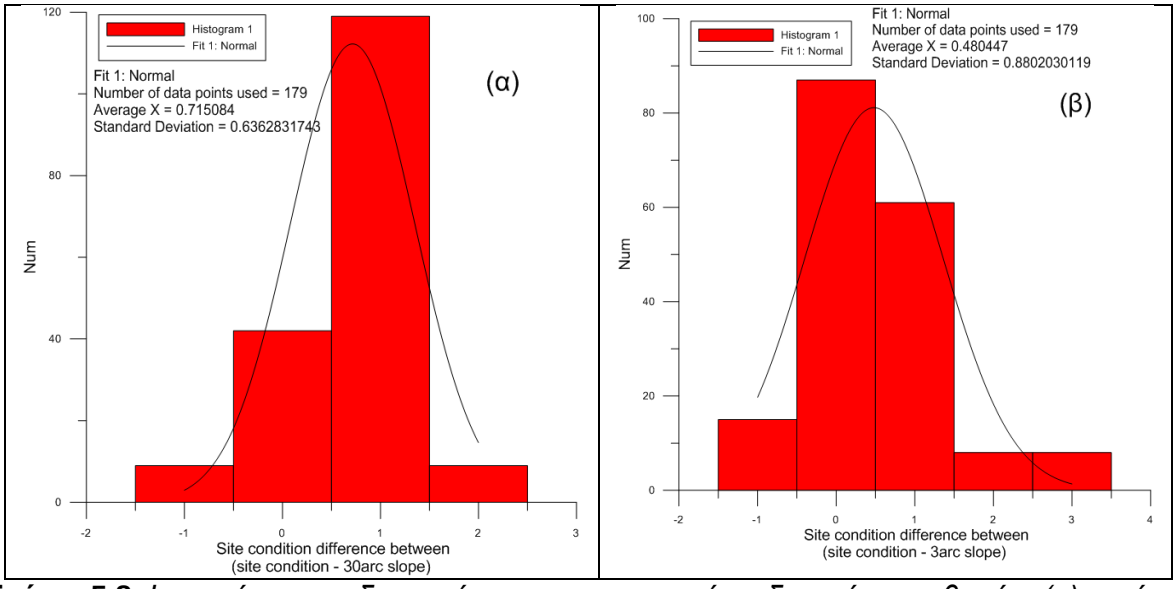
Εκτός από την χρησιμοποίηση του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (SRTM30) στην αποτίμηση της επίδρασης των τοπικών εδαφικών συνθηκών πραγματοποιήθηκε και σύγκριση αυτού του μοντέλου με το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (SRTM3) το οποίο έχει διακριτική ικανότητα 3arcsec, που αντιστοιχούν σε ~90m σε οριζόντια απόσταση στο έδαφος. Η σύγκριση πραγματοποιήθηκε βρίσκοντας τις διαφορές των εδαφικών συνθηκών

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

σε κάθε σταθμό που προκύπτουν με τα συγκεκριμένα μοντέλα (SRTM3, SRTM30) από τις πραγματικές εδαφικές συνθήκες που έχουν αναγνωριστεί κατά την εγκατάσταση του κάθε σταθμού (Παράρτημα 3). Οι τιμές 0,1 και 2 αντιστοιχούν σε εδαφικές συνθήκες A/B, C και D, αντίστοιχα, κατά NEHRP (1994) και κατά UBC (1997).

Ένα παράδειγμα της διαδικασίας που ακολουθήθηκε δίνεται για το σταθμό ANID. Ο σταθμός αυτός κατά την εγκατάσταση του και από τα διαθέσιμα γεωλογικά δεδομένα, χαρακτηρίστηκε ότι ανήκει σε κατηγορία εδαφικών συνθηκών 0 ή B/A. Με την χρήση των μοντέλων SRTM3, SRTM30 και από τις κλίσεις της βαθμίδας κάθε μοντέλου, καθορίστηκαν τοπικές εδαφικές συνθήκες κατηγορίας 1 (ή C) και 2 (ή D), αντίστοιχα. Άρα οι διαφορές από τον αρχικό χαρακτηρισμό είναι 1 (=1-0) και 2 (=2-0). Η διαδικασία επαναλήφθηκε για τους 179 σταθμούς για τους οποίους υπήρχαν διαθέσιμοι χαρακτηρισμοί για τις εδαφικές τους συνθήκες. Από τα ιστογράμματα των διαφορών (Σχήμα 5.8) φαίνεται ότι τα αποτελέσματα του μοντέλου SRTM3 παρουσιάζουν καλύτερη προσέγγιση προς τον αρχικό χαρακτηρισμό των εδαφικών συνθηκών αφού για περισσότερους από 80 σταθμούς υπολογίστηκαν ίδιες εδαφικές συνθήκες με τον αρχικό χαρακτηρισμό κατά την εγκατάσταση των σταθμών. Αντίθετα, με τη χρήση του SRTM30 ίδιες εδαφικές συνθήκες με τον αρχικό χαρακτηρισμό υπολογίζονται σε λιγότερες από 50 περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά, στην στοχαστική προσομοίωση ιστορικών σεισμών χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο SRTM30 λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεών του σε υπολογιστική ισχύ και του μικρότερου χρόνου που απαιτεί για τον υπολογισμό της επίδρασης των εδαφικών συνθηκών σε κάθε θέση μακροσεισμικής έντασης.



Σχήμα 5.8 *Ιστογράμματα διαφορών των πραγματικών εδαφικών συνθηκών (α) από το μοντέλο SRTM30 και (β) από το μοντέλο SRTM3.*

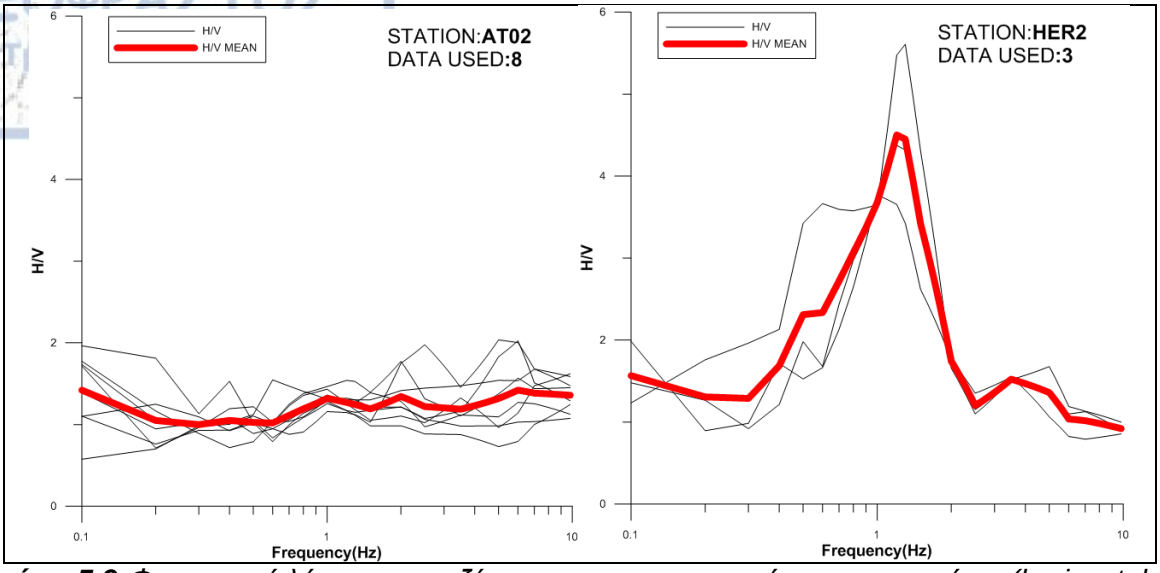
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Ο καθορισμός των τοπικών εδαφικών συνθηκών, εκτός από την μέθοδο που αναλύθηκε πιο πάνω, μπορεί να πραγματοποιηθεί έμμεσα, χρησιμοποιώντας την μέθοδο του φασματικού λόγου της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής κίνησης (Horizontal to Vertical Spectral Ratios ή HVSR). Η μεθοδολογία αυτή δεν επιτρέπει τον άμεσο χαρακτηρισμό των τοπικών εδαφικών συνθηκών, αλλά όμως διευκολύνει την εξαγωγή βελτιωμένων συμπερασμάτων που αφορούν τον χαρακτηρισμό μιας θέσης. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ύπαρξη ενός απλού γεωλογικού μοντέλου π.χ. ιζημάτων πάνω από βραχώδη ημιχώρο, με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, όπου η χρήση του φασματικού λόγου συνήθως παρουσιάζει ένα μέγιστο που αντιστοιχεί στην θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα (f_0). Επομένως αν ένα επιφανειακό στρώμα επικάθεται πάνω σε ένα πιο σκληρό υπόβαθρο, από την μέθοδο αυτή θα προκύψει μια θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα (f_0) και ένα πλάτος ενίσχυσης της εδαφικής σεισμικής κίνησης (A_0). Αν όμως η μέτρηση βρίσκεται πάνω σε βράχο ή αν δεν υπάρχει μεγάλη αντίθεση μεταξύ των δυο στρωμάτων τότε ο φασματικός λόγος θα είναι σχεδόν επίπεδος σε όλες τις συχνότητες. Στην παρούσα εργασία, αν και έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των φασματικών λόγων της ορίζοντας προς την κατακόρυφη συνιστώσα, στην μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης δεν προέκυψαν αξιόπιστα αποτελέσματα, με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιηθεί ο λόγος H/V στις φασματικές ενισχύσεις του κώδικα EXSIM. Οι φασματικοί λόγοι που προέκυψαν χρησιμοποιώντας την μέθοδο (HVSR) για όλους τους διαθέσιμους σταθμούς για τους οποίους υπήρχαν δεδομένα παρουσιάζονται στο Παράρτημα 7. Στο *Σχήμα 5.9* φαίνονται οι μέσοι φασματικοί λόγοι που υπολογίστηκαν με την μέθοδο (HVSR) για δυο σταθμούς (AT02 και HER2) χρησιμοποιώντας 8 και 3 φασματικούς λόγους αντίστοιχα από σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου. Οι μαύρες γραμμές προκύπτουν από την μέθοδο (HVSR) για τις καταγραφές ενός σεισμού σε κάθε ένα σταθμό ενώ με την κόκκινη γραμμή υλοποιείται από τους μέσους όρους των φασματικών λόγων ενός σταθμού από διάφορους σεισμούς.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.9 *Φασματικοί λόγοι της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (horizontal to Vertical Spectral Ratio HVSR) σε δυο σταθμούς(AT02 και HER2).Οι μαύρες γραμμές αντιστοιχούν στους φασματικούς λόγους (που προέκυψαν με την μέθοδο HVSR) των σταθμών από δεδομένα διαφορετικών σεισμών ενώ με κόκκινη γραμμή είναι ο μέσος όρος των λόγων των φασμάτων.*

5.5.Προσομοιώσεις Ιστορικών Σεισμών

5.5.1. Εισαγωγή

Η στοχαστική προσομοίωση των εδαφικών κινήσεων των σεισμών έχει ήδη εφαρμοστεί με επιτυχία για διάφορες περιοχές τόσο του Ελληνικού χώρου (π.χ. *Margaris and Boore*, 1998; *Roumelioti et al.*, 2000; *Roumelioti et al.*, 2004b; *Skarlatoudis and Margaris*, 2006; *Boore et al.*, 2009) όσο και διεθνώς (π.χ. *Castro et al.*, 2001; *Roumelioti and Kiratzi*, 2002; *Arrigo et al.*, 2006; *Motazedian*, 2006; *Moustafa and Takenaka*, 2009; *Boore et al.*, 2010; *Chopra et al.*, 2010; *Ugurhan and Askan*, 2010; *Ameri et al.*, 2011; *Khalil*, 2013; *Yazdani and Kowsari*, 2013). Αρχικά οι *Margaris and Boore* (1998) υπολόγισαν τη μέση παράμετρο τάσης, Δσ την οποία βρήκαν ίση με ~53bars, καθώς και τον παράγοντα απόσβεσης κ_0 αφού πρώτα χρησιμοποίησαν τα φάσματα απόκρισης μεγάλων επιφανειακών σεισμών του Ελληνικού χώρου συγκρίνοντας στην συνέχεια τα πραγματικά φάσματα με τα συνθετικά, από όπου και προέκυψε ικανοποιητική συμφωνία. Οι *Roumelioti et al.* (2000) χρησιμοποίησαν τη στοχαστική μέθοδο για πηγές πεπερασμένων διαστάσεων στον επιφανειακό σεισμό που εκδηλώθηκε στην Κοζάνη (13 Μαΐου 1995, M=6.6) με ικανοποιητικά αποτελέσματα από την προσομοίωση ενώ οι ίδιοι ερευνητές (*Roumelioti et al.*, 2004b) προσομοίωσαν τον σεισμό της Αθήνας (7 Σεπτεμβρίου, M=5.9) χρησιμοποιώντας τον φασματικό λόγο της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (H/V ratio) και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

συγκρίνοντας τις πραγματικές με τις συνθετικές σεισμικές καταγραφές έδειξαν εξίσου ικανοποιητική συμφωνία. Οι Benetatos and Kiratzi (2004) εφάρμοσαν με επιτυχία την μέθοδο των Beresnev and Atkinson (1997) για την στοχαστική προσομοίωση ενός σεισμού ενδιαμέσου βάθους στην Κάρπαθο (22/01/2002, M=6.1, h=91Km), για τον οποίο τα φάσματα Fourier των πραγματικών δεδομένων είναι σε καλή συμφωνία με τα συνθετικά.

Η στοχαστική προσομοίωση ιστορικών σεισμών και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις μακροσεισμικές εντάσεις πραγματοποιήθηκε σε διάφορες εργασίες (π.χ. *Theodulidis et al.*, 2006; *Kiratzi et al.*, 2015; *Papazachos et al.*, 2015) με εξίσου καλά αποτελέσματα. Οι *Papazachos et al.* (2015) προσομοίωσαν τους σεισμούς των Σοφάδων (1954, M=7.0) και του Βελεστίνου (1957, M= 6.8), χρησιμοποιώντας τις συνθετικές σεισμικές κινήσεις, οι οποίες μετατράπηκαν κατάλληλα σε μακροσεισμικές εντάσεις (τροποποιημένη κλίμακα Mercalli, I_{MM}), ενσωματώνοντας και την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών μέσω της τοπικής γεωλογίας. Για τις προσομοιώσεις χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη στοχαστική μέθοδος ρήγματος πεπερασμένων διαστάσεων (χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο EXSIM όπως προτάθηκε από τους Motazedian and Atkinson, 2005), προκειμένου να αναπαραχθεί η κατανομή των βλαβών και των δύο σεισμών. Τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ερευνητών από την στοχαστική προσομοίωση είναι σε πολύ καλή συμφωνία με τις μακροσεισμικές εντάσεις που παρατηρήθηκαν και από τους δύο σεισμούς.

Η μέθοδος της στοχαστικής προσομοίωσης με το μοντέλο πεπερασμένων διαστάσεων εφαρμόστηκε για την προσομοίωση τεσσάρων σημαντικών ιστορικών σεισμών ενδιαμέσου βάθους για τους οποίους μόνο μακροσεισμικές εντάσεις ήταν διαθέσιμες. Οι προσομοιώσεις των σεισμών αυτών παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο.

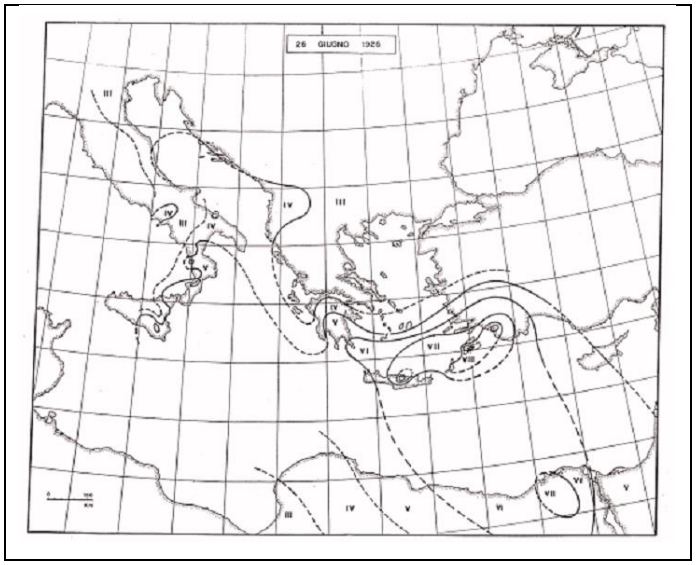
5.5.2. Σεισμός Ρόδου (26 Ιουνίου 1926, M=8.0)

Ένας από τους μεγαλύτερους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους που καταγράφηκε στον Ελληνικό χώρο, είναι ο σεισμός του 1926 στην Ρόδο, με μέγεθος M=8.0. Οι μεγαλύτερες ζημίες από αυτό το σεισμό έγιναν στον Αρχάγγελο της Ρόδου, με τις τιμές της μακροσεισμικής έντασης να φτάνουν σε I_{MM}=XI. Στο χωριό αυτό κατέρρευσαν 600 σπίτια, σκοτώθηκαν 6 άτομα και τραυματίστηκαν δεκάδες. Σημαντικές ζημιές έγιναν και στα διπλανά νησιά και συγκεκριμένα στην Κάρπαθο, το Καστελόριζο, την Κω και στο Ηράκλειο της Κρήτης έγινε κατάρρευση πολλών σπιτιών και σημειώθηκαν πολλοί τραυματισμοί ανθρώπων. Εκτεταμένες ζημίες και καταρρεύσεις σπιτιών παρουσιάστηκαν και στις ακτές την Μικράς Ασίας, στην Αλεξάνδρεια, ενώ στο Κάιρο έχασαν την ζωή τους 8 άνθρωποι. Αισθητός έγινε στα Χανιά, στο Ρέθυμνο,

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

στην Αργυρούπολη, στην Σητεία, στα Ανώγεια, στο Λούξορ της Κάτω Αιγύπτου, στην Παλαιστίνη, στην Κύπρο, στο μεγαλύτερο μέρος της Μικράς Ασίας, στη νότια Ιταλία, στην Αλβανία και στην Κυρηναϊκή. Σημαντική είναι η προσεισμική ακολουθία που προηγήθηκε του κύριου σεισμού, με αποτέλεσμα να φύγουν και να σωθούν πολλά άτομα πριν από το σεισμό (*Papazachos and Papazachou*, 2003). Ισόσειστες του σεισμού από τους *Margottini and Margottini, (1982)*, φαίνονται στο Σχήμα 5.10. Η μέγιστη μακροσεισμική ένταση παρουσιάζεται στην περιοχή Αρχάγγελος της Ρόδου (XI), ενώ μεγάλες εντάσεις κατανέμονται στην ανατολική Κρήτη και στις ακτές της δυτικής Τουρκίας. Χαρακτηριστικό των ισόσειστων καμπύλων του σεισμού αυτού είναι οι μικρές τιμές της μακροσεισμικής έντασης που παρατηρούνται στις οπισθότοξες περιοχές, σε σχέση με τις μεγαλύτερες τιμές που κατανέμονται στην περιοχή π.χ. της Πελοποννήσου, κάτι που επαληθεύει το μεγάλο βάθος του σεισμού, λόγω και της ύπαρξης της ζώνης απόσβεσης κάτω από το ηφαιστειακό τόξο.



Σχήμα 5.10 *Ισόσειστες καμπύλες του σεισμού της Ρόδου στις 26 Ιουλίου 1926 (Margottini and Margottini, 1982).*

Για την στοχαστική προσομοίωση με τον κώδικα EXSIM, χρησιμοποιήθηκε η διεύθυνση ~Α-Δ του ρήγματος οριζόντιας μετατόπισης, όπως φαίνεται από τους μηχανισμούς γένεσης των ενδιαμέσου βάθους σεισμών για την περιοχή της Ρόδου. Ο μέσος μηχανισμός γένεσης του σεισμού που προτείνεται (*Kkallas et al.*, 2013), δείχνει ότι η διεύθυνση των ρηγμάτων μπορεί να είναι ή Α-Δ ή Β-Ν. Σαφής εικόνα δεν υπάρχει για το ποιο από τα δυο ορικά επίπεδα του μηχανισμού γένεσης είναι το επίπεδο του ρήγματος (Σχήμα 5.11) αλλά μετά από εφαρμογή της στοχαστικής προσομοίωσης χρησιμοποιώντας ξεχωριστά και τα δυο ορικά επίπεδα και τελικά επιλέχθηκε το ορικό επίπεδο που κλίνει προς το Νότο λόγω των καλύτερων αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

Οι διαστάσεις του ρήγματος που προκύπτουν από τις σχέσεις **4.24** και **4.25**, είναι 90**x**140Km, ενώ οι διαστάσεις των υποπεριοχών καθορίστηκαν με βάση την σχέση **4.23** σε

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

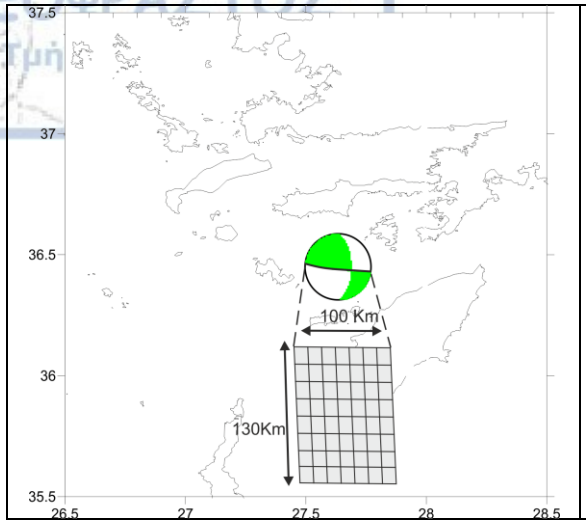
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

15**x**15km. Η παράμετρος τάσης που υπολογίστηκε κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 700-900bars και υιοθετήθηκε η μέση τιμή 800bars, χρησιμοποιώντας την εξάρτηση της παραμέτρου τάσης με το μέγεθος (Σχήμα 4.28).

Οι αναμενόμενες σεισμικές κινήσεις αρχικά υπολογίστηκαν στις συντεταγμένες των μακροσεισμικών δεδομένων για την κατηγορία εδάφους A/B, χωρίς την χρήση εδαφικών φασματικών ενισχύσεων. Η μετατροπή των μέγιστων εδαφικών επιταχύνσεων σε μακροσεισμικές εντάσεις πραγματοποιήθηκε με τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al (1999) (εξισώσεις 5.4 και 5.5). Στην συνέχεια οι αναμενόμενες σεισμικές κινήσεις, επαναϋπολογίστηκαν με τη χρήση εδαφικών φασματικών ενισχύσεων χρησιμοποιώντας την κατηγοριοποίηση του εδάφους από τις κλίσεις της τοπογραφίας (Σχήμα 5.6). Τέλος τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τις σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους. Στο Σχήμα 5.12 φαίνεται η κατανομή των τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων με την υποκεντρική απόσταση. Στο ίδιο σχήμα διακρίνονται και οι μικρές τιμές των εντάσεων κυρίως λόγω της απόσβεσης (γκρίζα περιοχή) στην οποία παρατηρείται καλή συσχέτιση μεταξύ των παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων και των μακροσεισμικών εντάσεων που προκύπτουν από τις άλλες μεθοδολογίες. Στο Σχήμα 5.13 συγκρίνονται οι παρατηρημένες μακροσεισμικές εντάσεις (Iobs) με τις τιμές των εντάσεων από τις άλλες μεθοδολογίες που προαναφέρθηκαν. Σαφής εικόνα για την βέλτιστη μεθοδολογία μεταξύ των τριών μεθοδολογιών δεν υπάρχει, αλλά και στις τρεις μεθοδολογίες υπάρχει καλή συμφωνία των πραγματικών δεδομένων με τα συνθετικά. Αυτό που παρατηρείται στο ίδιο σχήμα είναι οι μέσοι όροι των δεδομένων (στικτές γραμμές) οι οποίοι είναι πολύ κοντά στη διχοτόμο με τον μέσο όρο των δεδομένων της στοχαστικής προσομοίωσης για κατηγορία εδάφους που προκύπτει από τις κλίσεις της τοπογραφίας (γαλάζια στικτή γραμμή) καθώς και οι τιμές που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) να προσεγγίζουν λίγο καλύτερα την διχοτόμο. Στο Σχήμα 5.14 παρουσιάζονται οι χάρτες των παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων, οι συνθετικές τιμές που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) και τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al (1999), οι συνθετικές τιμές από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM), με κατηγορία εδάφους A/B (βράχο) και για κατηγορία εδάφους που προκύπτει από τις κλίσεις της τοπογραφίας. Από την σύγκριση και των τεσσάρων χαρτών φαίνεται να υπάρχει καλή συμφωνία μεταξύ τους.

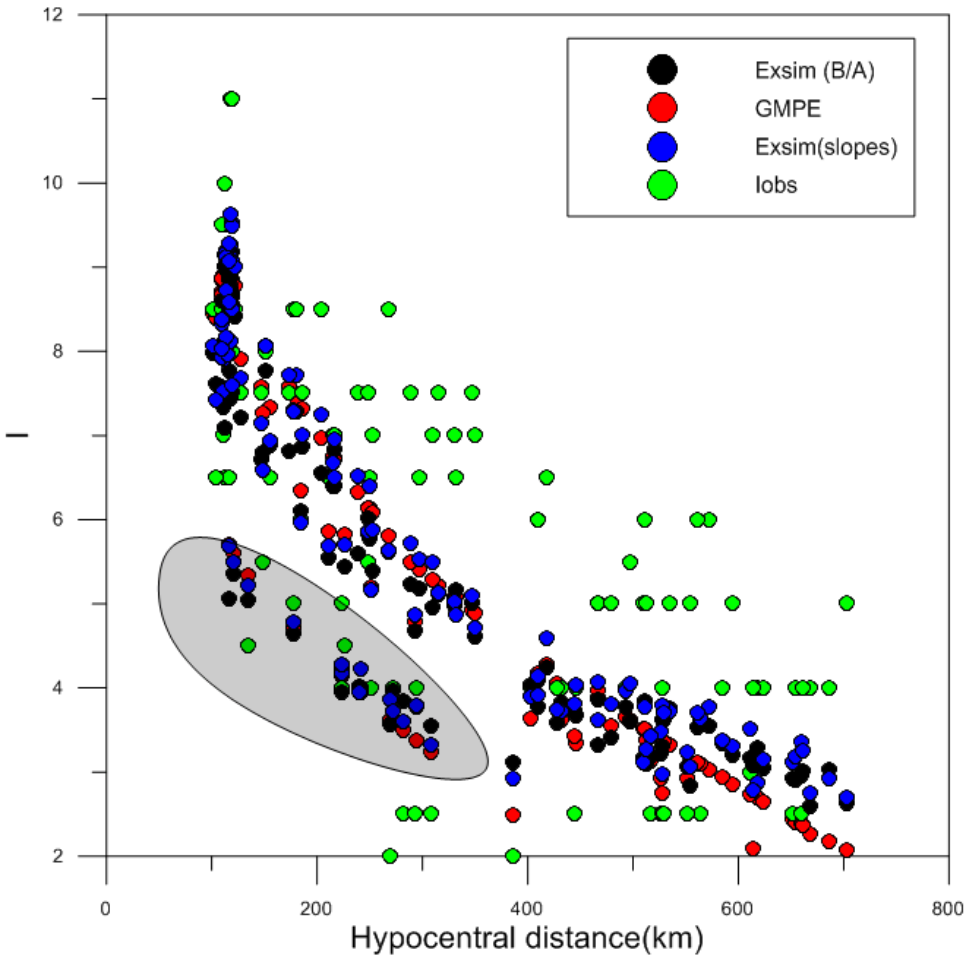
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



Strike	267o	**Subfaults**	8x7
Dip	34o	**d_L**	15 km
L	100km	**d_w**	15 km
w	130km	**Stress drop**	800bars
M_w	7.7	**beta**	4.53 km/sec
V_{rup}	0.8	**kappa**	0.055

Σχήμα 5.11 *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού της Ρόδου και το ορικό επίπεδό που χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση (Kkallas et al., 2013). Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται οι κυριότερες παραμέτροι που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

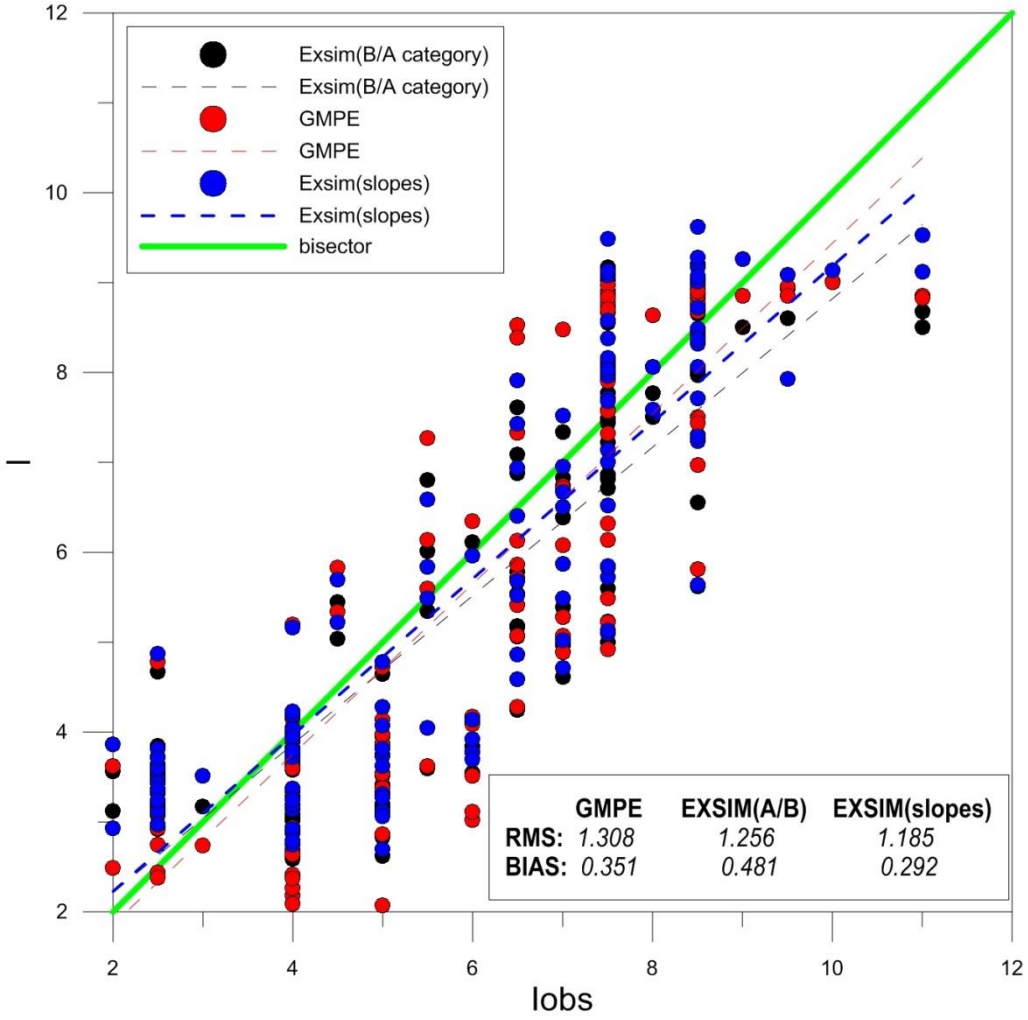


Σχήμα 5.12 *Κατανομή τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων με την υποκεντρική απόσταση Οι πράσινοι κύκλοι αντιστοιχούν στα αρχικά δεδομένα, οι κόκκινοι κύκλοι στις εντάσεις που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

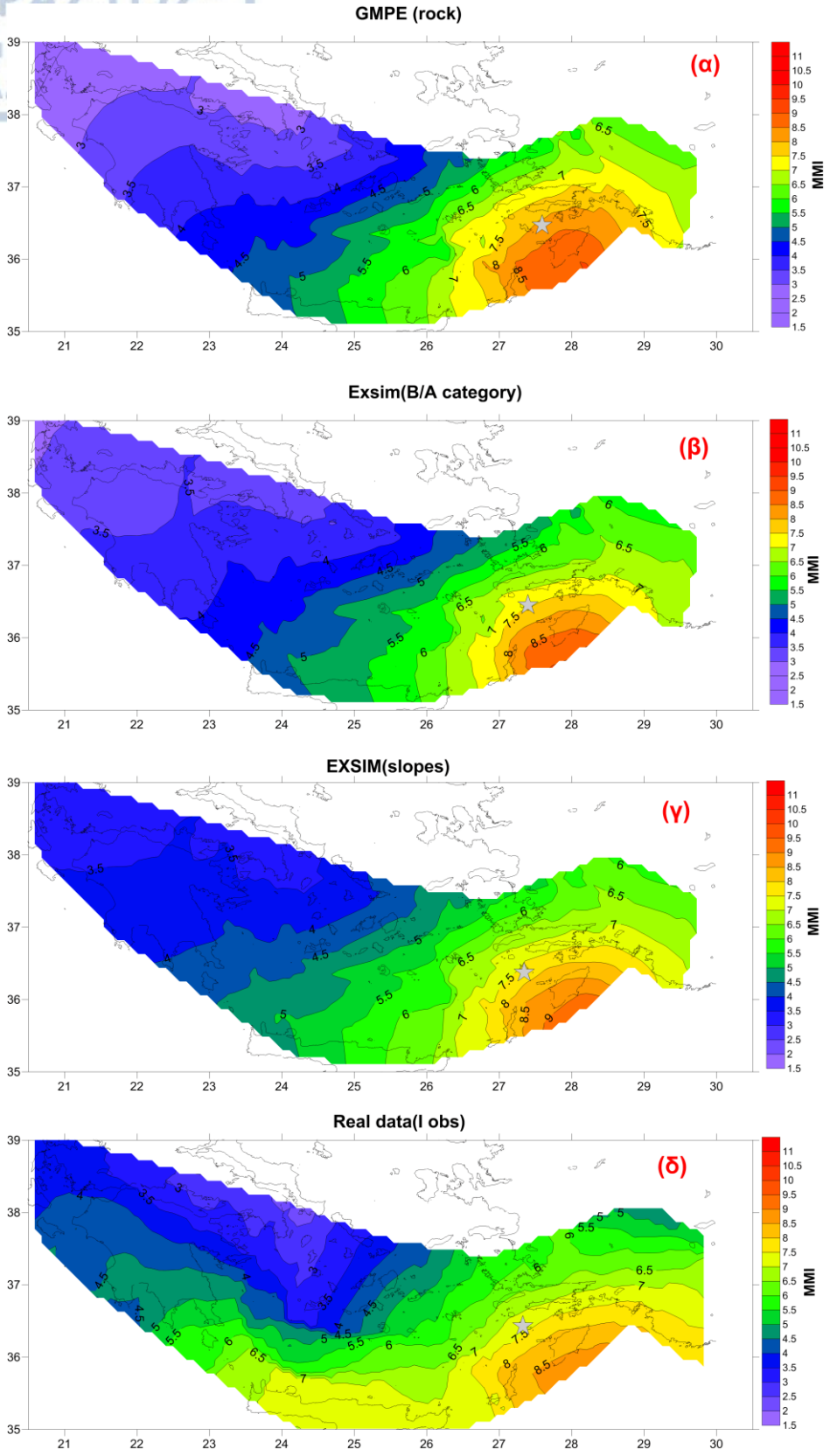
(2013) και τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al. (1999) και με μάυρο και μπλε χρώμα είναι οι εντάσεις που προέκυψαν από τη στοχαστική προσομοίωση (EXSIM), για βράχο A/B και για κατηγορία εδάφους που προκύπτει από τις κλίσεις της τοπογραφίας, αντίστοιχα. Η γραμμοσκιασμένη περιοχή περιλαμβάνει τις τιμές της έντασης των σημείων που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή και δέχονται μεγαλύτερη απόσβεση.



Σχήμα 5.13 *Σύγκριση των πραγματικών μακροσεισμικών εντάσεων (Iobs) με τις τιμές των εντάσεων από τις άλλες μεθοδολογίες (I). Η συνεχής γραμμή με πράσινο χρώμα είναι η διχοτόμος. Οι στικτές γραμμές είναι η προσέγγιση στα δεδομένα με την εφαρμογή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων πάνω στις μακροσεισμικές εντάσεις που προκύπτουν από κάθε μεθοδολογία.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α



Σχήμα 5.14 *Χάρτης συνθετικών τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που προκύπτουν α) από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013), β) χρησιμοποιώντας την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) για κατηγορία εδάφους A/B (βράχο) και γ) για κατηγορία εδάφους που προκύπτει από τις κλίσεις της τοπογραφίας*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Α.Π.Θ

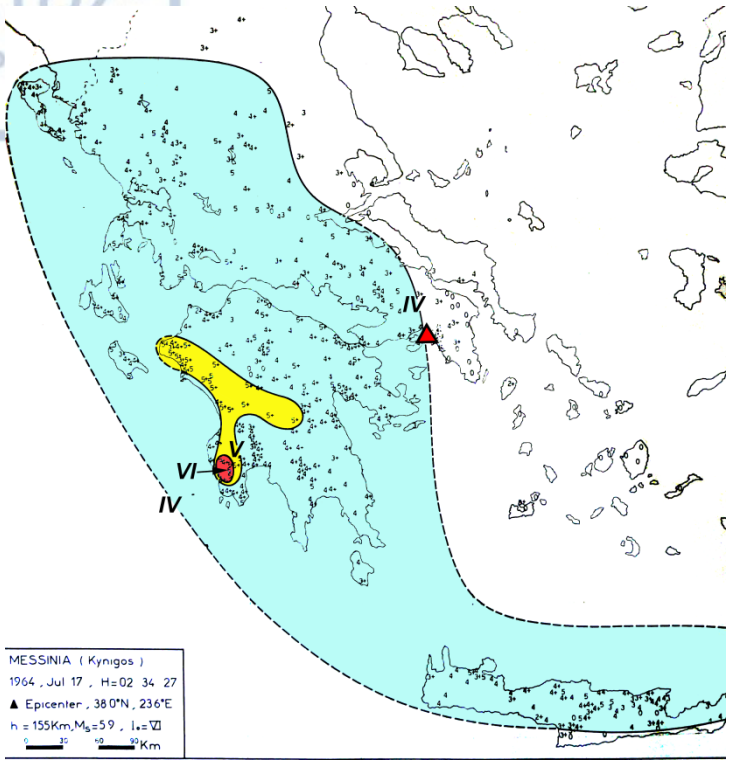
και δ) οι πραγματικές μακροσεισμικές εντάσεις του σεισμού της Ρόδου (1926/6/26, M=7.7). Με γκρίζο αστέρι φαίνεται το επίκεντρο του σεισμού.

5.5.3. Σεισμός Αθήνας (17 Ιουλίου 1964, M=6.0)

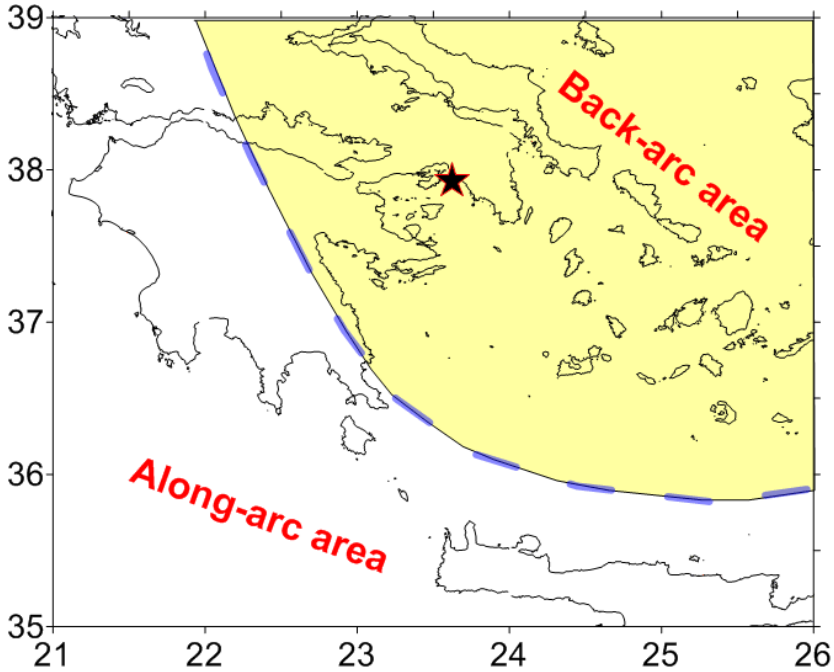
Ο σεισμός αυτός ανήκει στην κατηγορία των σεισμών ενδιαμέσου βάθους, αφού έγινε σε βάθος 155km. Αν και το επίκεντρο του ήταν κοντά στην Αθήνα, παρουσιάζει πολύ μικρότερες μακροσεισμικές εντάσεις στην περιοχή του επικέντρου από ότι στην περιοχή της Μεσσηνίας και Ηλείας (περίπου 200km μακριά από το επίκεντρο), με τις μέγιστες τιμές να φτάνουν σε I_{max}=VI, στην περιοχή του χωριού Κυνηγός. Ο σεισμός αυτός, έγινε αισθητός σε πολλά μέρη της Ελλάδας, αλλά και μέχρι την Αδριανούπολη και την Τεργέστη, ενώ το μέγεθός του υπολογίστηκε σε M=6.0 (*Papazachos and Papazachou*, 2003) από τις καταγραφές του στο σεισμολογικό σταθμό Αθηνών. Οι μεγάλες μακροσεισμικές εντάσεις και η εξαιρετικά ιδιόμορφη κατανομή των βλαβών του εν λόγω σεισμού οδήγησαν στην επιλογή του για περαιτέρω διερεύνηση. Το Σχήμα 5.15 παρουσιάζει τις ισόσειστες καμπύλες του συγκεκριμένου σεισμού με μέγιστες μακροσεισμικές εντάσεις να εκδηλώνονται στις κόκκινες (χωριό Κυνηγός) και κίτρινες γραμμοσκιασμένες περιοχές ενώ στο Σχήμα 5.16 παρουσιάζεται η οπισθότοξη περιοχή και η περιοχή του εξωτερικού Ελληνικού τόξου επιβεβαιώνοντας τις μεγάλες εντάσεις που παρατηρήθηκαν στην περιοχή του χωριού Κυνηγός.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Σχήμα 5.15 *Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων του σεισμού της Αθήνας. Το επίκεντρο του σεισμού φαίνεται με κόκκινο τρίγωνο ενώ οι ισόσειστες καμπύλες δείχνουν το βαθμό των μακροσεισμικών εντάσεων, με την μεγαλύτερη ένταση να εκδηλώνεται στην περιοχή του χωριού Κυνηγός στην Πελοπόννησο (Papazachos et al., 1982).*



Σχήμα 5.16 *Χάρτης της περιοχής του ΝΔ Αιγαίου. Στο σχήμα καταγράφεται το επίκεντρο του σεισμού της Αθήνας (17/07/1964 Mw=6.0). Η διακεκομμένη γραμμή χωρίζει τις περιοχές της οπισθότοξης περιοχής (ισχυρή απόσβεση) από τις περιοχές του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (ενίσχυση).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Για την διερεύνηση της επίδρασης του μεγέθους, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους για μεγέθη σεισμών M_w=6.0-7.2. Η διερεύνηση αυτή πραγματοποιήθηκε επειδή για τον αρχικό υπολογισμό του μεγέθους του σεισμού αυτού χρησιμοποιήθηκαν καταγραφές κυμάτων χώρου από σεισμολογικούς σταθμούς που βρίσκονταν στην οπισθότοξη περιοχή με αποτέλεσμα την πιθανή απόσβεση των κυμάτων χώρου (διάδοση μέσα από την σφήνα του μανδύα) και συνεπώς την πιθανή υποεκτίμηση του μεγέθους του. Η μέθοδος αυτή προτιμήθηκε αρχικά λόγω των γρήγορων υπολογισμών της σε σχέση με την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM), αφού έχει συγκριθεί και παράγει παραπλήσια αποτελέσματα, όπως φαίνεται και από την προσομοίωση του σεισμού της Ρόδου (Σχήμα 5.12). Η μετατροπή από PGA σε μακροσεισμικές εντάσεις πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των τροποποιημένων σχέσεων που προτείνουν οι *Wald et al.* (1999) (εξισώσεις 5.4 και 5.5). Στο Σχήμα 5.18 φαίνονται οι συγκρίσεις μεταξύ πραγματικών μακροσεισμικών εντάσεων και συνθετικών εντάσεων για μεγέθη σεισμών M_w=6.0-7.1. Καλή συσχέτιση των πραγματικών και των συνθετικών εντάσεων φαίνεται να υπάρχει για τα μεγέθη μεταξύ των τιμών 6.7-6.9, γεγονός που επιβεβαιώνει το μεγαλύτερο μέγεθος του σεισμού, από το μέγεθος M=6.0 που αρχικά είχε εκτιμηθεί.

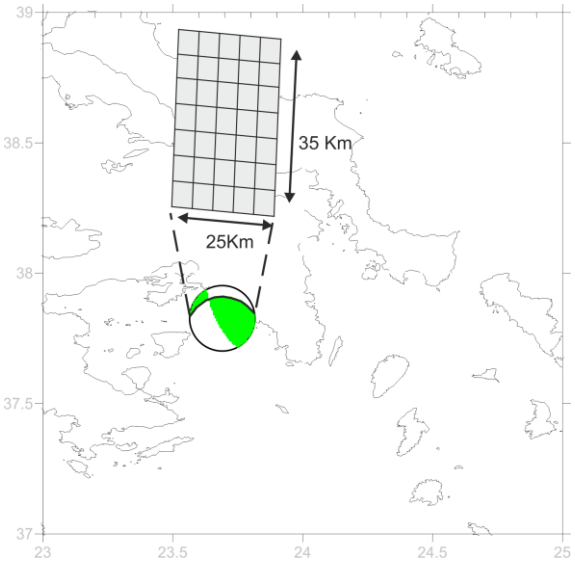
Ο μηχανισμός γένεσης αυτού του σεισμού καθορίστηκε από εργασία των *McKenzie* (1972) ως ανάστροφος μηχανισμός με σημαντική συνιστώσα οριζόντιας μετατόπισης. Το μικρό μήκος και πλάτος του ρήγματος (σχέσεις **4.24** και **4.25**), σε σχέση με το εστιακό βάθος έχει ως αποτέλεσμα την ελάχιστη επίπτωση στα αποτελέσματα της προσομοίωσης μιας, πιθανά, λανθασμένης επιλογής του επιπέδου του ρήγματος και γι αυτό προτείνεται το επίπεδο που φαίνεται στον Σχήμα 5.17.

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν οι συνθετικές καταγραφές για μεγέθη σεισμών M_w=6.7-6.9, με τη χρήση του κώδικα EXSIM, χρησιμοποιώντας αρχικά τοπικές εδαφικές συνθήκες για κατηγορία εδάφους A/B και στην συνέχεια κατηγορία εδάφους όπως προκύπτει από τις τοπογραφικές κλίσεις. Οι συγκρίσεις μεταξύ των συνθετικών τιμών MMI για τα τρία μεγέθη (M_w=6.7-6.9) και των παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων, καθώς και τα ιστογράμματα των διαφορών στις τιμές (MMI) για τα ίδια μεγέθη των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν από τις πραγματικές τιμές, παρουσιάζονται στα Σχήματα 5.19-5.21. Η καλύτερη συσχέτιση μεταξύ των θεωρητικών τιμών της μακροσεισμικής έντασης και των παρατηρημένων εμφανίζεται για μέγεθος M_w=6.8, όπως προκύπτει τόσο από τα ιστογράμματα των διαφορών των θεωρητικών από τις πραγματικές τιμές των εντάσεων όσο και από την απ' ευθείας συσχέτιση των θεωρητικών με τις παρατηρημένες τιμές (κατανομή κοντά στην διχοτόμο). Το μέγεθος αυτό (Mw 6.8) χρησιμοποιείται για την κατασκευή των συνθετικών χαρτών του Σχήματος 5.22, όπου παρουσιάζονται οι χάρτες των

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων, οι συνθετικές τιμές που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) και τις τροποποιημένες σχέσεις των Wald et al (1999) και οι συνθετικές τιμές από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία με κατηγορία εδάφους που προκύπτει από τις κλίσεις της τοπογραφίας. Από την σύγκριση και των τριών χαρτών προκύπτει ότι βρίσκονται σε καλή συμφωνία μεταξύ τους αφού οι μεγάλες τιμές της μακροσεισμικής έντασης (MMI) εμφανίζονται στην περιοχή της Πελοποννήσου και οι μικρές τιμές στην οπισθότοξη περιοχή, αποτέλεσμα που επιβεβαιώνει την καλή προσέγγιση της στοχαστικής προσομοίωσης, χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους που καθορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Με άλλα λόγια, η προτεινόμενη προσέγγιση μπορεί να ανακατασκευάσει με επιτυχία τη χωρική κατανομή των παρατηρημένων τιμών μακροσεισμικής έντασης. εδάφους που προκύπτουν από τις κλίσεις της τοπογραφίας.

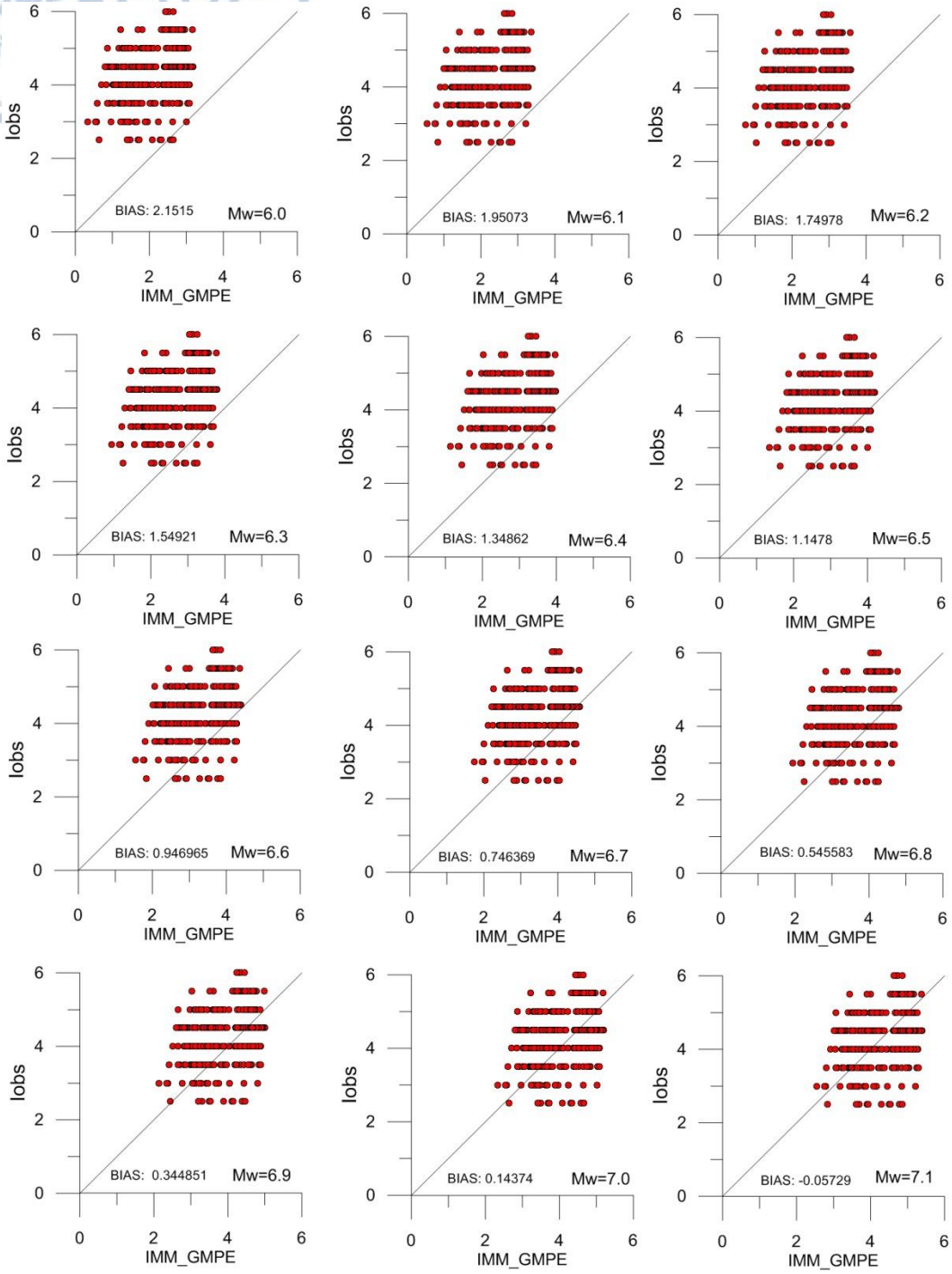


Strike	267o	**Subfaults**	3x4
Dip	34o	**d_L**	3-4 km
L	10-20km	**d_w**	3-4 km
w	15-25km	**Stress drop**	600-700bars
M_w	6.0-7.2	**beta**	4.53 km/sec
V_{rup}	0.8	**kappa**	0.055

Σχήμα 5.17 *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού της Αθήνας (McKenzie, 1972) και το ορικό επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση. Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται οι κυριότερες παραμέτροι που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

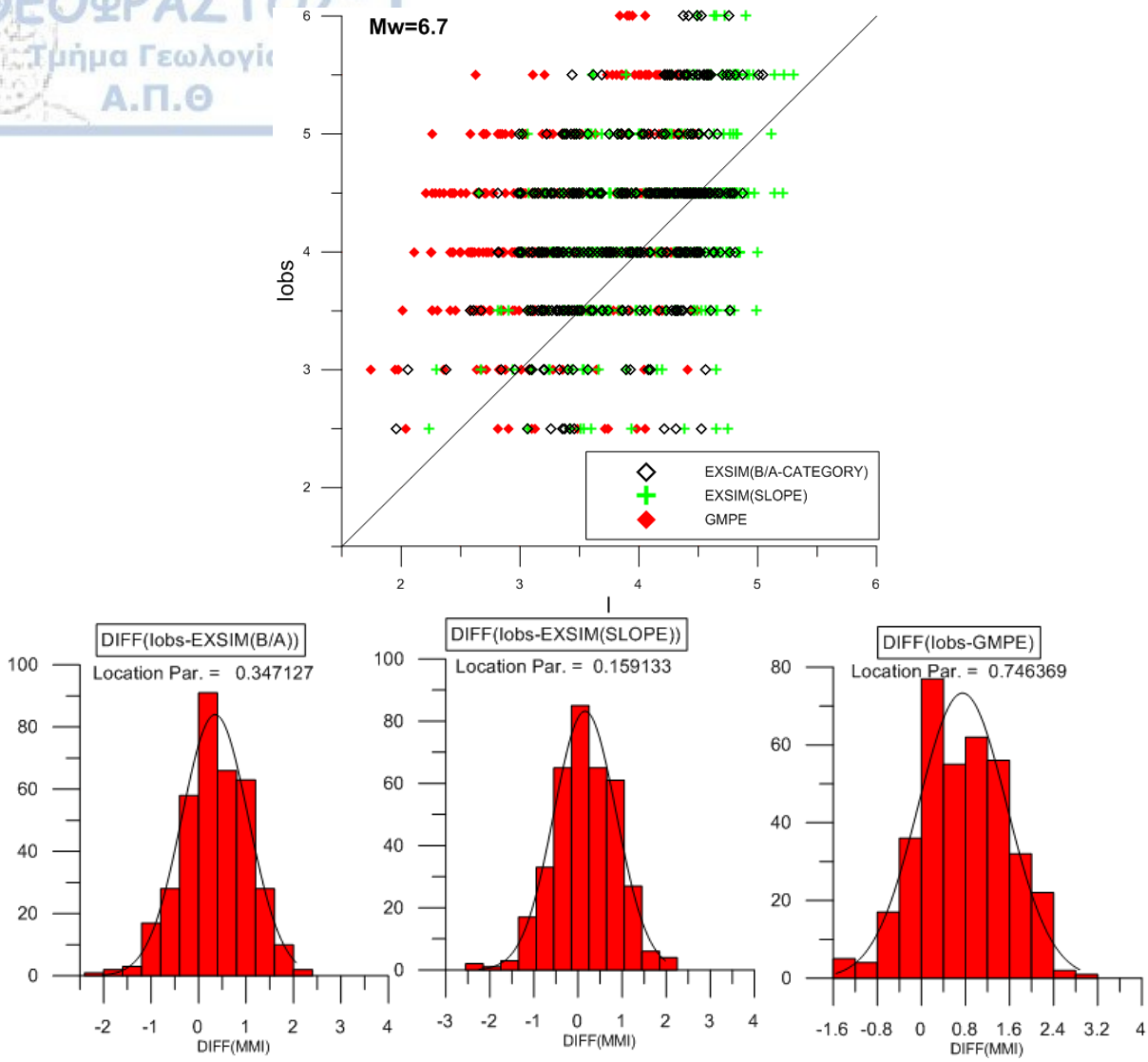
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.18 *Σύγκριση παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων με τις εντάσεις που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013). Τα διαγράμματα αντιστοιχούν σε μεγέθη σεισμών Mw=6.0-7.1. Η μεγαλύτερη συσχέτιση εμφανίζεται για τιμές μεγέθους στο διάστημα 6.7-6.9.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

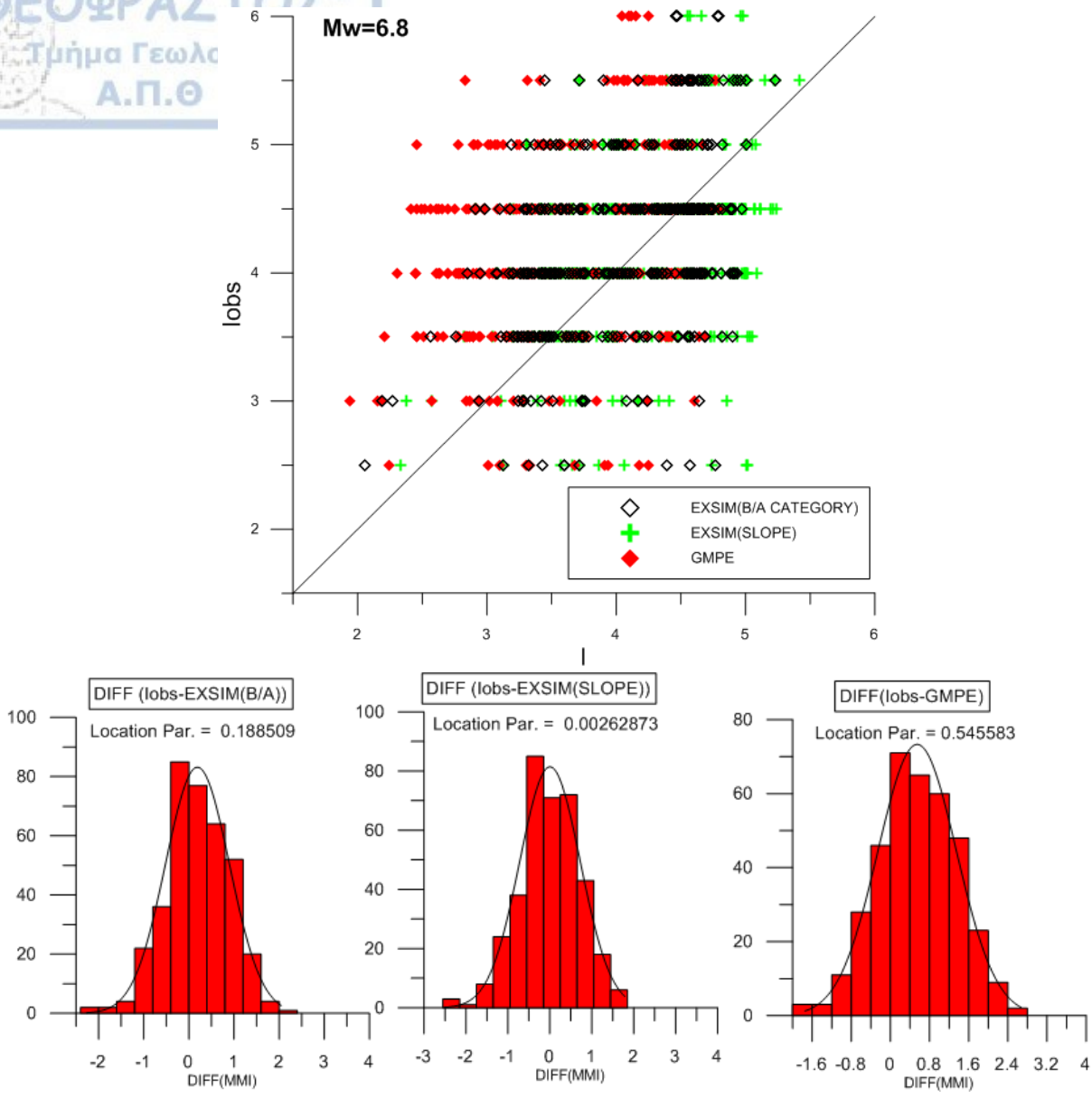
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Σχήμα 5.19 *Σύγκριση παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων: με τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) (κόκκινοι κύκλοι), με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους A/B (μαύροι κύκλοι) και με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους από τις κλίσεις της τοπογραφίας (πράσινοι κύκλοι). Τα σχήματα αντιστοιχούν σε μέγεθος σεισμού 6.7. Τα ιστογράμματα δείχνουν τις διαφορές των συνθετικών τιμών (MMI) (των τριών μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν) από τις παρατηρημένες τιμές της μακροσεισμικής ένστασης.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

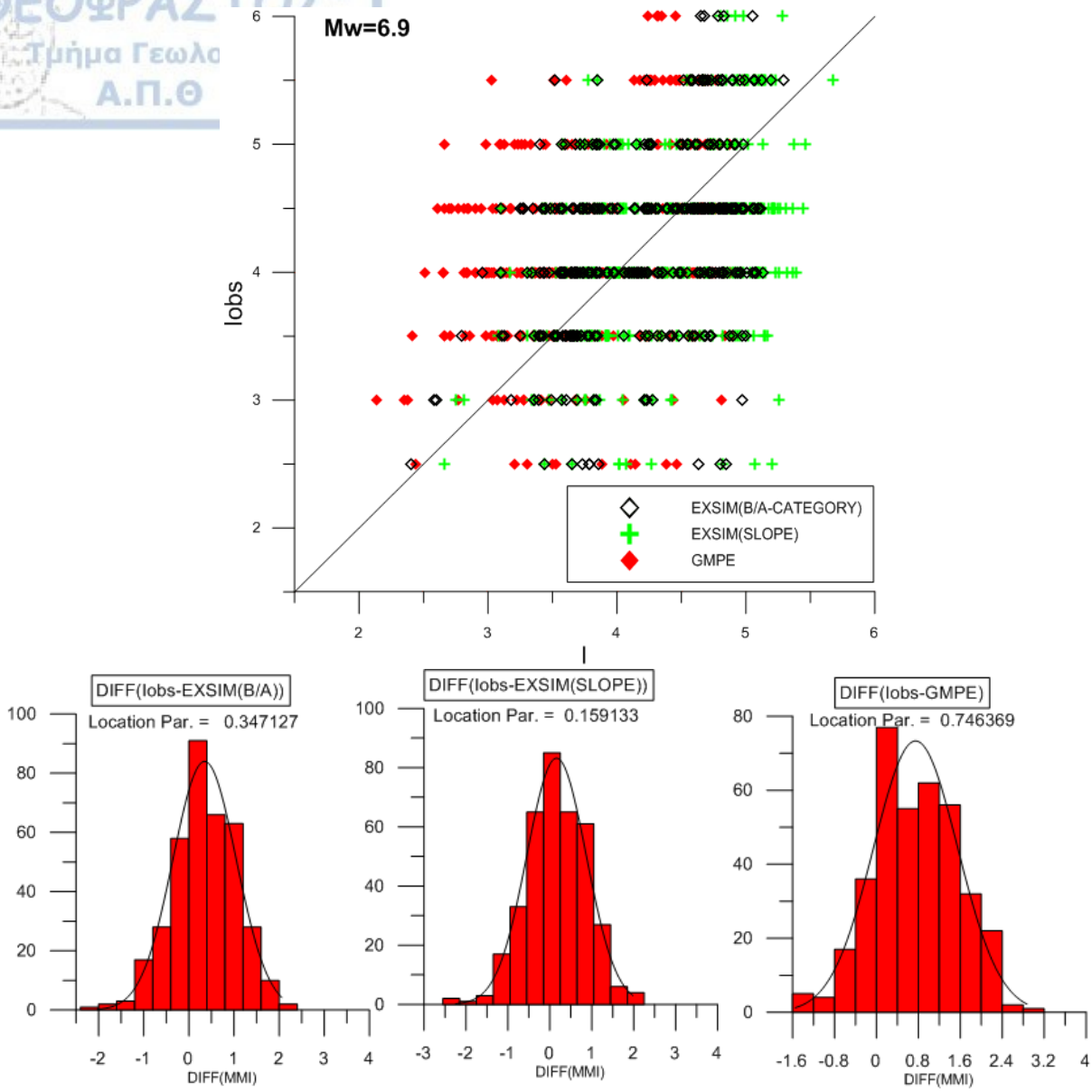
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλο
Α.Π.Θ



Σχήμα 5.20 *Σύγκριση παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων: με τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) (κόκκινοι κύκλοι), με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους A/B (μαύροι κύκλοι) και με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους από τις κλίσεις της τοπογραφίας (πράσινοι κύκλοι). Τα σχήματα αντιστοιχούν σε μέγεθος σεισμού 6.8. Τα ιστογράμματα δείχνουν τις διαφορές των συνθετικών τιμών (MMI) (των τριών μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν) από τις παρατηρημένες τιμές της μακροσεισμικής ένστασης.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

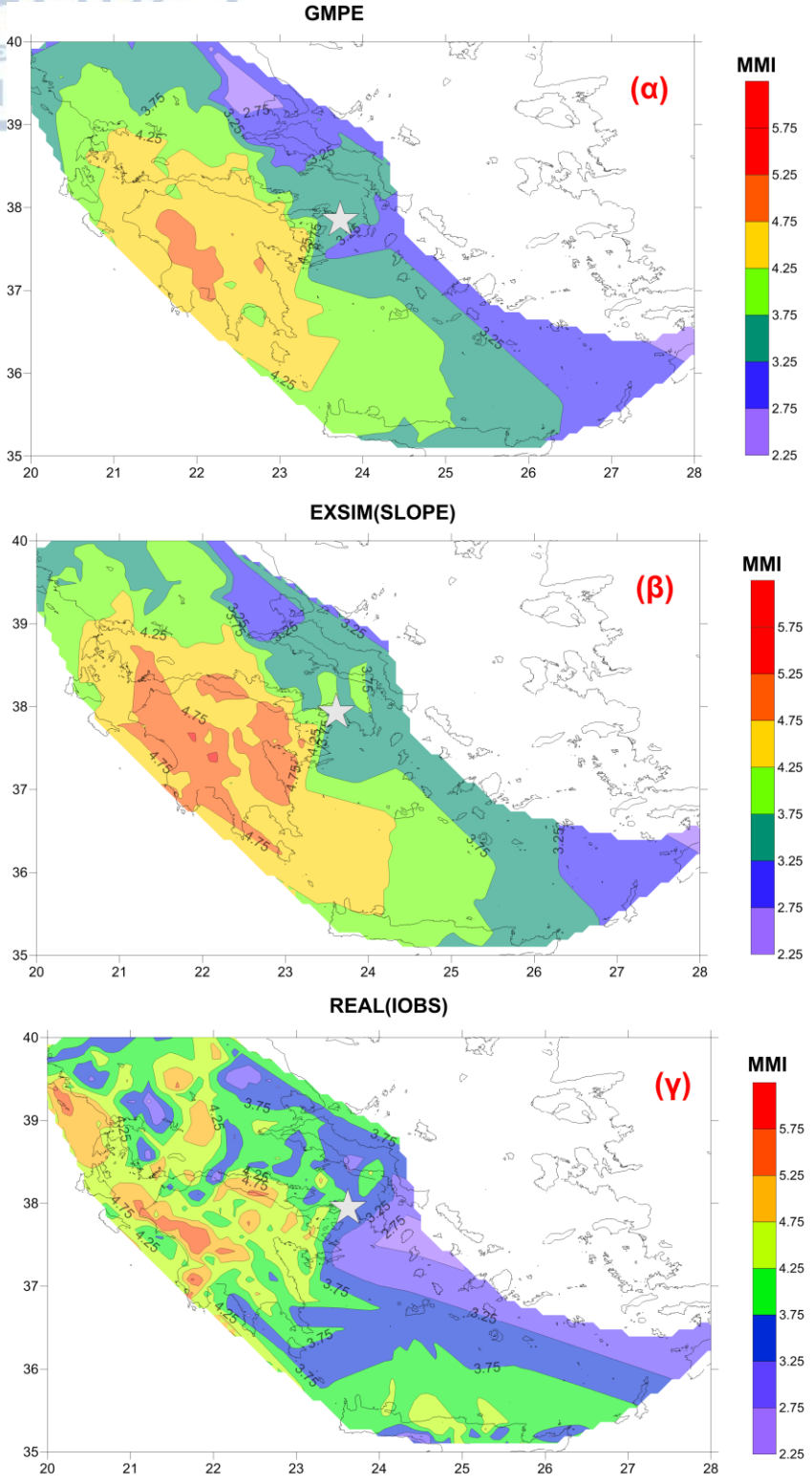
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλο
Α.Π.Θ



Σχήμα 5.21 *Σύγκριση παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων: με τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) (κόκκινοι κύκλοι), με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους A/B (μαύροι κύκλοι) και με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) με κατηγορία εδάφους από τις κλίσεις της τοπογραφίας (πράσινοι κύκλοι). Τα σχήματα αντιστοιχούν σε μέγεθος σεισμού 6.9. Τα ιστογράμματα δείχνουν τις διαφορές των συνθετικών τιμών (MMI) (των τριών μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν) από τις παρατηρημένες τιμές της μακροσεισμικής ένστασης.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γε
Α.Π



Σχήμα 5.22 Χάρτες κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που προκύπτουν (α) από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013), (β) από τη στοχαστική προσομοίωση (EXSIM), με κατηγορία εδάφους που υπολογίζεται από τις κλίσεις της τοπογραφίας και (γ) από τις παρατηρημένες μακροσεισμικές εντάσεις του σεισμού της Αθήνας (1964/7/17, M=6.8). Με γκρίζο αστέρι φαίνεται το επίκεντρο του σεισμού.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

5.5.4. Σεισμός Μήλου (21 Μαιου 2002, M=5.8)

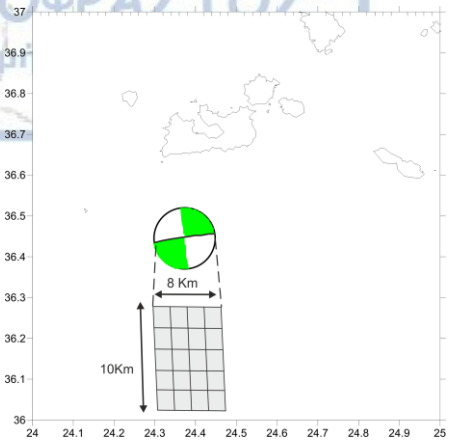
Πρόκειται για σεισμό ενδιαμέσου βάθους που έγινε στις 21-05-2002 σε βάθος 100km και είχε επίκεντρο κοντά στο νησί της Μήλου. Ο σεισμός αυτός, όπως και ο σεισμός της Αθήνας, αποτελεί ενα χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου οι μέγιστες μακροσεισμικές εντάσεις δεν παρατηρήθηκαν κοντά στο επίκεντρο αλλά σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις και έξω από τα όρια της σφήνας υψηλής απόσβεσης του μανδύα κάτω από το ηφαιστειακό τόξο. Συγκεκριμένα, οι μέγιστες μακροσεισμικές εντάσεις παρατηρήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Κρήτη, στα Κύθηρα, στην Μήλο, στο Κάιρο και στην Αίγυπτο, ενώ ειδικά στο Ηράκλειο της Κρήτης βλάβες παρατηρήθηκαν σε μερικά σπίτια (I_{MM}=V-VI, www.emsc-csem.org). Αν και δεν θεωρείται ιδιαίτερης σημασίας ιστορικός σεισμός, χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση λόγω της κατανομής των βλαβών του.

Για το σεισμό αυτό χρησιμοποιηθήκαν οι σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013) για σεισμούς ενδιαμέσου βάθους, καθώς και ο κώδικας EXSIM, όπως περιγράφηκε προηγουμένως. Ο μηχανισμός γένεσης που προτείνεται από τους *Benetatos and Kiratzi* (2004) χαρακτηρίζει το σεισμικό ρήγμα ως ορίζοντας μετατόπισης (Σχήμα 5.23). Η επιλογή του επιπέδου του ρήγματος από τα δυο ορικά επίπεδα που προτείνονται από τον μηχανισμό γένεσης δεν επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης λόγω του μικρού μεγέθους (M_w=5.8) και του μεγάλου βάθους(~100km) του σεισμού. Γι' αυτό έγινε επιλογή του επιπέδου με διεύθυνση Α-Δ σε συμφωνία με την προτεινόμενη γεωμετρία των ρηγμάτων των σεισμών ενδιαμέσου βάθους στην περιοχή (*Papazachos and Papazachou*, 2003). Για την στοχαστική προσομοίωση δεν χρησιμοποιήθηκαν οι κατηγοριοποιήσεις των τοπικών εδαφικών συνθηκών από τις τοπογραφικές κλίσεις αλλά μόνο η κατηγορία εδάφους Α/Β, θέλοντας να αναδείξουμε τη χωρική μεταβολή των αναμενόμενων σεισμικών κινήσεων χωρίς τη μεταβολή των τοπικών εδαφικών συνθηκών.

Η κατανομή των τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI), όπως προκύπτουν από τις δυο μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, δίνεται στους χάρτες του Σχήμα 5.24. Οι μέγιστες τιμές κατανέμονται κοντά στα Κύθηρα, στην Πελοπόννησο και στην Μήλο, ενώ μεγάλες τιμές (~IV) παρατηρούνται στην Κρήτη (Ηράκλειο). Η κατανομή των βλαβών στο Σχήμα 5.24 είναι συμβατή με τις παρατηρήσεις βλαβών σε Κύθηρα, Κρήτη και στην Μήλο, με μέγιστες τιμές στην Κρήτη (Ηράκλειο), όπως προαναφέρθηκε (Σχήμα 5.25).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα

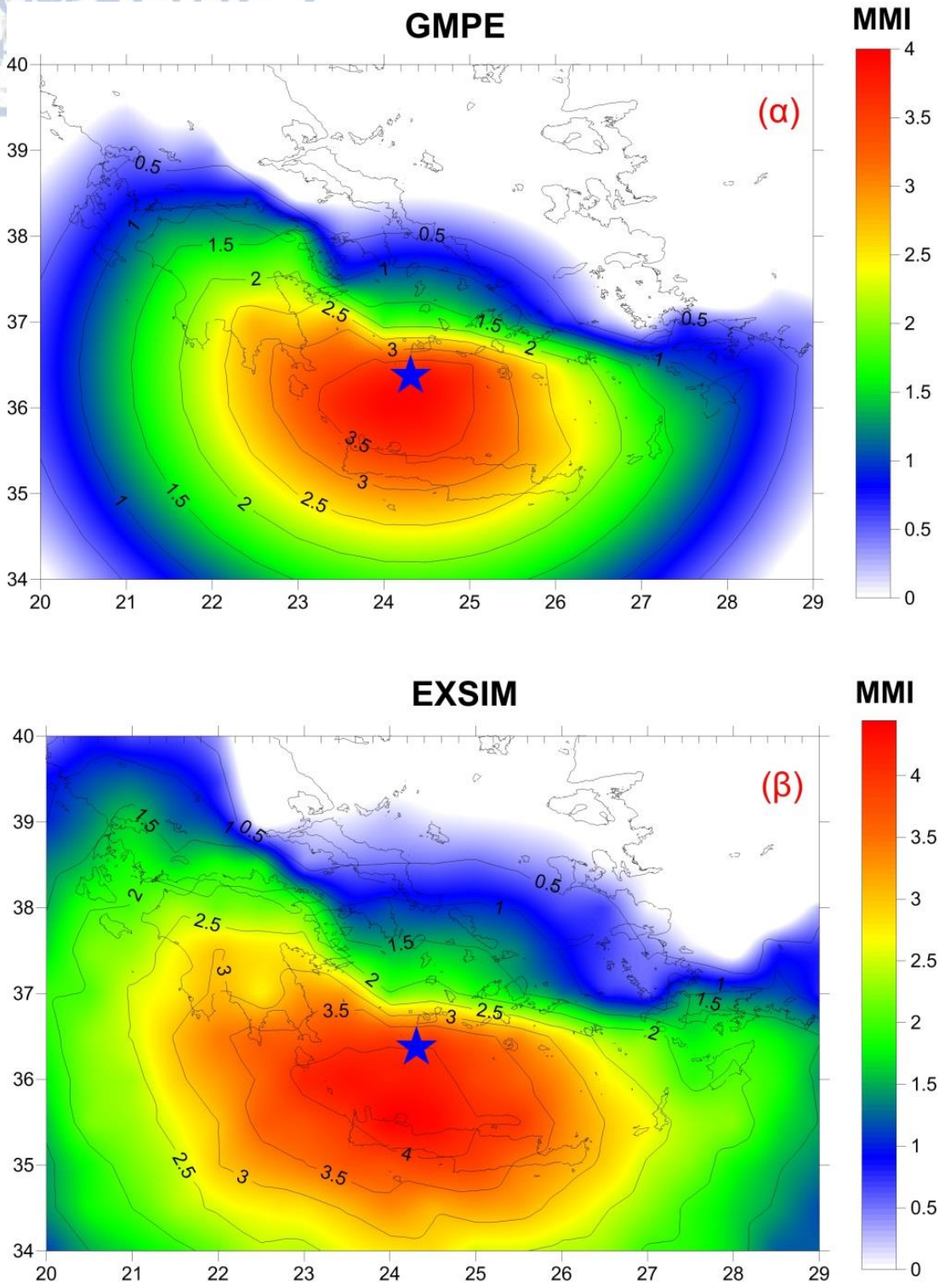


Strike	261o	**Subfaults**	5x5
Dip	86o	**d_L**	2.1 km
L	~10km	**d_w**	2.1 km
w	~10km	**Stress drop**	350bars
M_w	5.8	**beta**	4.50 km/sec
V_{rup}	0.8	**kappa**	0.055

Σχήμα 5.23 α) *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού της Μήλου (Benetatos and Kiratzi, 2004) και το ορικό επίπεδο που χρησιμοποιείται στην στοχαστική προσομοίωση. Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται μερικές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

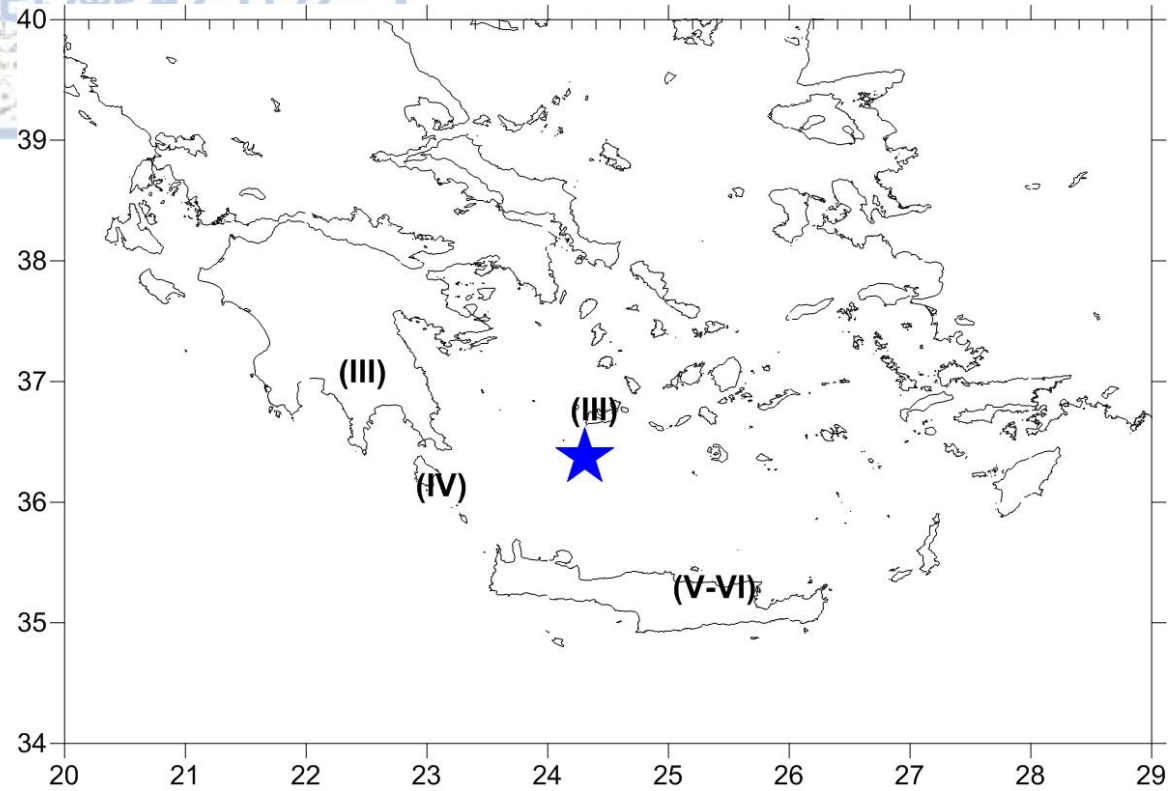
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.24 (α) Χάρτης συνθετικών τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που προκύπτουν με τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013) (β) Χάρτης συνθετικών τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που προκύπτουν με το EXSIM χρησιμοποιώντας τις φασματικές τιμές της κατηγορίας εδάφους A/B για το σεισμό της Μήλου (2002/05/21, M=5.8, μπλε αστέρι).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.25 *Χάρτης παρατηρημένων τιμών της μακροσεισμικής έντασης που προκύπτουν από τις διαθέσιμες αναφορές (www.emsc-csem.org). Οι μέγιστες τιμές της μακροσεισμικής έντασης (~VI) αναφέρονται στο Ηράκλειο της Κρήτης ενώ στην υπόλοιπη Κρήτη οι μακροσεισμικές εντάσεις φτάνουν μέχρι I_{MM}~V. Στα Κύθηρα, Μήλο και Πελοπόννησο οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ III και IV.*

5.5.5. Σεισμός Αμοργού (09 Ιουλίου 1956, M=6.9)

Ο σεισμός στην Αμοργό (09/07/1956 03:11, M=7.5) θεωρείται ένας από τους πιο καταστρεπτικούς σεισμούς που έχουν εκδηλωθεί στο Νότιο Αιγαίο. Του κύριου σεισμού, προηγήθηκε σεισμική δόνηση με μέγεθος M=4.9, χωρίς όμως να δημιουργήσει ανησυχία. Ο κύριος σεισμός προκάλεσε εκτεταμένες βλάβες στα γύρω νησιά (Σαντορίνη, Αμοργό, Ανάφη, Αστυπάλαια, Ιο, Πάρο, Νάξο, Κάλυμνο, Λέρο, Πάτμο, Λειψούς). Συνολικά σκοτώθηκαν 53 άτομα, τραυματίστηκαν 100 ενώ 529 κτίρια καταστράφηκαν. Αξιοσημείωτη είναι και η γένεση τσουνάμι, του οποίου το μεγαλύτερο ύψος έφθανε μέχρι και τα 25m στην νοτιοανατολική ακτή της Αμοργού (*Papazachos and Papazachou*, 2003).

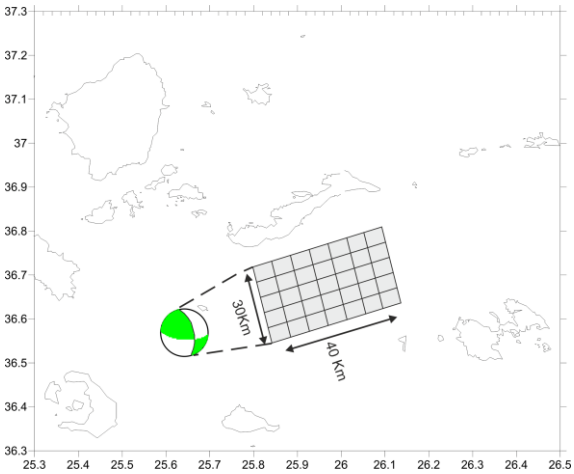
Στην παρούσα εργασία, δεν μελετήθηκε ο πρώτος σεισμός που εκδηλώθηκε στην Αμοργό, αλλά ο δεύτερος σεισμός, ο οποίος εκδηλώθηκε 13 λεπτά μετά τον κύριο σεισμό (09-07-1956 03:24) και πιστεύεται ότι ανήκει στους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους (*Brüstle et al.* (2014). Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού αυτού καθορίστηκε από τους *Brüstle et al.* (2014), οι οποίοι μετέτρεψαν αναλογικές καταγραφές αυτού του σεισμού σε ψηφιακές και χαρακτήρισαν το σεισμό ως ενδιαμέσου βάθους με μηχανισμό γένεσης που δείχνει ανάστροφη

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

διάρρηξη με σημαντική συνιστώσα οριζόντιας μετατόπισης (Σχήμα 5.26). Το μέγεθος αυτού του δεύτερου σεισμού εκτιμήθηκε από τους *Comninakis and Papazachos* (1986) σε M_S=6.9. Οι *Makropoulos et al.* (1989), εκτίμησαν τον συγκεκριμένο σεισμό ως ενδιαμέσου βάθους με μέγεθος M_S=7.2. Οι τιμές αυτές του M_S δεν προέρχονταν από καταγραφές επιφανειακών κυμάτων αλλά από κύματα χώρου, είναι πλησιέστερα σε μεγέθη σεισμικής ροπής. Ο *Ambraseys* (2001), θεωρώντας το σεισμό αυτό επιφανειακό, χρησιμοποίησε καταγραφές επιφανειακών κυμάτων και εφαρμόζοντας τον τύπο της Πράγας υπολόγισε μέγεθος M_S=6.0.

Για την προσομοίωση υιοθετήθηκε το μέγεθος M_S=6.9 και το βάθος των 110Km όπως προτείνεται από τους *Comninakis and Papazachos* (1986) αφού το μεγάλο βάθος του σεισμού αυτού >100Km επιβεβαιώνεται με πρόσφατη εργασία των *Brüstle et al.* (2014), χωρίς όμως να καθορίζεται το ακριβές βάθος.



Strike	346o	**Subfaults**	5x5
Dip	58o	**d_L**	5.75 km
L	30km	**d_w**	5.75 km
w	40km	**Stress drop**	700bars
M_w	6.9	**beta**	4.50 km/sec
V_{rup}	0.8	**kappa**	0.055

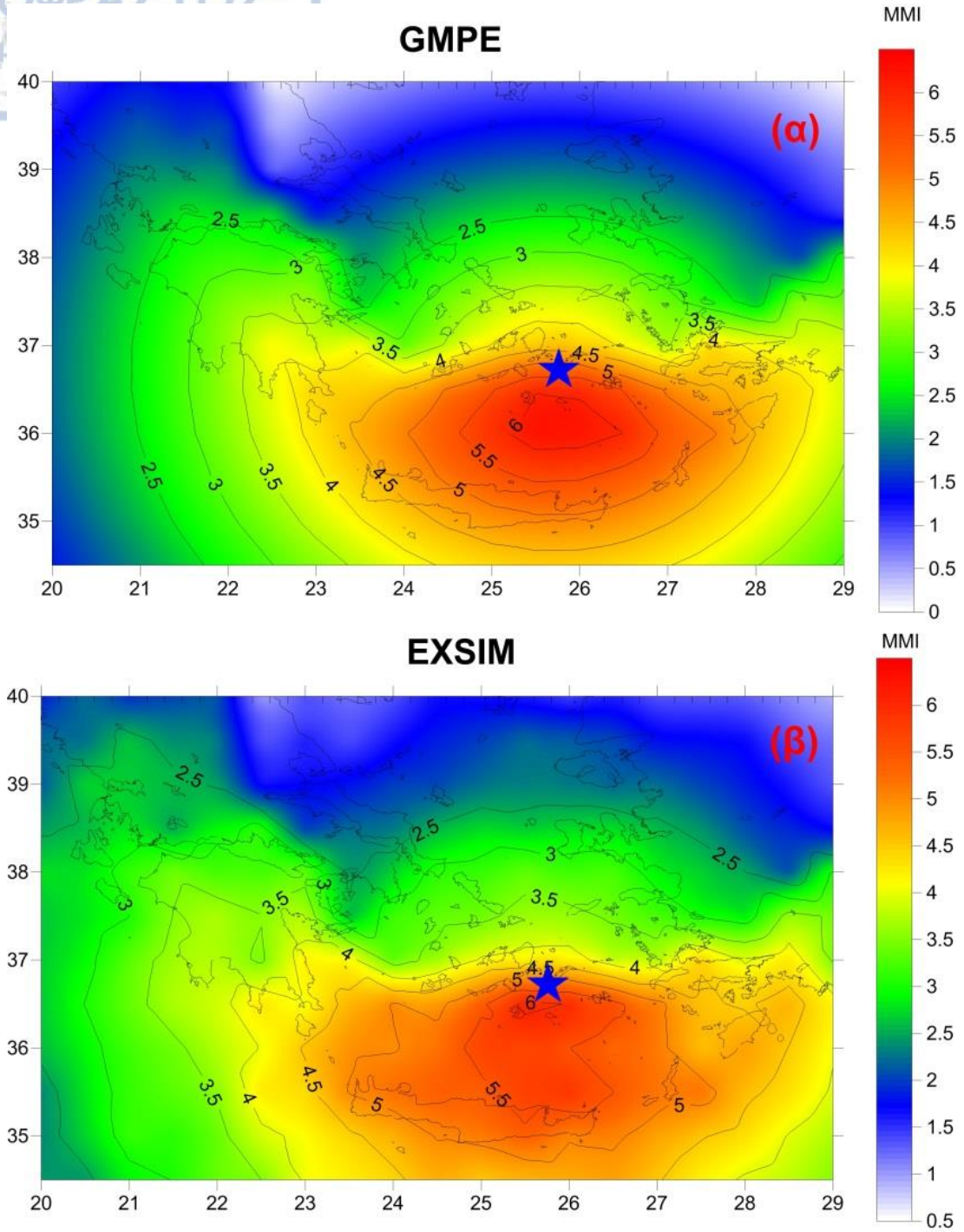
Σχήμα 5.26 α) *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού της Αμοργού (Brüstle et al., 2014) και το ορικό επίπεδο που χρησιμοποιείται στην στοχαστική προσομοίωση. Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται μερικές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

Μακροσεισμικές εντάσεις δεν υπάρχουν για τον δεύτερο σεισμό αλλά μόνο αναφορές για τις ζημίες που επέφερε μετά και από την εκδήλωση του πρώτου σεισμού. Οι βλάβες αυτές είναι εξαιρετικά δύσκολο να διακριθούν από τις βλάβες του κύριου σεισμού. Στόχος της προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της διατριβής ήταν η επιβεβαίωση του συμπεράσματος ότι ο δεύτερος σεισμός της Αμοργού είναι ενδιαμέσου βάθους και όχι επιφανειακός.

Στο Σχήμα 5.27 παρουσιάζονται οι τιμές των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013), καθώς και με τη χρήση του EXSIM, χρησιμοποιώντας τις φασματικές τιμές της κατηγορίας εδάφους A/B, θέλοντας πάλι να αναδείξουμε τη χωρική μεταβολή των αναμενόμενων σεισμικών κινήσεων, χωρίς την επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 5.27 *(α) Χάρτης συνθετικών τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) που αφορούν το δεύτερο σεισμό της Αμοργού το 1956 και προκύπτουν από τις σχέσεις απόσβεσης (GMPE) που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013) (β) Χάρτης συνθετικών τιμών των μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) του ίδιου σεισμού που προκύπτουν από το EXSIM χρησιμοποιώντας τις φασματικές τιμές της κατηγορίας εδάφους A/B και εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης αλλά και με τη χρήση των φασματικών σχέσεων απόσβεσης που προτείνουν οι Skarlatoudis et al. (2013).*

Τα αποτελέσματα από τις δυο αυτές μεθοδολογίες δείχνουν μέγιστες τιμές εντάσεων κοντά στη Σαντορίνη, Ίο, Αστυπάλαια και Ανάφη, τιμές όμως μικρότερες από τις αντίστοιχες του κύριου σεισμού. Συγκεκριμένα, ενώ οι μακροσεισμικές εντάσεις του κύριου σεισμού στην

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Σαντορίνη ήταν MMI=7.5-8.5, οι αντίστοιχες τιμές του δεύτερου σεισμού όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.27 ήταν I_{MM}=VI γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τις αναφορές στο ISC (http://www.isc.ac.uk/). Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνεται επίσης από τις περιγραφές του δεύτερου σεισμού, ο οποίος έγινε αισθητός με πολύ διαφορετικό τρόπο στην Σαντορίνη (σύμφωνα με μαρτυρίες των κάτοικων) ως μια κίνηση μεγάλης περιόδου, χωρίς σημαντικές βλάβες. Δυστυχώς δεν είναι διαθέσιμες πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο η δεύτερη δόνηση έγινε αντιληπτή στο υπόλοιπο Ν. Αιγαίο (π.χ. Κρήτη).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

6. ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 2, ο προσδιορισμός των πρόσθετων μηχανισμών γένεσης των σεισμών με τη χρήση του αλγόριθμου Rapidinv, καθώς και η χρήση όλων των διαθέσιμων μηχανισμών γένεσης σεισμών του Ν. Αιγαίου οδήγησε στην πιο λεπτομερή μελέτη του πεδίου τάσεων, με τη χρήση των μεθοδολογιών των *Papazachos and Kiratzi* (1992), *Gephart and Forsyth* (1984), *Michael* (1987), καθώς και με τον νέο αλγόριθμο «Ortho» ο οποίος προτάθηκε στο πλαίσιο της διατριβής. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογίας των *Gephart and Forsyth* (1984) δείχνουν διευθύνσεις κύριων αξόνων τάσης που αποκλίνουν έως και κατά ~15° σε σχέση με αυτές που προκύπτουν από όλες τις άλλες μεθοδολογίες. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι βέλτιστες λύσεις της μεθοδολογίας αυτής, σε αρκετές περιπτώσεις, τοποθετούνται κοντά στα όρια του διαστήματος εμπιστοσύνης 95% των λύσεων, λόγω αριθμητικών ασταθειών της μεθόδου.

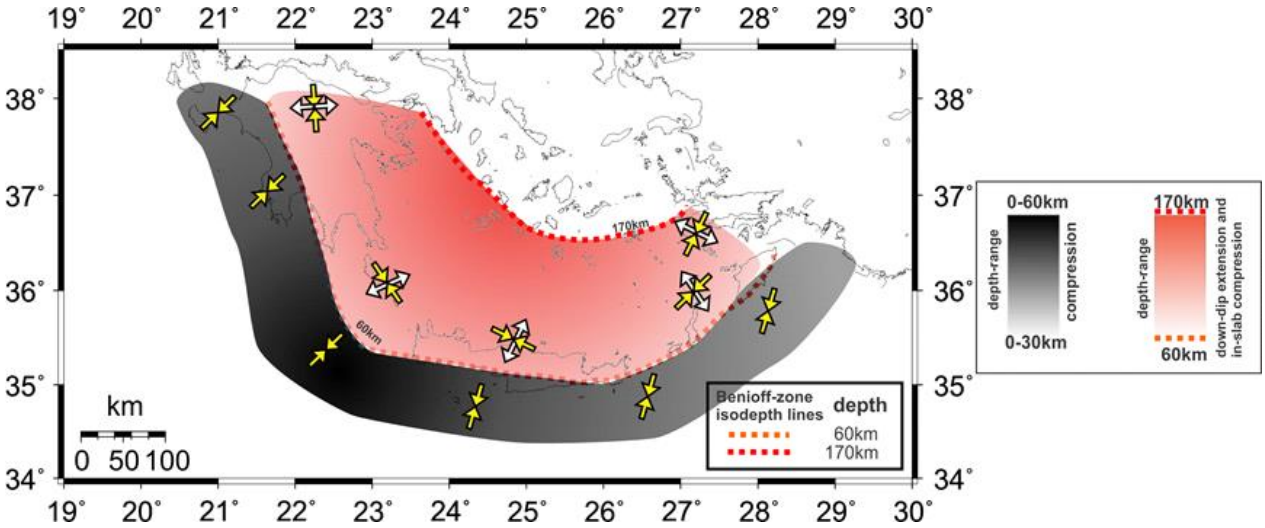
Ο καθορισμός της γεωμετρίας των ρηγμάτων από τα 2 επίπεδα των μηχανισμών γένεσης με την αντιστροφή του πεδίου τάσεων ακολουθώντας την μεθοδολογία των *Gephart and Forsyth* (1984) χρησιμοποιώντας δυο τελικά μοντέλα τάσεων που προκύπτουν τόσο από την ίδια την μεθοδολογία των Gephart and Forsyth (1984) όσο και από τον αλγόριθμο «Ortho», δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αυτό οφείλεται στο ότι για το ~60% των περιπτώσεων η διαδικασία αυτή οδήγησε σε επιλογή λανθασμένων ρηγμάτων, τουλάχιστο για τις περιπτώσεις γνωστών ρηγμάτων, δηλαδή των ανάστροφων επιφανειακών ρηγμάτων σε βάθη <60Km που βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του Ελληνικού εξωτερικού τόξου. Σε κάθε περίπτωση ο νέος αλγόριθμος «Ortho» οδήγησε σε βελτιωμένα αποτελέσματα όσο αφορά το πεδίο των τάσεων, γι' αυτό και προτιμήθηκε η χρήση του σε σχέση με από τον αλγόριθμο *Gephart and Forsyth* (1984).

Η εφαρμογή των τεσσάρων μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του ενεργού πεδίου τάσεων του Ν. Αιγαίου επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα προηγούμενων μελετών, δημιουργώντας μια νέα, μερικά τροποποιημένη εικόνα του ενεργού πεδίου των τάσεων στον χώρο του Ν. Αιγαίου. Πέντε τύποι ρηγμάτων και πεδίου των τάσεων αναγνωρίζονται στον χώρο του Ν. Αιγαίου: α) Ανάστροφα ρήγματα που υπάρχουν στην περιοχή του Ελληνικού τόξου σε βάθη 0-60Km, με την κύρια διεύθυνση των αξόνων συμπίεσης (P-άξονες) να είναι κάθετη στην γενική διεύθυνση του τόξου στις δυτικές και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

κεντρικές περιοχές του τόξου, ενώ στις ανατολικές περιοχές (π.χ. Ρόδος) η διεύθυνση αυτή συμπίπτει με την διεύθυνση του Ελληνικού τόξου. β) Κανονικά ρήγματα σε βάθη 0-30km με άξονες εφελκυσμού (Τ-άξονες) με διεύθυνση ~Β-Ν σχεδόν κάθετη με την γενική διεύθυνση του ηφαιστειακού τόξου. γ) Κανονικά ρήγματα σε βάθη 0-30Km στην περιοχή του εξωτερικού ιζηματογενές τόξου με τους άξονες εφελκυσμού (Τ-άξονες) να έχουν ~Α-Δ διεύθυνση. δ) Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με σημαντική ανάστροφη συνιστώσα που συνδέονται με τους ενδιάμεσου βάθους σεισμούς κατά μήκος της καταδυόμενης ζώνης Benioff. Τα βάθη των σεισμών αυτών αυξάνουν από το βάθος των ~50km κοντά στην Κρήτη και Κύθηρα μέχρι το βάθος των ~100-120km στην περιοχή του ηφαιστειακού τόξου. ε) Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης που επικρατούν κυρίως στην περιοχή του ΝΑ τμήματος του Ελληνικού τόξου σε βάθος μέχρι τα 60km.



Σχήμα 6.1 *Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά που συνδέονται με τους ανάστροφους μηχανισμούς του Ελληνικού τόξου και με τους ενδιάμεσου βάθους σεισμούς της καταδυόμενης ζώνης Benioff του Ν.Αιγαίου.*

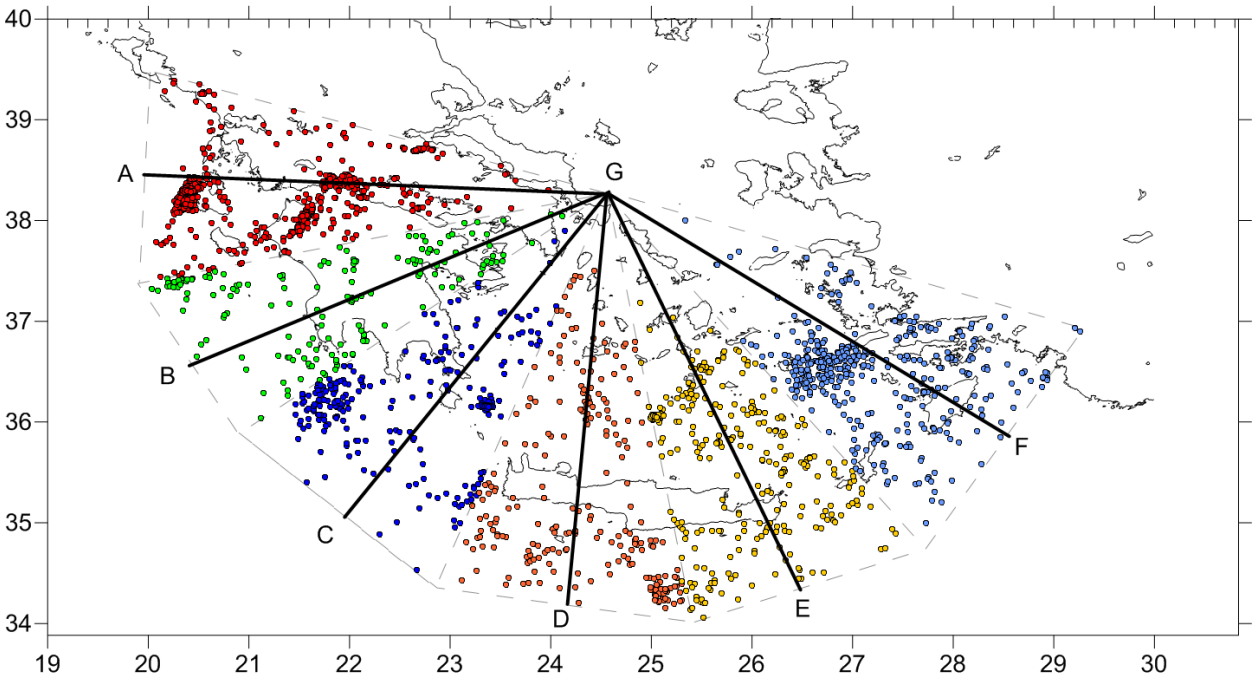
Η μετάβαση από τα μικρότερου βάθους ανάστροφα ρήγματα του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (τύπος ρηγμάτων α) προς τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους (τύπος ρηγμάτων δ), καθώς προχωράμε κατά μήκος της καταδυόμενης λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου στο εσωτερικό του τόξου, συμβαίνει σε πιο μικρά βάθη από ότι είχε θεωρηθεί στο παρελθόν. Επιπλέον, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα ανάστροφα ρήγματα παρατηρούνται σε βάθος 0-60km ΝΔ της Κρήτης, ενώ το βάθος αυτών των σεισμών μειώνονται ομαλά κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (Σχήμα 6.1). Το Σχήμα 6.1 παρουσιάζει το πεδίο των τάσεων όπως προκύπτει από τους ανάστροφους μηχανισμούς του Ελληνικού τόξου, καθώς και τους ενδιάμεσου βάθους σεισμούς της καταδυόμενης ζώνης Benioff δείχνοντας, ουσιαστικά, το εφελκυστικό πεδίο των τάσεων που επικρατεί κατά μήκος της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας (down-dip extension) συνδυαζόμενο με συμπίεση παράλληλη με την τοπική

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

διεύθυνση του Ελληνικού τόξου (in-slab compression), καθώς και το σχεδόν σταθερής διεύθυνσης συμπιεστικό πεδίο που επικρατεί κατά μήκος του Ελληνικού τόξου.

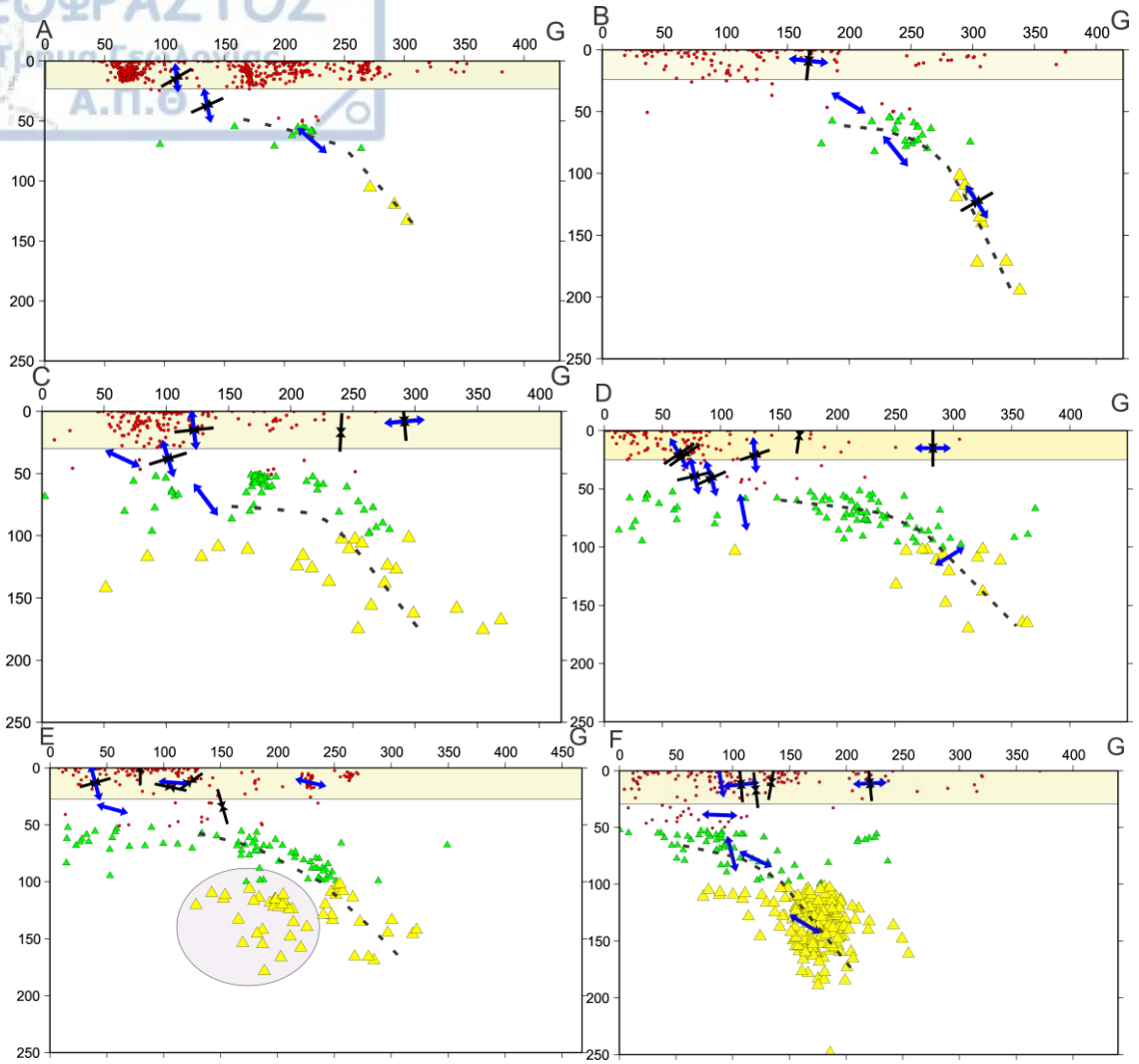
Στο Σχήμα 6.2 παρουσιάζεται η σεισμικότητα του Ν. Αιγαίου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργασία των *Papazachos et al.* (2000), τα αναλυμένα δεδομένα από τα δίκτυα CYCNET (*Bohnhoff et al.*, 2004), το οποίο λειτούργησε από το 2002 έως και τον Οκτώβριο του 2005, και EGELADOS (διάρκεια λειτουργίας 2005-2007) (*Friederich and Meier*, 2008), δημιουργώντας ένα σχεδόν συνεχόμενο χρονικά σύνολο δεδομένων, για την περιοχή του Ν. Αιγαίου. Για το χρονικό διάστημα 2007-2015 χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Σεισμολογικού Σταθμού του ΑΠΘ (doi:10.7914/SN/HT), (αυτά που ικανοποιούσαν συγκεκριμένα σφάλματα τόσο στον χρόνο, RMS≤0.5 sec, όσο και στο υπόκεντρο, ERH≤10Km, EHZ≤10km). Στο ίδιο σχήμα φαίνονται έξι τομές κάθετα του Ελληνικού τόξου, οι οποίες και παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.3. Στις έξι αυτές τομές εκτός από τα υπόκεντρα των διαθέσιμων σεισμών παρουσιάζονται επίσης οι Τ και Ρ άξονες των μέσων μηχανισμών γένεσης του σχήματος 3.11.



Σχήμα 6.2 *Επίκεντρα των σεισμών στην ευρύτερη περιοχή του Ν. Αιγαίου τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρουσίαση του πεδίου τάσεων στην περιοχή (σχ.6.3)(δες κείμενο για λεπτομέρειες). Στο σχήμα παρουσιάζονται έξι τομές (χρησιμοποιώντας διαφορετικά χρώματα επικέντρων για κάθε τομή) που κατασκευάστηκαν για την καλύτερη κατανόηση της μεταβολής της σεισμικότητας και του πεδίου τάσεων κατά μήκος της ζώνης Benioff.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



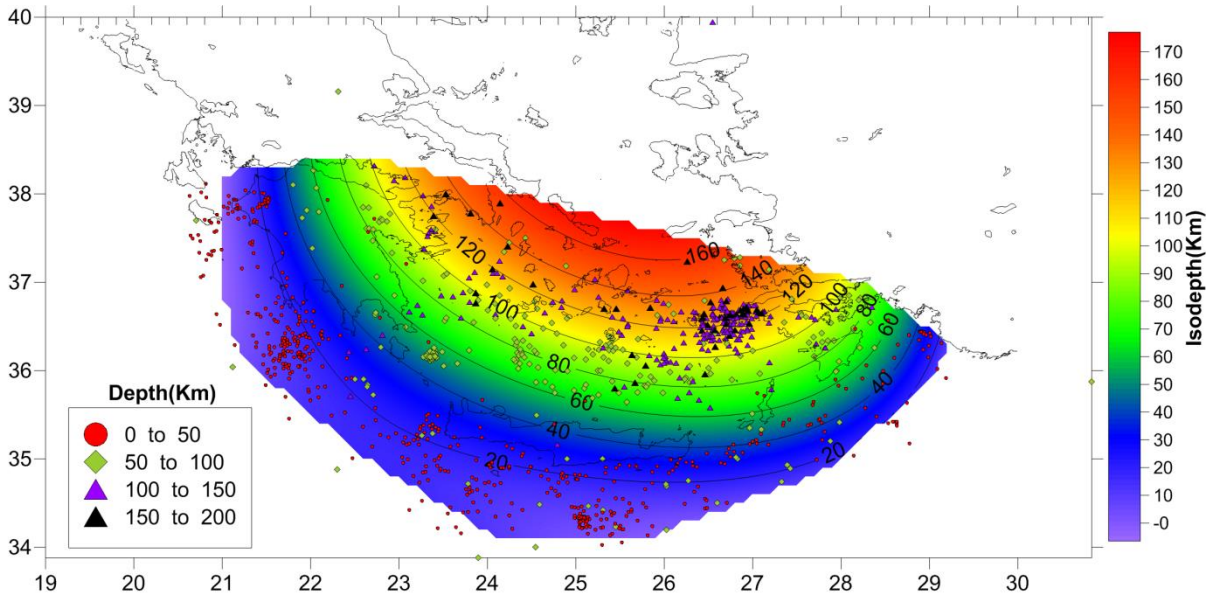
Σχήμα 6.3 *Κατανομή της σεισμικότητας κατά μήκος των 6 τομών του σχήματος 6.2, με διεύθυνση περίπου κάθετη στο εξωτερικό Ελληνικό τόξο. Οι μέσοι άξονες εφελκυσμού και συμπίεσης παρουσιάζονται με μπλε (αποκλίνοντα) και μαύρα (συγκλίνοντα) βέλη, αντίστοιχα. Οι πιο επιφανειακοί σεισμοί με βάθος <50km παρουσιάζονται με κόκκινους κύκλους ενώ οι ενδιάμεσου βάθους σεισμοί παρουσιάζονται με πράσινα (50-100km) και κίτρινα (>100km) τρίγωνα.*

Από τις τομές του σχήματος 6.3 φαίνεται ότι οι μέσοι άξονες εφελκυσμού που βρίσκονται στα βάθη 50-150km είναι περίπου παράλληλοι με τη διεύθυνση που παρουσιάζει η κατανομή της σεισμικότητας στα βάθη αυτά. Τα αποτελέσματα είναι σε καλή συμφωνία με την ενεργό τεκτονική του χώρου του Ν. Αιγαίου, καθώς και με αποτελέσματα σχετικών εργασιών (π.χ. *Papazachos et al.*, 2000; *Benetatos et al.*, 2004). Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται καλή συμφωνία της κλίσης των Τ-αξόνων με αυτή της καταδυόμενης λιθοσφαιρικής πλάκας. Σε πιο μικρά βάθη (<50km) φαίνεται ότι οι Τ-άξονες στην οπισθότοξη περιοχή σχετίζονται με τα επιφανειακά κανονικά ρήγματα που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.11 (πράσινοι και κόκκινοι μηχανισμοί γένεσης). Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η τομή (D-G)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

η οποία έχει διεύθυνση περίπου Β-Ν και ο μέσος άξονας εφελκυσμού δεν παρουσιάζει διεύθυνση παράλληλη με την διεύθυνση της καταδυόμενη λιθοσφαιρικής πλάκας. Αυτό οφείλεται πιθανότατα στο μικρό αριθμό των μηχανισμών γένεσης που ήταν διαθέσιμοι για την περιοχή αυτή. Τα αποτελέσματα από το σύνολο των τομών είναι σε συμφωνία με την εργασία των *Papazachos et al.* (2000), αφού φαίνεται ότι το όριο αλλαγής της κλίσης της ζώνης Benioff από ~30° σε 45° συμβαίνει περίπου στην ισοβαθή των 100km. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η τομή (E-G) στην οποία παρουσιάζεται μια ομάδα σεισμών ενδιαμέσου βάθους (γραμμοσκιασμένος κύκλος) οι οποίοι μπορεί να οφείλονται σε διπλή ζώνη Benioff, όπως πιθανολογείται και στην εργασία των *Rontogianni et al.* (2011).



Σχήμα 6.4 *Δισδιάστατη απεικόνιση της ζώνης Benioff όπως έχει καθοριστεί από την προσαρμογή πολυώνυμου τρίτου βαθμού στα διαθέσιμα δεδομένα των σεισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή του Ν. Αιγαίου.*

Στο Σχήμα 6.4 φαίνεται μια δισδιάστατη απεικόνιση της ζώνης Benioff, όπως έχει καθοριστεί με την προσαρμογή πολυώνυμου τρίτου βαθμού στα δεδομένα του σχήματος 6.2. Για να υπολογιστούν οι ισοβαθείς, χωρίστηκαν οι διαθέσιμοι σεισμοί σε αυτούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (σεισμοί διεπαφής - interface events) και σε αυτούς που βρίσκονται εσωτερικά του Ελληνικού τόξου (σεισμοί βυθιζόμενης πλάκας Ανατολικής Μεσογείου - inslab events). Εσωτερικά του τόξου χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σεισμών ενδιάμεσου βάθους ≥50km ενώ στο εξωτερικό Ελληνικό τόξο τα δεδομένα από όλους τους σεισμούς, αφού, συνήθως στην συγκεκριμένη ζώνη επικρατούν επιφανειακοί σεισμοί <50km. Ο διαχωρισμός έγινε για να περιοριστούν τα σφάλματα της προσαρμογής του πολυωνύμου, επειδή για την οπισθότοξη περιοχή θα ήταν λανθασμένη (και θα εισήγαγε μεγάλο σφάλμα) η ταυτόχρονη χρήση δεδομένων επιφανειακών σεισμών

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

και σεισμών ενδιαμέσου βάθους. Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι η μικρότερη ισοβαθής των 20km τοποθετείται παράλληλα με το Ελληνικό εξωτερικό τόξο, είναι, δηλαδή, είναι σχεδόν παράλληλη με το εξωτερικό μέρος των ακτών της Κρήτης- Πελοποννήσου- Καρπάθου-Ρόδου, ενώ τα μεγαλύτερα βάθη φτάνουν περίπου τα 120-150km (Αθήνα-Νάξος-Κώς).

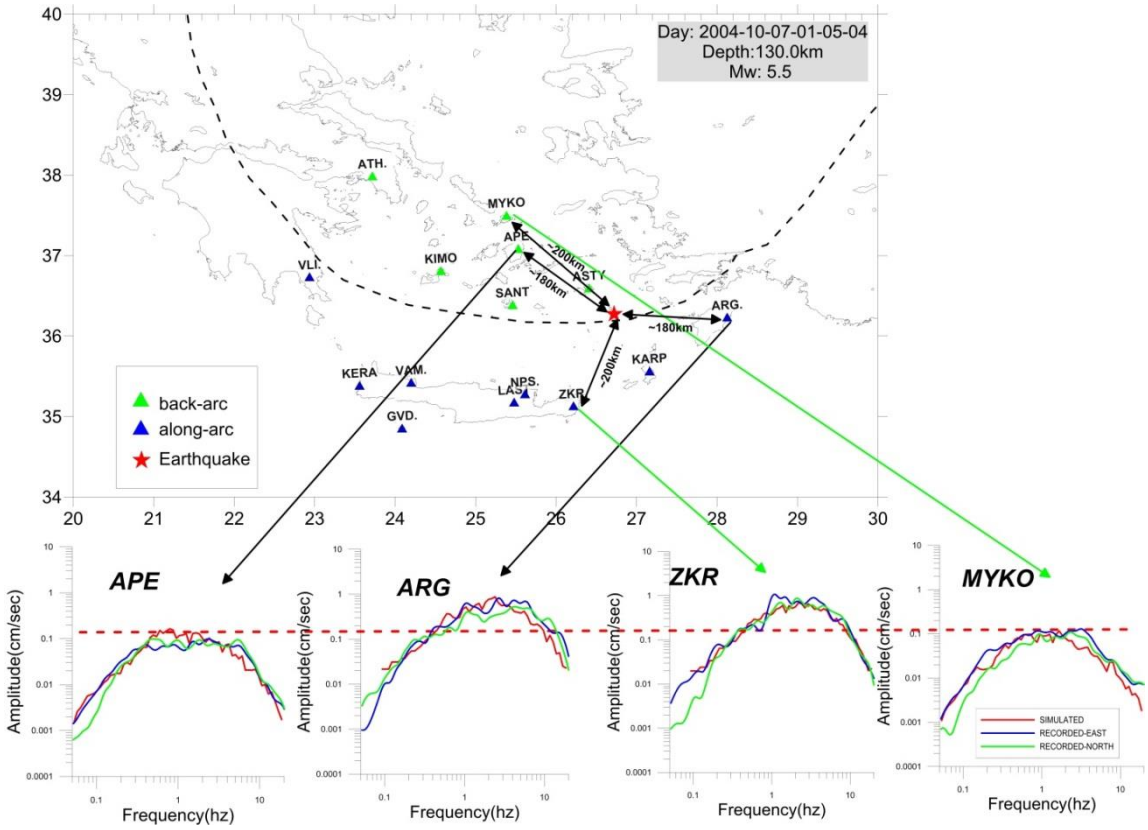
Στο πλαίσιο της διατριβής καθορίστηκαν διάφορες παράμετροι της εστίας και του δρόμου διάδοσης για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την στοχαστική προσομοίωση των σεισμών αυτών, τόσο στους σταθμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή, όσο και στους σταθμούς που βρίσκονται στην περιοχή του εξωτερικού Ελληνικού τόξου. Από την μελέτη της διάρκειας της ισχυρής σεισμικής κίνησης φάνηκε ότι για τους σεισμούς με βάθη μεγαλύτερα των 100km οι σταθμοί αναγραφής μπορεί να χωριστούν σε δυο κατηγορίες, στους σταθμούς κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (fore-arc) και στους σταθμούς στην οπισθότοξη περιοχή του ηφαιστειακού τόξου (back-arc). Οι σταθμοί που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή εμφανίζουν καταγραφές με μεγάλες διάρκειες Husid της σεισμικής κίνησης, αλλά και μικρά πλάτη αναγραφής εξαιτίας της ισχυρής απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων η οποία οφείλεται στην ύπαρξη της σφήνας του μανδύα κάτω από το ηφαιστειακό τόξο. Αντίθετα, οι καταγραφές σε σταθμούς κατά μήκος του τόξου έχουν, αντίστοιχα, σημαντικά μεγαλύτερα πλάτη και μικρότερη ισχυρή διάρκεια Husid. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το παραπάνω συμπέρασμα φαίνεται εκ πρώτης όψης περίεργο, αφού είναι γνωστό ότι η διάρκεια των ισχυρών σεισμικών κινήσεων των σεισμών ενδιαμέσου βάθους είναι μικρή στους σταθμούς της οπισθότοξης περιοχής σε σχέση με τις καταγραφές στους σταθμούς στην εξωτερική περιοχή. Όμως με τον όρο ισχυρή διάρκεια, στην παρούσα διατριβή, έχουμε περιγράψει τη διάρκεια που η κίνηση συσσωρεύει τη συνολική ενέργεια της σεισμικής καταγραφής, άσχετα από το επίπεδο της σεισμικής κίνησης. Κατά συνέπεια οι οπισθότοξες καταγραφές μικρού πλάτους «καθυστερούν» να συσσωρεύσουν τη συνολική αθροιστική ενέργεια, οδηγώντας (τυπικά) σε μεγάλη ισχυρή διάρκεια. Αντίθετα, οι καταγραφές σε σταθμούς του εξωτερικού Ελληνικού τόξου έχουν σημαντικά πλάτη (παρόμοια με των επιφανειακών σεισμών), με αποτέλεσμα να συσσωρεύουν γρήγορα το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας της καταγραφής (μικρή ισχυρή διάρκεια).

Στο Σχήμα 6.5 παρουσιάζεται η σύγκριση των φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών των καταγραφών με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier για 2 οπισθότοξους (back-arc) σταθμούς (APE και MYKO) και για 2 σταθμούς του βρίσκονται κατά μήκος του τόξου (fore-arc) (ZKR και ARG) του σεισμού στις 07/10/2004 με μέγεθος Mw 5.5, με επίκεντρο τον θαλάσσιο χώρο βορειοδυτικά της Καρπάθου και με εστιακό βάθος ~130km. Ενώ και οι τέσσερις σταθμοί βρίσκονται σχεδόν στην ίδια υποκεντρική απόσταση, οι σταθμοί ARG και ZKR που βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του τόξου παρουσιάζουν ενίσχυση

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

περίπου μίας τάξης μεγέθους στα πλάτη των φασμάτων Fourier σε σχέση με τα αντίστοιχα πλάτη των καταγραφών στους σταθμούς APE και MYKO στην οπισθότοξη περιοχή. Επιπλέον, τα συνθετικά φάσματα Fourier (κόκκινες γραμμές), που υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη προσέγγιση της στοχαστικής προσομοίωσης, φαίνεται να ταυτίζονται ικανοποιητικά με τα παρατηρούμενα φάσματα σε όλους τους σταθμούς για το κύριο διάστημα συχνοτήτων του φάσματος (0.1-20Hz).



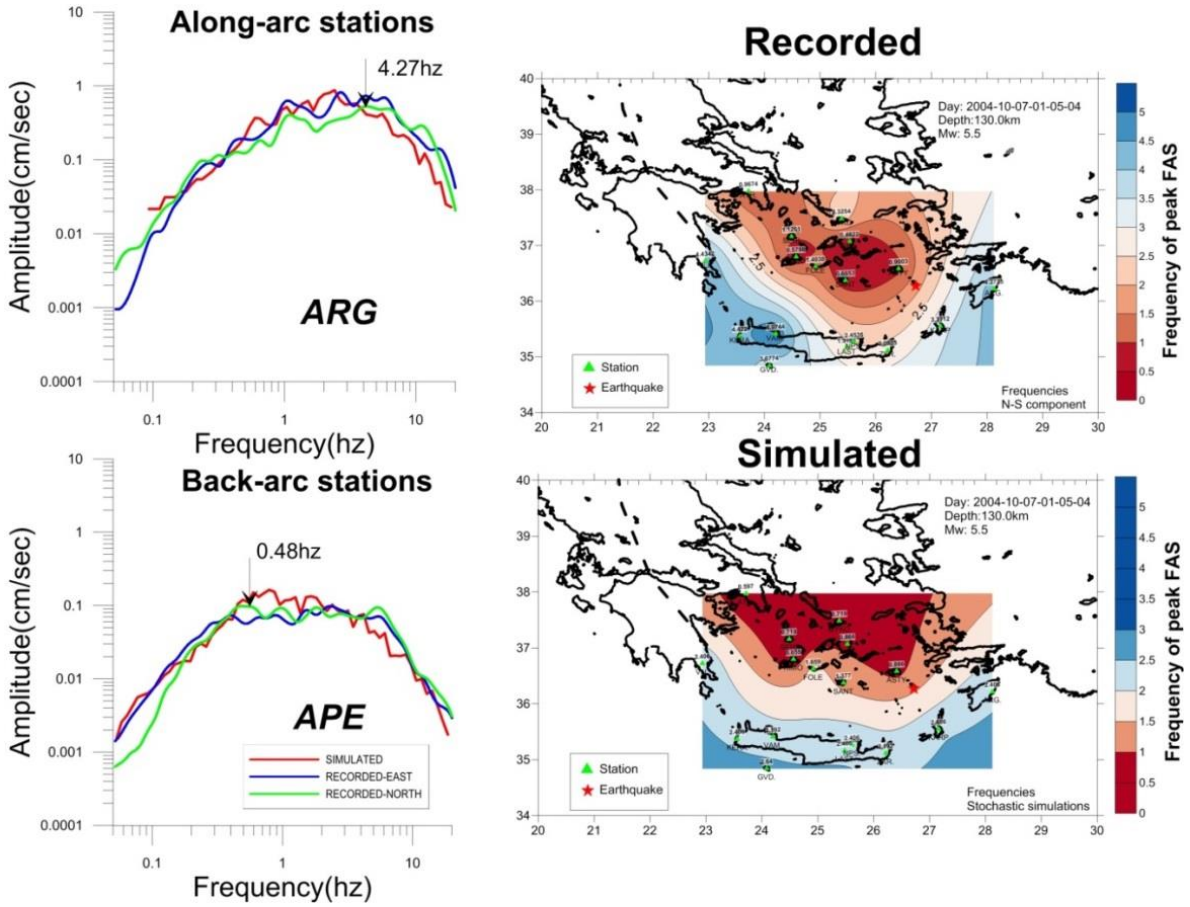
Σχήμα 6.5 *Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών των καταγραφών με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier. Τόσο οι σταθμοί APE και ARG όσο και οι σταθμοί MYKO και ZKR βρίσκονται στην ίδια υποκεντρική απόσταση.*

Αντίστοιχα, στο Σχήμα 6.6 παρουσιάζονται οι συχνότητες που αντιστοιχούν στα μέγιστα πλάτη των φασμάτων Fourier. Ο σταθμός ARG βρίσκεται στην περιοχή κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (fore-arc) και συνεπώς το ποσοστό της υψίσυχνης ενέργειας των καταγραφών του είναι μεγάλο. Γι' αυτό το λόγο, η συχνότητα που παρατηρείται στο μέγιστο πλάτος του φάσματος Fourier της συνιστώσας Βορρά-Νότου αντιστοιχεί στην τιμή ~4Hz. Αντίστοιχα, για τον σταθμό APE (οπισθότοξη περιοχή) η τιμή της συχνότητας αυτής είναι περίπου ~0.5Hz, γεγονός που οφείλεται στην έντονη απόσβεση των σεισμικών κυμάτων των υψηλών συχνοτήτων που παρατηρείται στις καταγραφές στις οπισθότοξες περιοχές. Η χωρική κατανομή των τιμών των συχνοτήτων εμφάνισης του μέγιστου φασματικού πλάτους, τόσο για τα φάσματα Fourier που υπολογίστηκαν από τις σεισμικές καταγραφές από τις τιμές

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

των πραγματικών φασμάτων (πάνω σχήμα), όσο και από τα συνθετικά φάσματα (κάτω σχήμα), δείχνουν την καλή προσομοίωση του σεισμού αυτού αλλά και τη σημαντική διαφορά στις τιμές των συχνοτήτων στις οπισθότοξες περιοχές (κόκκινο χρώμα) και στις περιοχές κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (γαλάζιο χρώμα). Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο επιβεβαιώνεται η αξιοπιστία του μοντέλου απόσβεσης που χρησιμοποιείται στην στοχαστική προσομοίωση των σεισμών βάθους.



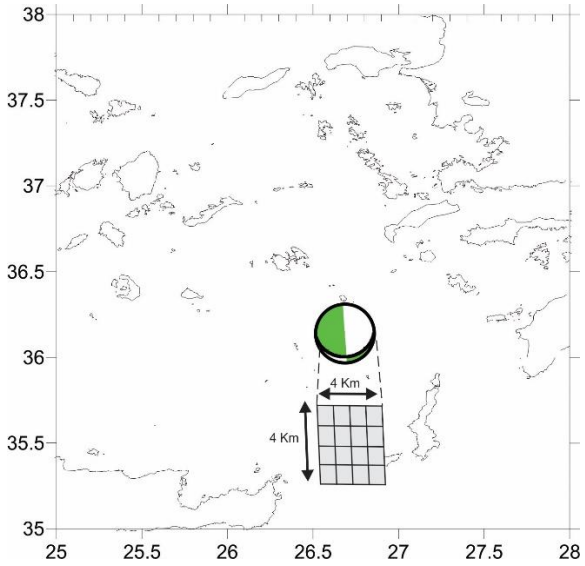
Σχήμα 6.6 *α) Συχνότητες που αντιστοιχούν στα μέγιστα πλάτη των φασμάτων Fourier για δύο επιλεγμένους σταθμούς (APE και ZKR) του σεισμού που παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.5, β) Η κατανομή των αντίστοιχων συχνοτήτων όλων των σταθμών από τα πραγματικά (πάνω) και τα συνθετικά (κάτω) δεδομένα.*

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της προτεινόμενης μεθοδολογίας η οποία εφαρμόστηκε, αλλά και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, κρίθηκε σκόπιμη η χρήση δεδομένων από σεισμό ενδιαμέσου βάθους τα οποία δεν είχαν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διατριβή κατά το στάδιο της ανάλυσης. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του σεισμού που συνέβηκε στις 24/07/2015 με μέγεθος Mw5.0, με επίκεντρο τον θαλάσσιο χώρο ~15km νοτιοδυτικά της Νισύρου και με εστιακό βάθος ~133km. Η καλή αζιμουθιακή κάλυψη των σταθμών καταγραφής, καθώς και η καλή ποιότητα των δεδομένων,

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

αποτέλεσαν σημαντικό παράγοντα στην επιλογή της προσομοίωσης του συγκεκριμένου σεισμού. Η προσομοίωση έγινε με την εφαρμογή του κώδικα EXSIM με την διαδικασία και τις παραμέτρους όπως έχει περιγραφεί στο 4° κεφάλαιο. Ο μηχανισμός γένεσης καθορίστηκε από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Αθήνας (http://bbnet.gein.noa.gr), δείχνοντας διάρρηξη οριζόντιας μετατόπισης, με σημαντική ανάστροφη συνιστώσα. Το μικρό μήκος και πλάτος του ρήγματος, που προκύπτουν από τις σχέσεις **4.24** και **4.25** για σεισμό με μέγεθος M_w=5.0 σε σχέση με το μεγάλο εστιακό βάθος του σεισμού επιδρούν ελάχιστα στα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Για αυτό το λόγο η πιθανόν λανθασμένη επιλογή του επιπέδου του ρήγματος, δεν επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Για την προσομοίωση επιλέχθηκε το επίπεδο που φαίνεται στο Σχήμα 6.7. Η πτώση τάσης με βάση το Σχήμα 4.28 προσδιορίστηκε στα 100bars.



Strike	87°	Subfaults	4x4
Dip	21°	d_L	1 km
L	4 km	d_w	1 km
w	4 km	Stress drop	100 bars
M_w	5.0	beta	4.59 km/sec
V_{rup}	0.8	kappa	0.067

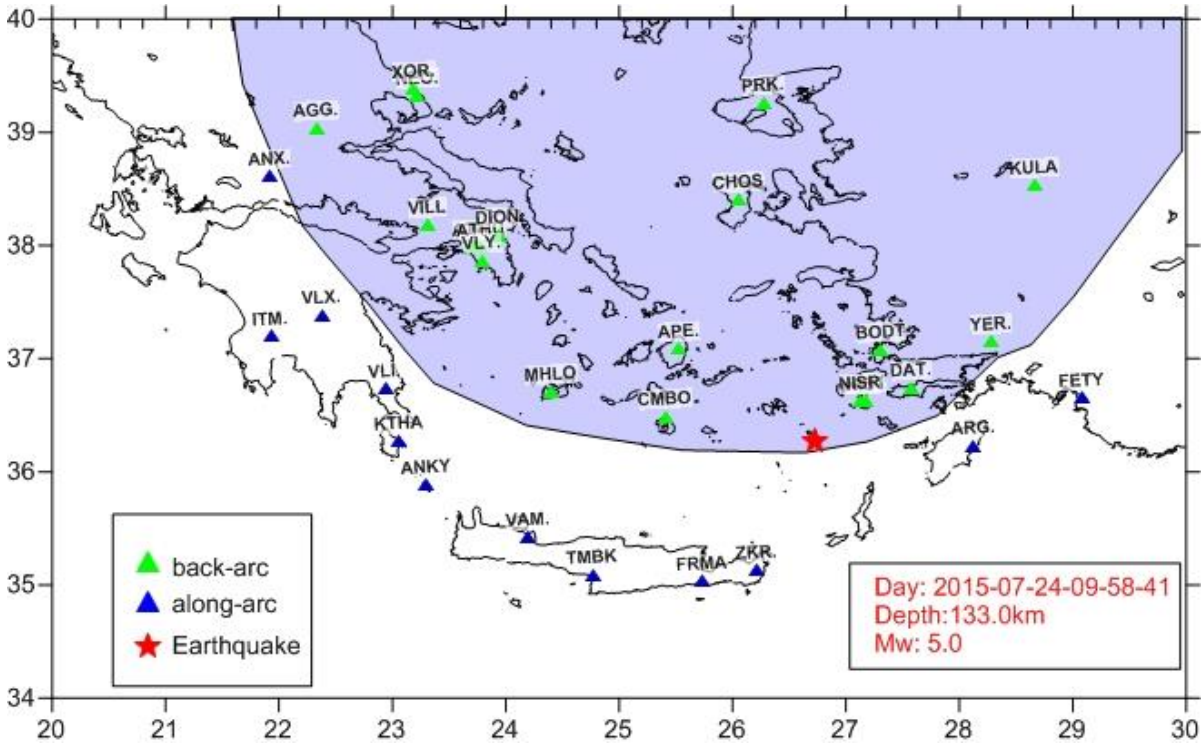
Σχήμα 6.7 *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού στη Νίσυρο της 24/07/2015, Mw5.0 και το ορικό επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση. Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται μερικές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

Στο Σχήμα 6.8, παρουσιάζονται οι σταθμοί που έχουν χρησιμοποιηθεί στην στοχαστική προσομοίωση και το επίκεντρο του σεισμού, ενώ στο Σχήμα 6.9 παρουσιάζονται οι παρατηρούμενες και προβλεπόμενες τιμές μέγιστης εδαφικής ταχύτητας (PGV) και επιτάχυνσης (PGA), καθώς και οι τιμές του φάσματος Fourier για τις συχνότητες 0.25-20Hz. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι όλοι οι παράμετροι του μοντέλου προσομοίωσης (συμπεριλαμβανομένης της παραμέτρου τάσης) είναι σταθεροί και έχουν επιλεγεί με βάση τη διαδικασία προσομοίωσης που προτείνεται για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους στην παρούσα διατριβή. Παρουσιάζονται επίσης οι προσομοιώσεις για τιμές παραμέτρου πτώσης

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

τάσης 260 και 65 bar, δηλαδή για διπλάσια και μισή τιμή από την προτεινόμενη τιμή των 130 bars που έχει καθοριστεί από την σχέση μεγέθους-πτώση τάσης (σχήμα 4.28).



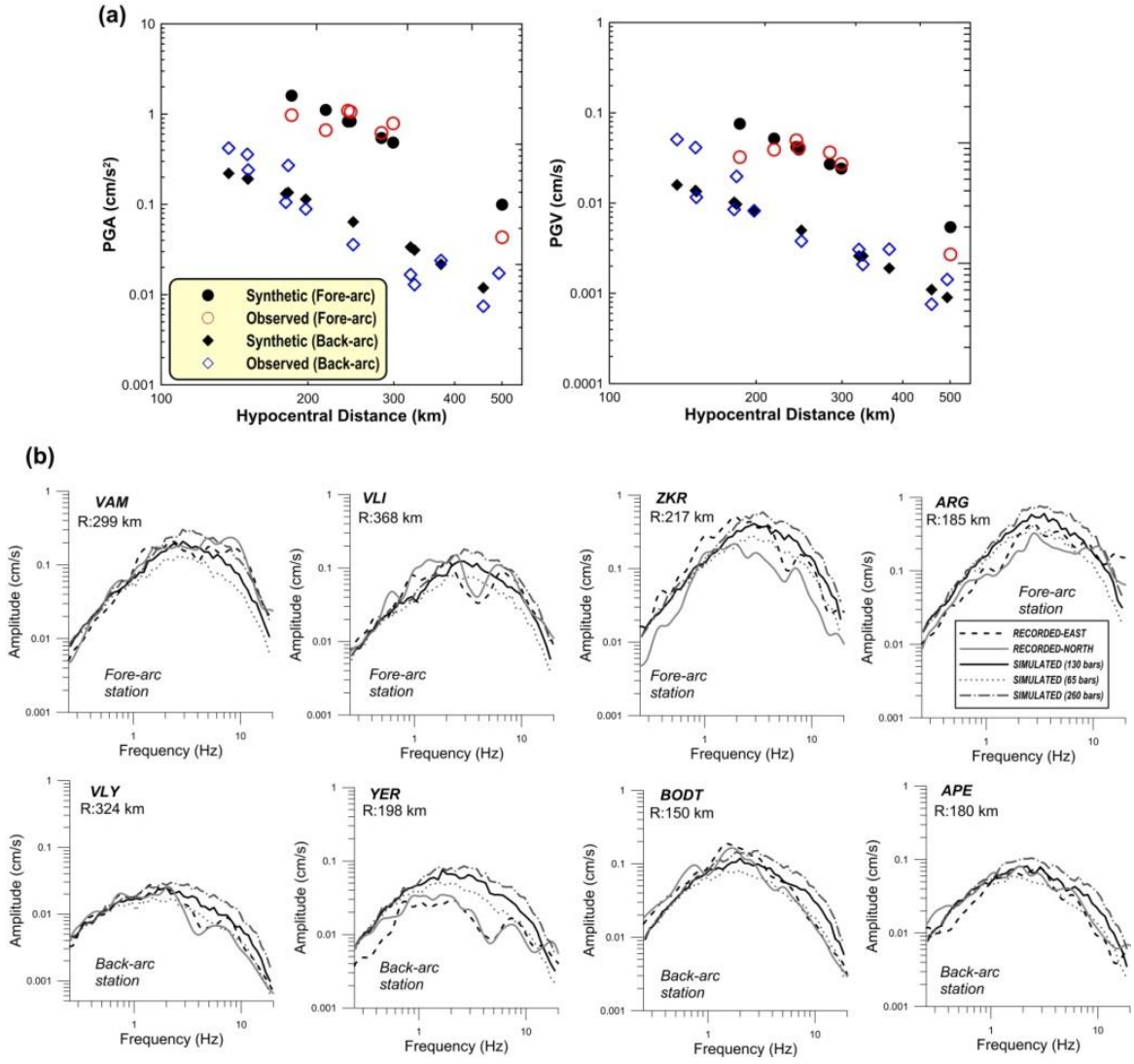
Σχήμα 6.*8* *Χάρτης σταθμών που κατέγραψαν το σεισμό της 24/07/2015 (Mw=5.0, κόκκινο αστέρι), οι καταγραφές των οποίων χρησιμοποιήθηκαν για τη στοχαστική προσομοίωση του σεισμού αυτού. Τα πράσινα τρίγωνα αντιστοιχούν στους σταθμούς εντός της οπισθότοξης περιοχής ενώ μπλε τρίγωνα σε αυτούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού τόξου.*

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων μπορεί να θεωρηθούν ιδιαίτερα ικανοποιητικά για την πλειοψηφία των σταθμών τόσο αυτών που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή (back-arc), όσο και αυτών που βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου (fore-arc). Σε όλες τις περιπτώσεις, τα παρατηρούμενα πλάτη του φάσματος Fourier είναι σε καλή σχέση με τα πραγματικά, δείχνοντας την επίδραση της υψηλής απόσβεσης στην περιοχή πίσω από το τόξο και την καλή προσαρμογή του στοχαστικού μοντέλου για τέτοιου είδους σεισμούς. Για παράδειγμα, οι σταθμοί ARG και YER παρουσιάζουν σχεδόν διαφορά μίας (1) τάξης μεγέθους των κορυφαίων τιμών του φάσματος Fourier, παρά το γεγονός ότι βρίσκονται πολύ κοντά και κατά προσέγγιση στην ίδια υποκεντρική απόσταση. Θα πρέπει επίσης να παρατηρήσουμε ότι η μέθοδος της στοχαστικής προσομοίωσης μπορεί να αναπαράγει πολύ καλά τις κυματομορφές και τα φάσματα Fourier, ακόμη και τους πιο απομακρυσμένους σταθμούς

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

(π.χ. σταθμούς VLI και VLY, που βρίσκονται σε επικεντρικές αποστάσεις> 300km). Ενώ οι πραγματικές φασματικές τιμές βρίσκονται κυρίως εντός των ορίων που ορίζονται από τα συνθετικά φάσματα (παράμετρος τάσης 65-260 bar), η επιλεγμένη τιμή παραμέτρου πτώση τάσης 130 bar παρουσιάζει καλύτερη προσαρμογή στα περισσότερα φάσματα Fourier του κάθε σταθμού καταγραφής. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι το σχετικό πολυώνυμο 2 βαθμού που υπολογίστηκε στο σχήμα (4.28) για τη σχέση μεταξύ παράμετρου πτώσης τάσης και μεγέθους θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για κάθε στοχαστική προσομοίωση σεισμών ενδιαμέσου βάθους, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ρεαλιστικές «τυφλές» προβλέψεις, τόσο για μελλοντικους, όσο και για ιστορικούς σεισμούς. Οι προσομοιώσεις για τους υπολοίπους σταθμούς του συγκεκριμένου σεισμού δίνονται στο Παράρτημα 5.

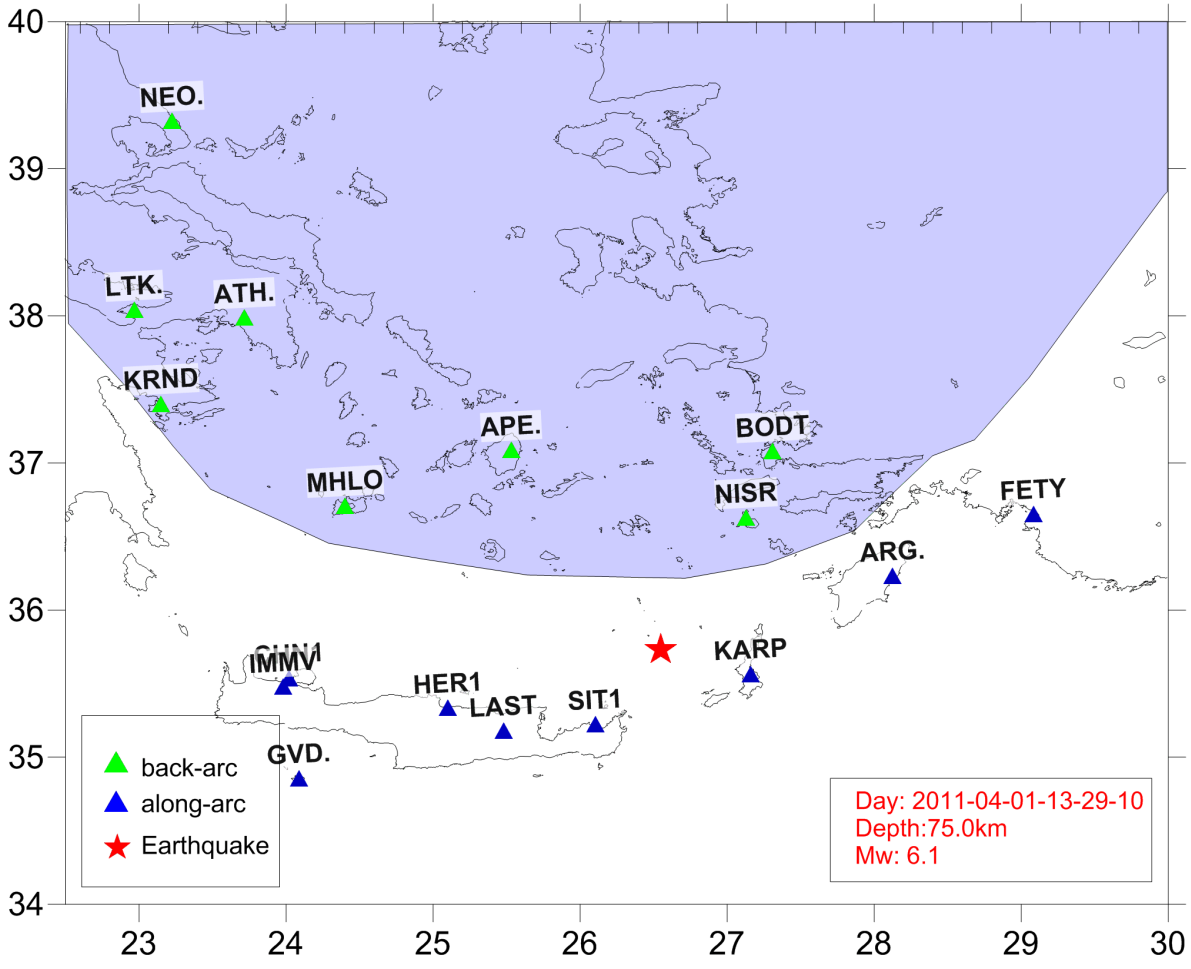


Σχήμα 6.9 *α) Σύγκριση των παρατηρούμενων μέγιστων εδαφικών ταχυτήτων (PGV) και επιταχύνσεων (PGA) , με τις στοχαστικές συνθετικές τιμές προσομοίωσης για τον σεισμό της Νισύρου (2015/07/24, M5.0, h = 133km) σε διαφορετικές υποκεντρικές αποστάσεις. β) Σύγκριση των παρατηρούμενων και συνθετικών φασματικών τιμών (FAS) για τις συχνότητες (0,25-20Hz) στις 8 θέσεις καταγραφής, χρησιμοποιώντας τιμές παραμέτρου τάσης 65, 130 και 260 bars.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

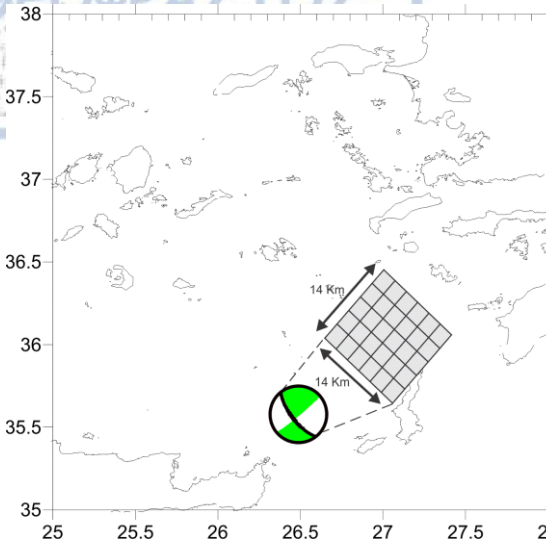
Αντίστοιχα αποτελέσματα προέκυψαν και από την στοχαστική προσομοίωση του σεισμού με επίκεντρο βορειοανατολικά στης Κρήτης (Σχήμα 6.10) στις 01/04/2011 με μέγεθος Mw=6.1 (http://www.isc.ac.uk/), ο οποίος εκδηλώθηκε σε εστιακό βάθος ~75Km. Στο Σχήμα 6.10 παρουσιάζονται οι σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση του συγκεκριμένου σεισμού. Ο μηχανισμός γένεσης καθορίστηκε (από όλα σχεδόν τα ερευνητικά κέντρα) ως μηχανισμός οριζόντιας μετατόπισης με μικρή ανάστροφη συνιστώσα (Σχήμα 6.11). Επιπλέον, στο ίδιο σχήμα παρουσιάζεται το προτεινόμενο επίπεδο του ρήγματος, και μερικές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκε για τη στοχαστική προσομοίωση των καταγραφών του. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι αυτή που περιγράφηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, και χρησιμοποιήθηκε και στην προσομοίωση του προηγούμενου σεισμού της Νισύρου.



Σχήμα 6.10 *Χάρτης σταθμών που κατέγραψαν το σεισμό της 01/04/2011 (Mw=6.1, κόκκινο αστέρι) οι καταγραφές των οποίων χρησιμοποιήθηκαν για τη στοχαστική προσομοίωση. Τα πράσινα τρίγωνα αντιστοιχούν στους σταθμούς εντός της οπισθότοξης περιοχής ενώ μπλε τρίγωνα σε αυτούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



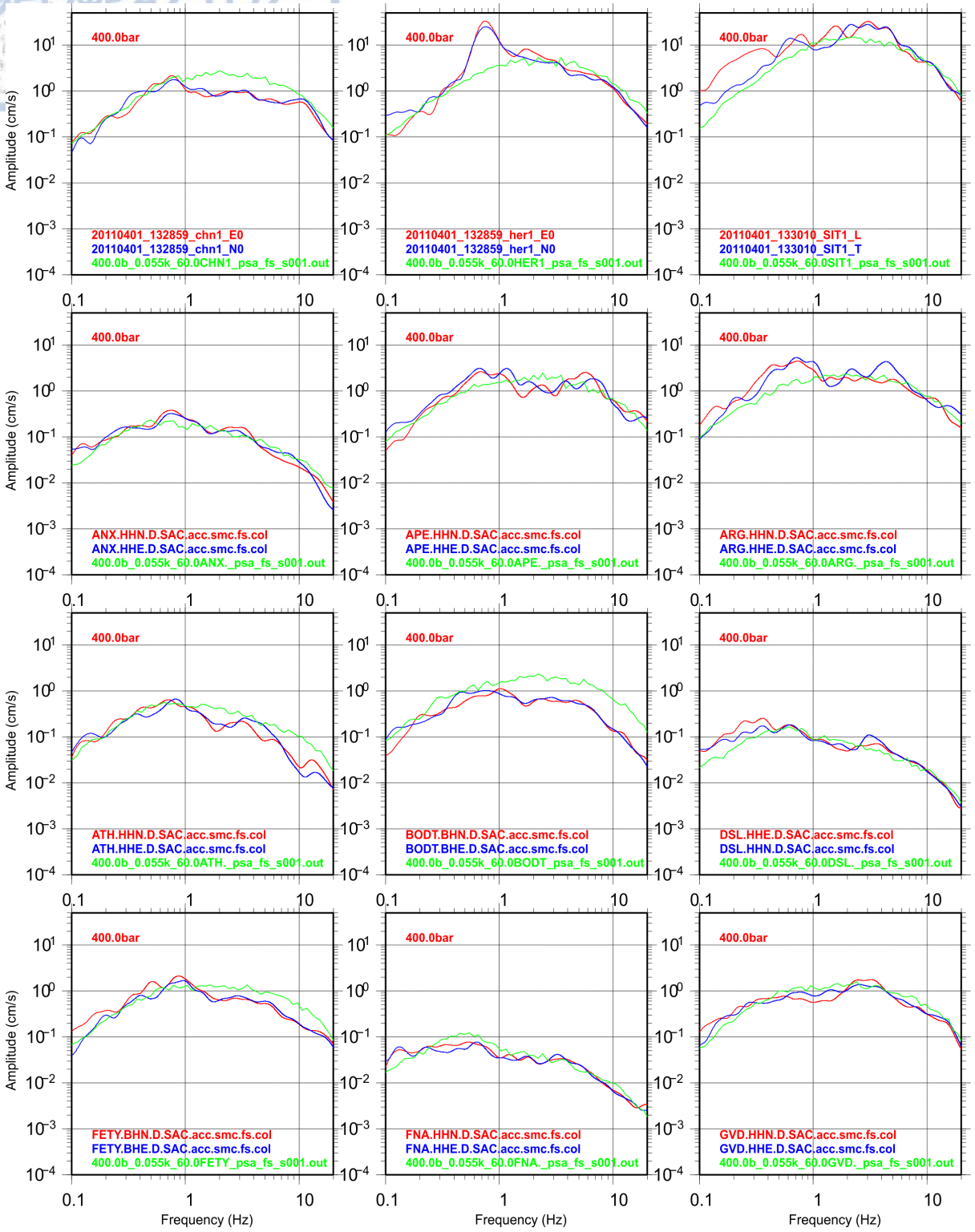
Strike	142°	Subfaults	5x5
Dip	71°	d_L	2.5 km
L	~14 km	d_w	2.5 km
w	~14 km	Stress drop	100 bars
M_w	6.1	beta	4.59 km/sec
V_{rup}	0.8	kappa	0.055

Σχήμα 6.11 *Μηχανισμός γένεσης του σεισμού της 01/04/2011 και το ορικό επίπεδο που χρησιμοποιήθηκε στην στοχαστική προσομοίωση των καταγραφών του. Στον Πίνακα δεξιά παρουσιάζονται μερικές από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν στην στοχαστική προσομοίωση.*

Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων στα σχήματα 6.12 και 6.13 δείχνουν καλή συμφωνία μεταξύ των συνθετικών και παρατηρούμενων φασμάτων Fourier, τόσο στους σταθμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή, όσο και σε αυτούς που βρίσκονται στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι, ενώ οι αντίστοιχες τιμές PGA είναι σε πολύ καλή συμφωνία με τις παρατηρούμενες τιμές και για το σεισμό αυτό, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο σεισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της προτεινόμενης μεθοδολογίας (σχήμα 6.14). Οι διαφορές αυτές εμφανώς σχετίζονται με τη διαφορετική συμβολή της απόσβεσης των κυμάτων σε συνάρτηση με το βάθος (Σχήμα 6.14). Έτσι ο σεισμός της Νισύρου (24/07/2015, σχήμα 6.14 αριστερά) έχει χαρακτηριστική εικόνα υψηλότερων ενισχύσεων της σεισμικής κίνησης σε όλο το εξωτερικό Ελληνικό (σε σχέση με την οπισθότοξη περιοχή), τόσο στις παρατηρημένες όσο και στις συνθετικές τιμές, τυπική για σεισμούς με βάθη >100km. Αντίθετα, ο σεισμός της Κρήτης (01/04/2011, σχήμα 6.14 δεξιά) εμφανίζει σε μικρότερο βαθμό αυτή την αντίθεση εξωτερικού-εσωτερικού τόξου, με υψηλές τιμές σε σχετικά μικρή απόσταση από το επίκεντρό του, τυπικό χαρακτηριστικό για σεισμούς ενδιαμέσου βάθους με βάθη <100km.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

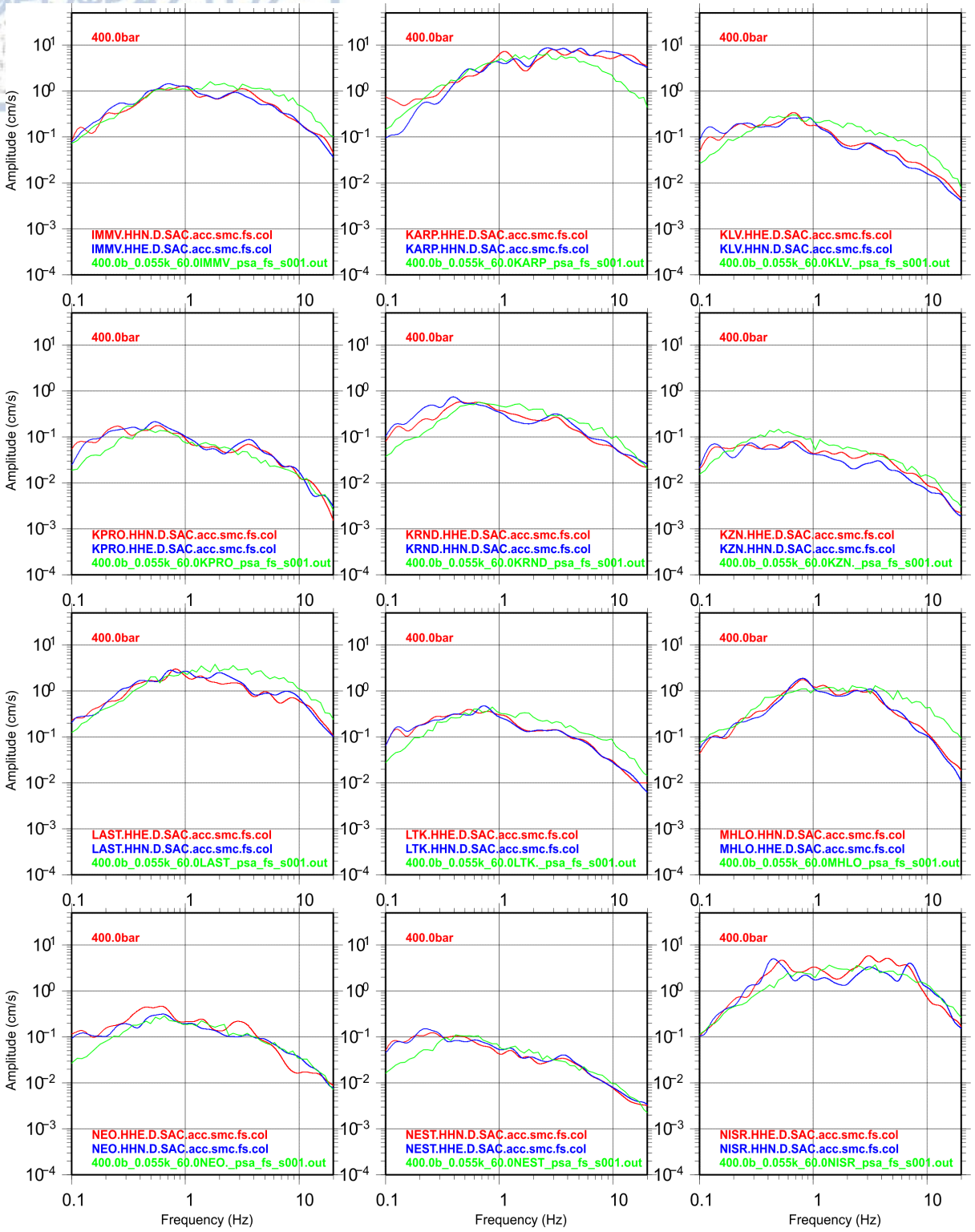
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 6.12 *Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών (κόκκινο και μπλε χρώμα) με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές (πράσινο χρώμα) για το σεισμό της Νισύρου της 01/04/2011 (Mw=6.1,h=75km).*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

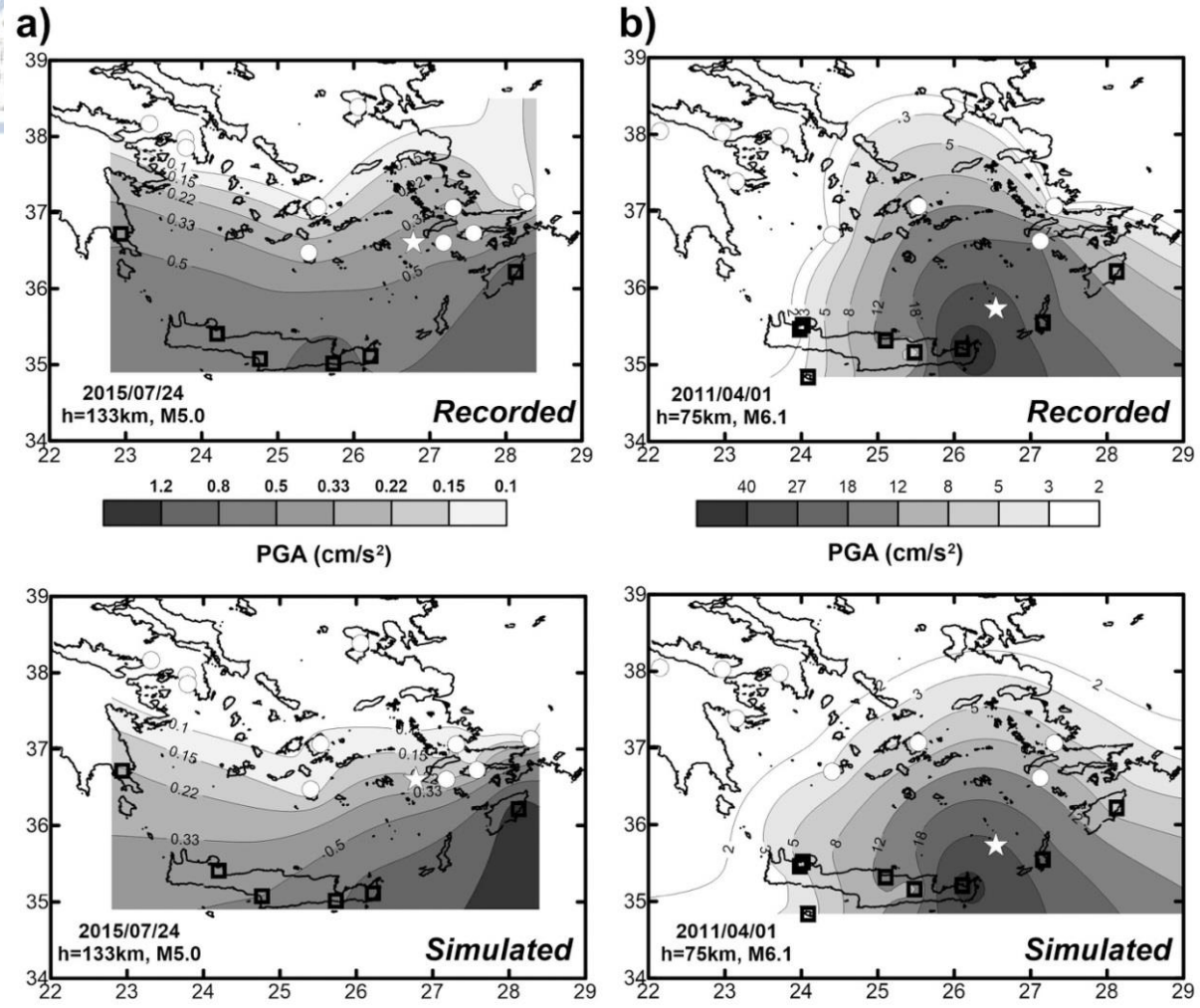
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 6.13 *(συνέχεια)*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 6.14. *Παρατηρημένες (πάνω) και συνθετικές (κάτω) χωρικές κατανομές των τιμών PGA για τον σεισμό ενδιαμέσου βάθους (h = 133 km) της Νισύρου (2015/07/24 M = 5,0) (αριστερά) και του πιο επιφανειακού σεισμού ανατολικά της Κρήτης (2011/04/01 M = 6.1 h = 75 km) (δεξιά). Τα επίκεντρα σημειώνονται με αστέρι, σε όλους τους χάρτες.*

Από την στοχαστική προσομοίωση των σεισμών ενδιαμέσου βάθους, προέκυψε (μετά από δοκιμές) ότι υπάρχει θετική συσχέτιση της παραμέτρου τάσης με το μέγεθος των σεισμών, αφού μεγάλες τιμές της παράμετρου τάσης (>400bars) αντιστοιχούν σε σεισμούς με μεγάλα μεγέθη (M>6.0). Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η επιλογή της διεύθυνσης της διάρρηξης με βάση τα δύο ορικά επίπεδα του μηχανισμού γένεσης στην στοχαστική προσομοίωση των σεισμών ενδιάμεσου βάθους έχει μικρή διαφορά στις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA), πιθανότατα λόγω του μεγάλου εστιακού βάθους των σεισμών που εξετάστηκαν, με εξαίρεση τους πολύ μεγάλους σεισμούς.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Η ομαλοποίηση των εμπειρικών φασματικών συντελεστών στη ζώνη μετάβασης από περιοχές του εξωτερικού τόξου στις οπισθότοξες περιοχές συνέβαλε στην καλύτερη εφαρμογή της στοχαστικής προσομοίωσης για την μελέτη ιστορικών σεισμών. Επίσης, η καλή συσχέτιση της βαθμίδας της τοπογραφίας με τις τιμές των Vs_{30} αξιοποιήθηκε για τον καθορισμό της επίδρασης των τοπικών εδαφικών συνθηκών σε περιοχές που υπάρχουν διαθέσιμα μακροσεισμικά δεδομένα. Με την ενσωμάτωση των φασματικών λόγων της ορίζοντας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (HVSR), στη μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης δεν προέκυψαν βελτιωμένα αποτελέσματα, με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιηθεί ο λόγος αυτός στις φασματικές ενισχύσεις του κώδικα EXSIM, τουλάχιστο για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους.

Οι παράμετροι της στοχαστικής προσομοίωσης (EXSIM) που έχουν καθοριστεί στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση επιλεγμένων, σημαντικών ιστορικών σεισμών ενδιάμεσου βάθους. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε κατάλληλη μετατροπή των μέγιστων εδαφικών εντάσεων (PGA) σε μακροσεισμικές εντάσεις (MMI), χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη σχέση των *Wald et al.* (1999) για τον Ελληνικό χώρο αφού η συσχέτιση των μέγιστων εδαφικών εντάσεων (PGA) και των διαθέσιμων μακροσεισμικών εντάσεων (MMI) για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους είναι σε καλή συμφωνία με την σχέση αυτή. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα προσομοίωσης ιστορικού σεισμού με βάση τις διαθέσιμες μακροσεισμικές εντάσεις αφορά το σεισμό της Αθήνας (17-Ιουλίου-1964), του οποίου το αρχικό μέγεθος ήταν M=6.0 αλλά υπολογίστηκε ότι βρίσκεται στο διάστημα M=6.7-6.9, χρησιμοποιώντας την διαδικασία της στοχαστικής προσομοίωσης, αλλά και τις σχέσεις απόσβεσης που προτείνουν οι *Skarlatoudis et al.* (2013). Πολύ καλά αποτελέσματα προέκυψαν και από τις στοχαστικές προσομοιώσεις τριών ακόμα ιστορικών σεισμών που πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, δείχνοντας την καλή συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων (μακροσεισμικές εντάσεις) με τα αποτελέσματα της στοχαστικής προσομοίωσης.

Για να επιβεβαιώσουμε την αξιοπιστία του μοντέλου στοχαστικής προσομοίωσης σεισμών ενδιαμέσου βάθους που προτείνεται στην παρούσα διατριβή, κυρίως για το εύρος των συχνοτήτων που εξετάστηκε (0.25-20Hz), υπολογίστηκε η συνολική διαφορά μεταξύ πραγματικών και συνθετικών φασματικών τιμών (FAS). Η μέση φασματική διαφορά μεταξύ παρατηρούμενων και συνθετικών δεδομένων, B(f), υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας την προσέγγιση των Graves and Pitarka (2010), χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες σχέσεις:

$$r_j(f) = In[\frac{A_j{}^{Observed}(f)}{A_j{}^{Simulated}(f)}] \quad \textbf{6.1}$$

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

$$B(f) = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} r_j(f) \qquad \textbf{6.2}$$

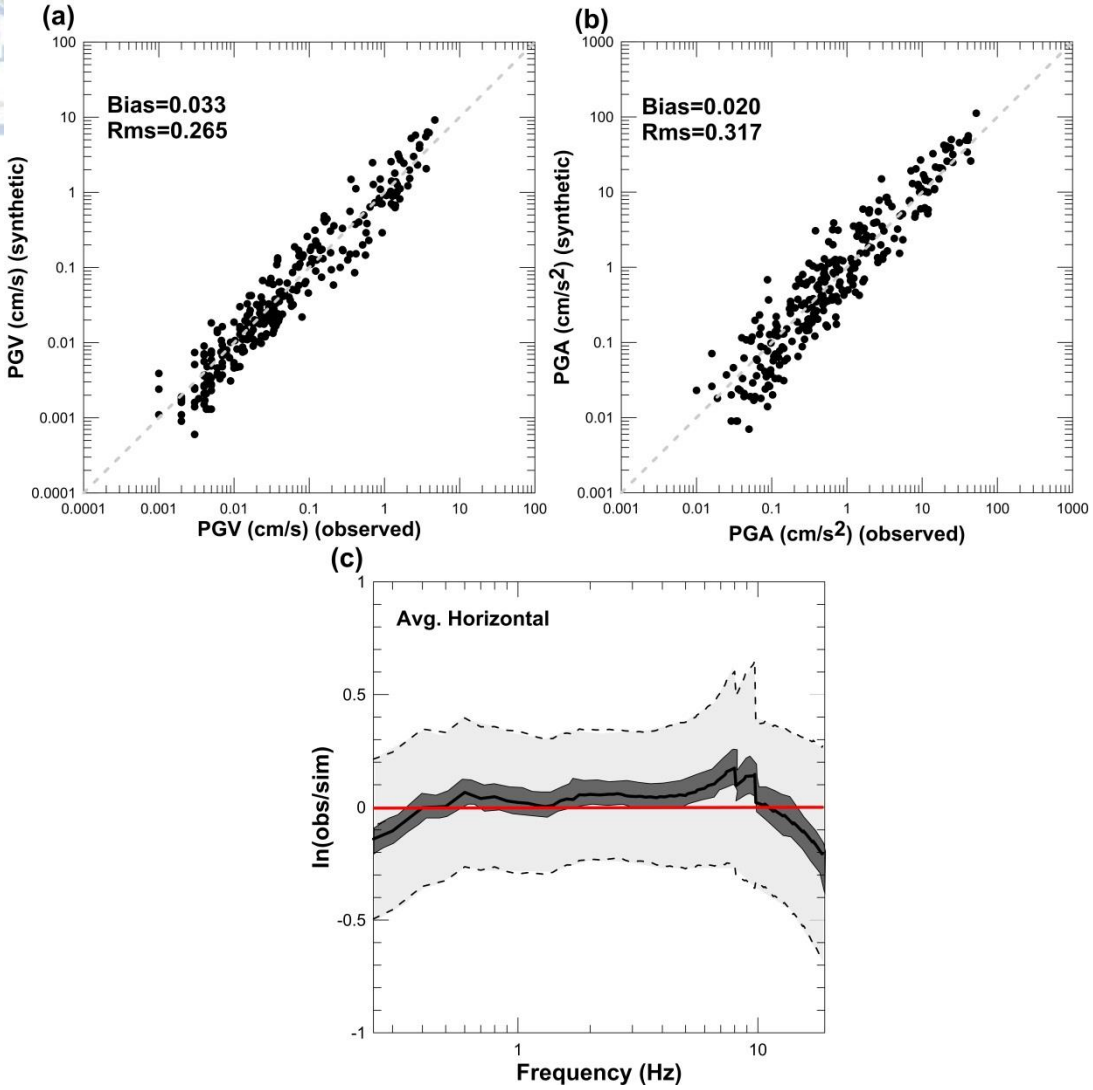
όπου το Aj(f) δηλώνει το φασματικό πλάτος της παρατήρησης j στη συχνότητα f και το N αντιστοιχεί στο συνολικό αριθμό των παρατηρήσεων. Το τυπικό σφάλμα του μέσου φασματικού λόγου δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\sigma(f) = \{\frac{1}{N}\sum_{j=1,N} [r_j(f) - B(f)]^2\}^{0.5} \qquad \textbf{6.3}$$

Το βαθμονομημένο μοντέλο με βάση τον μέσο φασματικό λόγο παρουσιάζεται στο σχήμα 6.15 για την εξεταζόμενη περιοχή συχνοτήτων (0,25-20Hz). Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζονται και οι συγκρίσεις των κορυφαίων τιμών εδαφικής κίνησης (PGA και PGV) για το σύνολο των διαθέσιμων καταγραφών ισχυρής σεισμικής κίνησης. Γενικά, ο φασματικός λόγος (σχέση 6.2) είναι μικρός, με μικρές αποκλίσεις και σχετικά μικρά σφάλματα (συνήθως με τιμές ~ 0.25-0.4). Μια ελαφρώς μεγαλύτερη διακύμανση στην τιμή παρατηρείται για f> 8Hz, οδηγώντας σε διαφορές που τοπικά φτάνουν μέχρι ~ + 0.2. Ο οπτικός έλεγχος των δεδομένων (FAS) υποδηλώνει ότι σε αυτές τις περιπτώσεις η διαφορά αυτή συνήθως οφείλεται στην ύπαρξη ενίσχυσης σε υψηλές συχνότητες (λόγο των εδαφικών συνθηκών) ή στην ύπαρξη ισχυρότερης απόσβεσης σε υψηλές συχνότητες. Σε κάθε περίπτωση, το σχήμα 6.15 δείχνει ότι τα τελικά αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση των σεισμών ενδιαμέσου βάθους μπορεί να θεωρηθούν ικανοποιητικά, αφού τόσο οι συνθετικές τιμές PGA και PGV όσο τα φάσματα Fourier είναι σε πολύ καλή συμφωνία με τις πραγματικές τιμές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές PGV δείχνουν ελαφρώς μικρότερο σφάλμα (RMS) από τις τιμές PGA, υποδηλώνοντας σαφώς ότι το μοντέλο είναι πιο αξιόπιστο για ενδιάμεσες συχνότητες, καθώς οι υψηλές συχνότητες επηρεάζονται περισσότερο από την ανελαστική απόσβεση.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



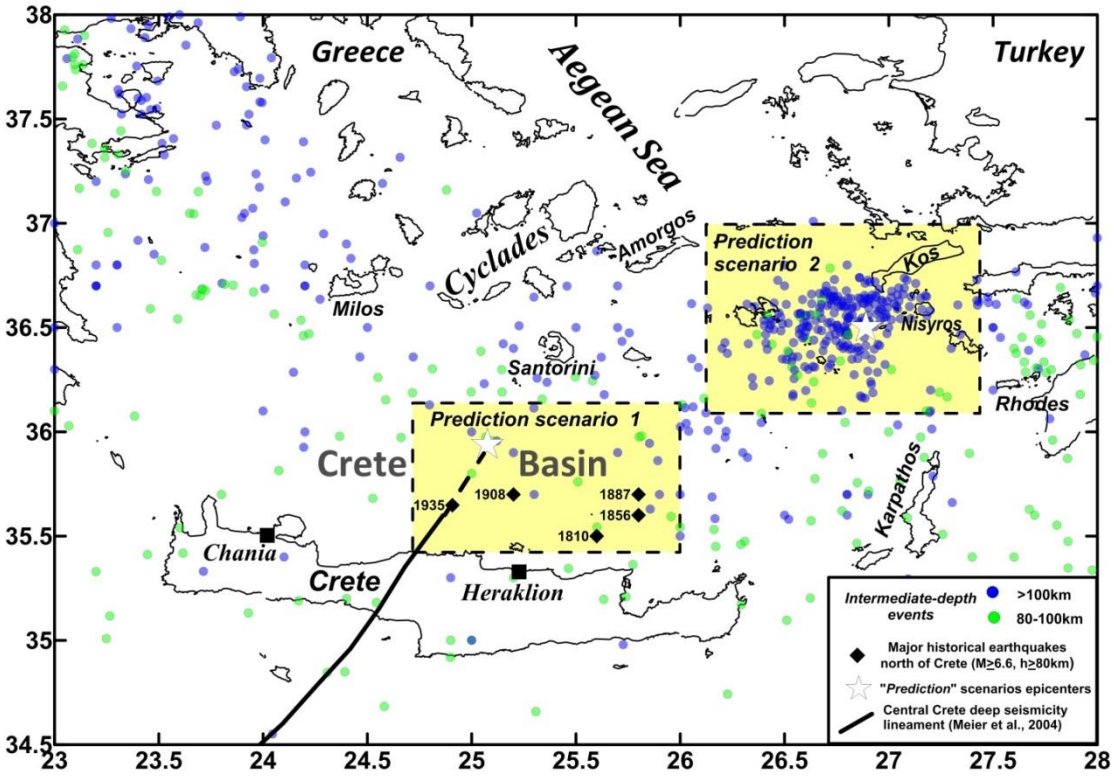
Σχήμα 6.15. *Σύγκριση των πραγματικών και συνθετικών (α) μέγιστων εδαφικών ταχυτήτων (PGV) και (β) επιτάχυνσεων (PGA) των δεδομένων ισχυρής σεισμικής κίνησης που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή. (γ) Μέση διαφορά μεταξύ συνθετικών και πραγματικών φασματικών τιμών (μαύρη γραμμή) και τυπικό σφάλμα (ανοικτό γκρί) για τα φάσματα Fourier στην εξεταζόμενη περιοχή συχνοτήτων (0,25-20Hz). Η σκούρα γκρίζα ζώνη αναπαριστά τα όρια εμπιστοσύνης ± 90%.*

Με σκοπό να ερευνήσουμε τις πιθανές επιπτώσεις άλλων μεγάλων σεισμών ενδιάμεσου βάθους στην περιοχή του νότιου Αιγαίου, παρουσιάζουμε επιπρόσθετα αποτελέσματα από σενάρια προβλέψεων για δύο επιλεγμένες περιοχές. Το πρώτο σενάριο πρόβλεψης αφορά τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους στην λεκάνη της Κρήτης, όπου αρκετοί μεγάλοι ιστορικοί σεισμοί έχουν προκαλέσει σοβαρές ζημιές και καταστροφές σε αστικά κέντρα και χωριά της βόρειας Κρήτης (π.χ. Sieberg, 1932; Papazachos, 1996;

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Papadopoulos, 2011; Ambraseys, 2009). Στην περιοχή αυτή σημειώθηκαν πέντε σεισμικά γεγονότα με M> 6.5 μεταξύ του 1810 και του 1935 (1810, 1856, 1887, 1908, 1935), με το σεισμό της 12ης Οκτωβρίου 1856 με M ~ 7.7, να είναι ο μεγαλύτερος. Ο σεισμός αυτός είχε σημαντικές επιπτώσεις κατά μήκος του Ελληνικού τόξου (Papazachos and Papazachou, 1989, 2003, Παπαδόπουλος, 2001, Ambraseys, 2009), με τις μεγαλύτερες ζημιές να παρουσιάζονται στην Κρήτη και τη Ρόδο. Στην Κρήτη, 6512 κτίρια υπέστησαν σοβαρή ζημιά και 11317 υπέστησαν ελαφρές ζημιές, ενώ στην πόλη του Ηρακλείου σχεδόν όλα τα κτίρια κατέρρευσαν ή υπέστησαν σοβαρή ζημιά. Συνολικά, 538 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους και 637 τραυματίστηκαν (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).



Σχήμα 6.16. *Κατανομή της σεισμικότητας στη νότια περιοχή του Αιγαίου (Papazachos et al., 2010, διαθέσιμη στη διεύθυνση http://geophysics.geo.auth.gr/). Τα επίκεντρα των σεναρίων σημειώνονται με αστέρια. Οι σημαντικότεροι ιστορικοί σεισμοί ενδιάμεσου βάθους βόρεια της Κρήτης μεταξύ 1810 και 1935, καθώς και η τεκτονική γραμμή στη ζώνη Benioff που προτάθηκε από τον Meier et al., (2004) απεικονίζονται με διαμάντια και στικτή γραμμή, αντίστοιχα. Οι δύο περιοχές των σεναρίων (λεκάνη κεντρικής-δυτικής Κρήτης και περιοχή ενδιάμεσης σεισμικότητας βάθους κοντά στα νησιά Νισύρου-Κω) φαίνονται με κίτρινα πλαίσια.*

Για το πρώτο σενάριο προσομοιώθηκαν οι βλάβες ενός πιθανού μεγάλου σεισμού (M = 7,7) στη λεκάνη της Κρήτης, με παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτόν του 1856. Ενώ η κατανομή βλαβών του σεισμού του 1856 δείχνει ότι το γεγονός αυτό πιθανότατα να βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης (π.χ. Sieberg, 1932), εξετάστηκε η πιθανή

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

επίδραση ενός μεγάλου ενδιάμεσου βάθους σεισμού, ο οποίος να βρίσκεται στην τεκτονική γραμμή όπως έχει καθοριστεί από τους Meier et al., (2004). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές ανάλυσαν τους σεισμούς που καταγράφηκαν σε προσωρινά σεισμικά δίκτυα εγκατεστημένα στη δυτική και κεντρική Κρήτη. Λαμβάνοντας υπόψη την κακή ακρίβεια της θέσης των ιστορικών σεισμών, η οποία είναι ακόμη χειρότερη για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους για τους οποίους σε αρκετές περιπτώσεις δεν παρατηρείται η μέγιστη βλάβη κοντά στην επικεντρική περιοχή, προτιμήθηκε να περιοριστεί το επίκεντρο του σεισμού χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες σεισμοτεκτονικές πληροφορίες. Επίσης, υιοθετήθηκε για αυτό το σενάριο ένα μέγεθος ίσο με το μέγιστο μέγεθος που αναφέρθηκε ιστορικά (M ~ 7.7) και ένα βάθος (h = 100km), σε συμφωνία με τη γνωστή γεωμετρία της ζώνης Benioff (Σχήμα 6.16).

Το δεύτερο σενάριο αφορά τα νησιά Κω και Νίσυρος (Σχήμα 6.16) στο ανατολικό και βαθύτερο τμήμα της ζώνης Benioff του νότιου Αιγαίου. Αυτή η περιοχή υπήρξε και παραμένει η πλέον σεισμικά ενεργή ζώνη με σεισμούς ενδιάμεσου βάθους σε ολόκληρο τον Ελληνικό χώρο, με έντονη σεισμικότητα μικρού και μεσαίου μεγέθους με βάθη μεταξύ 100 και 170 km. Τα μέγιστα μεγέθη (M ~ 6.5) θεωρούνταν τυπικά το όριο για αυτό το βαθύτερο τμήμα της ζώνης Benioff ανατολικά του τόξου, μέγεθος που είναι πολύ μικρότερο από το μέγιστο μέγεθος M ~ 8.0 που παρατηρήθηκε κατά μήκος του ρηχότερου τμήματος της ζώνης Benioff, σε βάθη <100km (π.χ Papazachos and Papaioannou, 1993, Papazachos et al., 2005). Ωστόσο, πρόσφατα ευρήματα δείχνουν ότι στο κεντρικό και δυτικό βαθύτερο τμήμα της ζώνης Benioff στον 20° αιώνα έχουν συμβεί γεγονότα μέχρι M ~ 7.0, όπως ο σεισμός ενδιαμέσου βάθους στην Αμοργό το 1956. Δεδομένου ότι οι πληροφορίες για αυτούς τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους είναι σαφώς περιορισμένες και, καθώς ο σεισμός της Ρόδου του 1926, ο οποίος είχε μελετηθεί προηγουμένως, είχε ιδιαίτερα μεγάλη επίδραση στη Ρόδο, όπου έχουν πλέον κατασκευαστεί μοντέρνα πολυώροφα (συχνά πάνω από 10 ορόφους) κτίρια, εξετάστηκε το ενδεχόμενο ενός βαθύτερου σεισμού (h> 100km) με πιθανό μέγεθος M = 7,5. Το μέγεθος αυτό επιλέχθηκε σαν το μέσο μέγεθος μεταξύ του M ~ 7,0 (σεισμός Αμοργού 1956) και του μεγέθους M ~ 8,0 το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο καταγεγραμμένο μέγεθος στο ρηχότερο τμήμα της ζώνης Benioff, Επομένως, προσομοιώθηκε η πιθανή επίδραση ενός μεγάλου μεγέθους (M = 7,5) σεισμού στην περιοχή των νησιών Κω-Νισύρου, με μέσο εστιακό βάθος 140km.

Και για τα δύο σενάρια πρόβλεψης χρησιμοποιήθηκε το ίδιο πλέγμα σημείων που χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση του σεισμού της Μήλου το 2002, και όλες οι άλλες παράμετροι του μοντέλου προσομοίωσης (π.χ. εδαφικές συνθήκες) υπολογίστηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως και για τα τέσσερα (4) ιστορικά γεγονότα που εξετάστηκαν προηγουμένως.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

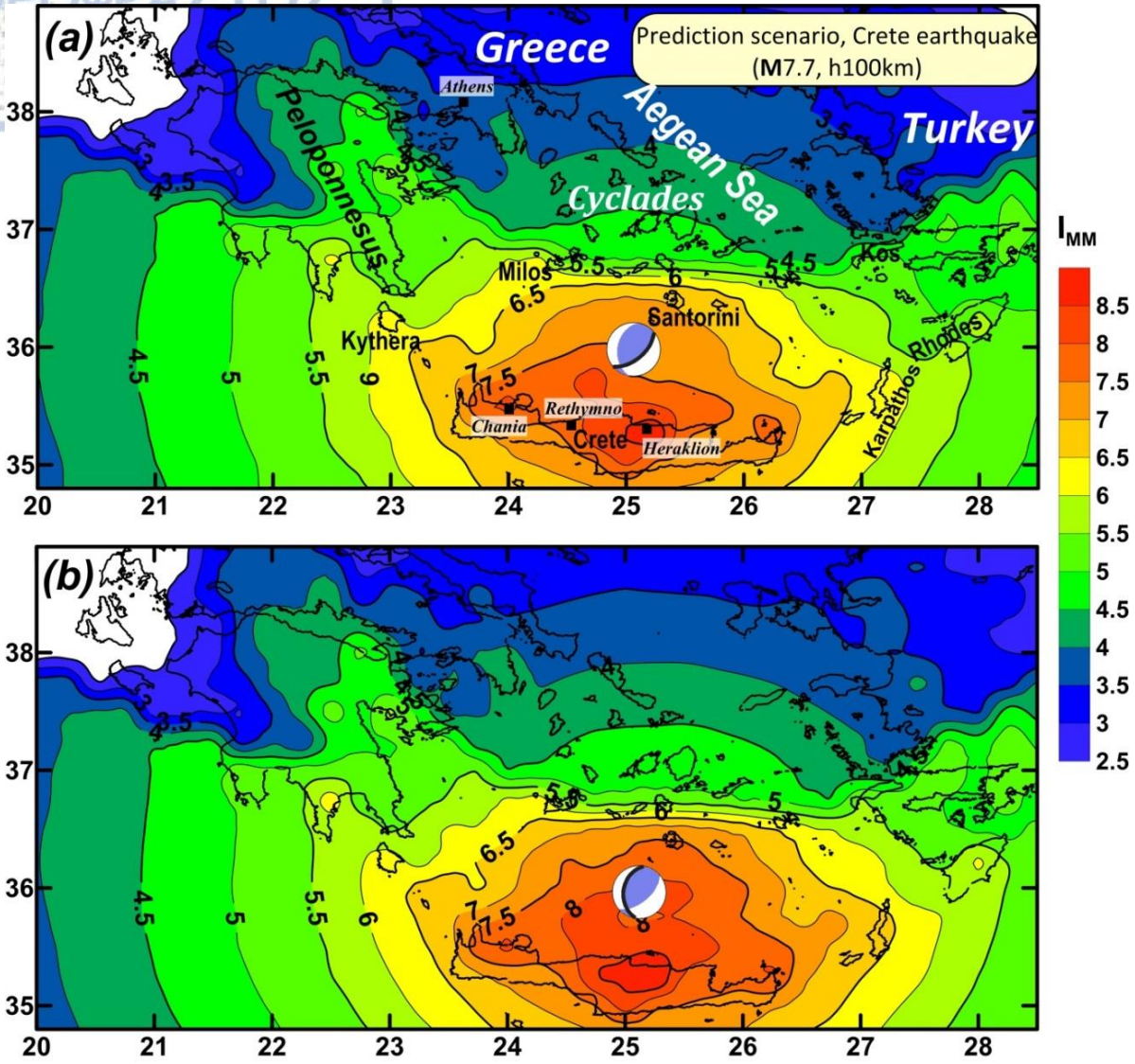
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Η στοχαστική προσομοίωση του σεισμού βόρεια της Κρήτης (M = 7.7, σενάριο πρόβλεψης 1) πραγματοποιήθηκε και για τα δύο επίπεδα του τυπικού μηχανισμού γένεσης (Kkallas et al. 2013), λαμβάνοντας υπόψη την παράμετρο πτώση τάσης να είναι ίση με 800 bars (Σχήμα 6.17). Παρά τις μεγάλες διαστάσεις του ρήγματος, οι προσομοιώσεις (σχήμα 6.17) και για τα δύο υποθετικά επίπεδα, όπως προκύπτουν από τον τυπικό μηχανισμό γένεσης της περιοχής, παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα, με διαφορές μικρότερες από 0,5 μονάδες της μακροσεισμικής έντασης (π.χ. νησί Σαντορίνης). Αυτό οφείλεται πιθανώς στην παρόμοια παράταξης των δύο ορικών επιπέδων του συγκεκριμένου μηχανισμού γένεσης. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την έντονα μεταβαλλόμενη κατανομή των βλαβών, με μεγάλες εντάσεις (IMM = 8.5-9) εκτιμώμενες για την ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου (κεντρική Κρήτη). Σημαντικές ζημιές (IMM> 7.5) αναμένεται να παρατηρηθούν σε όλο το νησί της Κρήτης, με τιμές IMM έως 6 στα νησιά των Κυθήρων, Σαντορίνης και Κάρπαθου. Μικρές μακροσεισμικές εντάσεις παρατηρούνται στην περιοχή του Ελληνικού τόξου (Αθήνα, Κυκλάδες, κλπ.), λόγω της ισχυρής απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων στην οπισθότοξη περιοχή.

Οι προσομοιώσεις για το δεύτερο σενάριο πρόβλεψης (M = 7.5, h = 140 Km., σεισμός στην περιοχή Κω-Νισύρου), που αφορά το βαθύτερο και ανατολικό τμήμα της ζώνης Benioff, παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.18 για το ΒΑ-ΝΔ επίπεδο, το οποίο είναι σε καλύτερη συμφωνία με την κατανομή των ενδιάμεσων σεισμών βάθους. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση του άλλου επιπέδου του μηχανισμού γένεσης οδήγησε σε αρκετά παρόμοια αποτελέσματα. Στα αποτελέσματα είναι εμφανής η έντονη χωρικά μεταβαλλόμενη κατανομή των βλαβών, με μεγάλες μακροσεισμικές εντάσεις (IMM = 6.5-7) να προβλέπονται για στη Ρόδο, σε απόσταση σχεδόν ~ 120 χιλιόμετρα μακριά από το επίκεντρο του σεισμού. Για το ίδιο εύρος αποστάσεων, προβλέπονται τιμές μικρότερες από IMM = 4,5 για την οπισθότοξη περιοχή του ηφαιστειακού τόξου (π.χ. Αμοργός), επαληθεύοντας πρακτικά τις μικρές επιπτώσεις από τέτοιους σεισμούς στην περιοχή των Κυκλάδων. Μεγάλες έντασεις (IMM> 6) παρατηρούνται σε ολόκληρη την περιοχή του κεντρικού και ανατολικού εξωτερικού τόξου, όπως στην κεντρική και ανατολική Κρήτη, στην Κάρπαθο και στη νοτιοδυτική Τουρκική ακτή (χερσόνησος Μαρμαρίδας), οι οποίες εκτείνονται σε επικεντρικές αποστάσεις μεγαλύτερες από 200 Km. Παρά το μεγάλο μέγεθός του σεισμού (M = 7.5), ο προβλεπόμενος αντίκτυπος των ζημιών δεν είναι πολύ μεγάλος σε ολόκληρη την ανατολική περιοχή του εξωτερικού τόξου (Κρήτη-Κάρπαθο-Ρόδος-παράλια Τουρκίας), προφανώς λόγω του μεγάλου εστιακού βάθους του σεισμού.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

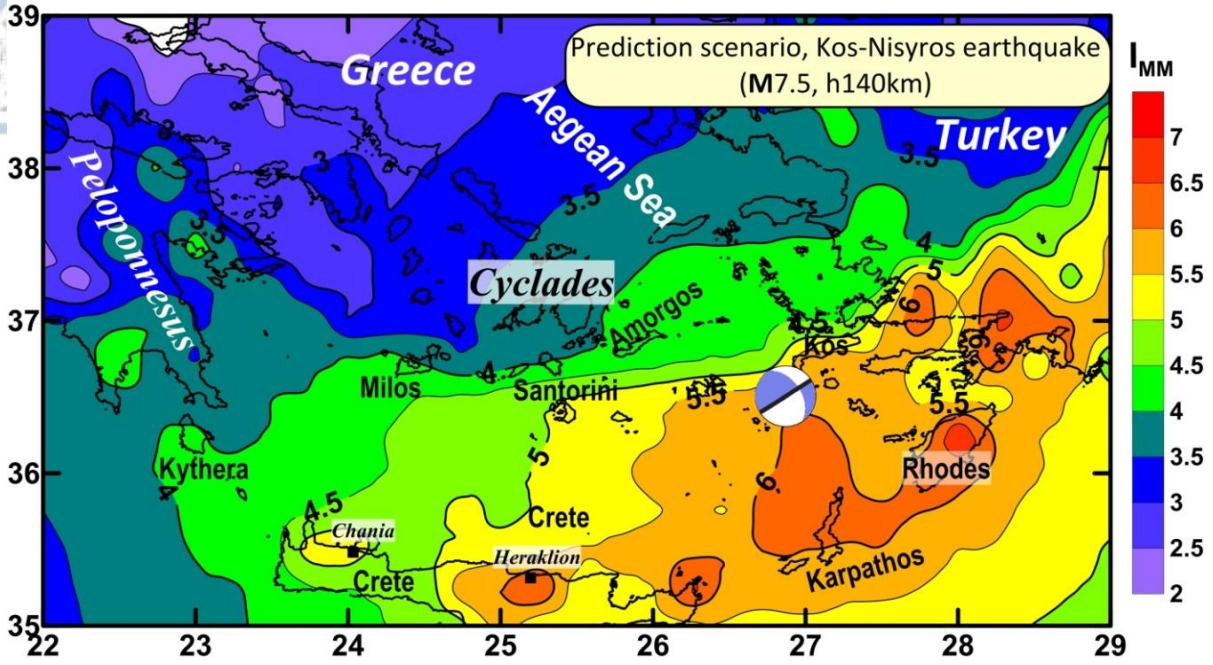
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 6.17. *Αναμενόμενη κατανομή της μακροσεισμικής έντασης για το πρώτο σενάριο πρόβλεψης (M = 7.7, h = 100km) βόρεια της Κρήτης, λαμβάνοντας υπόψη και τα δύο επίπεδα του τυπικού μηχανισμού γένεσης. Το επίπεδο του μηχανισμού γένεσης απεικονίζεται σε κάθε περίπτωση με μια μαύρη έντονη γραμμή πάνω στον αντίστοιχο μηχανισμό γένεσης. Και στις δύο περιπτώσεις οι μεγάλες εντάσεις (IMM> 7.5) επηρεάζουν κυρίως τα νησιά της Κρήτης και της Καρπάθου, ενώ μέτριες έως μικρές ζημιές παρουσιάζονται στα νησιά των Κυκλάδων.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Σχήμα 6.18. *Αναμενόμενη κατανομή της μακροσεισμικής έντασης για το δεύτερο σενάριο (M =7,5, h=140 km), στην περιοχή της Κω-Νισύρου (ανατολικό Ελληνικό τόξο). Το εξεταζόμενο επίπεδο του ρήγματος απεικονίζεται με έντονη μαύρη γραμμή πάνω στην αντίστοιχη λύση του μηχανισμού γένεσης.*

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε το πεδίο στην ευρύτερη περιοχή του Νοτίου Αιγαίου χρησιμοποιώντας όλους τους διαθέσιμους μηχανισμούς γένεσης, χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνικές αντιστροφής. Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από υψηλή σεισμικότητα αφού επανειλημμένα έχουν συμβεί μεγάλοι σεισμοί (επιφανειακοί και ενδιάμεσου βάθους) (έως και M ~ 8.0). Ένας μεγαλύτερος αριθμός διαθέσιμων μηχανισμών γένεσης που έχει συλλεχτεί για το Νότιο Αιγαίο αποτέλεσε τη βάση για τη λεπτομερή μελέτη της χωρικής κατανομής του ενεργού πεδίου τάσεων χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που παρέχονται από τους άξονες P και T των μηχανισμών γένεσης. Το σύνολο των δεδομένων συμπληρώνεται με τη αξιοποίηση επιπλέον μηχανισμών γένεσης που υπολογίζονται στο πλαίσιο αυτής της μελέτης. Το πεδίο των τάσεων μελετήθηκε χρησιμοποιώντας τρεις αλγορίθμους, καθώς και μια προσαρμοσμένη μέθοδο που προτείνεται σε αυτή τη μελέτη, με βάση τη στατιστική επεξεργασία των λύσεων που παρέχονται από τη μέθοδο Gephart και Forsyth (1984). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από όλες τις μεθόδους δείχνουν ότι η μέθοδος Gephart και Forsyth εμφανίζει συστηματικά τη μεγαλύτερη απόκλιση σε σύγκριση με τις άλλες προσεγγίσεις. Το πεδίο των τάσεων που έχει υπολογιστεί δείχνει παρόμοια σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά με προηγούμενες μελέτες, αναγνωρίζοντας πέντε τύπους ρηγμάτων και πεδία τάσεων στον χώρο του Ν. Αιγαίου, και ειδικότερα:

α) Ανάστροφα ρήγματα που υπάρχουν στην περιοχή του Ελληνικού τόξου σε βάθη 0-60Km, με την κύρια διεύθυνση των αξόνων συμπίεσης (P-άξονες) να είναι κάθετη στην γενική διεύθυνση του τόξου στις δυτικές και κεντρικές περιοχές του τόξου, ενώ στις ανατολικές περιοχές (π.χ. Ρόδος) η διεύθυνση αυτή συμπίπτει με την διεύθυνση του Ελληνικού τόξου.

β) Κανονικά ρήγματα σε βάθη 0-30km με άξονες εφελκυσμού (T-άξονες) με διεύθυνση ~Β-Ν σχεδόν κάθετη με την γενική διεύθυνση του ηφαιστειακού τόξου.

γ) Κανονικά ρήγματα σε βάθη 0-30Km στην περιοχή του εξωτερικού ιζηματογενές τόξου με τους άξονες εφελκυσμού (T-άξονες) να έχουν ~Α-Δ διεύθυνση.

δ) Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης με σημαντική ανάστροφη συνιστώσα που συνδέονται με τους ενδιάμεσου βάθους σεισμούς κατά μήκος της καταδυόμενης ζώνης Benioff. Τα βάθη των σεισμών αυτών αυξάνουν από το βάθος των ~50km κοντά στην Κρήτη και στα Κύθηρα μέχρι το βάθος των ~100-120km στην περιοχή του ηφαιστειακού τόξου

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ε) Ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης που επικρατούν κυρίως στην περιοχή του ΝΑ τμήματος του Ελληνικού τόξου σε βάθος μέχρι τα 60km.

Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η στοχαστική μέθοδος πεπερασμένων πηγών με την χρήση δυναμικής γωνιακής συχνότητας και εφαρμόστηκε στους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου με την χρήση του λογισμικού EXSIM (Motazedian and Atkinson, 2005; Boore, 2009). Για την παραμετρική διερεύνηση χρησιμοποιήσαμε ενόργανα δεδομένα (κυματομορφές), τόσο από επιταχυνσιογράφους, όσο και από σεισμόμετρα ευρέος φάσματος (ταχύτητας) για σεισμούς ενδιάμεσου βάθους (βάθη ~45-140 Km) και μεγέθη στο εύρος μεταξύ M=4.5-6.7 που συνέβησαν κατά μήκος της Ζώνης Wadati-Benioff του Νότιου Αιγαίου. Η ανελαστική απόσβεση που έχει χρησιμοποιηθεί στην διατριβή αυτή υιοθετήθηκε από την εργασία των Skarlatoudis et al. (2013) και αντιστοιχεί σε δυο μεγάλες κατηγορίες σεισμών: α) στους σεισμούς που βρίσκονται στην οπισθότοξη περιοχή με βάθη ≥60km και, β) στους σεισμούς που βρίσκονται κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου με τα βάθη τους να κυμαίνονται από 45-60km. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι φασματικές κλίσεις της επιτάχυνσης (τιμές κ) από την εργασία της Ventouzi et al. (2013), οι οποίες προέρχονται από διάφορους σταθμούς καταγραφής και υποκεντρικές αποστάσεις και οι οποίες υπολογίστηκαν από την ανάλυση μεγάλου αριθμού σεισμών από το προσωρινό δίκτυο EGELADOS. Λόγω της έλλειψης πληροφοριών που αφορούν τις εδαφικές συνθήκες, χρησιμοποιήθηκαν γενικευμένες φασματικές ενισχύσεις (NEHRP, 1994; Klimis, 1999) για την περιοχή του Νοτιου Αιγαίου. Η τιμή της παραμέτρου τάσης (Δσ) εξετάστηκε με τη μέθοδο της «δοκιμής και απόρριψης» (trial and error), για όλους τους σεισμούς της διατριβής. Με βάση τις υπολογισμένες τιμές της πτώσης τάσης είναι εμφανές ότι για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους με μεγέθη Mw>6.0, οι αντίστοιχες τιμές της είναι > 300bars. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία με βάση την βαθμονόμηση των παραμέτρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ρεαλιστικές «τυφλές» προβλέψεις, τόσο για μελλοντικούς, όσο και για ιστορικούς σεισμούς στην ίδια περιοχή.

Η μέθοδος της στοχαστικής προσομοίωσης με το μοντέλο πεπερασμένων διαστάσεων εφαρμόστηκε για την προσομοίωση τεσσάρων σημαντικών ιστορικών σεισμών ενδιαμέσου βάθους για τους οποίους ήταν διαθέσιμες μόνο μακροσεισμικές εντάσεις. Παράμετροι όπως οι διαστάσεις των ρηγμάτων, η παράμετρος τάσης και η ανελαστική απόσβεση έχουν χρησιμοποιηθεί στην προσομοίωση των ιστορικών σεισμών ενδιάμεσου βάθους. Αρχικά υπολογίστηκαν κατάλληλες σχέσεις για τη μετατροπή των τιμών PGA και PGV σε μακροσεισμικές εντάσεις για τους σεισμούς ενδιαμέσου βάθους του Νοτίου Αιγαίου. Επίσης, η καλή συσχέτιση της βαθμίδας της τοπογραφίας με τις τιμές των Vs30 αξιοποιήθηκε για τον καθορισμό της προσεγγιστικής επίδρασης των τοπικών εδαφικών συνθηκών σε περιοχές

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

που υπάρχουν διαθέσιμα μακροσεισμικά δεδομένα. Από την σύγκριση των παρατηρημένων μακροσεισμικών εντάσεων με τα αποτελέσματα από την στοχαστική προσομοίωση (EXSIM) φαίνεται η καλή συμφωνία που υπάρχει, επιβεβαιώνοντας την καλή προσέγγιση των παραμέτρων που υπολογιστήκαν. Με σκοπό να ερευνήσουμε τις πιθανές επιπτώσεις άλλων μεγάλων σεισμών ενδιάμεσου βάθους στην περιοχή του νότιου Αιγαίου, παρουσιάζουμε επιπρόσθετα αποτελέσματα από σενάρια προβλέψεων για δύο επιλεγμένες περιοχές όπου αρκετοί μεγάλοι ιστορικοί σεισμοί έχουν προκαλέσει σοβαρές ζημιές και καταστροφές με μεγάλες εντάσεις (IMM > 6) να παρατηρούνται σε ολόκληρη την περιοχή του κεντρικού και ανατολικού εξωτερικού τόξου, όπως την Κρήτη (π.χ. Ηράκλειο), σε πολύ καλή συμφωνία με τις διαθέσιμες παρατηρημένες μακροσεισμικές εντάσεις.

ABSTRACT

We examine the active stress field in the broader southern Aegean Sea subduction area from fault plane solution data, focusing on the results from the application of different stress inversion methods. The study area is characterized by high seismicity levels and has been struck repeatedly by large destructive shallow and intermediate-depth earthquakes (up to M~8.0). A larger number of previously published Fault Plane Solutions (FPS) were collected and evaluated for the Southern Aegean Sea, providing the basis for a detailed study of the spatial distribution of the active stress field, using the information provided by the P and T axes of the FPS data. This dataset is complemented by including additional FPS computed in the framework of this study. The active stress field is examined using three well-established algorithms, as well as an adapted method proposed in this study, based on the statistical processing of solutions provided by the Gephart and Forsyth (1984) method. The results obtained from all methods show a systematic consistency, with the Gephart and Forsyth method exhibiting the largest discrepancy in comparison to other approaches. The determined active stress field reveals several domains with similar seismotectonic characteristics:

Along the volcanic arc, the dominant ~N-S extension field shows an excellent correlation with the arc geometry (arc-normal extension).

The outer arc is characterized by compression, as a result of the active subduction, with an almost constant NE-SW direction.

Between these two regions, a narrow zone with dominant ~EW extension develops along the whole Hellenic Arc, with subtle spatial differences.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

In the eastern Hellenic Arc, a well-developed strike-slip faulting pattern is recognized along the broader area of the Pliny and Strabo trenches.

Finally, all intermediate-depth events show the same transpressional pattern, with a characteristic down-dip extension along the subduction direction and an arc-parallel compression, which follows the local arc orientation.

We employ the stochastic finite-fault modelling approach of Motazedian and Atkinson (2005), as adapted by Boore (2009), for the simulation of Fourier Amplitude Spectra (FAS) of intermediate-depth earthquakes in the southern Aegean Sea subduction. To calibrate the necessary model parameters of the stochastic finite-fault method, we used waveform data from both acceleration and broadband-velocity sensor instruments for intermediate-depth earthquakes (depths ~45-140km) with M4.5-6.7 that occurred along the southern Aegean Sea Wadati-Benioff zone. The anelastic attenuation parameters employed for the simulations were adapted from recent studies, suggesting large back-arc/fore-arc attenuation differences. High-frequency spectral slopes (kappa values) were constrained from the analysis of a large number of earthquakes from the high-density EGELADOS temporary network. Due to the lack of site-specific information, generic site-amplification functions available for the Aegean Sea region were adopted. Using the previous source, path and site-effect constraints, we solved for the stress-parameter values by a trial-and-error approach, in an attempt to fit the FAS of the available intermediate-depth earthquakes waveforms. Despite the fact that most source, path and site model parameters are based on independent studies and a single source parameter (stress-parameter) is optimized, an excellent comparison between observations and simulations is found for both PGA, PGV and Fourier spectra values. The final stress-parameter values increase with moment magnitude, reaching large values (>300bar) for events M>6.0. Blind tests for events not used for the model calibration verify the good agreement of the simulated and observed ground motions for both back-arc and along-arc stations. The results suggest that the employed approach can be efficiently used for the modeling of large historical intermediate-depth earthquakes, as well as for seismic hazard assessment for similar intermediate-depth events in the southern Aegean Sea area.

We model the macroseismic damage distribution of four important intermediate-depth earthquakes of the southern Aegean Sea subduction zone, which all exhibit spatially anomalous macroseismic patterns. Macroseismic data for these events are collected from published macroseismic databases and compared with the spatial distribution of seismic motions obtained from stochastic simulation, converted to macroseismic intensity (Modified Mercalli scale, IMM). For this conversion, we present an updated correlation between

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

macroseismic intensities and peak measures of seismic motions (PGA and PGV) for the intermediate-depth earthquakes of the southern Aegean Sea. Input model parameters for the simulations, such as fault dimensions, stress parameters, and attenuation parameters (e.g. back-arc/along anelastic attenuation) are adopted from previous work performed in the area. Site-effects on the observed seismic motions are approximated using generic transfer functions proposed for the broader Aegean Sea area on the basis of VS30 values from topographic slope proxies. The results are in very good agreement with the observed anomalous damage patterns, for which the largest intensities are often observed at distances >100km from the earthquake epicenters. We also consider two additional "prediction" but realistic intermediate-depth earthquake scenarios, and model their macroseismic distributions, to assess their expected damage impact in the broader southern Aegean area. The results suggest that intermediate-depth events, especially north of central Crete, have a prominent effect on a wide area of the outer Hellenic arc, with a very important impact on modern urban centers along northern Crete coasts (e.g. city of Heraklion), in excellent agreement with the available historical information.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Σε ηλεκτρονική μορφή.

Πόλοι, μηδενικά (poles-zeros) και Σταθερά (Constant) των συναρτήσεων μεταφοράς για το δίκτυο EGELADOS.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Σε ηλεκτρονική μορφή.

Μηχανισμοί γένεσης των σεισμών που υπολογιστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Χαρακτηριστικά των σταθμών που έχουν χρησιμοποιηθεί στη εργασία. Η πρώτη και δεύτερη στήλη αντιστοιχούν στο όνομα του σταθμού καταγραφής και στο δίκτυο που ανήκει ο σταθμός. Η τρίτη και η τέταρτη είναι οι συντεταγμένες του σταθμού, ενώ η πέμπτη παίρνει τιμές 0 και 1 που αντιστοιχούν σε σταθμούς μέτρησης ασθενούς και ισχυρής σεισμικής κίνησης, αντίστοιχα (σεισμογράφους και επιταχυνσιογράφους). Η έκτη στήλη αφορά τις εδαφικές συνθήκες που βρίσκεται ο συγκεκριμένος σταθμός όπου οι τιμές 0,1 και 2 περιγράφουν αντίστοιχα τις εδαφικές συνθήκες κατηγορίας A/B,C και D, αντίστοιχα, κατά NEHRP(1994) και UBC(1997). Η τελευταία στήλη αφορά το βήμα δειγματοληψίας (σε Hz) των καταγραφών των σταθμών.

ST_CO	INST	LAT	LON	Sens	SOIL	SPS	ST_CO	INST	LAT	LON	Sens	SOIL	SPS
ANS1	ITSAK	36.4766	23.1015	1	0	200	IKAR	EGELADOS	37.6435	26.305	0	0	100
4M71	ITSAK	38.447	23.592	1	0	200	IOSI	EGELADOS	36.7347	25.3618	0	0	100
1M41	ITSAK	38.447	23.592	1	0	200	TILO	EGELADOS	36.4485	27.3535	0	0	100
HER2	ITSAK	35.3379	25.1356	1	2	200	SYRO	EGELADOS	37.4569	24.9266	0	0	100
HER1	ITSAK	35.3177	25.1022	1	1	200	ANAF	EGELADOS	36.3581	25.7783	0	0	100
KYT1	ITSAK	36.2994	22.9627	1	0	200	TUR1	EGELADOS	38.0865	26.8676	0	0	100
KOS1	ITSAK	36.8924	27.2901	1	1	200	TUR4	EGELADOS	37.08	27.8077	0	0	100
KRN1	ITSAK	36.7966	21.9583	1	1	200	TUR3	EGELADOS	37.4664	27.538	0	0	100
HAN1	ITSAK	35.517	24.0208	1	2	200	TUR2	EGELADOS	37.642	27.2418	0	0	100
W031	ITSAK	40.6597	23.2509	1	2	200	ASTY	EGELADOS	36.5795	26.4114	0	0	100
W021	ITSAK	40.6611	23.2601	1	2	200	SAMO	EGELADOS	37.7043	26.8377	0	0	100
W001	ITSAK	40.665	23.2739	1	2	200	PARS	EGELADOS	37.0285	25.2253	0	0	100
NAX1	ITSAK	37.1014	25.3741	1	1	200	RODS	EGELADOS	36.0119	27.8197	0	0	100
STC1	ITSAK	40.6486	23.3049	1	0	200	KIMO	EGELADOS	36.7949	24.568	0	0	100
VAS1	ITSAK	38.6306	20.6081	1	1	200	RODN	EGELADOS	36.38	28.0843	0	0	100
VAR2	ITSAK	37.8638	21.2073	1	1	200	SERI	EGELADOS	37.161	24.4853	0	0	100
SMG1	ITSAK	37.7535	26.9779	1	1	200	SCHI	EGELADOS	36.8744	25.518	0	0	100
ROD1	ITSAK	36.4499	28.223	1	1	200	TUR5	EGELADOS	37.0302	27.3168	0	0	100
ROD2	ITSAK	36.4312	28.2064	1	0	200	RETH	EGELADOS	35.2934	24.4948	0	0	100
ROD3	ITSAK	36.4456	28.2244	1	1	200	PARO	EGELADOS	37.115	25.182	0	0	100
ROD4	ITSAK	36.4297	28.2344	1	1	200	TUR9	EGELADOS	36.7015	28.0887	0	0	100
CHN2	ITSAK	35.338	25.136	1	2	200	LERO	EGELADOS	37.1634	26.835	0	0	100
ARE1	ITSAK	36.6657	22.3832	1	1	200	PE10	EGELADOS	36.6469	22.8982	0	0	100
CHN1	ITSAK	35.517	24.0208	1	2	200	NEAK	EGELADOS	36.4087	25.4014	0	0	100
E001	ITSAK	40.6706	23.3068	1	2	200	PE03	EGELADOS	37.3784	21.772	0	0	100
E003	ITSAK	40.6762	23.324	1	2	200	PE11	EGELADOS	36.4834	22.478	0	0	100
FRM1	ITSAK	40.6553	23.2984	1	2	200	TUR6	EGELADOS	37.0159	28.4261	0	0	100
HAL1	ITSAK	38.4458	23.591	1	1	200	TUR7	EGELADOS	36.7018	27.5697	0	0	100
KAL1	ITSAK	37.0346	22.1096	1	1	200	TUR8	EGELADOS	36.8272	28.939	0	0	100
PAT1	ITSAK	38.243	21.7333	1	1	200	FOLE	CYCNET	36.6216	24.9197	0	0	100
PAT2	ITSAK	38.2404	21.7422	1	1	200	AMOW	CYCNET	36.7838	25.8062	0	0	100
PAT3	ITSAK	38.2566	21.7409	1	2	200	AMOE	CYCNET	36.915	25.9788	0	0	100
ATHE	ITSAK	35.0072	26.1403	1	1	200	ANAF	CYCNET	36.3581	25.7783	0	0	100
GUR.	HP	37.9363	22.3423	0	0	100	ASTY	CYCNET	36.5795	26.4114	0	0	100

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας

LTK.	HP	38.0228	22.9673	0	0	100	ANID	CYCNET	36.6251	25.6847	0	0	100
VLX.	HP	37.3703	22.3793	0	0	100	IOSI	CYCNET	36.7347	25.3618	0	0	100
PYL.	HP	36.8955	21.742	0	0	100	SANN	CYCNET	36.4602	25.3938	0	0	100
DID.	HP	37.5063	23.2368	0	0	100	SANS	CYCNET	36.3557	25.3972	0	0	100
DSF.	HP	38.4112	22.5271	0	0	100	PARO	CYCNET	37.115	25.1825	0	0	100
EFP.	HP	38.4269	21.9058	0	0	100	PARS	CYCNET	37.0285	25.2253	0	0	100
KEK.	HL	39.713	19.7987	0	0	50	SIFN	CYCNET	36.9587	24.7297	0	0	100
LKR.	HL	38.6506	22.9994	0	0	50	THIR	CYCNET	36.4339	25.343	0	0	100
PRK.	HL	39.2461	26.2717	0	0	50	SCHI	CYCNET	36.8744	25.518	0	0	100
KZN.	HL	40.3067	21.7708	0	0	50	SERI	CYCNET	37.161	24.4853	0	0	100
THL.	HL	39.5647	22.0145	0	0	50	MILN	CYCNET	36.7581	24.4232	0	0	100
PLG.	HL	40.3739	23.4456	0	0	50	MILO	CYCNET	36.6899	24.4018	0	0	100
LIA.	HL	39.8981	25.1831	0	0	50	KIMO	CYCNET	36.7949	24.568	0	0	100
VLI.	HL	36.7182	22.937	0	0	50	MILE	CYCNET	36.7322	24.4994	0	0	100
VLS.	HL	38.1772	20.5897	0	0	50	NAXO	CYCNET	36.98	25.44	0	0	100
NPS.	HL	35.263	25.613	0	0	50	NEAK	CYCNET	36.4087	25.4014	0	0	100
VAM.	HL	35.4069	24.1997	0	0	50	MILS	CYCNET	36.6932	24.5028	0	0	100
NVR.	HL	41.35	23.8619	0	0	50	MYKO	CYCNET	37.4822	25.3844	0	0	100
RDO.	HL	41.1462	25.5375	0	0	50	AOS.	AUTH	39.1654	23.8639	0	0	100
NEO.	HL	39.3067	23.2235	0	0	50	ALN.	AUTH	40.8957	26.0497	0	0	100
SMG.	HL	37.7087	26.837	0	0	50	CHOS	AUTH	38.3869	26.0506	0	0	100
RLS.	HL	38.0578	21.4667	0	0	50	GRG.	AUTH	40.9558	22.4029	0	0	100
ARG.	HL	36.2161	28.1261	0	0	50	FNA.	AUTH	40.7817	21.3836	0	0	100
ITM.	HL	37.1786	21.9252	0	0	50	AGG.	AUTH	39.0211	22.336	0	0	100
EVR.	HL	38.9167	21.8087	0	0	50	LKD.	AUTH	38.7072	20.6506	0	0	100
JAN.	HL	39.6567	20.8508	0	0	50	LIT.	AUTH	40.1033	22.4892	0	0	100
KARP	HL	35.5472	27.1612	0	0	50	THE.	AUTH	40.6319	22.9628	0	0	100
ATH.	HL	37.9722	23.7167	0	0	50	XOR.	AUTH	39.366	23.1918	0	0	100
TRIZ	HA	38.3655	22.0727	0	0	100	SOH.	AUTH	40.8206	23.3556	0	0	100
ATAL	HA	38.6926	23.0213	0	0	100	SIGR	AUTH	39.2114	25.8553	0	0	100
KALE	HA	38.3911	22.1398	0	0	100	SRS.	AUTH	41.1087	23.595	0	0	100
LAKA	HA	38.2401	21.9785	0	0	100	NIS1	AUTH	36.6023	27.1782	0	0	100
IDI.	GEOFON	35.288	24.89	0	0	20	PAIG	AUTH	39.9363	23.6768	0	0	100
ZKR.	GEOFON	35.1147	26.217	0	0	20	OUR.	AUTH	40.3325	23.9791	0	0	100
LTK.	GEOFON	38.0228	22.9673	0	0	50	NEST	AUTH	40.4147	21.0489	0	0	100
LAST	GEOFON	35.1611	25.4786	0	0	20	KAVA	AUTH	40.9941	24.5119	0	0	100
KARN	GEOFON	35.4019	23.9174	0	0	20	IGT.	AUTH	39.5315	20.3299	0	0	100
GVD.	GEOFON	34.8392	24.0873	0	0	20	HORT	AUTH	40.5978	23.0995	0	0	100
APE.	GEOFON	37.0689	25.5306	0	0	20	LKD2	AUTH	38.7889	20.6578	0	0	100
SIVA	GEOFON	35.0175	24.81	0	0	20	KNT.	AUTH	41.162	22.898	0	0	100
AMOE	EGELADOS	36.915	25.9788	0	0	100	DMKA	GEIN_NOA	37.997	23.821	1	0	200
ANPA	EGELADOS	37.0323	25.0763	0	0	100	KORA	GEIN_NOA	37.9386	22.9305	1	2	200
KYTH	EGELADOS	36.1704	22.9887	0	0	100	PATB	GEIN_NOA	38.2386	21.7266	1	2	200
KOSI	EGELADOS	36.7449	26.9517	0	0	100	XLCA	GEIN_NOA	38.0778	22.631	1	2	200
KEAI	EGELADOS	37.6232	24.3191	0	0	100	ATHA	GEIN_NOA	38.0008	23.7735	1	1	200
AT01	EGELADOS	38.0562	24.3784	0	0	100	ATHC	GEIN_NOA	37.9337	23.6994	1	1	200

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

PE07	EGELADOS	37.1478	22.8195	0	0	100	RNTA	GEIN_NOA	37.9626	23.6747	1	2	200
ANID	EGELADOS	36.6251	25.6847	0	0	100	PRSA	GEIN_NOA	38.0178	23.6889	1	1	200
MYKO	EGELADOS	37.4822	25.3844	0	0	100	THVC	GEIN_NOA	38.3191	23.3178	1	1	200
PE09	EGELADOS	36.7921	21.8879	0	0	100	HERA	GEIN_NOA	35.3379	25.1357	1	1	100
NAXO	EGELADOS	36.98	25.44	0	0	100	AMAA	GEIN_NOA	37.7949	21.3501	1	2	100
PE08	EGELADOS	36.8311	22.442	0	0	100	PATA	GEIN_NOA	38.2443	21.7324	1	1	200
ANDR	EGELADOS	37.8361	24.9482	0	0	100	CHNA	GEIN_NOA	35.5134	24.0217	1	2	100
AMOS	EGELADOS	36.7956	25.769	0	0	100	AIGA	GEIN_NOA	38.2513	22.0853	1	1	200
AKYT	EGELADOS	35.8686	23.3	0	0	100	KALB	GEIN_NOA	37.0343	22.1096	1	1	200
KASO	EGELADOS	35.4117	26.9151	0	0	100	DMKB	GEIN_NOA	37.9989	23.8179	1	2	200
PE04	EGELADOS	37.6007	22.9593	0	0	100	NOAA	GEIN_NOA	37.9733	23.7176	1	0	200
FOLE	EGELADOS	36.6216	24.9197	0	0	100	PNTA	GEIN_NOA	37.9992	23.7851	1	2	200
PE05	EGELADOS	37.5128	22.4553	0	0	100	RTHA	GEIN_NOA	35.3665	24.4761	1	2	100
PE02	EGELADOS	37.8958	22.4907	0	0	100	RTHB	GEIN_NOA	35.3671	24.4837	1	2	200
RHON	EGELADOS	36.38	28.084	0	0	100	SPLB	GEIN_NOA	38.004	23.7103	1	1	100
RHOS	EGELADOS	36.0119	27.82	0	0	100	MALA	GEIN_NOA	38.6218	23.2315	1	1	200
PE01	EGELADOS	38.017	22.0283	0	0	100	RFNA	GEIN_NOA	38.0196	23.9871	1	1	200
PE06	EGELADOS	37.1787	21.9252	0	0	100	VOUA	GEIN_NOA	37.8404	23.7641	1	2	200
KAPA	EGELADOS	35.6402	27.1376	0	0	100	LEFA	GEIN_NOA	38.8332	20.7044	1	2	200
AT03	EGELADOS	38.0268	23.4677	0	0	100	APEZ	GEOFON	34.9777	24.8859	0	0	20
AT02	EGELADOS	38.0473	23.8638	0	0	100	KRIS	GEOFON	35.178	25.503	0	0	20
AT04	EGELADOS	37.7252	24.0496	0	0	100	FODE	GEOFON	35.3797	24.9576	0	0	20
IDHR	EGELADOS	37.3908	23.2591	0	0	100	ATH.	GEOFON	37.9722	23.7167	0	0	25

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Σε ηλεκτρονική μορφή.

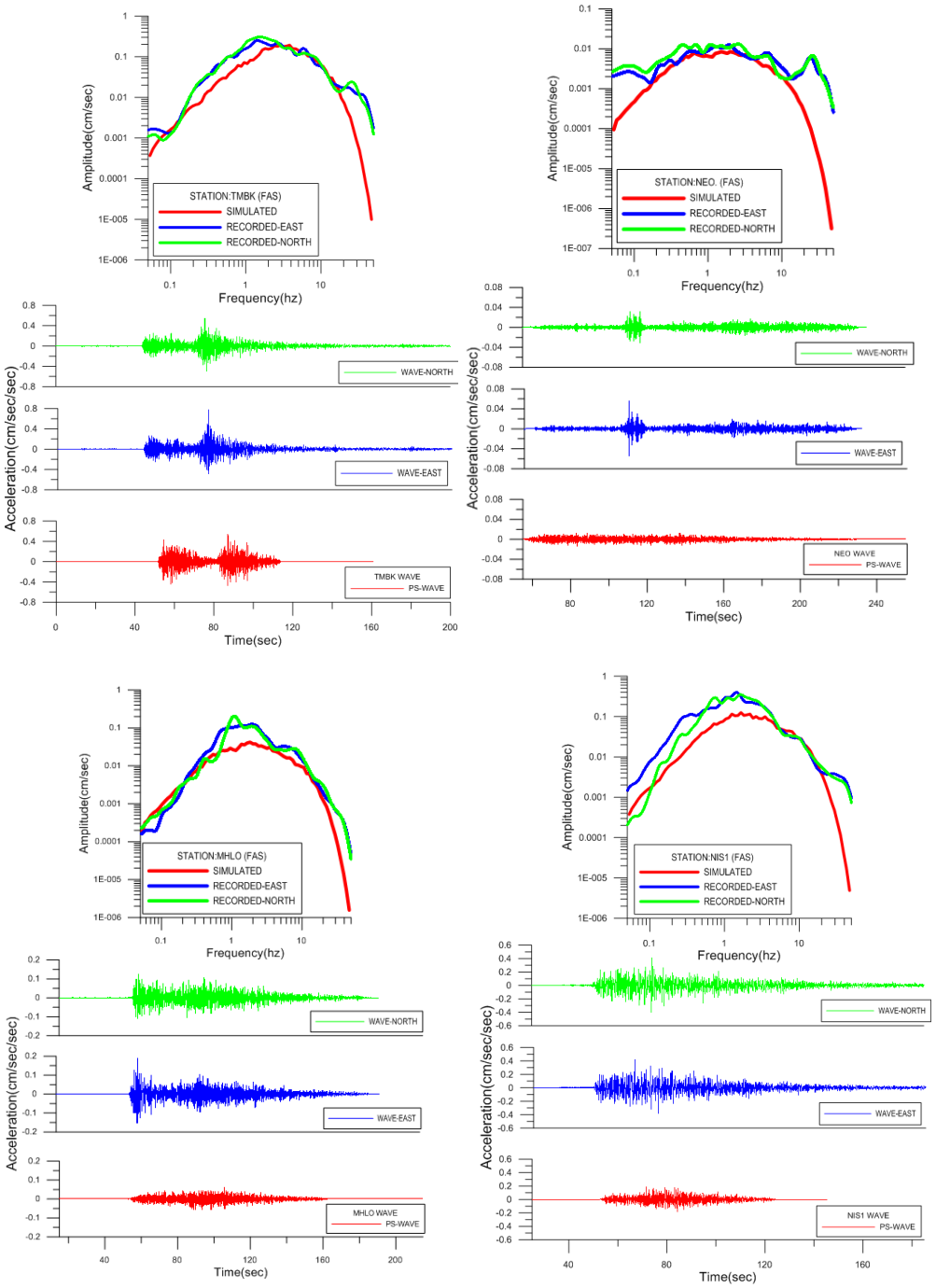
Πληροφορίες των σεισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μέθοδο της στοχαστικής προσομοίωσης, και προσομοιώσεις των σεισμών.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

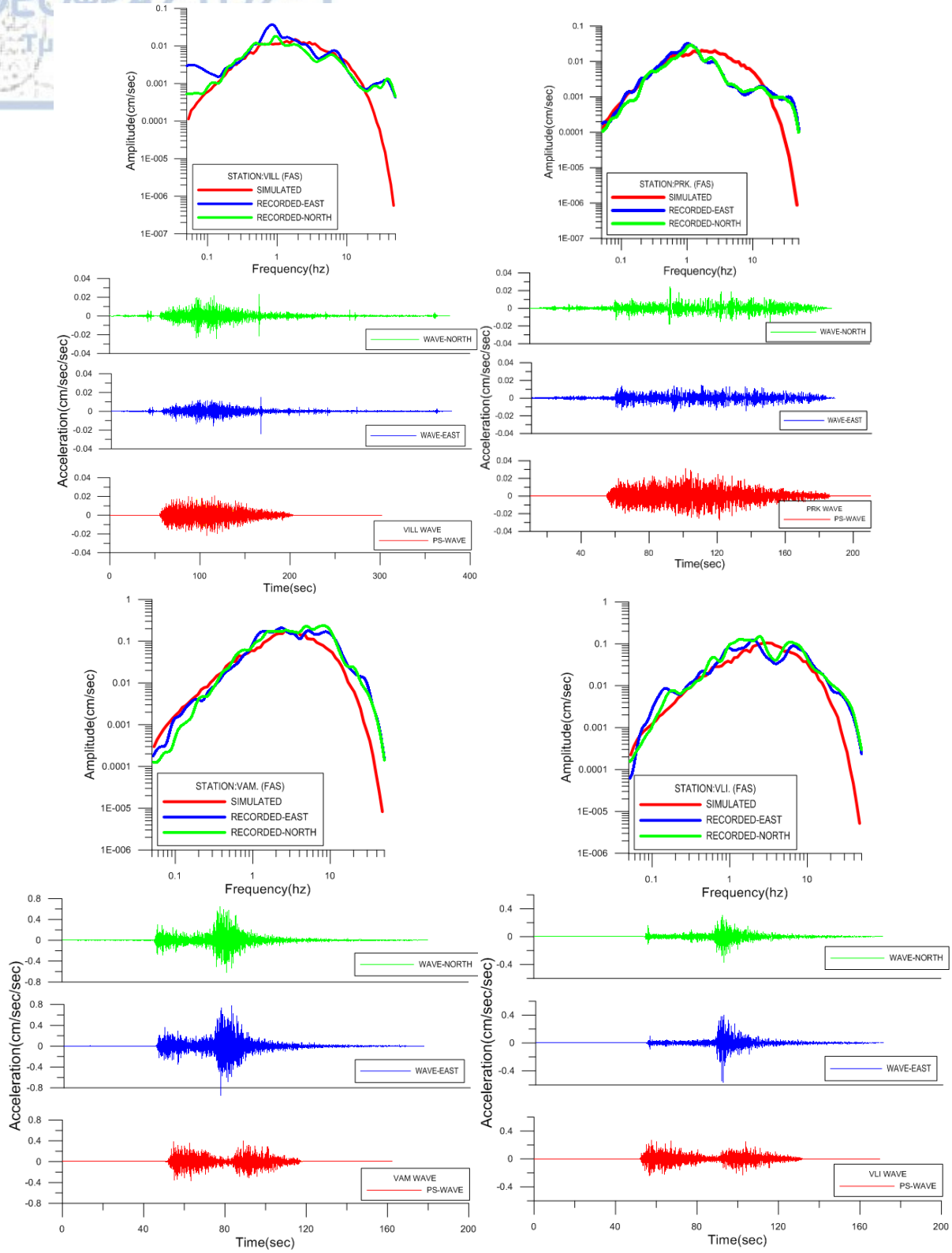
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

Σύγκριση φασμάτων Fourier των οριζοντίων συνιστωσών των καταγράφων με τα αντίστοιχα συνθετικά φάσματα Fourier και τις συνθετικές καταγραφές του σεισμού της Νισύρου (24/07/2015 Mw=5.0). Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται τα συνθετικά αποτελέσματα ενώ με πράσινο και μπλε χρώμα τα δεδομένα από τις δύο οριζόντιες συνιστώσες.



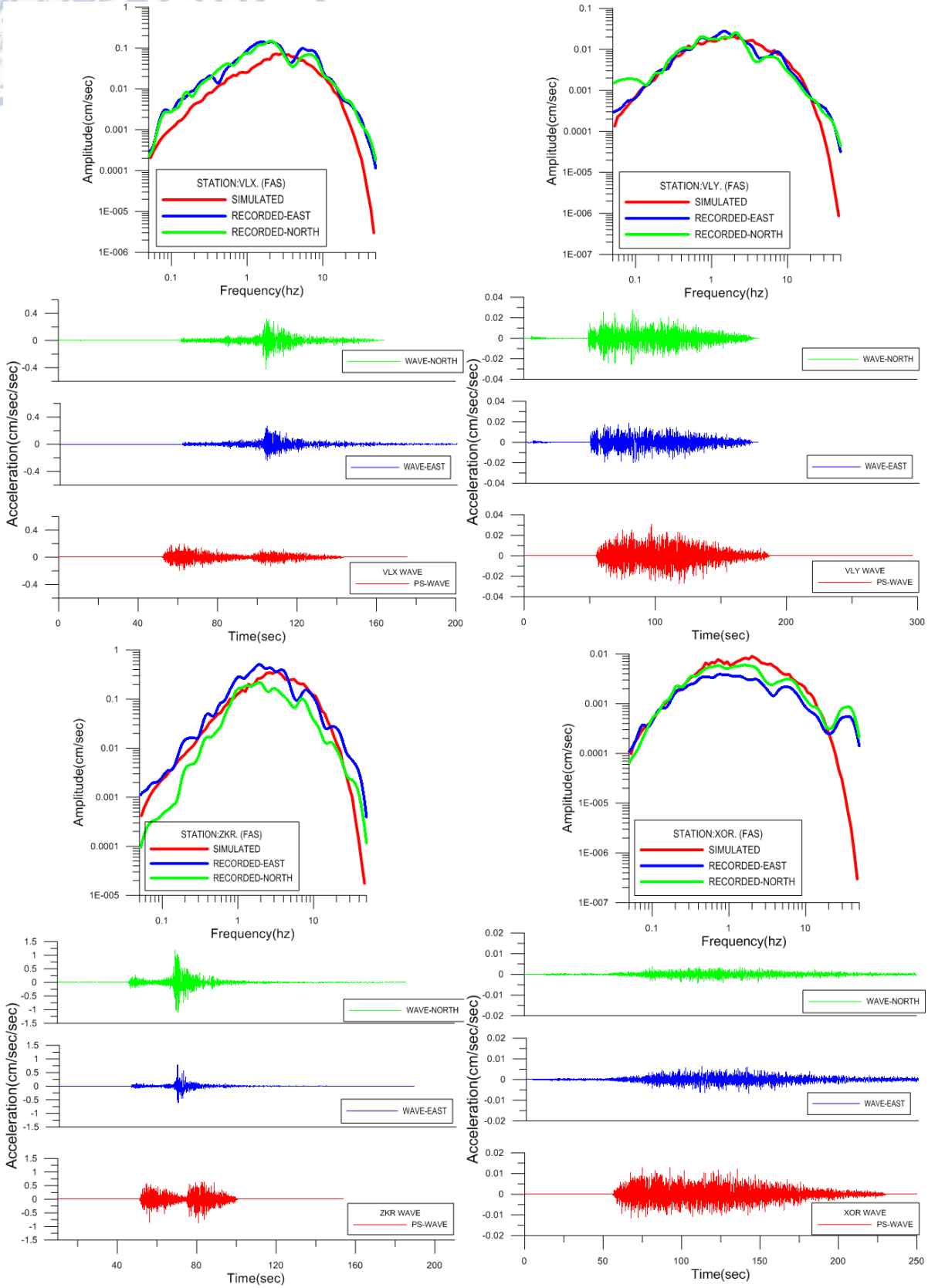
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



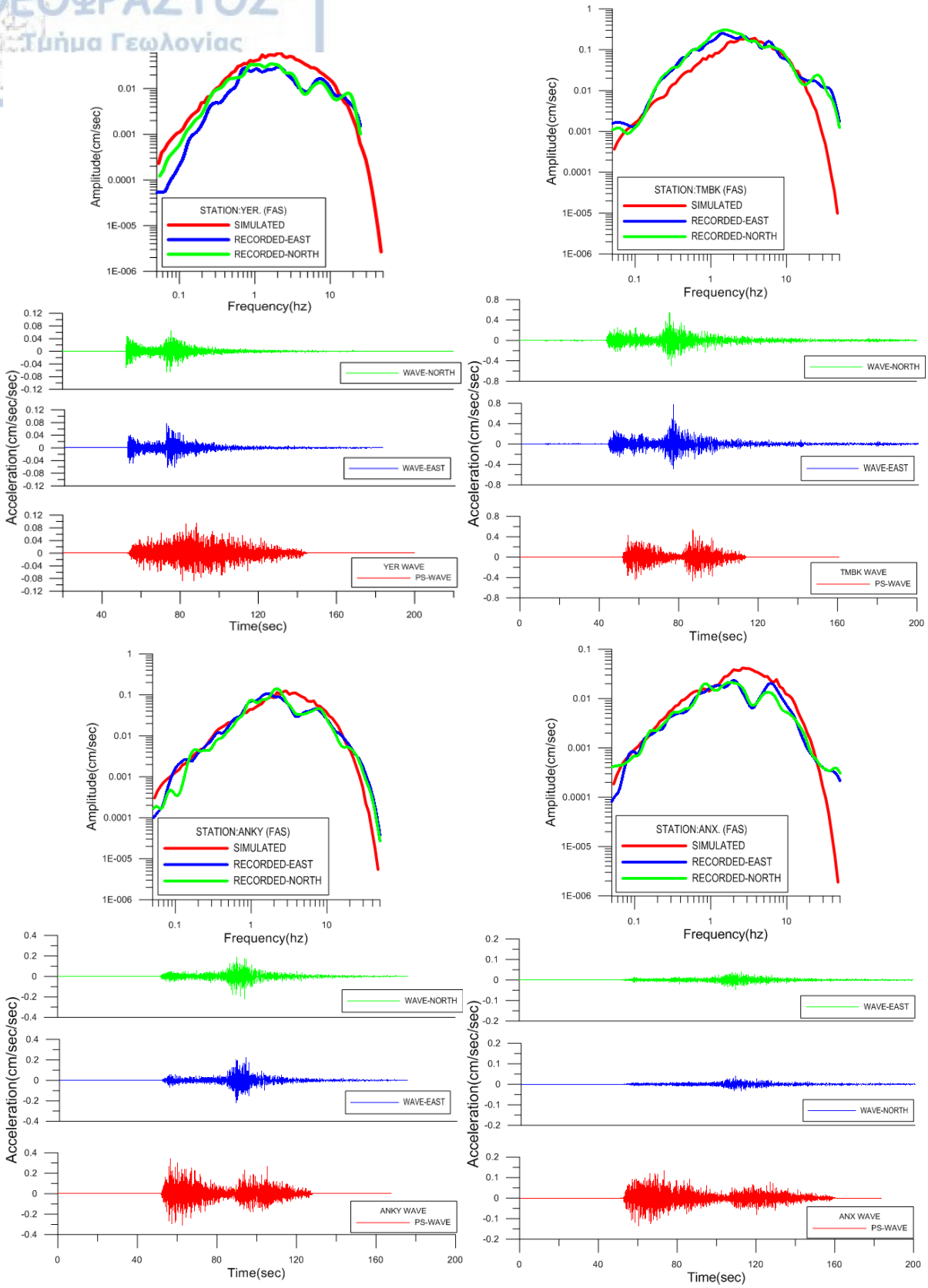
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



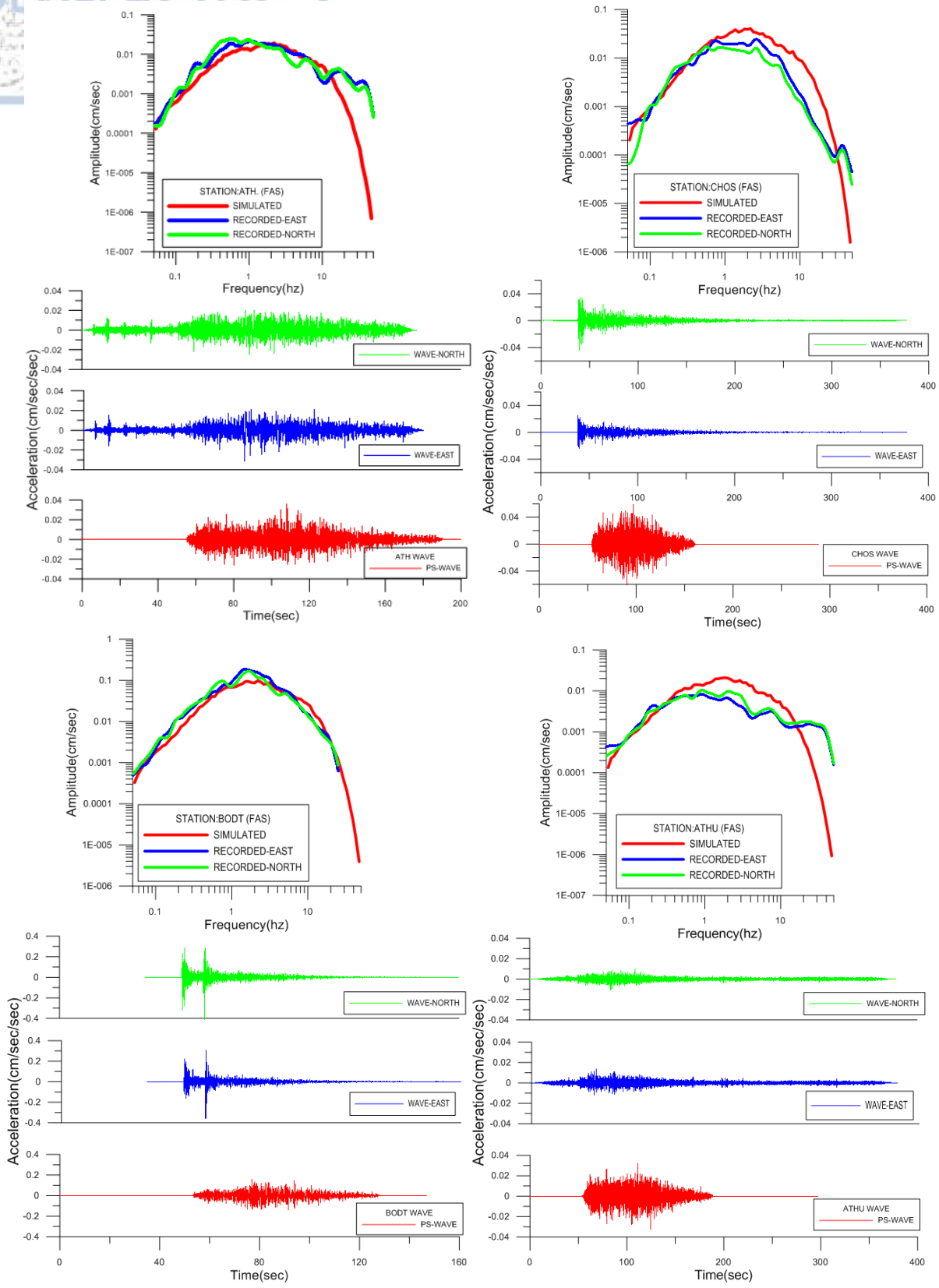
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



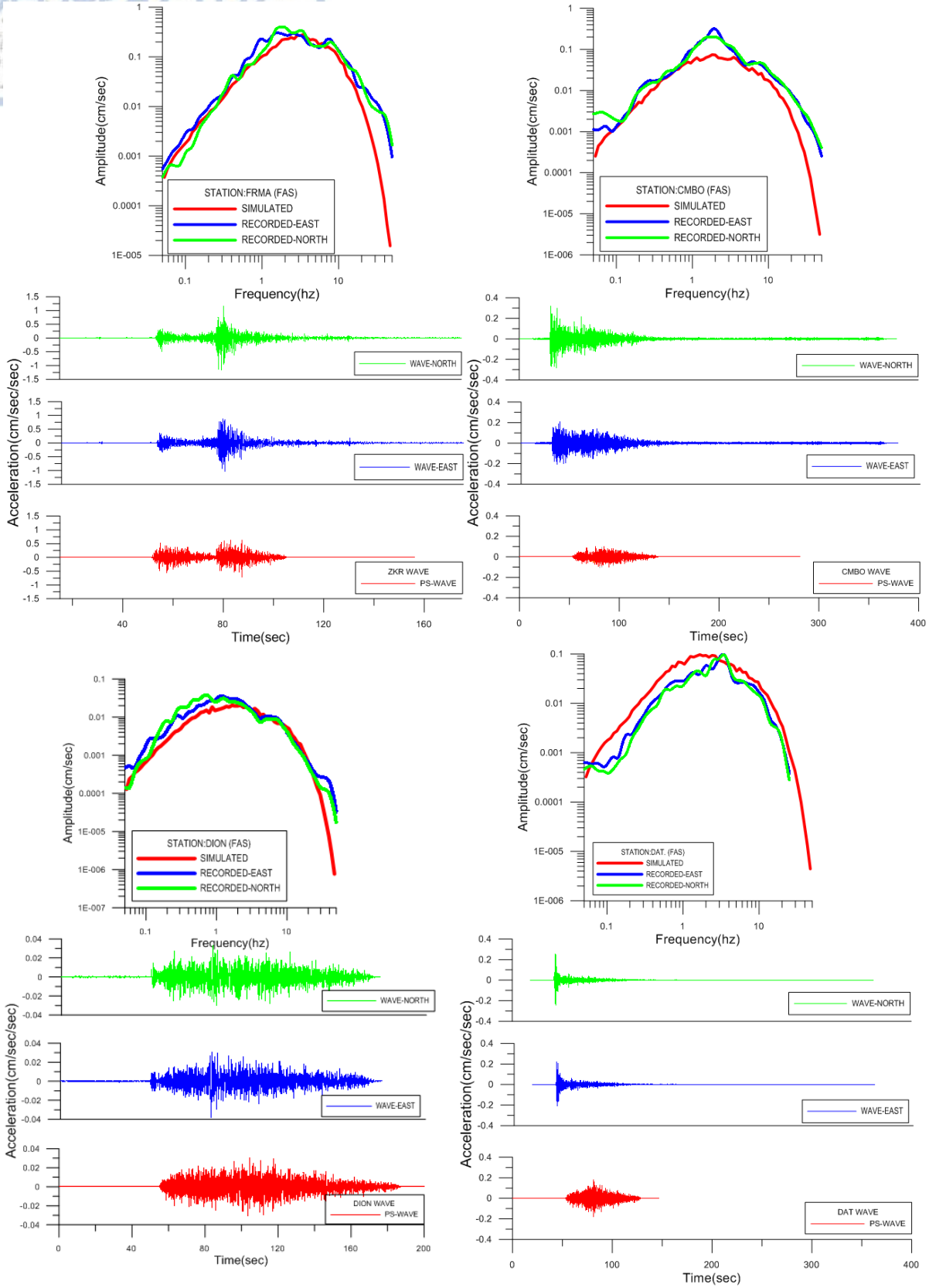
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



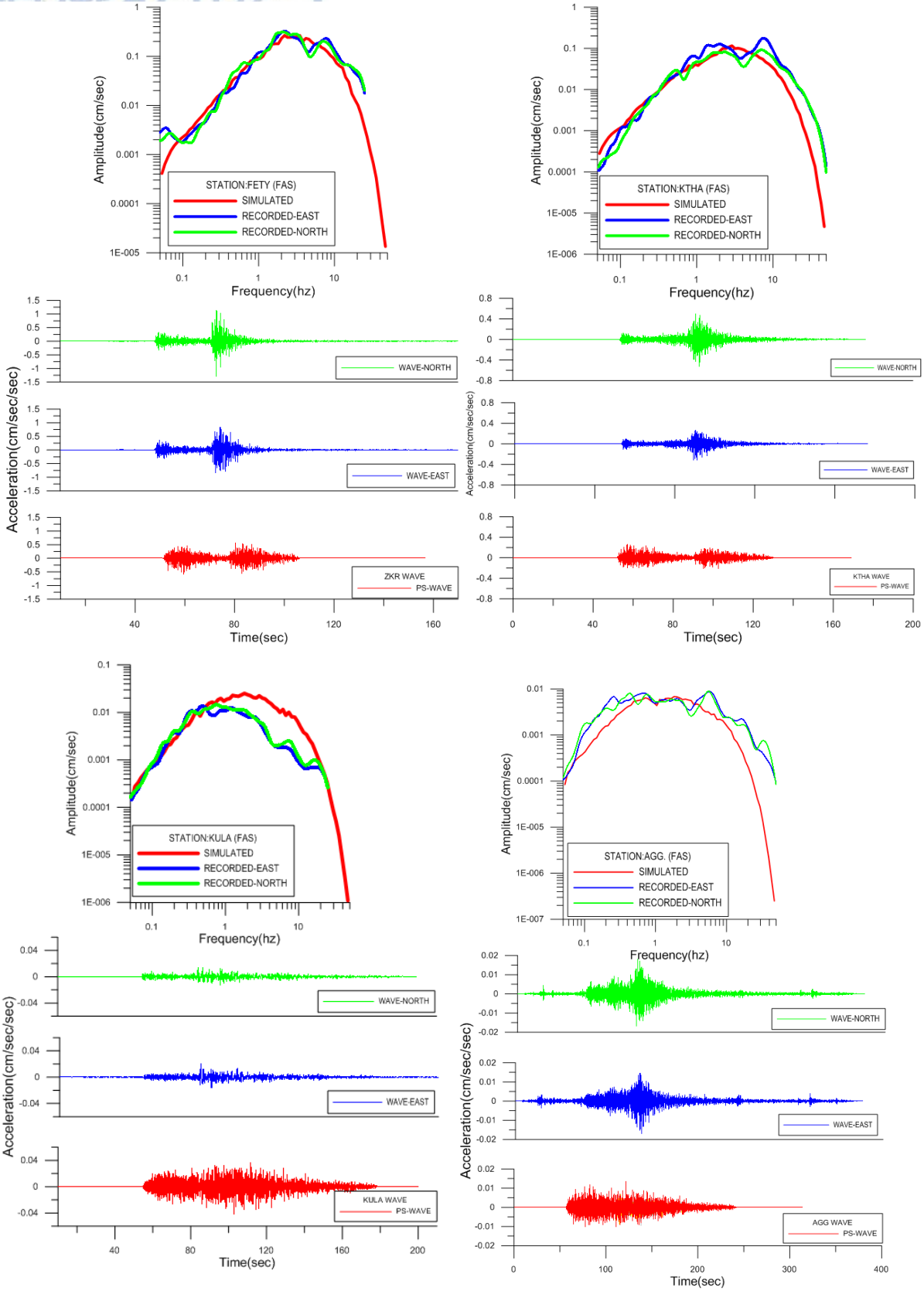
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

Μακροσεισμικές εντάσεις (MMI) και μέγιστες εδαφικές ταχύτητες (PGV) που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διδακτορική εργασία. Η πρώτη στήλη αντιστοιχεί στην ημερομηνία/χρόνο γένεσης του σεισμού, στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη στήλη δίνονται το όνομα του σταθμού καταγραφής και οι γεωγραφικές συντεταγμένες της θέσης του ενώ η πέμπτη και έκτη στήλες αντιστοιχούν στις μέγιστες εδαφικές ταχύτητες (PGV) και στις μακροσεισμικές εντάσεις που έχουν καταγραφεί και παρατηρηθεί, αντίστοιχα.

ORIGIN_TIME	STNAME	STLAT	STLON	PGV	IMM
41104062238	KYT1	36.299	22.963	0.552	3
60108113455	AT01	38.056	24.378	0.557	3
60108113455	DMKB	37.999	23.818	0.558	4
60108113455	DMKA	37.997	23.821	0.61	4
60108113455	KEAI	37.623	24.319	0.667	3
60108113455	AT04	37.725	24.05	0.705	3.5
60108113455	SERI	37.161	24.485	0.816	4.5
80328001620	HER2	35.338	25.136	0.93	4
80106051420	ATHA	38.001	23.774	0.981	4.5
80106051420	VOUA	37.84	23.764	0.986	4
60108113455	SPLB	38.004	23.71	1	4.5
80106051420	DMKB	37.999	23.818	1.01	4.5
60108113455	PE04	37.601	22.959	1.01	4.5
60108113455	ATHC	37.934	23.699	1.01	4
80715032635	NIS1	36.602	27.178	1.03	4
60108113455	ATH.	37.972	23.717	1.08	4.25
80106051420	THVC	38.319	23.318	1.1	4.5
60108113455	PE09	36.792	21.888	1.12	5.5
60108113455	PRSA	38.018	23.689	1.16	4
60108113455	RTHA	35.367	24.476	1.17	5
60108113455	THVC	38.319	23.318	1.19	4.5
60108113455	KERA	37.953	23.607	1.22	4.5
60108113455	PE07	37.148	22.819	1.22	5
80715032635	KOS1	36.892	27.29	1.38	3.5
60108113455	VLI.	36.718	22.937	1.4	4
80106051420	RFNA	38.02	23.987	1.5	3.5
80106051420	KORA	37.939	22.931	1.53	4
60108113455	RNTA	37.963	23.675	1.58	4.5
80715032635	KARP	35.547	27.161	1.98	4
60108113455	KORA	37.939	22.931	2.02	4.75
60108113455	RTHB	35.367	24.484	2.06	5
60108113455	CHNA	35.513	24.022	2.28	5.5
60108113455	KARN	35.402	23.917	2.32	5.5
80106051420	XLCA	38.078	22.631	2.44	4.5
60108113455	XLCA	38.078	22.631	2.46	4.5

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

60108113455	KRN1	36.797	21.958	2.6	5.5
80106051420	RNTA	37.963	23.675	2.7	5
60108113455	HER2	35.338	25.136	2.99	5
94052300000	HAN1	35.517	24.021	3.87	5
60108113455	HAN1	35.517	24.021	4.02	5.5
94052300000	CHNA	35.513	24.022	4.29	5
94052300000	HER1	35.318	25.102	5.24	5.25
80715032635	ROD1	36.45	28.223	5.49	5
80715032635	ROD2	36.431	28.206	5.77	5
80715032635	ROD3	36.446	28.224	6.19	5
60108113455	PATB	38.239	21.727	6.26	4
80715032635	ROD4	36.43	28.234	6.35	5
60108113455	KYT1	36.299	22.963	9.16	6
60108113455	ANS1	36.477	23.101	10.3	5.5

Μακροσεισμικές εντάσεις (MMI) και μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διδακτορική εργασία. Η πρώτη στήλη αντιστοιχεί στην ημερομηνία/χρόνο γένεσης του σεισμού, στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη στήλη δίνονται το όνομα του σταθμού καταγραφής και οι γεωγραφικές συντεταγμένες της θέσης του ενώ η πέμπτη και έκτη στήλες αντιστοιχούν στις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις (PGA) και στις μακροσεισμικές εντάσεις που έχουν καταγραφεί και παρατηρηθεί, αντίστοιχα.

ORIGIN_TIME	STNAME	STLAT	STLON	PGA	IMM
19950928061	PAT	38.19	21.92	8.65	3.5
60108113455	ATH.	37.972	23.717	10.1	4.25
60108113455	AT01	38.056	24.378	10.2	3
60108113455	AT04	37.725	24.05	10.2	3.5
60108113455	PATB	38.239	21.727	10.6	4
60108113455	DMKA	37.997	23.821	10.8	4
60108113455	DMKB	37.999	23.818	10.8	4
80715032635	KOS1	36.892	27.29	10.8	3.5
41104062238	KYT1	36.299	22.963	11	3
60108113455	THVC	38.319	23.318	12.6	4.5
60108113455	KERA	37.953	23.607	12.7	4.5
80328001620	HER2	35.338	25.136	12.8	4
80106051420	ATHA	38.001	23.774	13.1	4.5
60108113455	PE04	37.601	22.959	13.8	4.5
60108113455	KEAI	37.623	24.319	14.4	3
80106051420	DMKB	37.999	23.818	15	4.5
80715032635	NIS1	36.602	27.178	15.3	4
60108113455	VLI.	36.718	22.937	16.6	4
60108113455	ATHC	37.934	23.699	17	4
80106051420	THVC	38.319	23.318	17	4.5
19930318154	VAS	38.246	22.225	17.25	4
60108113455	PRSA	38.018	23.689	17.6	4
19930318154	PAT	38.246	22.225	17.9	4

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

60108113455	SPLB	38.004	23.71	21.5	4.5
60108113455	SERI	37.161	24.485	21.6	4.5
60108113455	KORA	37.939	22.931	22.3	4.75
80106051420	VOUA	37.84	23.764	22.3	4
80106051420	KORA	37.939	22.931	24.9	4
60108113455	KRN1	36.797	21.958	25.1	5.5
60108113455	RNTA	37.963	23.675	25.7	4.5
80715032635	KARP	35.547	27.161	25.8	4
60108113455	RTHB	35.367	24.484	25.9	5
60108113455	XLCA	38.078	22.631	26.8	4.5
80106051420	RFNA	38.02	23.987	26.8	3.5
60108113455	RTHA	35.367	24.476	29.2	5
60108113455	HER2	35.338	25.136	31.6	5
80715032635	ROD1	36.45	28.223	34	5
60108113455	PE07	37.148	22.819	36.8	5
60108113455	KARN	35.402	23.917	38.9	5.5
80106051420	XLCA	38.078	22.631	40.9	4.5
60108113455	HAN1	35.517	24.021	41.4	5.5
80106051420	RNTA	37.963	23.675	42	5
94052300000	HER1	35.318	25.102	45.5	5.25
94052300000	CHNA	35.513	24.022	49	5
94052300000	HAN1	35.517	24.021	49.1	5
60108113455	CHNA	35.513	24.022	49.2	5.5
80715032635	ROD2	36.431	28.206	50	5
80715032635	ROD4	36.43	28.234	52.9	5
80715032635	ROD3	36.446	28.224	56.1	5
60108113455	ANS1	36.477	23.101	108	5.5
60108113455	KYT1	36.299	22.963	112	6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Σε ηλεκτρονική μορφή.

Φασματικοί λόγοι της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aristotle University of Thessaloniki Seismological Network (1981): Permanent Regional Seismological Network operated by the Aristotle University of Thessaloniki. International Federation of Digital Seismograph Networks. Other/Seismic Network., doi:10.7914/SN/HT.

Aki, K. (1967), Scaling law of seismic spectrum, *J. Geophys. Res.*, *72*, 1217 – 1231.

Aki, K., and P. Richards (1980), Quantative Seismology: Theory and methods, *Freeman,San Fransisco,Calofornia*, *557 pp*.

Aki, K., and P. G. Richards (2002), *Quantitative Seismology (2nd ed.)*, University Science Books.

Allen, R. V. (1978), Automatic earthquake recognition and timing from single traces, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *68*(5), 1521-1532.

Ambraseys, N. N. (2001), Reassessment of earthquakes, 1900-1999, in the Eastern Mediterranean and the Middle East, *Geophysical Journal International*, *145*(2), 471-487, doi:10.1046/j.0956-540X.2001.01396.x.

Ameri, G., A. Emolo, F. Pacor, and F. Gallovic (2011), Ground-Motion Simulations for the 1980 M 6.9 Irpinia Earthquake (Southern Italy) and Scenario Events, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *101*(3), 1136-1151, doi:10.1785/0120100231.

Anderson, H., and J. Jackson (1987), Active tectonics of the Adriatic region, *Geophys. J. R. Astr. Soc*, *91*, 937-983.

Anderson, J. G., and S. E. Hough (1984), A model for the shape of the Fourier amplitude spectrum of acceleration at the high frequencies, *Bull. Seism. Soc. Am.* , *74*, 1969-1993.

Angelier, J., J. F. Dumont, H. Karamandersei, A. Poisson, S. Sinsek, and S. Uysal (1981), Analyses of fault mechanisms and expansion of southwestern Anatolia since the late Miocene. , *Tectonophysics*, *75*, T1–T9.

Arias, A. (1970), A measure of earthquake intensity, in Seismic Design for Nuclear Power Plants, in *MIT Press*, edited by R. Hansen, pp. 438-483, Cambridge, MA.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Armijo, R., E. Carey, and A. Cisternas (1982), The inverse problem in microtectonics and the separation of tectonic phases., *Tectonophysics*, *82*, 145–160.

Armijo, R., B. Meyer, G. C. P. King, A. Rigo, and D. Papanastassiou (1996), Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean, *Geophysical Journal International*, *126*(1), 11-53, doi:10.1111/j.1365-246X.1996.tb05264.x.

Arrigo, G., Z. Roumelioti, C. Benetatos, A. Kiratzi, A. Bottari, G. Neri, D. Termini, A. Gorini, and S. Marcucci (2006), A Source Study of the 9 September 1998 (Mw 5.6) Castelluccio Earthquake in Southern Italy using Teleseismic and Strong Motion Data, *Natural Hazards*, *37*(3), 245-262, doi:10.1007/s11069-005-4644-1.

Arvidsson, R., and G. Ekström (1998), Global CMT analysis of moderate earthquakes MW ≥ 4.5 using intermediate period surface waves. , *Bull. Seismol. Soc. Am.* , *88*, 1003–1013.

Atkinson, G., and R. Mereu (1992), The shape of ground motion attenuation curves in southeastern Canada, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *82*, 2014–2031.

Atkinson, G. M. (2004), Empirical attenuation of ground-motion spectral amplitudes in southeastern Canada and the northeastern United States, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *94*, 1079–1095.

Atkinson, G. M., and I. Beresnev (1997), Don't Call it Stress Drop, *Seismological Research Letters*, *68*(1), 3-4, doi:10.1785/gssrl.68.1.3.

Atkinson, G. M., and D. M. Boore (1995), Ground motion relations for eastern North America, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *85*, 17 – 30.

Baskoutas, I. (1996), Dependence of code attenuation on frequency and lapse time in Central Greece, *Pure Appl. Geophys.*, *147*, 3.

Benetatos, C., A. Kiratzi, A. Ganas, M. Ziazia, A. Plessa, and G. Drakatos (2006), Strike-slip motions in the Gulf of Siğaçik (western Turkey): Properties of the 17 October 2005 earthquake seismic sequence, *Tectonophysics*, *426*(3–4), 263-279, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2006.08.003.

Benetatos, C., A. Kiratzi, C. Papazachos, and G. Karakaisis (2004), Focal mechanisms of shallow and intermediate depth earthquakes along the Hellenic Arc, *Journal of Geodynamics*, *37*(2), 253-296, doi:10.1016/j.jog.2004.02.002.

Benetatos, C. A., and A. A. Kiratzi (2004), Stochastic strong ground motion simulation of intermediate depth earthquakes: the cases of the 30 May 1990 Vrancea (Romania) and of the 22 January 2002 Karpathos island (Greece) earthquakes, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *24*(1), 1-9, doi:10.1016/j.soildyn.2003.10.003.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Benetatos, C., & Kiratzi, A. (2006). Source characteristics of the 8 January 2006 (Mw 6.7) intermediate depth Kythera earthquake.

Beresnev, I. A., and G. M. Atkinson (1997), Modeling finite-fault radiation from the ω^n spectrum, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *87*, 67 – 84.

Beresnev, I. A., and G. M. Atkinson (1998a), FINSIM – a FORTRAN program for simulating stochastic acceleration time histories from finite faults, *Seism. Res. Lett.* , *69*, 27 – 32.

Beresnev, I. A., and G. M. Atkinson (1998b), Stochastic finite – fault modelling of ground motions from the 1994 Northridge, California, earthquake. I. Validation on rock sites, *Bull. Seism. Soc. Am.* , *88*, 1392 – 1401.

Beresnev, I. A., and G. M. Atkinson (1999), Generic finite-fault model for groundmotion prediction in eastern north america., *Bull. Seism. Soc. Am.*, *89*, 608–625.

Bijwaard, H., W. Spakman, and E. R. Engdahl (1998), Closing the gap between regional and global travel time tomography, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *103*(B12), 30055-30078.

Bock, G. (2012), NMSOP-GFZ: IS3.8 Source parameters and moment-tensor solutions.

Bohnhoff, M., J. Makris, D. Papanikolaou, and G. Stavrakakis (2001), Crustal investigation of the Hellenic subduction zone using wide aperture seismic data, *Tectonophysics*, *343*, 239-262.

Bohnhoff, M., M. Rische, T. Meier, B. Endrun, D. Becker, H.-P. Harjes, and G. Stavrakakis (2004), CYC-NET: A Temporary Seismic Network on the Cyclades (Aegean Sea, Greece), *Seismological Research Letters*, *75*(3), 352-359, doi:10.1785/gssrl.75.3.352.

Bolt, B. A. (1973), Duration of strong ground motions, paper presented at 5th World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco,Paper 84

Boore, D. M. (1983), Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra,, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *73*, 1865 – 1894.

Boore, D. M. (2000), SMSIM: Fortran programs for simulating ground motions from earthquake. version 2.0, *U.S. Geol. Surv.*, *Open-File Rept. 00-509 , 55.*

Boore, D. M. (2003), Analog-to-digital conversion as a source of drifts in displacements derived from digital recordings of ground acceleration, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *93*, 2017-2024.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Boore, D. M. (2005), On pads and filters: processing strong-motion data, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *95*, 745–750.

Boore, D. M. (2009), Comparing stochastic point-source and finite-source ground-motion simulations: SMSIM and EXSIM, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *99*(6), 3202-3216.

Boore, D. M., and G. M. Atkinson (1987), Stochastic prediction of ground motion and spectral response parameters at hard-rock sites in eastern North America, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *77*, 440 – 467.

Boore, D. M., and J. Boatwright (1984), Average body-wave radiation coefficients, *Bull. Seism. Soc. Am.* , *74*, 1615 – 1621.

Boore, D. M., K. W. Campbell, and G. M. Atkinson (2010), Determination of Stress Parameters for Eight Well-Recorded Earthquakes in Eastern North America, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *100*(4), 1632-1645, doi:10.1785/0120090328.

Boore, D. M., A. A. Skarlatoudis, B. N. Margaris, C. B. Papazachos, and C. Ventouzi (2009), Along-Arc and Back-Arc Attenuation, Site Response, and Source Spectrum for the Intermediate-Depth 8 January 2006 M 6.7 Kythera, Greece, Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *99*(4), 2410-2434, doi:10.1785/0120080229.

Boore, D. M., and E. M. Thompson (2014), Path Durations for Use in the Stochastic-Method Simulation of Ground Motions, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *104*(5), 2541-2552, doi:10.1785/0120140058.

Bott, M. H. P. (1959), The Mechanics of Oblique Slip Faulting, *Geological Magazine*, *96*(02), 109-117, doi:doi:10.1017/S0016756800059987.

Brocher, T. M. (2005), Empirical relations between elastic wavespeeds and density in the Earth's crust, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *95*, 2081—2092.

Brune, J. N. (1970), Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, *J. Geophys. Res.*, *75*, 4997 – 5009.

Brune, J. N. (1971), Correction, *J. Geophys. Res.*, *76*, 5002.

Brüstle, A., W. Friederich, T. Meier, and C. Gross (2014), Focal mechanism and depth of the 1956 Amorgos twin earthquakes from waveform matching of analogue seismograms, *Solid Earth*, *5*(2), 1027-1044, doi:10.5194/se-5-1027-2014.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Calcagnile, G., F. D'Ingeo, P. Farrugia, and G. F. Panza (1982), The lithosphere in the central-eastern Mediterranean area, *Pure and Applied Geophysics PAGEOPH*, *120*(2), 389-406, doi:10.1007/BF00877044.

Casten, U., and K. Snopek (2006), Gravity modelling of the Hellenic subduction zone — a regional study, *Tectonophysics*, *417*(3-4), 183-200, doi:10.1016/j.tecto.2005.11.002.

Castro, R. R., A. Rovelli, M. Cocco, M. Di Bona, and Pacor F. (2001), Stochastic simulation of strong – motion records from the 26 September 1997 (Mw 6), Umbria – Marche (Central Italy) earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *91*, 27-39.

Cesca, S., S. Heimann, K. Stammler, and T. Dahm (2010), Automated point and kinematic source inversion at regional distances, *J. Geophys. Res*, doi:10.1029/2009JB006450.

Chailas, S., R. G. Hipkin, and E. Lagios (1993), Isostatic studies in the Hellenides, *2nd Congress of the Hellenic Geophysical Union*, *2*, 492-504.

Chopra, S., D. Kumar, and B. K. Rastogi (2010), Estimation of Strong Ground Motions for 2001 Bhuj (M w 7.6), India Earthquake, *Pure and Applied Geophysics*, *167*(11), 1317-1330, doi:10.1007/s00024-010-0132-y.

Comninakis, P., and B. Papazachos (1986), A catalogue of earthquakes in Greece and the surrounding area for the period 1901-1985 univ thessaloniki geophys, *Lab. Publ*.

Comninakis, P. E., and B. C. Papazachos (1980), Space and time distribution of the intermediate focal depth earthquakes in the Hellenic arc, *Tectonophysics*, *70*(3), T35-T47, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(80)90278-4.

Delibasis, N., J. Makris, and J. Drakopoulos (1988), Seismic investigation of the crust and the upper mantle in Western Greece, *Ann. Geol. Pays Hell*, *33*, 69-83.

Dimitriadis, I., E. Karagianni, D. Panagiotopoulos, C. Papazachos, P. Hatzidimitriou, M. Bohnhoff, M. Rische, and T. Meier (2009), Seismicity and active tectonics at Coloumbo Reef (Aegean Sea, Greece): Monitoring an active volcano at Santorini Volcanic Center using a temporary seismic network, *Tectonophysics*, *465*(1-4), 136-149, doi:10.1016/j.tecto.2008.11.005.

Dziewonski, A. M., T. A. Chou, and J. H. Woodhouse (1981), Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *86*(B4), 2825-2852, doi:10.1029/JB086iB04p02825.

Foucher, J., N. Chamot-Roocke, S. Alexandry, J. M. Augustin, S. Monti, P. Pavlakis, and M. Voisset (1993), Multibeam bathymetry and seabed reflectivity maps of the MEDRIFF corridor across

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

the eastern Mediterranean Ridge, *Terra Cognita (Ed.), EUG (VII)*, *London, Blackwell Scientic Publication:*, 278-279.

Friederich, W., and J. Dalkolmo (1995), Complete synthetic seismograms for a spherically symmetric earth by a numerical computation of the Green's function in the frequency domain, *Geophysical Journal International*, *122*(2), 537-550, doi:10.1111/j.1365-246X.1995.tb07012.x.

Friederich, W., and T. Meier (2008), Temporary Seismic Broadband Network Acquired Data on Hellenic Subduction Zone, *Eos, Transactions American Geophysical Union*, *89*(40), 378-378, doi:10.1029/2008EO400002.

Fytikas, M., F. Innocenti, P. Manetti, R. Mazzuoli, A. Pecerillo, and L. Villari (1985), Tertiary to Quaternary evolution of the volcanism in the Aegean region. In: J.F. Dixon and A.H.F. Robertson (Editors), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, *Blackwell Publ.*, *Oxford, pp. 848.*

Ganas, A., and T. Parsons (2009), Three-dimensional model of Hellenic Arc deformation and origin of the Cretan uplift, *Journal of Geophysical Research*, *114*(B6), doi:10.1029/2008jb005599.

Gephart, J. W. (1990a), FMSI: A FORTRAN program for inverting fault/slickenside and earthquake focal mechanism data to obtain the regional stress tensor, *Computers & Geosciences.*, Vol. 16, no. 17, p. 953-989.

Gephart, J. W. (1990b), Stress and the direction of slip on fault planes., *Tectonics*, v. 9, no. 4, p. 845-858.

Gephart, J. W., and D. W. Forsyth (1984), An improved method for determining the regional stress tensor using earthquake focal mechanism data: Application to the San Fernando earthquake sequence:, *Jour. Geophys. Res.*, no. B11, p. 9305-9320.

Goldsworthy, M., J. Jackson, and J. Haines (2002), The continuity of active fault systems in Greece, *Geophysical Journal International*, *148*(3), 596-618, doi:10.1046/j.1365-246X.2002.01609.x.

Graves, R. W., and A. Pitarka (2010), Broadband ground-motion simulation using a hybrid approach, *Bull. Seism. Soc. Am*., 100(5A), 2095-2123.

Gusev, A., Radulian, M., Rizescu, M., & Panza, G. F. (2002). Source scaling of intermediate-depth Vrancea earthquakes. Geophysical Journal International, 151(3), 879-889.

Hanka, W., and R. Kind (1994), The GEOFON Program, Ann. di Geofis., 37(5).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
ΑΠΘ

Hanks, T. C. (1979), b values and $\omega^{-\gamma}$ seismic source models: Implications for tectonic stress variations along active crustal fault zones and the estimation of highfrequency strong ground motion, *J. Geophys. Res.*, *84*, 2235 – 2242.

Hanks, T. C., and R. K. McGuire (1981), The character of high-frequency strong ground motion, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *71*, 2071 – 2095.

Hardebeck, J. L., and E. Hauksson (2001), Stress orientations obtained from Earthquake focal mechanisms: What are appropriate uncertainty estimates?, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, *91*, 250–262, doi:10.1785/0120000032.

Hashida, T., G. Stavrakakis, and K. Shimazaki (1988), Three-dimensional seismic attenuation structure beneath the Aegean region and its tectonic implication, *Tectonophysics*, *145*(1-2), 43-54, doi:10.1016/0040-1951(88)90314-9.

Haskell, N. A. (1953), The dispersion of surface waves on multilayered media, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *43*(1), 17-34.

Hatzidimitriou, P. M. (1993), Attenuation of code waves in northern Greece, *Pageoph*, *140*, 63–78.

Hatzidimitriou, P. M. (1994), Scattering and anelastic attenuation of seismic energy in northern Greece, *Pure Appl. Geophys.*, *143*, 587–601.

Hatzidimitriou, P. M. (1995), S-wave attenuation in the crust in northern Greece, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *85*, 1381–1387.

Heimann, S., S. Cesca, F. Krüger, and T. Dahm (2008), Stable estimation of extended fault proper-ties for medium-sized earthquakes using teleseismic waveform data, *Geophysical Research Abstracts*, pp. EGU2008– A–2007,2568.

Herrmann, R. B. (1985), An extension of random vibration theory estimates of strong ground motion to large distances, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, *75*, 1447–1453.

Husid, L. R. (1969), Características de terremotos, Análisis general, paper presented at Revista del IDIEM 8, Santiago del Chile,pp. 21-42

Jackson, J., and D. McKenzie (1988a), Rates of active deformation in the Aegean Sea and surrounding regions, *Basin Research*, *1*(3), 121-128.

Jackson, J., and D. McKenzie (1988b), The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East, *Geophysical Journal - Royal Astronomical Society*, *93*(1), 45-73.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Jost, M. L., and R. B. Herrmann (1989), A Student's Guide to and Review of Moment Tensors, *Seismological Research Letters*, *60*(2), 37-57, doi:10.1785/gssrl.60.2.37.

Karagianni, E. E., and C. B. Papazachos (2007), Shear velocity structure in the Aegean area obtained by joint inversion of Rayleigh and Love waves, in *The Geodynamics of the Aegean and Anatolia*, vol. 291, edited by T. Taymaz, Y. Yilmaz, and Y. Dilek, pp. 159–181, Geological Society, Special Publications, London.

Karagianni, E. E. et al. (2002), Rayleigh wave group velocity tomography in the Aegean area, *Tectonophysics*, *358*(1-4), 187–209, doi:10.1016/S0040-1951(02)00424-9.

Karagianni, E. E., C. B. Papazachos, D. G. Panagiotopoulos, P. Suhadolc, a. Vuan, and G. F. Panza (2004), Shear velocity structure in the Aegean area obtained by inversion of Rayleigh waves, *Geophys. J. Int.*, *160*(1), 127–143, doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02354.x.

Karagianni, I., C. Papazachos, E. Scordilis, and G. Karakaisis (2015), Reviewing the active stress field in Central Asia by using a modified stress tensor approach, doi:10.1007/s10950-015-9481-4.

Kastens, K. A. (1991), Rate of outward growth of the Mediterranean ridge accretionary complex, *Tectonophysics*, *199*(1), 25-50, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(91)90117-B.

Kenyon, N. H., R. H. Belderson, and A. H. Stride (1982), Detailed tectonic trends on the central part of the Hellenic outer ridge and in the Hellenic trench system, *Geol. Soc. Lond.*, *10*, 335–343.

Khalil, A. E. (2013), Strong motion simulation at Abu Zenima city, Gulf of Suez, Egypt, *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, *2*(1), 139-145, doi:10.1016/j.nrjag.2013.06.017.

Kiratzi, A. (2013), The January 2012 earthquake sequence in the Cretan Basin, south of the Hellenic Volcanic Arc: Focal mechanisms, rupture directivity and slip models, *Tectonophysics*, *586*, 160-172, doi:10.1016/j.tecto.2012.11.019.

Kiratzi, A., and E. Louvari (2003), Focal mechanisms of shallow earthquakes in the Aegean Sea and the surrounding lands determined by waveform modelling: a new database, *Journal of Geodynamics*, *36*(1–2), 251-274, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00050-4.

Kiratzi, A., and C. Papazachos (1995), Active seismic deformation in the southern Aegean Benioff zone, *J. Geodynamics*, *19*, 65-78.

Kiratzi, A., Z. Roumelioti, A. Chatzipetros, and G. Papathanassiou (2015), Simulation of Off-Fault Surface Effects from Historical Earthquakes: The Case of the City of Thessaloniki (Northern Greece), in *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 5: Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation*, edited by G. Lollino, A. Manconi, F. Guzzetti, M. Culshaw, P. Bobrowsky and F. Luino, pp. 957-963, Springer International Publishing, Cham, doi:10.1007/978-3-319-09048-1_185.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Kkallas, C., K. Papazachos, E. Scordilis, and V. Margaris (2013), Re-examining the stress field of the broader Southern Aegean subduction area using an updated focal mechanism database, *Bulletin of Geoleological Society of Greece / Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας*.

Klimis, N. S., B. N. Margaris, and P. K. Koliopoulos (1999), Site-dependent amplification functions and response spectra in greece., *Journal of Earthquake Engineering*, *3*(02), 237–270.

Knapmeyer, M., and H. P. Harjes (2000), Imaging crustal discontinuities and the downgoing slab beneath western Crete, *Geophysical Journal International*, *143*(1), 1-21, doi:10.1046/j.1365-246X.2000.00197.x.

Knopoff, L., and M. J. Randall (1970), The compensated linear-vector dipole: A possible mechanism for deep earthquakes, *Journal of Geophysical Research*, *75*(26), 4957-4963, doi:10.1029/JB075i026p04957.

Koliopoulos, P. K., B. N. Margaris, and N. S. Klimis (1998), Duration and Energy Characteristics of Greek Strong Motion Records, *Journal of Earthquake Engineering*, *2*(3), 391-417, doi:10.1080/13632469809350328.

Kostrov, V. V. (1974), Seismic moment and energy of earthquakes, and seismic flow of rock, *Izv. Acad. Sci. USSR Phys. Solid Earth*, *1*, 23-44.

Kovachev, S. A., I. P. Kuzin, S. O. Yu, and S. L. Soloviev (1991), Attenuation of S-waves in the lithosphere of the Sea of Crete according to OBS observations, *Phys. Earth Planet. Int.*, *69*, 101–111.

Le Pichon, X., N. Chamot-Rooke, S. Lallemant, R. Noomen, and G. Veis (1995), Geodetic determination of the kinematics of central Greece with respect to Europe: Implications for eastern Mediterranean tectonics, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *100*(B7), 12675-12690, doi:10.1029/95JB00317.

LePichon, X., and J. Angelier (1979), The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, *60*, 1-42.

Louvari, E., and A. Kiratzi (2001), Source parameters of the 7 September 1999 Athens (Greece) earthquake based on teleseismic data, *Journal of the Balkan Geophysical Society*, *4*(3), 51-60.

Louvari, E., A. Kiratzi, and B. Papazachos (1999), The Cephalonia transform fault and its extension to western Lefkada Island (Greece), *Tectonophysics*, *308*(1), 223-236.

Lyon-Caen, H., et al. (1988), The 1986 Kalamata (South Peloponnesus) Earthquake: Detailed study of a normal fault, evidences for east-west extension in the Hellenic Arc, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *93*(B12), 14967-15000, doi:10.1029/JB093iB12p14967.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Makris, J. (1973), Some geophysical aspects of the evolution of the Hellenides, *Bull. Geol. Soc. Greece*, *10*(1), 206-213.

Makris, J. (1976), A dynamic model of the Hellenic Arc deduced from geophysical data, *Tectonophysics*, *36*(4), 339-346, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0040-1951(76)90108-6.

Makris, J. (1977), Geophysical investigations of the Hellenides, *Hamburger Geophysikalische Einzelschriften*, *34*, 1-124.

Makris, J. (1978), The crust and upper mantle of the Aegean region from deep seismic soundings, *Tectonophysics*, *46*(3-4), 269-284, doi:10.1016/0040-1951(78)90207-X.

Makris, J., and L. Moller (1977), Geophysical studies of the Chalkidiki ophiolites and their tectonic implications., VI Coll. Geol. Aegean Region,623-643

Makropoulos, K. C., J. K. Drakopoulos, and J. B. Latousakis (1989), A revised and extended earthquake catalogue for Greece since 1900, *Geophysical Journal International*, *98*(2), 391-394.

Margaris, B. N., and D. M. Boore (1998), Determination of Δσ and κ0 from response spectra of large earthquakes in Greece, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *88*(1), 170-182.

Margottini, C., and G. Margottini (1982), *Osservazioni su alcuni grandi terremoti con epicentro in oriente: campo macrosismico in Italia del terremoto greco del 1903*.

Martin, C. (1988), Geometric et Cinematique de la Subduction Egeene Structure en Vitesse et en Attenuation Sous le Peleponnese., Ph.D thesis, 261 pp, Univ. Joseph Fourier, Grenoble.

Mavroeidis, G., and A. Papageorgiou (2003), A Mathematical Representation of NearFault Ground Motions, *Bulletin of the seismological Society of America*, *93*, 1099-1131.

McClusky, S., et al. (2000), Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *105*(B3), 5695-5719, doi:10.1029/1999JB900351.

McGuire, R. K., and T. C. Hanks (1980), rms accelerations and spectral amplitudes of strong ground motion during the San Fernando, California, earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *70*, 1907 – 1919.

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

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

McKenzie, D. (1972), Active Tectonics of the Mediterranean Region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, *30*(2), 109-185, doi:10.1111/j.1365-246X.1972.tb02351.x.

McKenzie, D. (1978), Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions, *Geophysical Journal International*, *55*(1), 217-254, doi:10.1111/j.1365-246X.1978.tb04759.x.

McKenzie, D., and J. Jackson (1983), The relationship between strain rates, crustal thickening, palaeomagnetism, finite strain and fault movements within a deforming zone, *Earth and Planetary Science Letters*, *65*(1), 182-202, doi:http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X(83)90198-X.

McKenzie, D. P. (1969), The relation between fault plane solutions for earthquakes and the directions of the principal stresses, *Bull. seism. SOC. Am.*, *59*, 591.

Meier, T., K. Dietrich, B. Stöckhert, and H. P. Harjes (2004), One-dimensional models of shear wave velocity for the eastern Mediterranean obtained from the inversion of Rayleigh wave phase velocities and tectonic implications, *Geophysical Journal International*, 156(1), 45-58, doi:10.1111/j.1365-246X.2004.02121.x.

Michael, A. J. (1987), Use of focal mechanisms to determine stress: A control study, *J. Geophys. Res.*, *92*(B1), 357 - 368.

Motazedian, D. (2006), Region-Specific Key Seismic Parameters for Earthquakes in Northern Iran, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *96*(4A), 1383-1395, doi:10.1785/0120050162.

Motazedian, D., and G. M. Atkinson (2005), Stochastic Finite-Fault Modeling Based on a Dynamic Corner Frequency, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *95*, 995-1010.

Moustafa, S., and H. Takenaka (2009), Stochastic ground motion simulation of the 12 October 1992 Dahshour earthquake, *Acta Geophysica*, *57*(3), doi:10.2478/s11600-009-0012-y.

Novotný, O., J. Zahradník, and G.A. Tselentis (2001), North-Western Turkey earthquakes and the crustal structure inferred from surface waves observed in Western Greece, *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, *91*, 875-879.

Nyst, M., and W. Thatcher (2004), New constraints on the active tectonic deformation of the Aegean, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, *109*(B11), n/a-n/a, doi:10.1029/2003jb002830.

Panagiotopoulos, D. G. (1984), Travel time curves and crustal structure in the southern Balkan region, in Greek thesis, 159 pp, Univ. of Tessaloniki.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

Panagiotopoulos, D. G., and B. C. Papazachos (1985), Travel times of Pn-waves in the Aegean and surrounding area, *Geophysical Journal International*, *80*(1), 165-176, doi:10.1111/j.1365-246X.1985.tb05083.x.

Papadopoulos, G. A., Ziazia M., Plessa A., Ganas A., Karastathis V., Melis N., and G. Stavrakakis (2002), Seismic Anisotropy in the East Mediterranean Lithosphere: The Mw=6.3 Karpathos Intermediate Depth Earthquake of 22 January 2002 in the Hellenic Arc., paper presented at XXVII GENERAL ASSEMBLY OF THE EUROPEAN SEISMOLOGICAL SOCIETY, Genova, Palazzo Ducale

Papageorgiou, A. S., and K. Aki (1983), A specific barrier model for the quantitative description of inhomogeneous faulting and the prediction of strong ground motion. I. Description of the model, *Bull. Seism. Soc. Am.*, *73*, 693 – 722.

Papazachos, B., S. Dimitriadis, D. Panagiotopoulos, C. Papazachos, and E. Papadimitriou (2005), Deep structure and active tectonics of the southern Aegean volcanic arc, *Developments in Volcanology*, *7*, 47-64.

Papazachos, B., E. Papadimitriou, A. Kiratzi, C. Papazachos, and E. Louvari (1998), Fault plane solutions in the Aegean Sea and the surrounding area and their tectonic implications, *Boll. Geof. Teor. Appl*, *39*(3), 199-218.

Papazachos, B., M. Polatou, and N. Mandalos (1967), Dispersion of surface waves recorded in Athens, *Pure and Applied Geophysics PAGEOPH*, *67*(1), 95-106, doi:10.1007/BF00880566.

Papazachos, B. C. (1973), Distribution of Seismic Foci in the Mediterranean and Surrounding Area and its Tectonic Implication, *Geophysical Journal International*, *33*(4), 421-430, doi:10.1111/j.1365-246X.1973.tb02377.x.

Papazachos, B. C. (1996), Large seismic faults in the Hellenic arc, *Ann. Geophys.*, *39*, 892–903.

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

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

Papazachos, B. C., and P. E. Comninakis (1978), Geotectonic significance of the deep seismic zones in the Aegean area, *Thera and the Aegean World*, *1*, 121-129.

Papazachos, B. C., P. E. Comninakis, P. M. Hatzidimitriou, E. C. Kiriakidis, A. A. Kiratzi, D. G. Panagiotopoulos, E. E. Papadimitriou, C. A. Papaioannou, S. B. Pavlides, and E. Tzanis (1982),

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Atlas of Isoseismal Maps for Earthquakes in Greece 1902-1981, *Geophys. Lab. Univ. Thessaloniki*, *4*, 124.

Papazachos, B. C., and N. D. Delibassis (1969), Tectonic stress field and seismic faulting in the area of Greece, *Tectonophysics*, *7*, 231 - 255.

Papazachos, B. C., S. T. Dimitriadis, D. G. Panagiotopoulos, C. B. Papazachos, and E. E. Papadimitriou (2003), Deep structure and active tectonics of the Southern Aegean volcanic arc, Developments in Volcanology: The South Aegean Volcanic Arc, *Elsevier*, *391pp*, 47-64.

Papazachos, B. C., S. T. Dimitriadis, D. G. Panagiotopoulos, C. B. Papazachos, and E. E. Papadimitriou (2004), Deep structure and active tectonics of the Southern Aegean Volcanic arc, *The International, Conference: The South Aegean Active Volcanic Arc: Present Knowledge and Feature Perspectives (SAAVA 2003)*.

Papazachos, B. C., V. G. Karakostas, C. B. Papazachos, and E. M. Scordilis (2000), The geometry of the Wadati-Benioff zone and the lithospheric kinematics in the Hellenic arc, *Tectonophysics*, *319*, 275-300.

Papazachos, B. C., V. G. Karakostas, E. M. Scordilis, C. B. Papazachos, C. A. Papaioannou, and G. F. Karakaisis (1997), A catalog for the Aegean and surrounding area for the time period 550BC-1997, paper presented at IASPEI 29th General Assembly, Thessaloniki, 18-28 August 1997

Papazachos, B. C., A. A. Kiratzi, P. Hatzidimitriou, and A. Rocca (1984), Seismic faults in the Aegean area, *Tectonophysics*, *106*, 71-85.

Papazachos, B. C., and D. G. Panagiotopoulos (1993), Normal faults associated with volcanic activity arc, *Tectonophysics*, *220*(1-4), 301-308, doi:10.1016/0040-1951(93)90237-E.

Papazachos, B. C., and C. B. Papazachou (2003), *The earthquakes of Greece*, Ziti, Thessaloniki.

Papazachos, C., and A. Kiratzi (1992), A formulation for reliable estimation of active crustal deformation and its application to central Greece, *Geophysical Journal International*, *111*, 424-432.

Papazachos, C., and C. Papaioannou (1998), Further information on the macroseismic field in the Balkan area: Reply on the comment of M.D. Trifunac on the paper 'The macroseismic field of the Balkan area' by C. Papazachos and Ch. Papaioannou, *Journal of Seismology*, *2*(4), 363-375.

Papazachos, C. B. (1992), Anisotropic radiation modeling of macroseismic intensities for estimation of the attenuation structure of the upper crust in Greece., *Pure Appl. Geophys.*, *138*, 445-470.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Papazachos, C. B. (1993), Determination of crustal thickness by inversion of travel times with an application in the Aegean area, in *2nd Congress of the Greek Geophysical Union*, edited by Greek Geophys. Union, Florina,Greece.

Papazachos, C. B. (1999), Seismological and GPS evidence for the Aegean-Anatolia interaction, *Geophysical Research Letters*, *26*(17), 2653-2656.

Papazachos, C. B. (2002), A tecto-kinematic model for the Aegean using seismological and GPS data, in *Proc. 11th Gen. Ass. WEGENER*, edited, 12-14 June.

Papazachos, C. B., and A. A. Kiratzi (1996), A detailed study of active crustal in the Aegean and surrounding region, *Tectonophysics 253*, 129-153.

Papazachos, C. B., and G. Nolet (1997), P and S deep velocity structure of the Hellenic area obtained by robust nonlinear inversion of travel times, *J.Geoph. Res.*, *102*, 8349-8367.

Papazachos, C. B., P.M. Hatzidimitriou, D.G. Panagiotopoulos, and G.N. Tsokas (1995), Tomography of the crust and upper mantle in southeast Europe, *J. Geophys. Res.*, *12*, 405-412.

Papazachos, G., C. Papazachos, A. Skarlatoudis, H. Kkallas, and E. Lekkas (2015), Modelling macroseismic observations for historical earthquakes: the cases of the M = 7.0, 1954 Sofades and M = 6.8, 1957 Velestino events (central Greece), *Journal of Seismology*, doi:10.1007/s10950-015-9517-9.

Plomerova, J., V. Babuska, P. Pujdusak, P. Hatzidimitriou, D. Panagiotopoulos, J. Kalogeras, and S. Tassos (1989), Seismicity of the Aegean and surrounding areas in relation to topography of the lithospere - Asthenosphere transition, *Proc. 4th Inter. Sym. Analysis Seismicity and Seismic Risk*, 209-215.

Raghu Kanth, S. T. G., and B. Kavitha (2012), Stochastic Finite Fault Modeling of Subduction Zone Earthquakes in Northeastern India, *Pure and Applied Geophysics*, *170*(11), 1705-1727, doi:10.1007/s00024-012-0622-1.

Reilinger, R. E., S. C. McClusky, M. B. Qral, R. W. King, M. N. Toksoz, A. A. Barka, I. Kinik, O. Lenk, and I. Sanli (1997), Global positioning system measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, *102*(B5), 9983-9999.

Rontogianni, S., K. I. Konstantinou, N. S. Melis, and C. P. Evangelidis (2011), Slab stress field in the Hellenic subduction zone as inferred from intermediate-depth earthquakes, *Earth, Planets and Space*, *63*(2), 139-144, doi:10.5047/eps.2010.11.011.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Roumelioti, Z., C. Benetatos, A. Kiratzi, G. Stavrakakis, and N. Melis (2004a), A study of the 2 December 2002 (M5. 5) Vartholomio (western Peloponnese, Greece) earthquake and of its largest aftershocks, *Tectonophysics*, *387*(1), 65-79.

Roumelioti, Z., and A. Kiratzi (2002), Stochastic simulation of strong-motion records from the 15 April 1979 (M 7.1) Montenegro earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *92*(3), 1095-1101.

Roumelioti, Z., A. Kiratzi, N. Theodoulidis, and Papaioannou Ch. (2002), A comparative study of a stochastic and deterministic simulation of strong ground motion applied to the Kozani-Grevena (NW Greece) 1995 sequence, *Annali di Geofisica*, *43*, 951-966.

Roumelioti, Z., A. Kiratzi, and N. Theodulidis (2004b), Stochastic Strong Ground-Motion Simulation of the 7 September 1999 Athens (Greece) Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *94*(3), 1036-1052, doi:10.1785/0120030219.

Roumelioti, Z., A. Kiratzi, N. Theodulidis, and C. Papaioannou (2000), A comparative study of a stochastic and deterministic simulation of strong ground motion applied to the Kozani-Grevena (NW Greece) 1995 sequence, *Annals of Geophysics*, *43*(4).

Sachpazi, M., A. Galvé, M. Laigle, A. Hirn, E. Sokos, A. Serpetsidaki, J. M. Marthelot, J. M. Pi Alperin, B. Zelt, and B. Taylor (2007), Moho topography under central Greece and its compensation by Pn time-terms for the accurate location of hypocenters: The example of the Gulf of Corinth 1995 Aigion earthquake, *Tectonophysics*, *440*(1-4), 53–65, doi:10.1016/j.tecto.2007.01.009.

Scordilis, E., G. Karakaisis, B. Karacostas, D. Panagiotopoulos, P. Comninakis, and B. Papazachos (1985), Evidence for transform faulting in the Ionian Sea: the Cephalonia island earthquake sequence of 1983, *pure and applied geophysics*, *123*(3), 388-397.

Shaw, B., N. Ambraseys, P. England, M. Floyd, G. Gorman, T. Higham, J. Jackson, J. Nocquet, C. Pain, and M. Piggott (2008), Tectonics and Tsunami Hazard in the Eastern Mediterranean Inferred From the AD 365 Earthquake, *AGU Fall Meeting Abstracts*, *1*, 1943.

Shebalin, N. V., V. Kárnik, and D. Hadzievski (1974), Catalogue of Earthquakes 1901–1970, and Atlas of Isoseismal Maps, *UNDP/UNESCO Balkan Project,Skopje*, *3*.

Skarlatoudis, A. A., and B. N. Margaris (2006), Kythera 2006 Earthquake: Data Processing Of Strong Motion From Various Digital Sensors, in *1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, edited, Geneva, Switzerland.

Skarlatoudis, A., C. Papazachos, B. Margaris, C. Papaioannou, C. Ventouzi, D. Vamvakaris, A. Bruestle, T. Meier, W. Friederich, and G. Stavrakakis (2009), Combination of acceleration-sensor and broadband velocity-sensor recordings for attenuation studies: The case of the 8 January 2006 Kythera intermediate-depth earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, 99(2A), 694-704.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Skarlatoudis, A. A., C. B. Papazachos, B. N. Margaris, C. Ventouzi, and I. Kalogeras (2013), Ground-Motion Prediction Equations of Intermediate-Depth Earthquakes in the Hellenic Arc, Southern Aegean Subduction Area, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *103*(3), 1952-1968, doi:10.1785/0120120265.

Sodoudi, F., A. Brüstle, T. Meier, R. Kind, W. Friederich, and E. w. group (2015), Receiver function images of the Hellenic subduction zone and comparison to microseismicity, *Solid Earth*, *6*(1), 135-151, doi:10.5194/se-6-135-2015.

Sodoudi, F., X. Yuan, Q. Liu, R. Kind, and J. Chen (2006), Lithospheric thickness beneath the Dabie Shan, central eastern China from S receiver functions, *Geophysical Journal International*, *166*(3), 1363-1367, doi:10.1111/j.1365-246X.2006.03080.x.

Sokolov, V., Bonjer, K. P., Oncescu, M., & Rizescu, M. (2005). Hard rock spectral models for intermediate-depth Vrancea, Romania, earthquakes. *Bull. Seism. Soc. Am*., 95(5), 1749-1765.

Spakman, W. (1986), Subduction beneath Eurasia in connection with the Mesozoic Tethys, *Geologie en Mijnbouw*, *65*(2), 145-153.

Spakman, W. (1988), Upper mantle delay time tomography: with an application to the collision zone of the Eurasian, African, and Arabian plates, *Geologica Ultraiectina*, *53*, 1-200.

Spakman, W., S. van der Lee, and R. van der Hilst (1993), Travel-time tomography of the European-Mediterranean mantle down to 1400 km, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, *79*(1), 3-74.

Spakman, W., M. Wortel, and N. Vlaar (1988), The Hellenic subduction zone: a tomographic image and its geodynamic implications, *Geophysical research letters*, *15*(1), 60-63.

Stein, S., and M. Wysession (2009), *An introduction to seismology, earthquakes, and earth structure*, John Wiley & Sons.

Stewart, J. P., N. Klimis, A. Savvaidis, N. Theodoulidis, E. Zargli, G. Athanasopoulos, P. Pelekis, G. Mylonakis, and B. Margaris (2014), Compilation of a Local VS Profile Database and Its Application for Inference of VS30 from Geologic- and Terrain-Based Proxies, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *104*(6), 2827-2841, doi:10.1785/0120130331.

Stiros, S. C. (2001), The AD 365 Crete earthquake and possible seismic clustering during the fourth to sixth centuries AD in the Eastern Mediterranean: a review of historical and archaeological data, *Journal of Structural Geology*, *23*(2–3), 545-562, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0191-8141(00)00118-8.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Taymaz, T., J. Jackson, and D. McKenzie (1991), Active tectonics of the north and central Aegean Sea, *Geophysical Journal International*, *106*(2), 433-490, doi:10.1111/j.1365-246X.1991.tb03906.x.

Taymaz, T., J. Jackson, and R. Westaway (1990), Earthquake mechanisms in the Hellenic Trench near Crete, *Geophysical Journal International*, *102*(3), 695-731.

Theodulidis, N., Z. Roumelioti, A. Panou, A. Savvaidis, A. Kiratzi, V. Grigoriadis, P. Dimitriu, and T. Chatzigogos (2006), Retrospective Prediction of Macroseismic Intensities Using Strong Ground Motion Simulation: The Case of the 1978 Thessaloniki (Greece) Earthquake (M6.5), *Bulletin of Earthquake Engineering*, *4*(2), 101-130, doi:10.1007/s10518-006-9001-6.

Theodulidis, N. P., and B. C. Papazachos (1992), Dependence of strong ground motion on magnitude-distance, site geology and macroseismic intensity for shallow earthquakes in greece: I, peak horizontal acceleration, velocity and displacement., *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *11*(7), 387–402.

Thomson, W. T. (1950), Transmission of Elastic Waves through a Stratified Solid Medium, *Journal of Applied Physics*, *21*(2), 89-93, doi:doi:http://dx.doi.org/10.1063/1.1699629.

Tselentis, G. A., and L. Danciu (2008), Empirical Relationships between Modified Mercalli Intensity and Engineering Ground-Motion Parameters in Greece, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *98*(4), 1863-1875, doi:10.1785/0120070172.

Ugurhan, B., and A. Askan (2010), Stochastic Strong Ground Motion Simulation of the 12 November 1999 Duzce (Turkey) Earthquake Using a Dynamic Corner Frequency Approach, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *100*(4), 1498-1512, doi:10.1785/0120090358.

Vamvakaris, D. A., C. B. Papazachos, E. E. Karagianni, E. M. Scordilis, and P. M. Hatzidimitriou (2005), Determination of fault plane solutions using waveform amplitudes and radiation pattern, *Bull. Geol. Soc.Greece*, *36*, 1529-1538.

Vamvakaris, D. A., C. B. Papazachos, E. E. Karagianni, E. M. Scordilis, and P. M. Hatzidimitriou (2006), Small-scale spatial variation of the stress field in the back-arc Aegean area: Results from the seismotectonic study of the broader area of Mygdonia basin (N. Greece), *Tectonophysics*, *417*(3-4), 249-267, doi:10.1016/j.tecto.2006.01.007.

Ventouzi, C., C. B. Papazachos, C. Papaioannou, P. Hatzidimitriou, and the EGELADOS working group (2013), Obtaining information on the Q-structure of the southern Aegean subduction area by spectral slopes from temporary and permanent networks., in *Proceedings of the 13th International Congress of the Geological Society of Greece*, edited, p. 1366, Chania, Greece.

Ventouzi, C., C. B. Papazachos, C. Papaioannou, P. Hatzidimitriou, and the EGELADOS working group (2015), Qp and Qs attenuation models of the southern aegean subduction area, paper

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

presented at 15th european conference on earthquake engineering & 34th general assembly of the european seismological commission, Istanbul,turkey

Wald, D. J., and T. I. Allen (2007), Topographic Slope as a Proxy for Seismic Site Conditions and Amplification, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *97*(5), 1379-1395, doi:10.1785/0120060267.

Wald, D. J., V. Quitoriano, T. H. Heaton, and H. Kanamori (1999), Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California, *Earthquake Spectra*, *15*(3), 557-564.

Wang, R. (1999), A simple orthonormalization method for stable and efficient computation of Green's functions, *Bulletin of the Seismological Society of America*, *89*(3), 733-741.

Yazdani, A., and M. Kowsari (2013), Earthquake ground-motion prediction equations for northern Iran, *Natural Hazards*, *69*(3), 1877-1894, doi:10.1007/s11069-013-0778-8.

Yılmaztürk, A., and P. W. Burton (1999), Earthquake source parameters as inferred from the body waveform modeling, southern Turkeyfn1, *Journal of Geodynamics*, *27*(4–5), 469-499, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0264-3707(98)00021-0.

Yolsal-Çevikbilen, S., and T. Taymaz (2012), Earthquake source parameters along the Hellenic subduction zone and numerical simulations of historical tsunamis in the Eastern Mediterranean, *Tectonophysics*, *536-537*, 61-100, doi:10.1016/j.tecto.2012.02.019.

Zhai, W.-B., X.-Z. Chen, and K.-F. Cao (2005), Global multifractal relation between topological entropies and fractal dimensions, *Chaos, Solitons & Fractals*, *23*(2), 511-518, doi:10.1016/j.chaos.2004.05.036.

Zhu, L., N. Akyol, B. J. Mitchell, and H. Sozbilir (2006), Seismotectonics of western Turkey from high resolution earthquake relocations and moment tensor determinations, *Geophysical Research Letters*, *33*(7), doi:10.1029/2006gl025842.

Βεντούζη, Χ. (2016), Συμβολή στην μελέτη της τρισδιάστατης δομής απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων στον χώρο του Αιγαίου., Ph.D thesis, Α.Π.θ, θεσσαλονίκη.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Πόλοι, μηδενικά (poles-zeros) και σταθερές (Constant) των συναρτήσεων μεταφοράς των σταθμών καταγραφής του δικτύου EGELADOS. Στον πίνακα παρουσιάζονται και οι χρόνοι εγκατάστασης-απεγκατάστασης των σταθμών (tin-tout).

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
AKYT	05.10.26 15:21	07.03.30 24:00	EGENET	4.49891E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
AMOS	05.10.20 12:01	07.04.22 07:00	EGENET	4.43947E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
ANAF	05.10.11 14:15	06.04.29 15:30	EGENET	1.12587E+18	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
ANAF	06.04.29 15:30	06.10.11 08:30	EGENET	1.12587E+18	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
ANAF	06.10.11 08:30	07.04.14 15:30	EGENET	1.12587E+18	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
ANDR	05.10.11 08:48	07.03.30 24:00	EGENET	4.49891E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
ANPA	05.10.18 00:00	07.04.16 09:00	EGENET	4.52177E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
FOLE	05.10.14 14:25	06.04.30 11:40	EGENET	1.13044E+18	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
FOLE	06.04.30 11:40	07.04.11 06:35	EGENET	4.52177E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
FOLE	06.10.30 11:40	07.04.11 06:35	EGENET	4.52177E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
IKAR	05.10.13 14:00	07.04.22 06:00	EGENET	4.57206E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
KAPA	05.10.17 13:30	07.04.25 06:07	EGENET	4.48976E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
KASO	05.10.16 17:00	07.03.30 24:00	EGENET	4.50805E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
KEAI	05.10.13 00:00	07.03.30 24:00	EGENET	4.5172E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
KYTH	05.10.28 13:21	07.03.30 24:00	EGENET	4.52634E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
LERO	05.10.06 13:05	07.04.24 11:00	EGENET	4.49434E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE01	05.10.25 16:51	07.03.30 24:00	EGENET	4.50348E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.654	0	-1005.30	0	-1130.97	0	-0.0444	0.04442212	-0.0444	-0.0444

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
															8246		9649		3355		2212		2212	2212
PE02	05.10.26 09:58	07.03.30 24:00	EGENET	4.5172E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE03	05.10.15 17:20	07.03.30 24:00	EGENET	4.51262E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE04	05.10.19 10:01	07.03.30 24:00	EGENET	4.53549E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE05	05.10.18 00:00	07.03.30 24:00	EGENET	4.50805E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE06	05.10.15 12:45	07.03.30 24:00	EGENET	4.5172E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE07	05.10.20 19:17	07.03.30 24:00	EGENET	4.51262E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE08	05.10.14 14:41	07.03.30 24:00	EGENET	4.50805E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE09	05.10.13 09:39	07.03.30 24:00	EGENET	4.5172E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-502.6548246	0	-1005.309649	0	-1130.973355	0	-0.04442212	0.04442212	-0.04442212	-0.04442212
PE10	05.10.21 15:55	07.03.30 24:00	EGENET	23694232000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
PE11	05.10.14 07:57	07.03.30 24:00	EGENET	23621920000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
RETH	05.10.24 15:10	07.03.30 24:00	EGENET	23790648000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
RHON	05.10.15 14:00	07.04.22 09:10	EGENET	23766544000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SAMO	05.10.11 13:30	07.04.23 09:05	EGENET	24104000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SERI	05.10.14 11:06	07.04.09 15:45	EGENET	23646024000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SYRO	05.10.12 00:00	07.04.21 08:15	EGENET	23814752000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TILO	05.10.10 08:30	07.04.27 15:45	EGENET	23694232000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
AT04	05.11.02 00:00	07.03.30 24:00	EGENET	23646024000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
AT01	05.10.28 13:42	07.03.30 24:00	EGENET	23670128000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
AT02	05.10.27 06:07	07.03.30 24:00	EGENET	23838856000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.44	-	-	-	-	-	-

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
																		3						
AT03	05.10.27 09:23	07.03.30 24:00	EGENET	23718336000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
IDHR	05.10.20 08:38	07.03.30 24:00	EGENET	24104000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
KOSI	05.10.08 10:30	07.04.26 12:45	EGENET	23862960000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
RHOS	05.10.19 09:30	07.04.23 13:15	EGENET	23790648000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR1	05.10.07 00:00	07.03.30 24:00	EGENET	23718336000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR2	05.10.08 10:00	07.03.30 24:00	EGENET	23838856000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR3	05.10.08 16:00	07.03.30 24:00	EGENET	23838856000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR4	05.10.09 09:00	07.03.30 24:00	EGENET	24104000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR5	05.10.09 07:00	07.03.30 24:00	EGENET	23670128000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR6	05.10.12 09:30	07.03.30 24:00	EGENET	23862960000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR7	05.10.11 08:15	07.03.30 24:00	EGENET	23814752000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR8	05.10.13 08:30	07.03.30 24:00	EGENET	24007584000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
TUR9	05.10.11 14:30	07.03.30 24:00	EGENET	23790648000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
AMOE	05.10.19 14:00	07.04.22 12:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ANID	05.10.13 12:07	06.05.11 12:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ANID	06.05.11 12:00	06.10.09 08:15	EGENET	2289880000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ANID	06.10.09 08:15	07.04.26 08:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
NAXO	05.10.19 12:04	07.04.17 06:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
NEAK	05.10.13 07:42	07.04.17 08:40	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.44	-	-	-	-	-	-

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
																		3						
PARO	05.10.16 13:00	07.04.16 11:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
PARS	05.10.16 07:40	06.10.12 17:30	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SCHI	05.10.19 08:45	07.04.20 15:00	EGENET	5724700000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ASTY	05.10.20 08:35	06.05.09 14:15	EGENET	7231200000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ASTY	06.05.09 14:15	06.10.19 07:45	EGENET	7231200000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ASTY	06.10.19 07:45	07.04.24 08:00	EGENET	7231200000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
IOSI	05.10.15 13:00	07.04.17 15:00	EGENET	7231200000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
KIMO	05.10.15 08:04	07.04.19 05:00	EGENET	18078000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
MYKO	05.10.17 08:11	07.04.16 05:00	EGENET	18078000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
APE	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
APEZ	00.04.20 00:00	04.12.02 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
CSS	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
FODE	00.04.20 00:00	03.07.30 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
GVD	00.04.20 00:00	03.09.12 12:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
GVD	03.09.12 12:00	09.09.12 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ISP	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
JER	00.04.20 00:00	03.06.30 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
KARN	04.12.03 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
KRIS	00.04.20 00:00	04.05.28 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
																		3						
KSDI	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
LAST	04.06.22 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SANT	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SIVA	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
SKD	00.04.20 00:00	04.10.16 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
ZKR	00.04.20 00:00	09.12.31 24:00	GEOFON	45195000000	2	2	0	0	0	0	-	-	-	-	-4.443	4.443	-4.443	-4.443	-	-	-	-	-	-
KAP	00.04.20 00:00	03.01.20 24:00	NOA	1.184E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
LKR	05.10.11 06:15	07.04.12 11:44	NOA	1.184E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
KARP	03.01.21 00:00	06.12.31 24:00	NOA	1.184E+17	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
ARG	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
EVR	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
ITM	03.03.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
JAN	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
KZN	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
LKR	00.04.20 00:00	05.10.11 06:14	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
NEO	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
NPS	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
NVR	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
PLG	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

stat	tin	tout	net	SAC CONSTANT (displacement, add 1 more zero)	ZEROS	POLES	ZERO 1r	ZERO 1im	ZERO 2r	ZERO 2im	ZERO 3r	ZERO 3im	ZERO 4r	ZERO 4im	POLE 1r	POLE 1im	POLE 2r	POLE 2im	POLE 3r	POLE 3im	POLE 4r	POLE 4im	POLE 5r	POLE 5im
																		701						
PRK	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
RDO	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
RLS	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
SMG	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
VAM	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
VLI	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
VLS	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	5.92E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
ATH	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	8.88E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
KEK	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	8.88E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
LIA	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	NOA	8.88E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
LKR	07.04.12 11:45	00.00.00 24:00	NOA	8.88E+16	2	5	0	0	0	0	-	-	-	-	-0.03701	0.03701	-0.03701	-0.03701	-251.3	0	-131	467.3	-131	-467.3
KERA	00.04.20 00:00	06.12.31 24:00	RUB	7.9986E+13	3	5	0	0	0	0	51.5	0	-	-	-272	218	-272	-218	56.5	0	-0.1111	0.1111	-0.1111	-0.1111

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

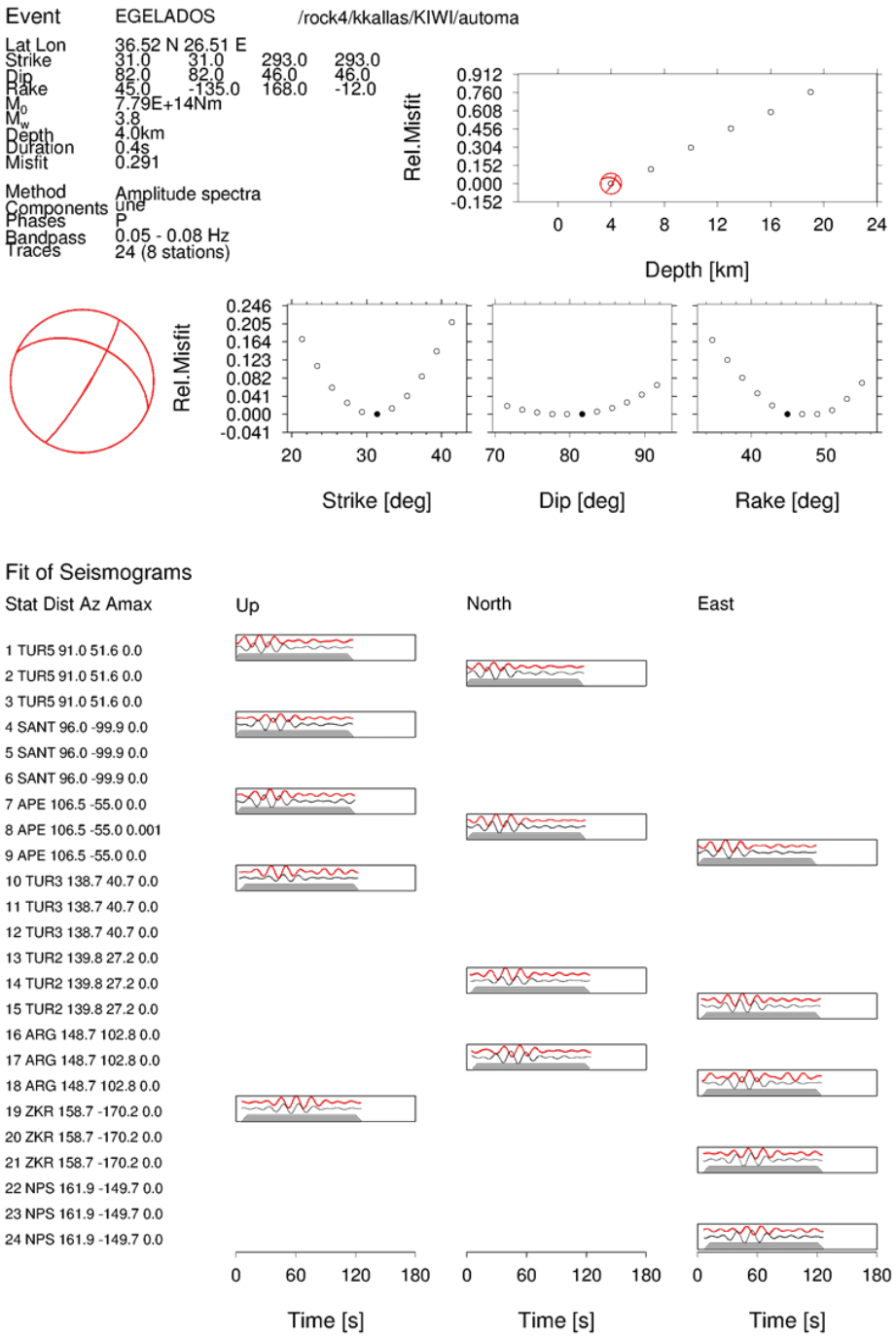
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, όπως αυτοί υπολογιστήκαν με τον αλγόριθμο Rapidinv στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής. Για κάθε σεισμό παρουσιάζονται τα τρία βήματα καθορισμού των μηχανισμών γένεσης. Σε μερικές περιπτώσεις απουσιάζει το βήμα 3 (π.χ. λόγο θορύβου στις κυματομορφές, έλλειψη δεδομένων, πολύ μικρό μέγεθος σεισμού, κλπ.).

Date Time

20051009 21:25:04

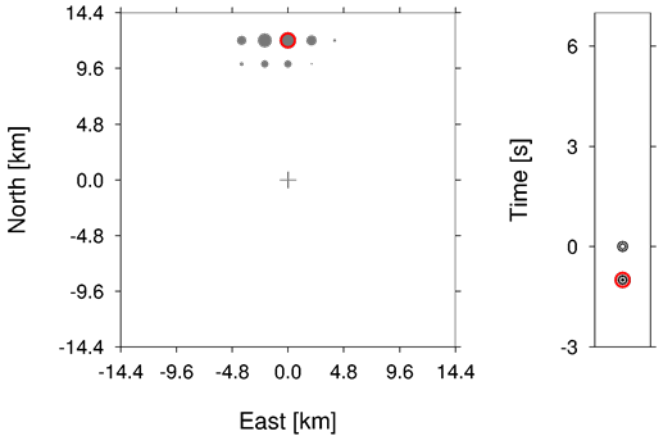


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

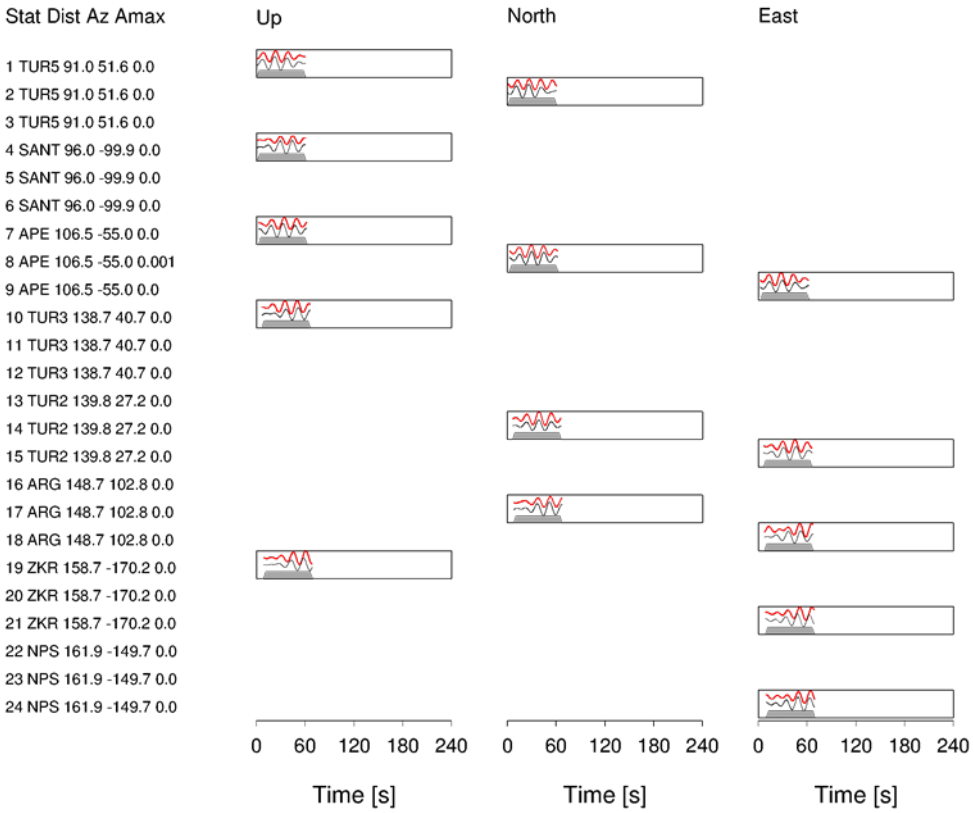
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa
Lat Lon	36.52 N 26.51 E	
Strike	31.0 293.0	
Dip	82.0 46.0	
Rake	-135.0 -12.0	
M_0	7.79E+14Nm	
M_w	3.8	
Depth	4.0km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.575	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	24 (8 stations)	





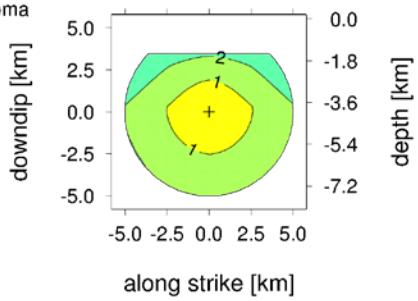
Fit of Seismograms



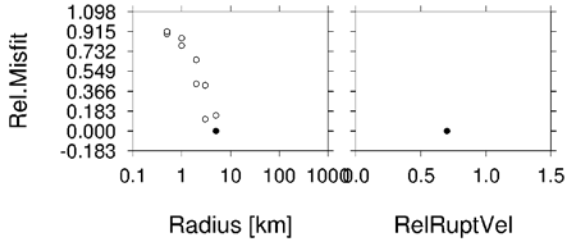
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

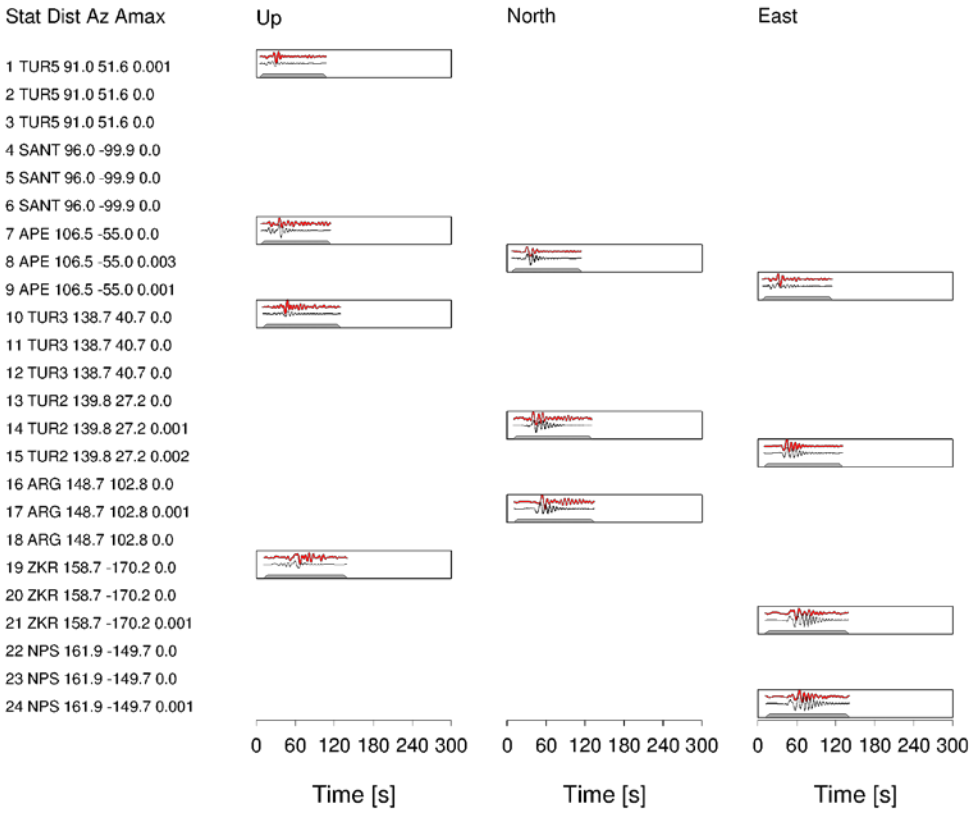
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.52 N 26.51 E		
Strike	293.0		
Dip	46.0		
Rake	-12.0		
M_0	7.79E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	4.0km	Duration	1.6+2.9s
Radius	5.0km	Area	71.0km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.397		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	24 (8 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

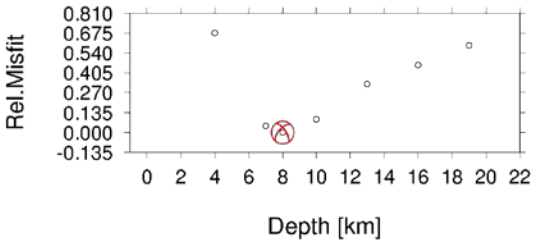
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

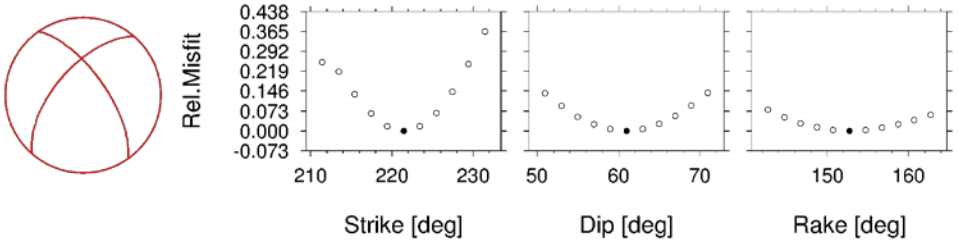
20051011 05:44:26

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

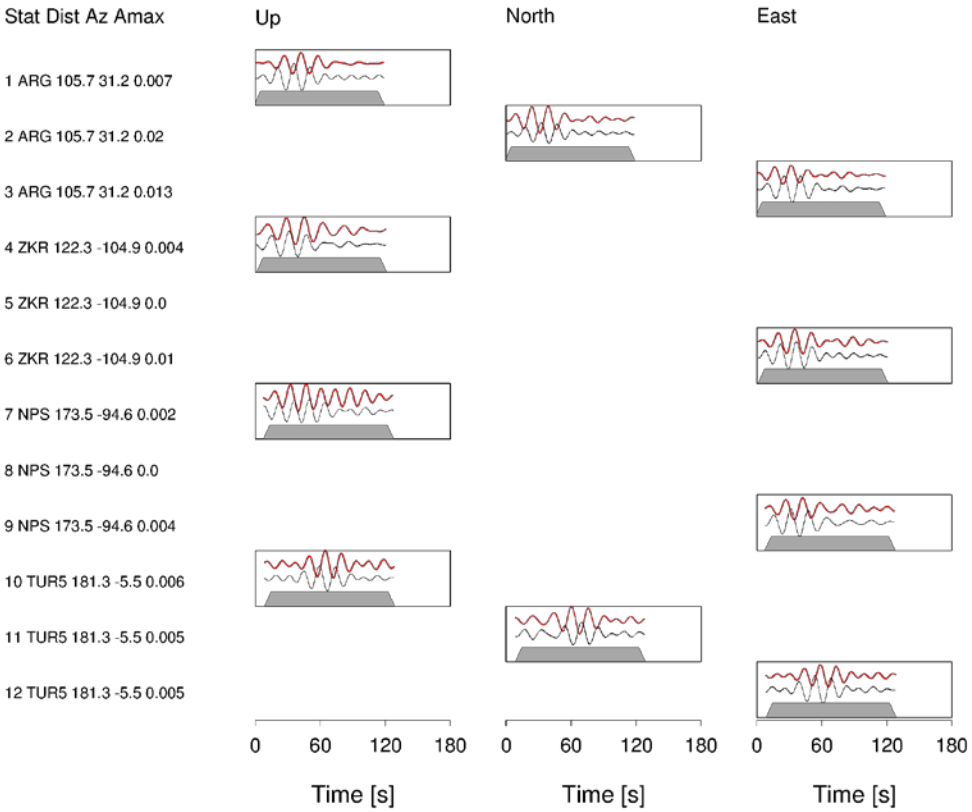
Lat Lon	35.4 N 27.51 E			
Strike	221.0	221.0	326.0	326.0
Dip	61.0	61.0	66.0	66.0
Rake	153.0	-27.0	32.0	-148.0
M_0	1.63E+16Nm			
M_w	4.7			
Depth	8.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.312			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 12 (4 stations)





Fit of Seismograms

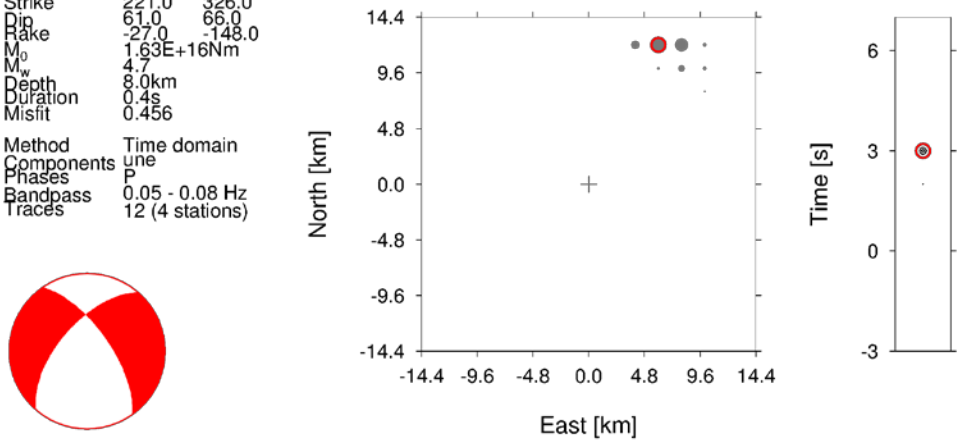


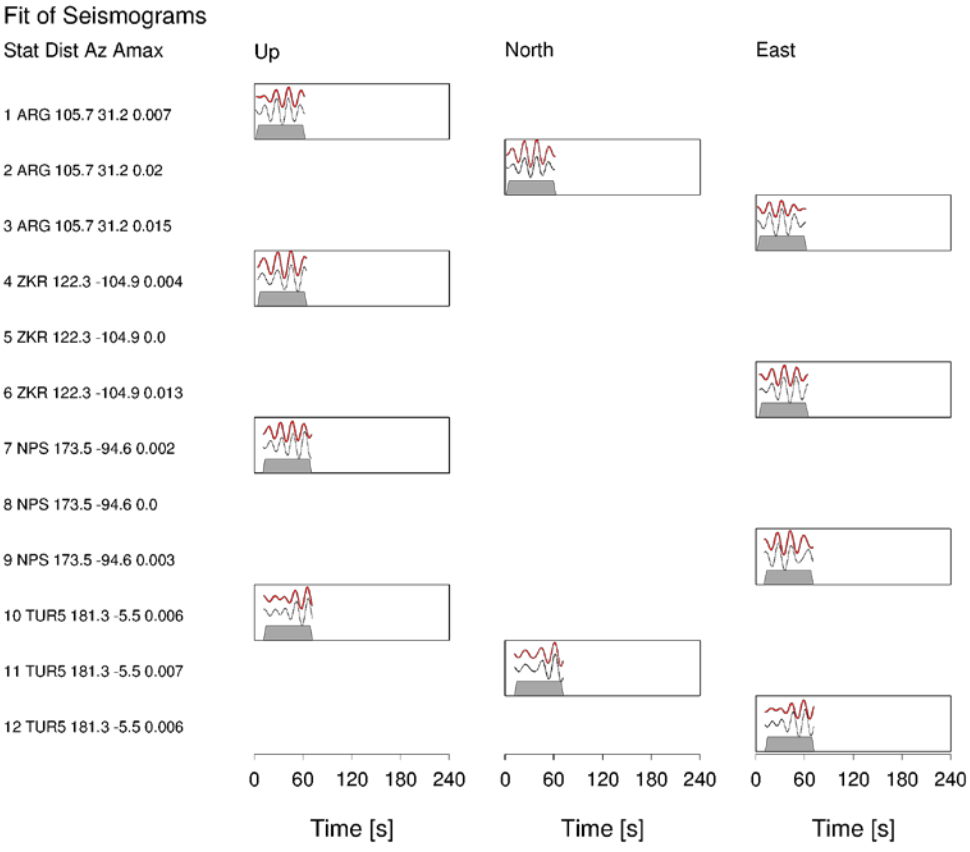
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	35.4 N 27.51 E	
Strike	221.0	326.0
Dip	61.0	66.0
Rake	-27.0	-148.0
M_0	1.63E+16Nm	
M_w	4.7	
Depth	8.0km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.456	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	12 (4 stations)	

/rock4/kkallas/KIWI/automa



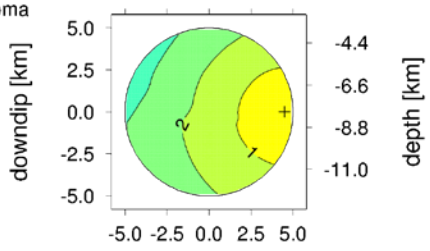


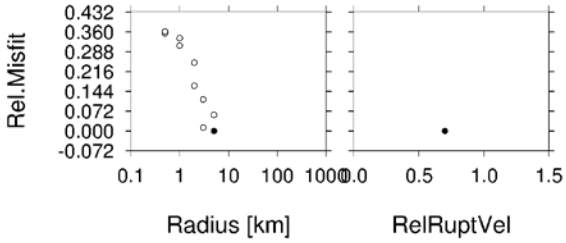
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

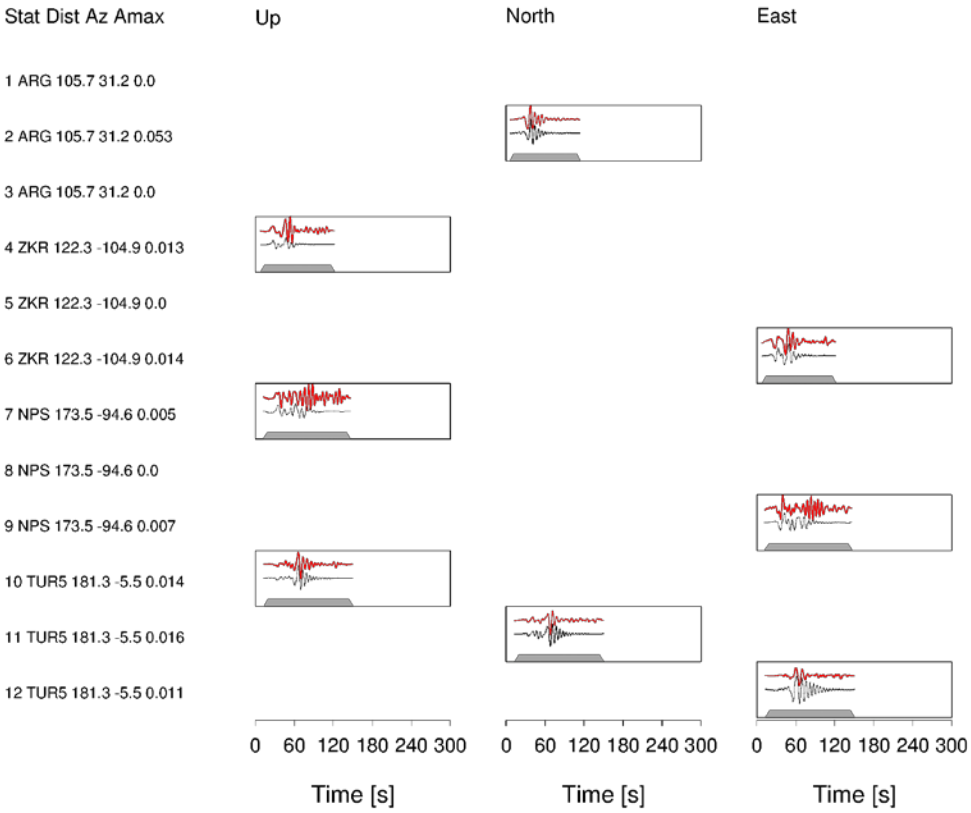
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.4 N 27.51 E		
Strike	221.0		
Dip	61.0		
Rake	-27.0		
M_0	1.63E+16Nm		
M_w	4.7		
Depth	8.0km	Duration	1.6+3.3s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.003m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.353		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	12 (4 stations)		







Fit of Seismograms

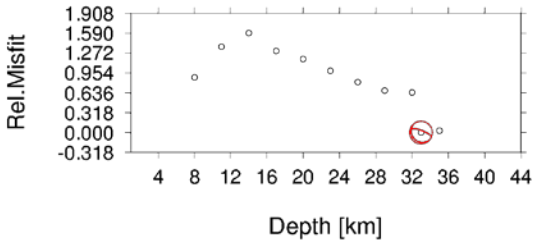


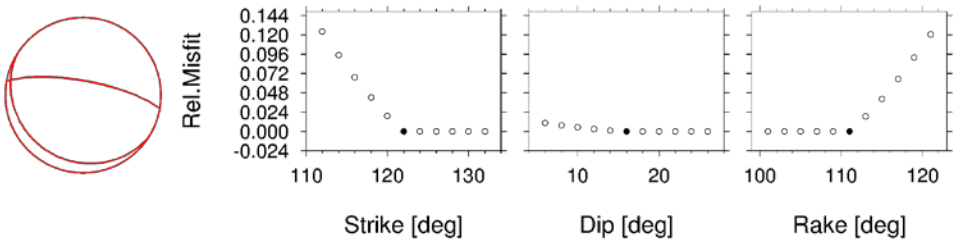
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20051018 21:12:52

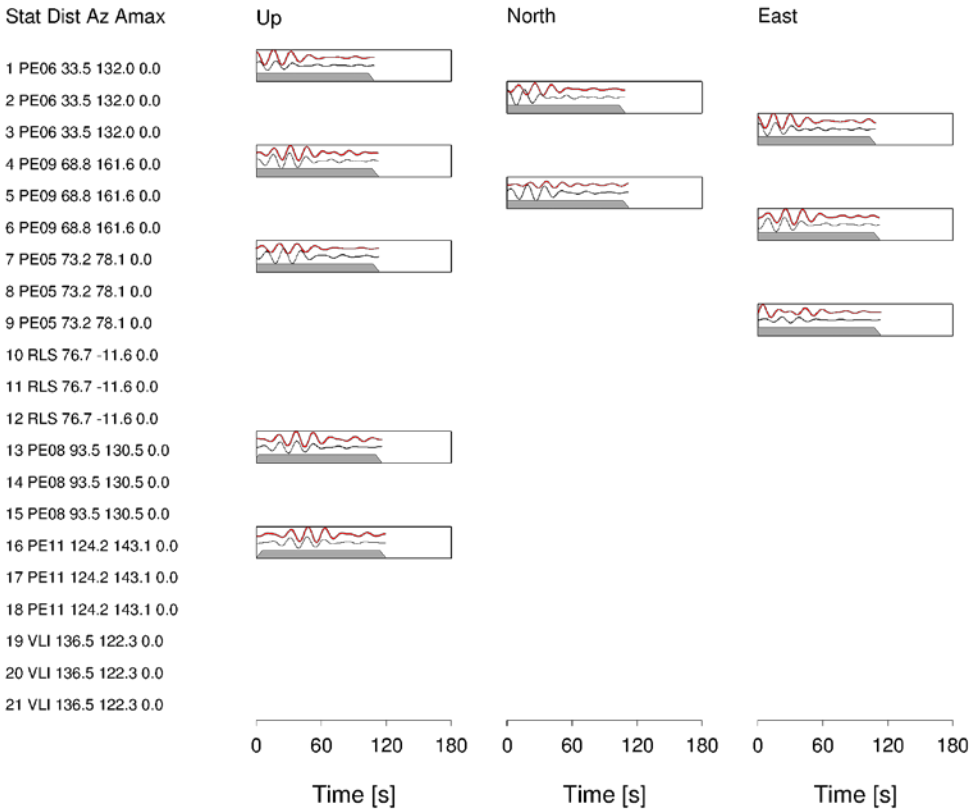
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.38 N 21.64 E			
Strike	122.0	122.0	280.0	280.0
Dip	16.0	16.0	75.0	75.0
Rake	111.0	-69.0	84.0	-96.0
M_0	5.26E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	33.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.548			
Method	Amplitude spectra			
Components	one			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	21 (7 stations)			





Fit of Seismograms



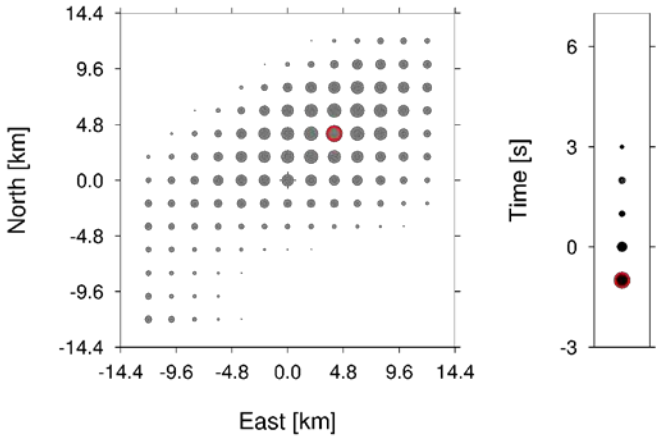
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

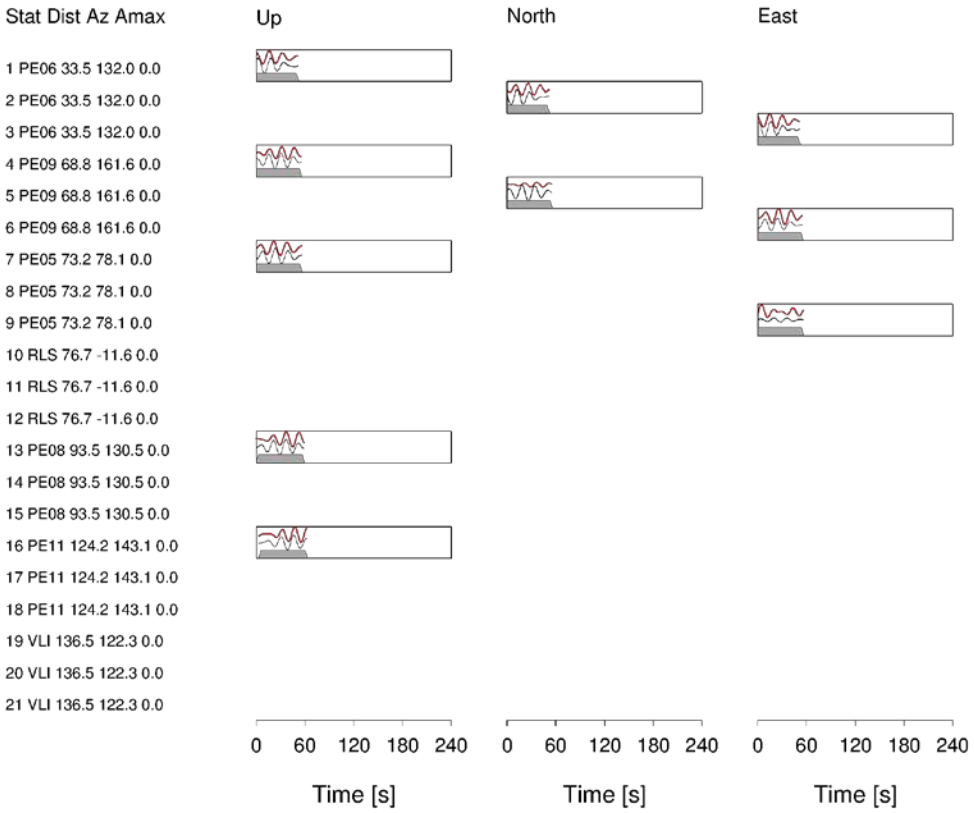
Event	EGELADOS
Lat Lon	37.38 N 21.64 E
Strike	122.0 280.0
Dip	16.0 75.0
Rake	111.0 84.0
M_0	5.26E+14Nm
M_w	3.7
Depth	33.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.91
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



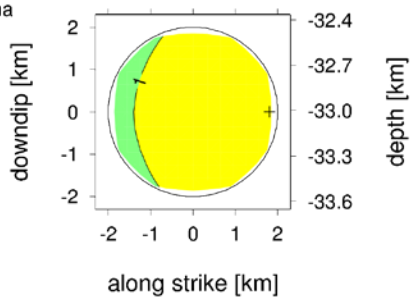
Fit of Seismograms



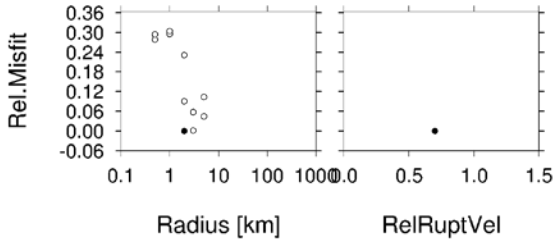
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

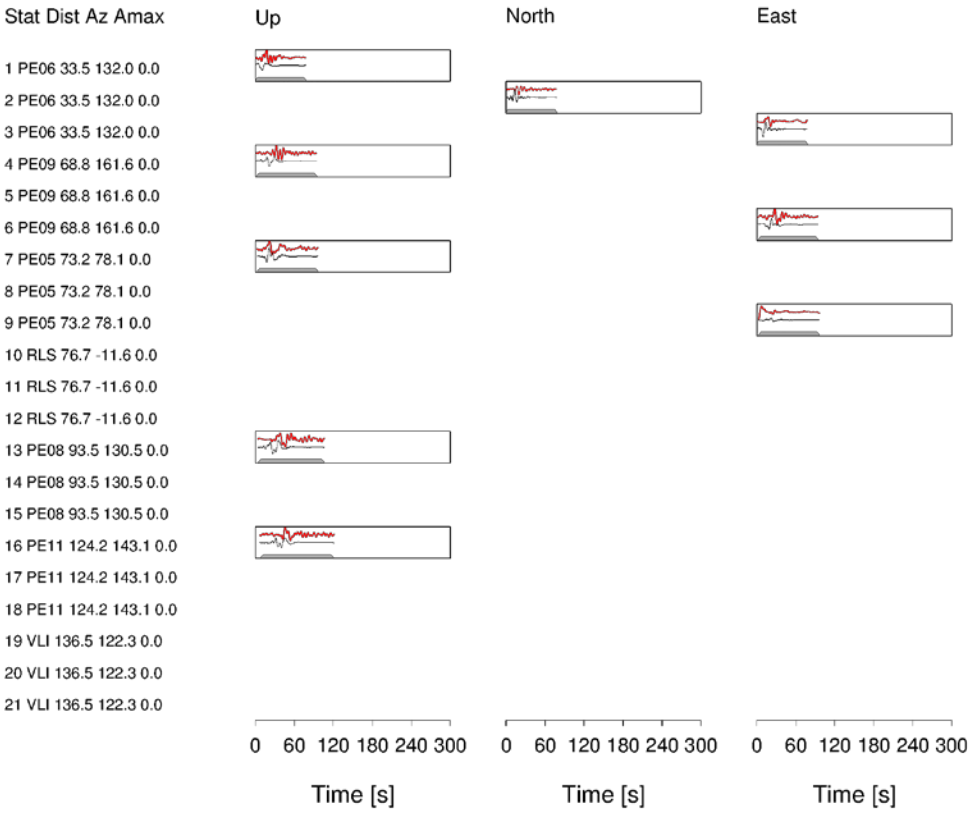
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.38 N 21.64 E		
Strike	122.0		
Dip	16.0		
Rake	111.0		
M_0	5.26E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	33.0km	Duration	1.6±1.1s
Radius	2.0km	Area	12.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 1.8km	y: 0.0km	
Misfit	0.512		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms

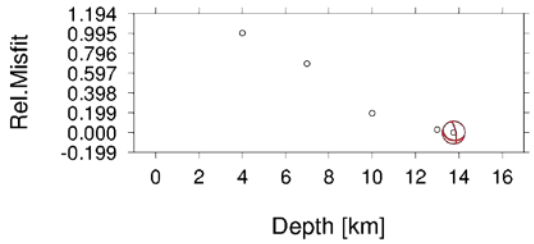


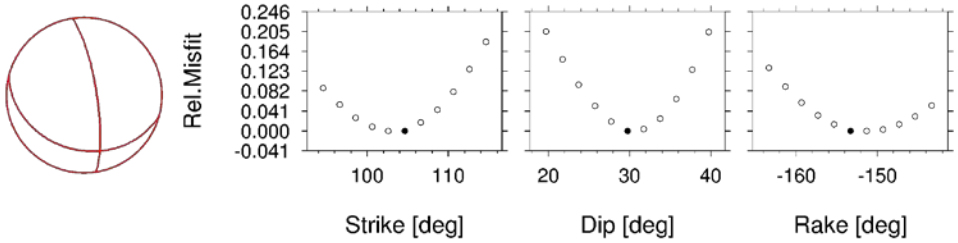
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

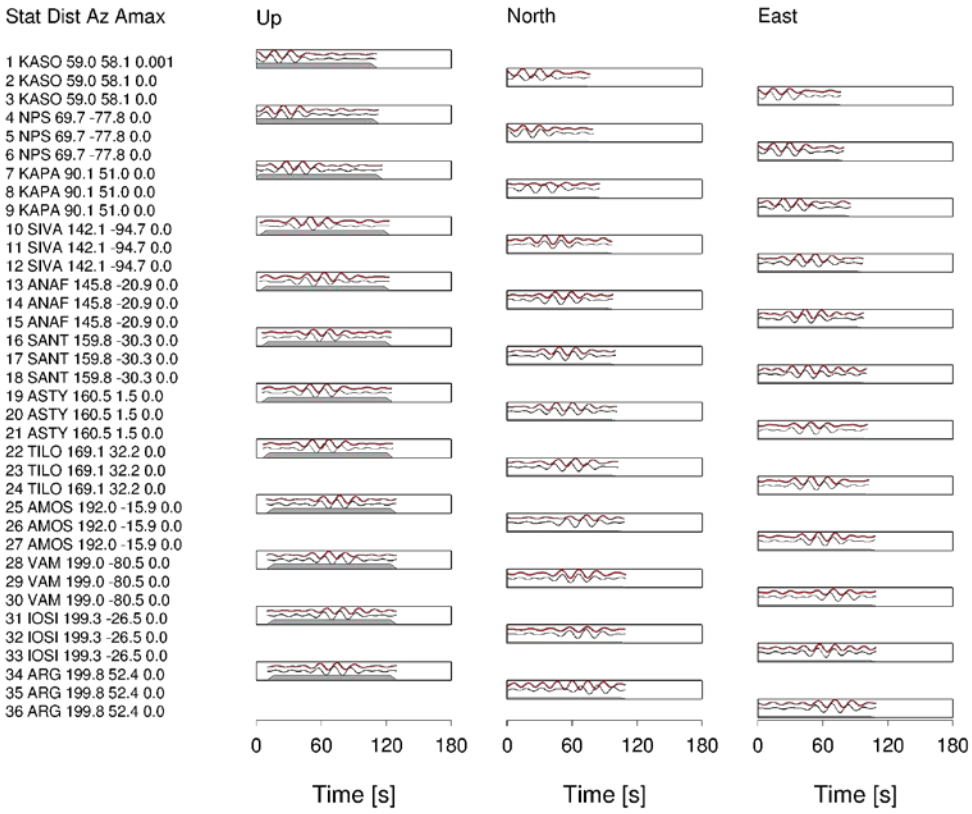
20051024 00:07:49

Event	EGELADOS			/rock3/kkallas/KIWI/automa
Lat Lon	35.13 N 26.36 E			
Strike	105.0	105.0	351.0	351.0
Dip	30.0	30.0	77.0	77.0
Rake	-153.0	27.0	-63.0	117.0
M_0	8.89E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	13.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.221			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	36 (12 stations)			





Fit of Seismograms



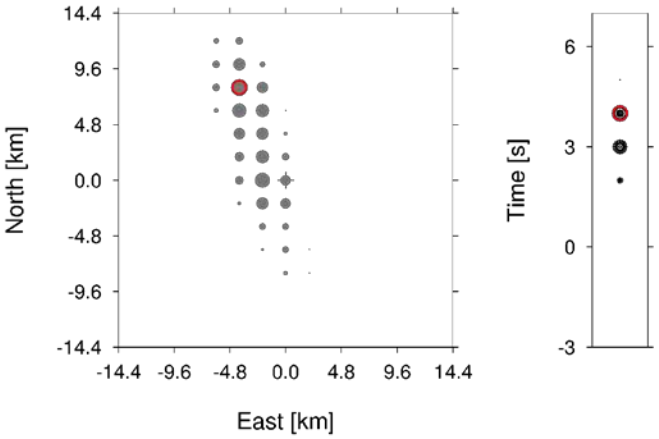
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.13 N 26.36 E
Strike	105.0 351.0
Dip	30.0 77.0
Rake	-153.0 -63.0
M_0	8.89E+14Nm
M_w	3.8
Depth	13.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.506
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	36 (12 stations)



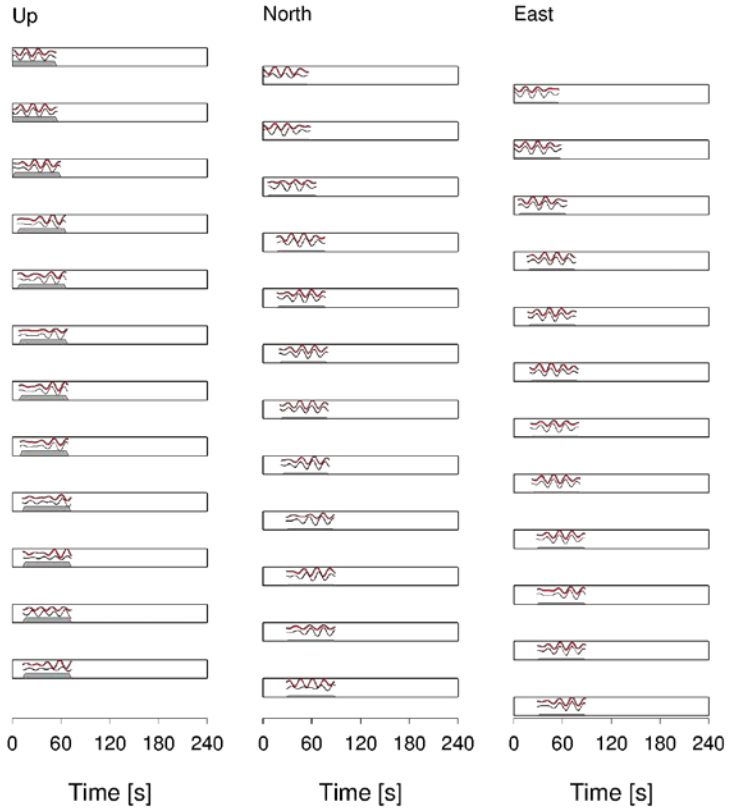
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

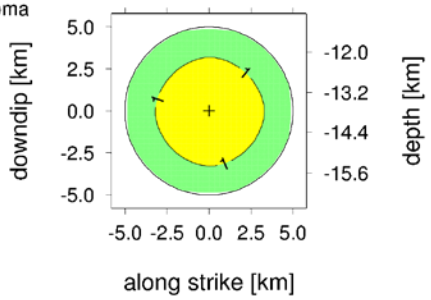
1 KASO 59.0 58.1 0.001
2 KASO 59.0 58.1 0.0
3 KASO 59.0 58.1 0.0
4 NPS 69.7 -77.8 0.001
5 NPS 69.7 -77.8 0.0
6 NPS 69.7 -77.8 0.0
7 KAPA 90.1 51.0 0.0
8 KAPA 90.1 51.0 0.0
9 KAPA 90.1 51.0 0.0
10 SIVA 142.1 -94.7 0.0
11 SIVA 142.1 -94.7 0.0
12 SIVA 142.1 -94.7 0.0
13 ANAF 145.8 -20.9 0.0
14 ANAF 145.8 -20.9 0.0
15 ANAF 145.8 -20.9 0.0
16 SANT 159.8 -30.3 0.0
17 SANT 159.8 -30.3 0.0
18 SANT 159.8 -30.3 0.0
19 ASTY 160.5 1.5 0.0
20 ASTY 160.5 1.5 0.0
21 ASTY 160.5 1.5 0.0
22 TILO 169.1 32.2 0.0
23 TILO 169.1 32.2 0.0
24 TILO 169.1 32.2 0.0
25 AMOS 192.0 -15.9 0.0
26 AMOS 192.0 -15.9 0.0
27 AMOS 192.0 -15.9 0.0
28 VAM 199.0 -80.5 0.0
29 VAM 199.0 -80.5 0.0
30 VAM 199.0 -80.5 0.0
31 IOSI 199.3 -26.5 0.0
32 IOSI 199.3 -26.5 0.0
33 IOSI 199.3 -26.5 0.0
34 ARG 199.8 52.4 0.0
35 ARG 199.8 52.4 0.0
36 ARG 199.8 52.4 0.0



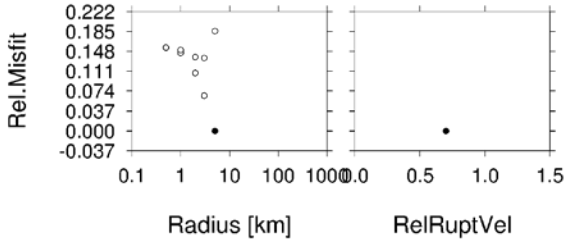
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.13 N 26.36 E		
Strike	105.0		
Dip	30.0		
Rake	-153.0		
M_0	8.89E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	13.7km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.424		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		



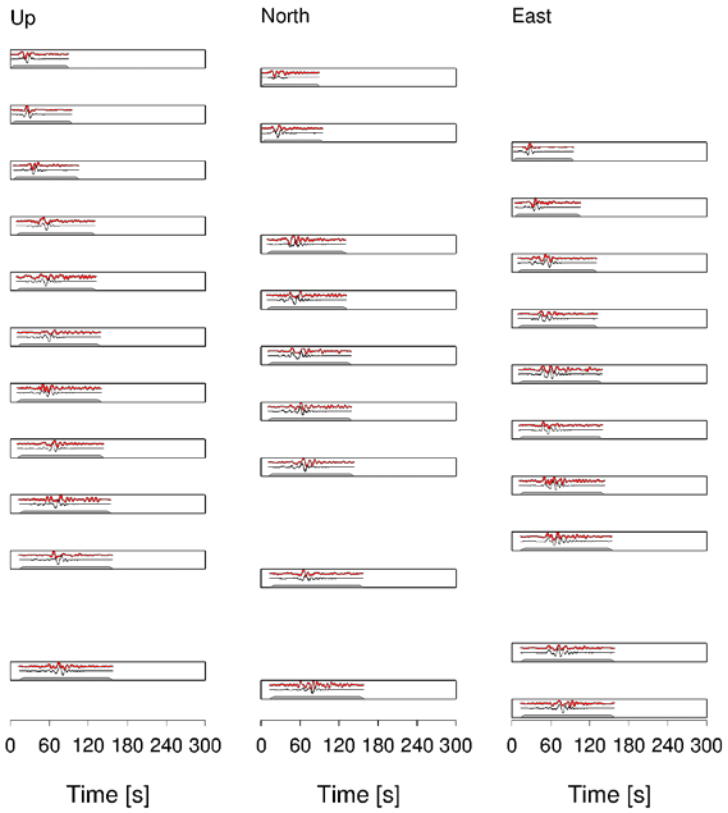




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 59.0 58.1 0.001
2 KASO 59.0 58.1 0.001
3 KASO 59.0 58.1 0.0
4 NPS 69.7 -77.8 0.001
5 NPS 69.7 -77.8 0.001
6 NPS 69.7 -77.8 0.002
7 KAPA 90.1 51.0 0.001
8 KAPA 90.1 51.0 0.0
9 KAPA 90.1 51.0 0.001
10 SIVA 142.1 -94.7 0.001
11 SIVA 142.1 -94.7 0.001
12 SIVA 142.1 -94.7 0.001
13 ANAF 145.8 -20.9 0.0
14 ANAF 145.8 -20.9 0.0
15 ANAF 145.8 -20.9 0.0
16 SANT 159.8 -30.3 0.0
17 SANT 159.8 -30.3 0.0
18 SANT 159.8 -30.3 0.0
19 ASTY 160.5 1.5 0.0
20 ASTY 160.5 1.5 0.0
21 ASTY 160.5 1.5 0.0
22 TILO 169.1 32.2 0.0
23 TILO 169.1 32.2 0.0
24 TILO 169.1 32.2 0.0
25 AMOS 192.0 -15.9 0.0
26 AMOS 192.0 -15.9 0.0
27 AMOS 192.0 -15.9 0.0
28 VAM 199.0 -80.5 0.0
29 VAM 199.0 -80.5 0.001
30 VAM 199.0 -80.5 0.0
31 IOSI 199.3 -26.5 0.0
32 IOSI 199.3 -26.5 0.0
33 IOSI 199.3 -26.5 0.0
34 ARG 199.8 52.4 0.0
35 ARG 199.8 52.4 0.0
36 ARG 199.8 52.4 0.0

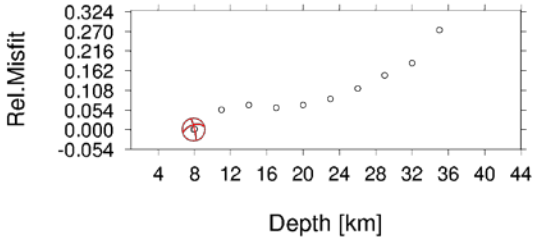


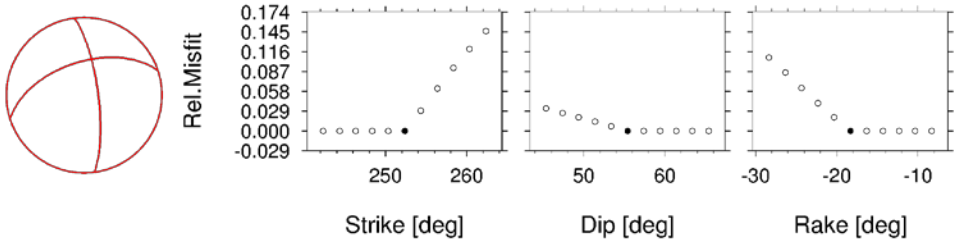
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

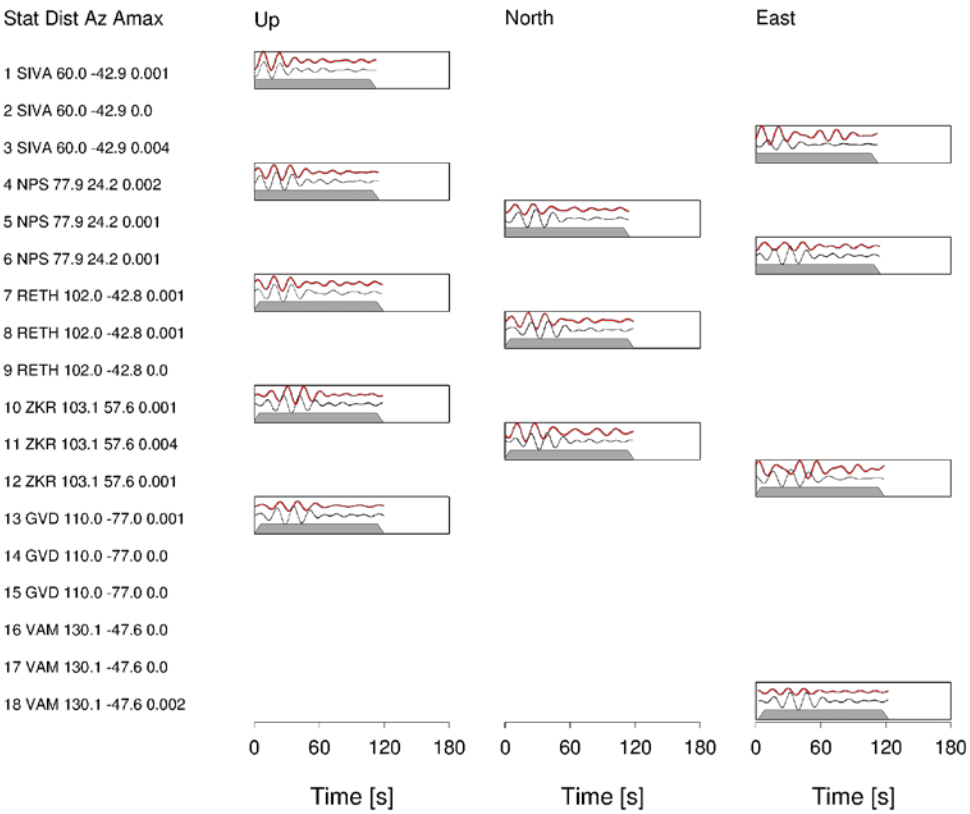
20051027 16:56:59

Event	EGELADOS			/rock4/kkallas/KIWI/automa
Lat Lon	34.62 N 25.26 E			
Strike	252.0	252.0	353.0	353.0
Dip	55.0	55.0	75.0	75.0
Rake	-18.0	162.0	-144.0	36.0
M_0	3.52E+15Nm			
M_w	4.2			
Depth	7.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.607			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	18 (6 stations)			





Fit of Seismograms



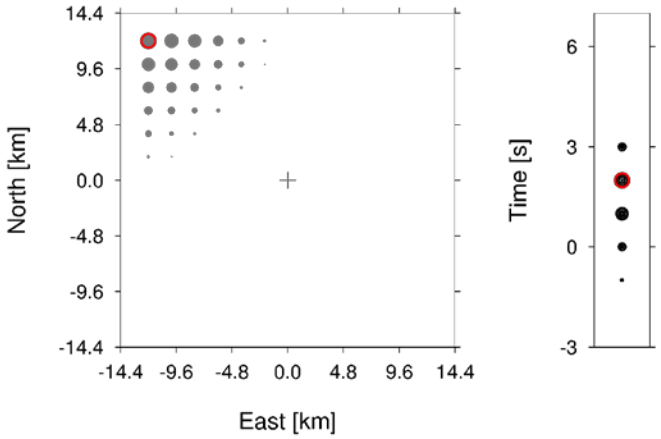
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

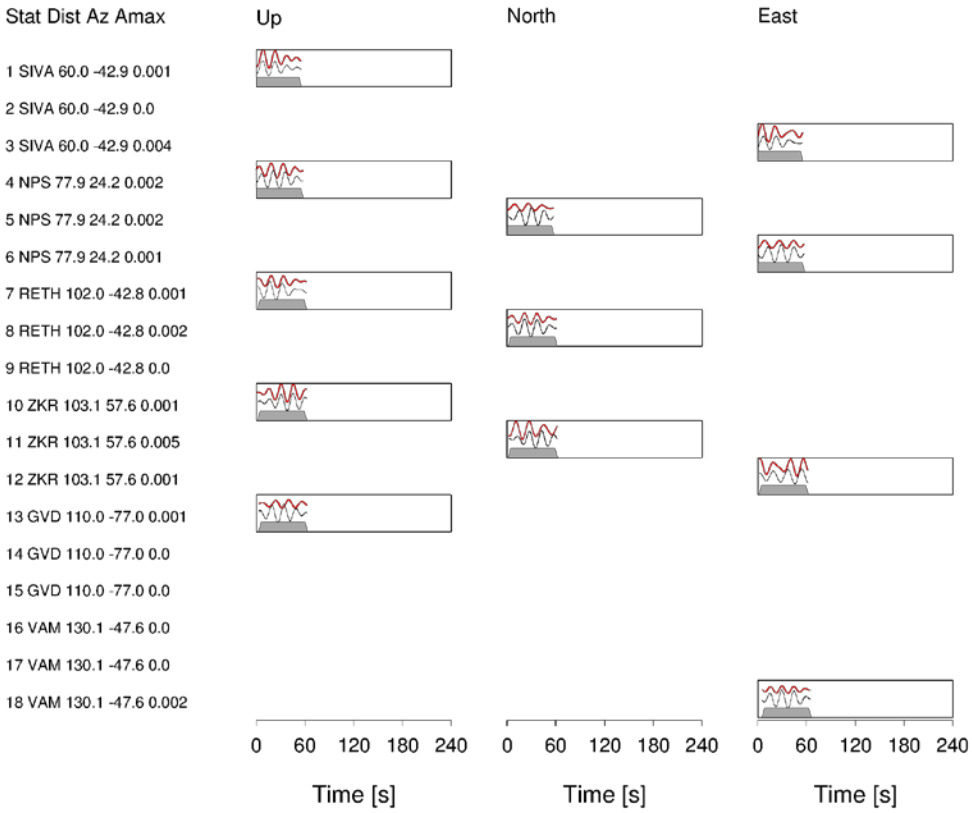
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.62 N 25.26 E
Strike	252.0 353.0
Dip	55.0 75.0
Rake	-18.0 -144.0
M_0	3.52E+15Nm
M_w	4.2
Depth	7.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.889
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (6 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



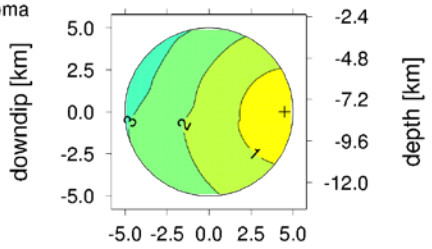
Fit of Seismograms



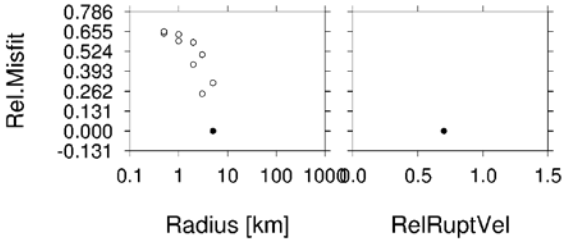
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

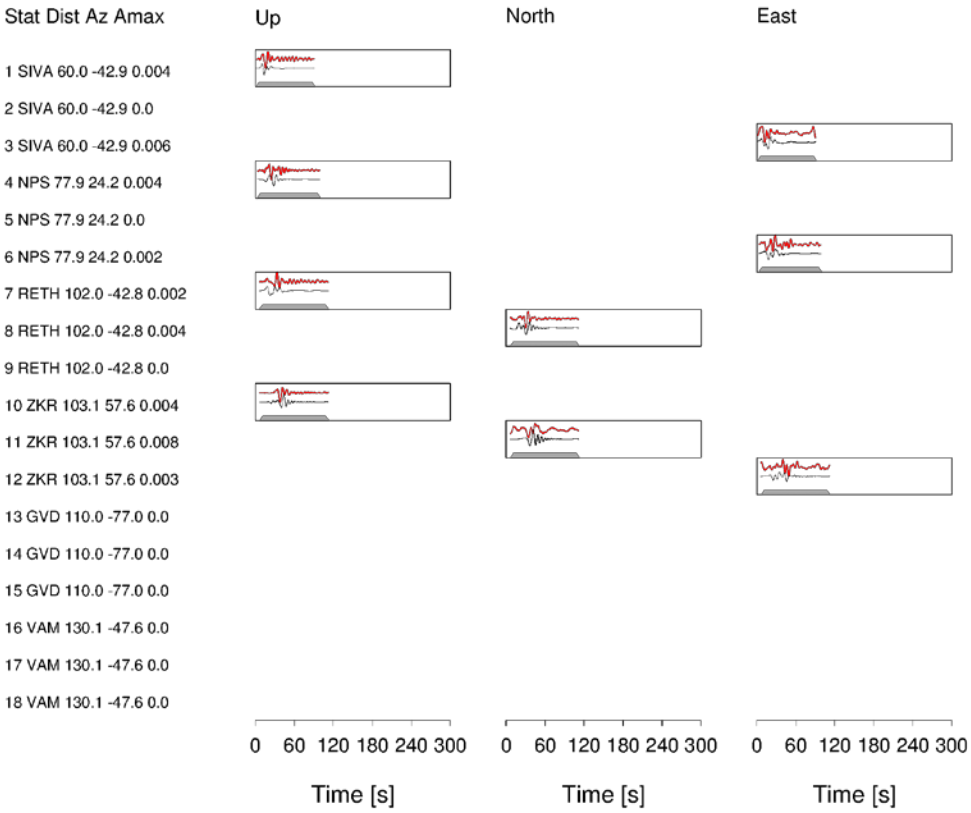
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.62 N 25.26 E		
Strike	353.0		
Dip	75.0		
Rake	-144.0		
M_0	3.52E+15Nm		
M_w	4.2		
Depth	7.9km	Duration	1.6±3.4s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.552		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (6 stations)		







Fit of Seismograms



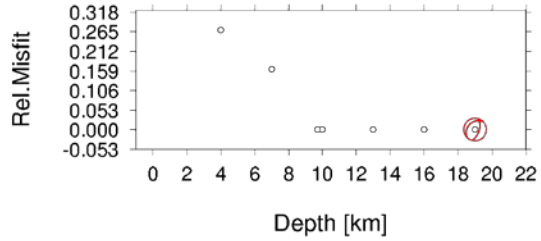
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

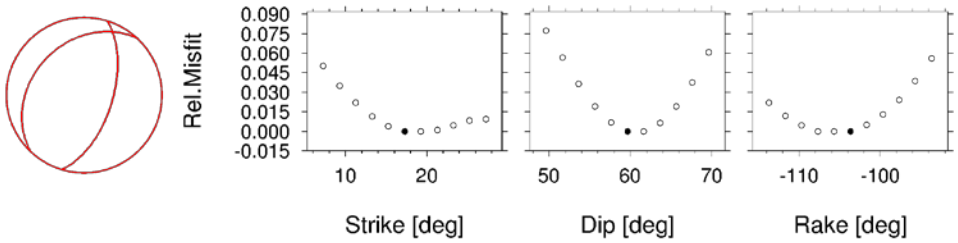
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20051028 01:22: 30

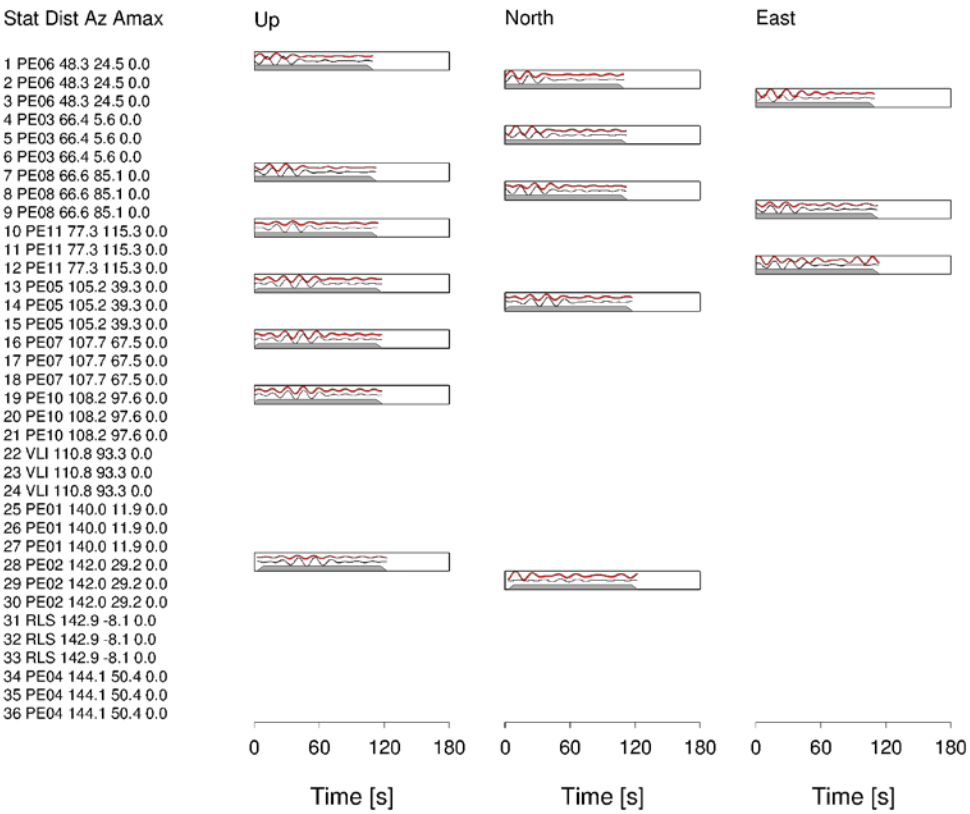
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.78 N 21.69 E			
Strike	17.0	17.0	223.0	223.0
Dip	60.0	60.0	33.0	33.0
Rake	-104.0	76.0	-68.0	112.0
M_0	2.14E+14Nm			
M_w	3.4			
Depth	9.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.481			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	36 (12 stations)			





Fit of Seismograms



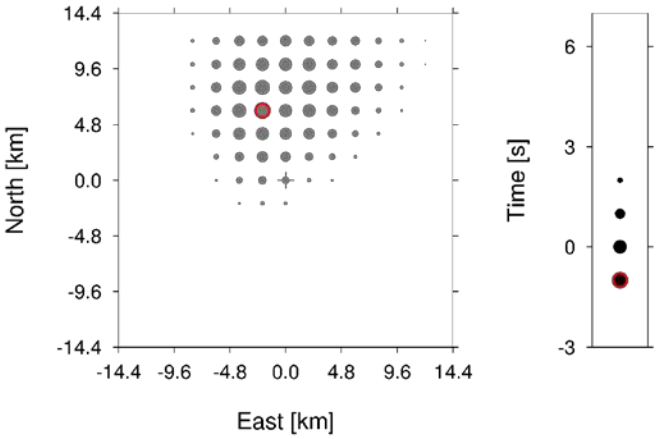
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	36.78 N 21.69 E	
Strike	17.0	223.0
Dip	60.0	33.0
Rake	-104.0	-68.0
M_0	2.14E+14Nm	
M_w	3.4	
Depth	9.7km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.847	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	36 (12 stations)	

/rock4/kkallas/KIWI/automa

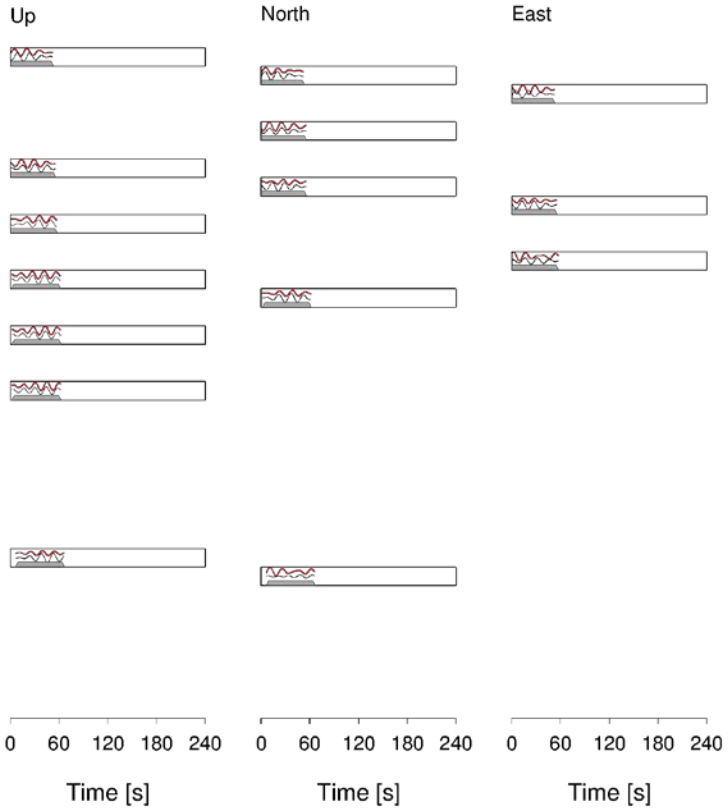




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

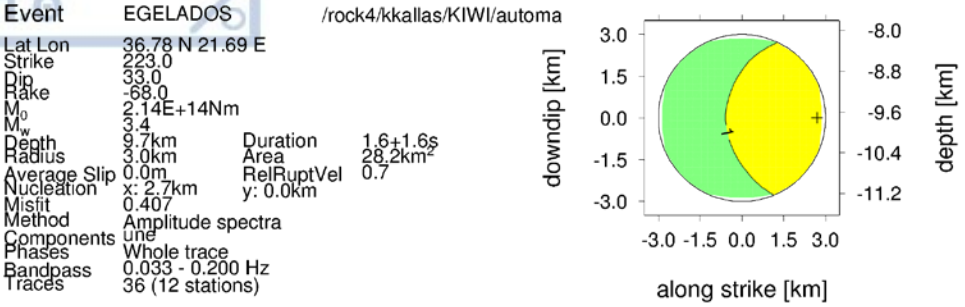
1 PE06 48.3 24.5 0.0
2 PE06 48.3 24.5 0.0
3 PE06 48.3 24.5 0.0
4 PE03 66.4 5.6 0.0
5 PE03 66.4 5.6 0.0
6 PE03 66.4 5.6 0.0
7 PE08 66.6 85.1 0.0
8 PE08 66.6 85.1 0.0
9 PE08 66.6 85.1 0.0
10 PE11 77.3 115.3 0.0
11 PE11 77.3 115.3 0.0
12 PE11 77.3 115.3 0.0
13 PE05 105.2 39.3 0.0
14 PE05 105.2 39.3 0.0
15 PE05 105.2 39.3 0.0
16 PE07 107.7 67.5 0.0
17 PE07 107.7 67.5 0.0
18 PE07 107.7 67.5 0.0
19 PE10 108.2 97.6 0.0
20 PE10 108.2 97.6 0.0
21 PE10 108.2 97.6 0.0
22 VLI 110.8 93.3 0.0
23 VLI 110.8 93.3 0.0
24 VLI 110.8 93.3 0.0
25 PE01 140.0 11.9 0.0
26 PE01 140.0 11.9 0.0
27 PE01 140.0 11.9 0.0
28 PE02 142.0 29.2 0.0
29 PE02 142.0 29.2 0.0
30 PE02 142.0 29.2 0.0
31 RLS 142.9 -8.1 0.0
32 RLS 142.9 -8.1 0.0
33 RLS 142.9 -8.1 0.0
34 PE04 144.1 50.4 0.0
35 PE04 144.1 50.4 0.0
36 PE04 144.1 50.4 0.0



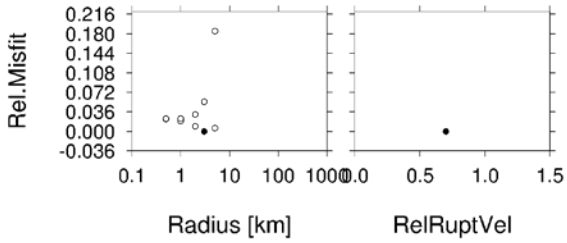
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.78 N 21.69 E		
Strike	223.0		
Dip	33.0		
Rake	-68.0		
M_0	2.14E+14Nm		
M_w	3.4		
Depth	9.7km	Duration	1.6+1.6s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.407		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		



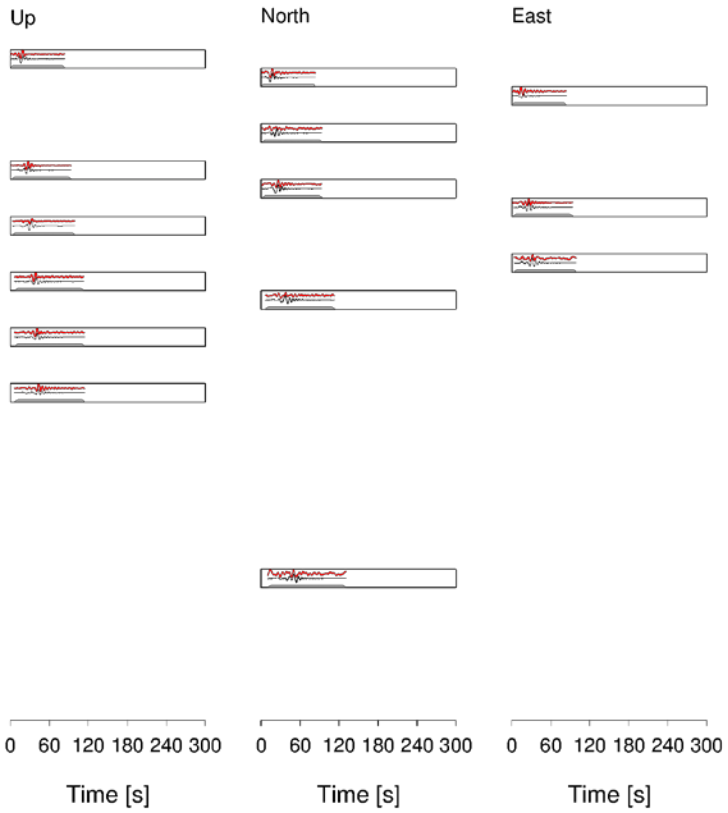




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 PE06 48.3 24.5 0.0
2 PE06 48.3 24.5 0.0
3 PE06 48.3 24.5 0.0
4 PE03 66.4 5.6 0.0
5 PE03 66.4 5.6 0.0
6 PE03 66.4 5.6 0.0
7 PE08 66.6 85.1 0.0
8 PE08 66.6 85.1 0.0
9 PE08 66.6 85.1 0.0
10 PE11 77.3 115.3 0.0
11 PE11 77.3 115.3 0.0
12 PE11 77.3 115.3 0.0
13 PE05 105.2 39.3 0.0
14 PE05 105.2 39.3 0.0
15 PE05 105.2 39.3 0.0
16 PE07 107.7 67.5 0.0
17 PE07 107.7 67.5 0.0
18 PE07 107.7 67.5 0.0
19 PE10 108.2 97.6 0.0
20 PE10 108.2 97.6 0.0
21 PE10 108.2 97.6 0.0
22 VLI 110.8 93.3 0.0
23 VLI 110.8 93.3 0.0
24 VLI 110.8 93.3 0.0
25 PE01 140.0 11.9 0.0
26 PE01 140.0 11.9 0.0
27 PE01 140.0 11.9 0.0
28 PE02 142.0 29.2 0.0
29 PE02 142.0 29.2 0.0
30 PE02 142.0 29.2 0.0
31 RLS 142.9 -8.1 0.0
32 RLS 142.9 -8.1 0.0
33 RLS 142.9 -8.1 0.0
34 PE04 144.1 50.4 0.0
35 PE04 144.1 50.4 0.0
36 PE04 144.1 50.4 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

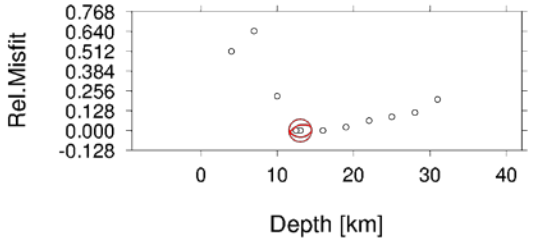
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

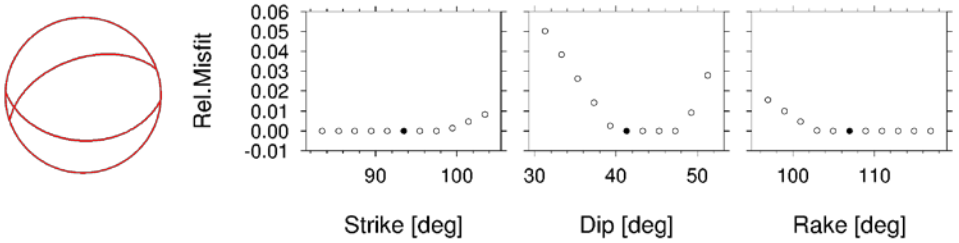
20051029 08:37:26

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.71 N 25.83 E			
Strike	93.0	93.0	251.0	251.0
Dip	41.0	41.0	51.0	51.0
Rake	107.0	-73.0	76.0	-104.0
M_0	6.6E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	12.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.43			

Method Amplitude spectra
Components U
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 31 (31 stations)

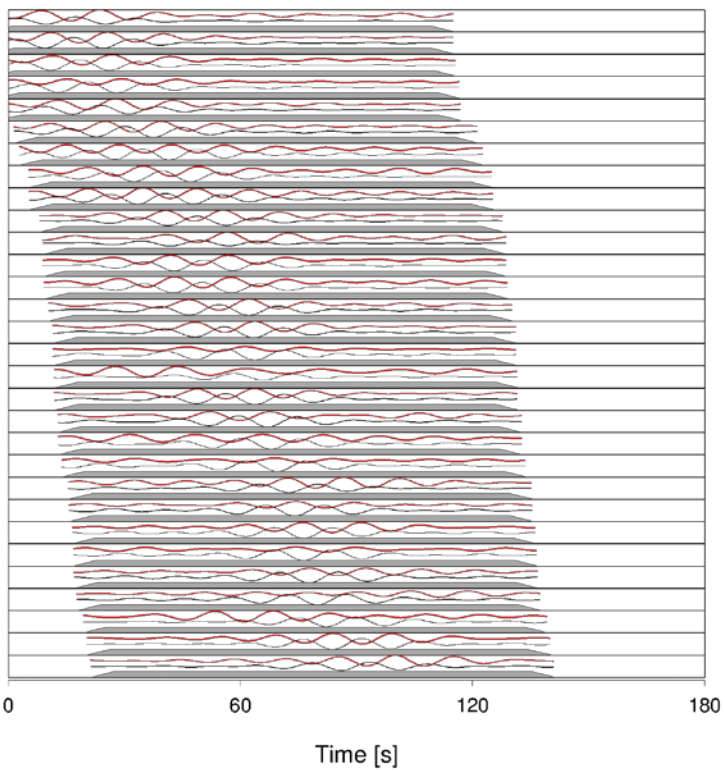




Fit of Seismograms (Closest 30 stations)

Stat Dist Az Amax

1 ANAF 40.1 -173.2 0.0
2 IOSI 41.9 -87.1 0.0
3 APE 47.4 -34.2 0.0
4 SANT 50.8 -139.0 0.0
5 ASTY 54.0 106.2 0.0
6 FOLE 82.1 -97.1 0.0
7 MYKO 93.7 -24.8 0.0
8 KIMO 113.1 -85.2 0.0
9 SYRO 114.9 -44.0 0.0
10 TUR5 136.9 74.7 0.0
11 SAMO 141.3 38.7 0.0
12 TILO 141.7 103.1 0.0
13 ANDR 146.8 -31.8 0.0
14 TUR7 155.3 90.1 0.0
15 TUR2 161.9 50.1 0.0
16 NPS 162.5 -173.0 0.0
17 KAPA 167.6 135.2 0.0
18 KEAI 167.7 -52.5 0.0
19 TUR3 173.0 60.6 0.0
20 KASO 174.6 145.8 0.0
21 ZKR 181.1 168.8 0.0
22 AT01 196.5 -40.3 0.0
23 RETH 198.6 -142.3 0.0
24 TUR9 201.7 89.8 0.0
25 VAM 206.7 -134.3 0.0
26 SIVA 209.9 -153.7 0.0
27 ARG 213.0 104.4 0.0
28 AT02 228.3 -49.0 0.0
29 ATH 233.4 -52.6 0.0
30 IDHR 240.6 -71.0 0.0



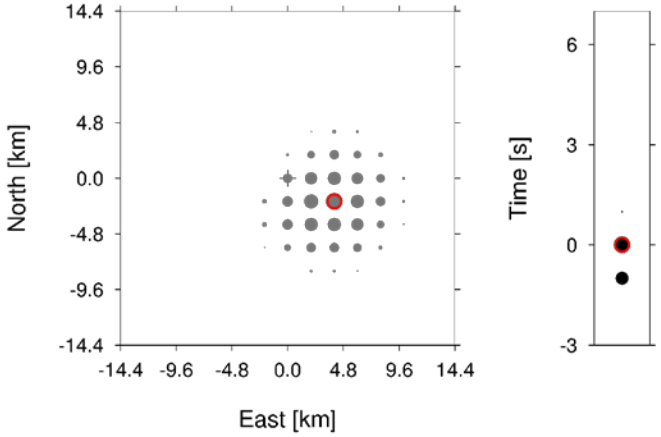
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	36.71 N 25.83 E	
Strike	93.0	251.0
Dip	41.0	51.0
Rake	-73.0	-104.0
M_0	6.6E+14Nm	
M_w	3.7	
Depth	12.4km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.661	
Method	Time domain	
Components	u	
Phases	Whole trace	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	31 (31 stations)	



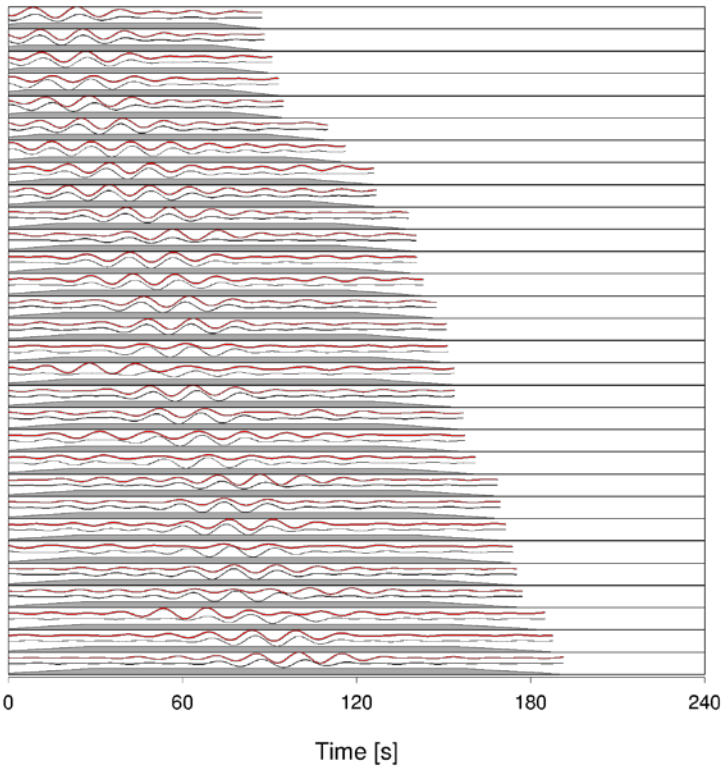
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms (Closest 30 stations)

Stat Dist Az Amax

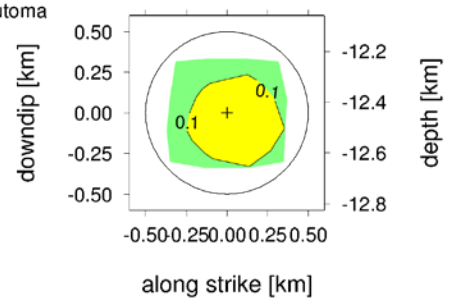
1 ANAF 40.1 -173.2 0.0
2 IOSI 41.9 -87.1 0.0
3 APE 47.4 -34.2 0.0
4 SANT 50.8 -139.0 0.0
5 ASTY 54.0 106.2 0.0
6 FOLE 82.1 -97.1 0.0
7 MYKO 93.7 -24.8 0.0
8 KIMO 113.1 -85.2 0.0
9 SYRO 114.9 -44.0 0.0
10 TUR5 136.9 74.7 0.0
11 SAMO 141.3 38.7 0.0
12 TILO 141.7 103.1 0.0
13 ANDR 146.8 -31.8 0.0
14 TUR7 155.3 90.1 0.0
15 TUR2 161.9 50.1 0.0
16 NPS 162.5 -173.0 0.0
17 KAPA 167.6 135.2 0.0
18 KEAI 167.7 -52.5 0.0
19 TUR3 173.0 60.6 0.0
20 KASO 174.6 145.8 0.0
21 ZKR 181.1 168.8 0.0
22 AT01 196.5 -40.3 0.0
23 RETH 198.6 -142.3 0.0
24 TUR9 201.7 89.8 0.0
25 VAM 206.7 -134.3 0.0
26 SIVA 209.9 -153.7 0.0
27 ARG 213.0 104.4 0.0
28 AT02 228.3 -49.0 0.0
29 ATH 233.4 -52.6 0.0
30 IDHR 240.6 -71.0 0.0



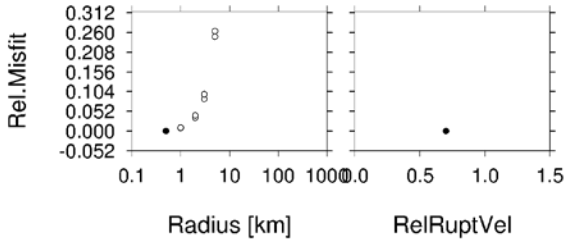
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

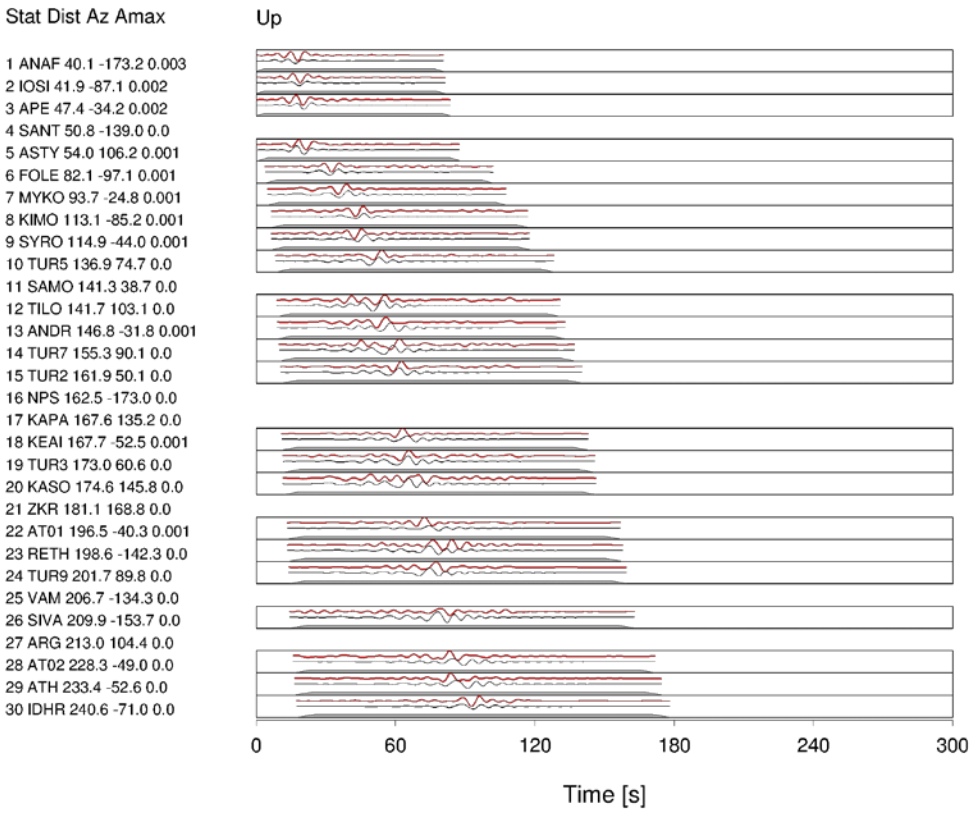
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.71 N 25.83 E		
Strike	93.0		
Dip	41.0		
Rake	-73.0		
M_0	6.6E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	12.4km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.011m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.42		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	31 (31 stations)		







Fit of Seismograms (Closest 30 stations)



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

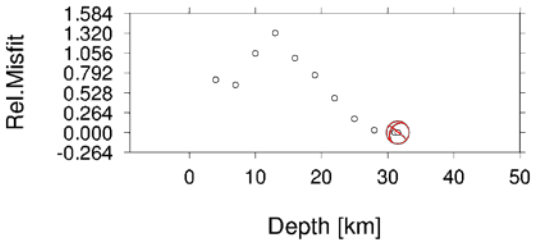
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

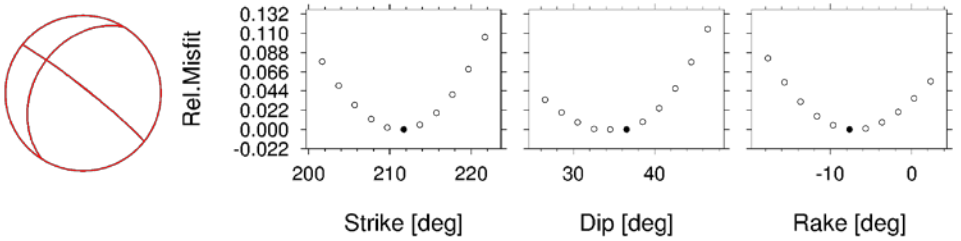
20051029 10:17:08

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.33 N 22.54 E			
Strike	212.0	212.0	308.0	308.0
Dip	37.0	37.0	85.0	85.0
Rake	-8.0	172.0	-126.0	54.0
M_0	5.17E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	31.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.27			

Method Amplitude spectra
Components U
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 17 (17 stations)

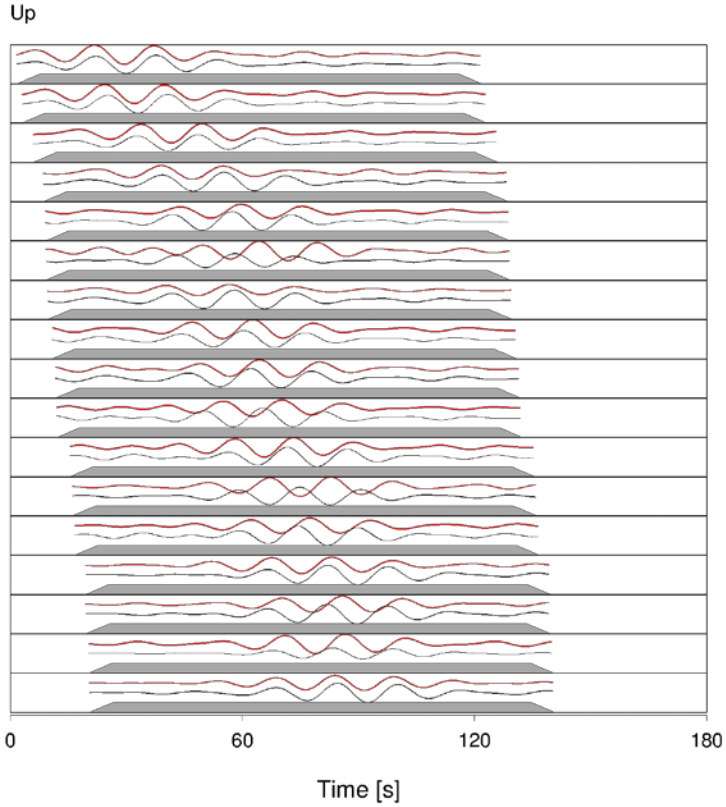




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 AKYT 90.1 48.8 0.003
2 KYTH 100.7 23.1 0.003
3 PE11 127.3 -2.7 0.002
4 PE10 148.7 12.1 0.002
5 VAM 150.3 86.5 0.001
6 GVD 150.9 111.1 0.001
7 VLI 157.2 12.7 0.002
8 PE08 166.0 -3.2 0.002
9 PE09 172.0 -19.9 0.001
10 RETH 177.1 91.0 0.001
11 PE07 202.4 6.8 0.001
12 SIVA 209.1 99.1 0.001
13 PE06 211.8 -15.0 0.001
14 IDHR 236.6 15.3 0.001
15 PE03 236.9 -16.7 0.001
16 PE05 241.5 -1.9 0.002
17 KIMO 243.5 47.6 0.001



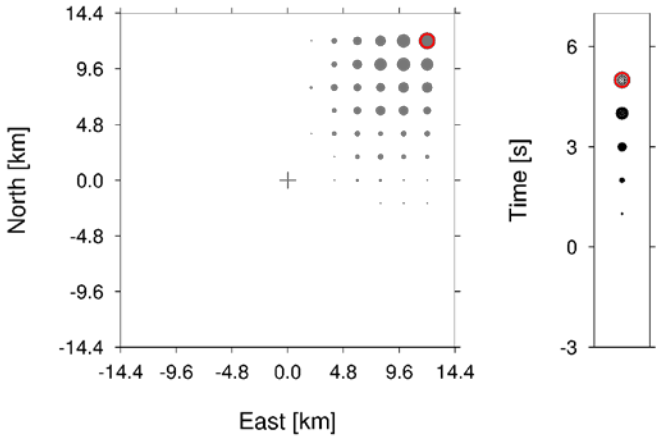
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.33 N 22.54 E
Strike	212.0 308.0
Dip	37.0 85.0
Rake	-8.0 -126.0
M_0	5.17E+15Nm
M_w	4.3
Depth	31.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.607
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	17 (17 stations)



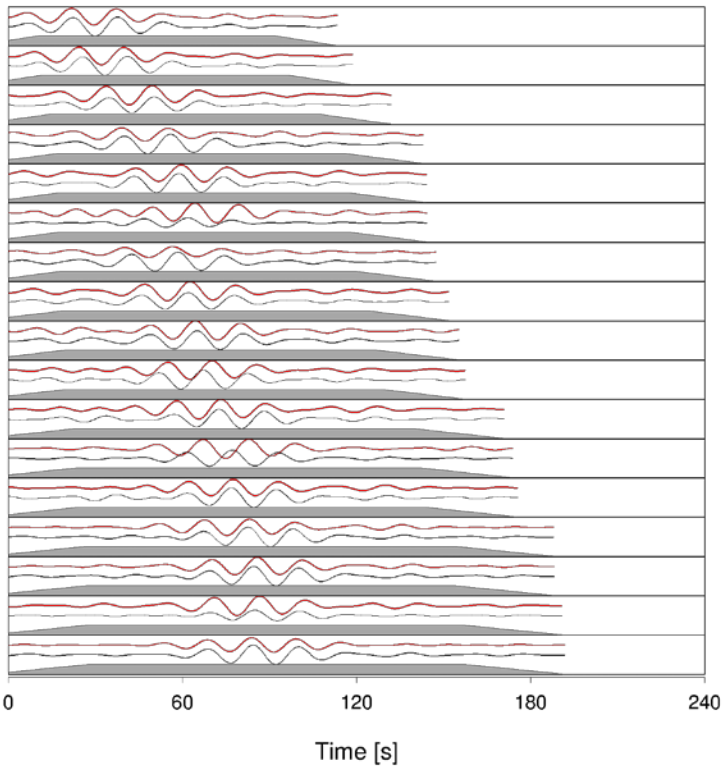
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

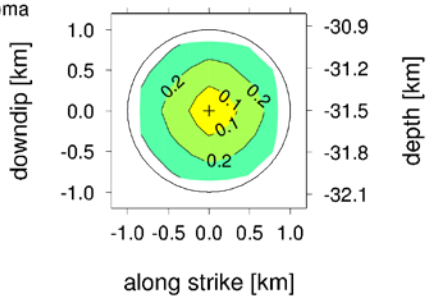
1 AKYT 90.1 48.8 0.003
2 KYTH 100.7 23.1 0.003
3 PE11 127.3 -2.7 0.002
4 PE10 148.7 12.1 0.002
5 VAM 150.3 86.5 0.001
6 GVD 150.9 111.1 0.001
7 VLI 157.2 12.7 0.002
8 PE08 166.0 -3.2 0.002
9 PE09 172.0 -19.9 0.001
10 RETH 177.1 91.0 0.001
11 PE07 202.4 6.8 0.001
12 SIVA 209.1 99.1 0.001
13 PE06 211.8 -15.0 0.001
14 IDHR 236.6 15.3 0.001
15 PE03 236.9 -16.7 0.001
16 PE05 241.5 -1.9 0.002
17 KIMO 243.5 47.6 0.001



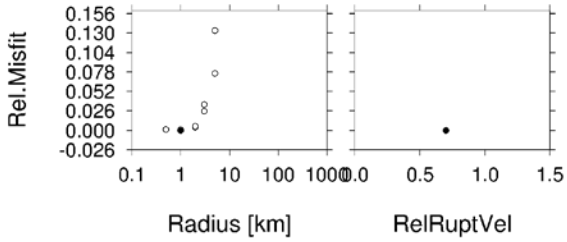
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

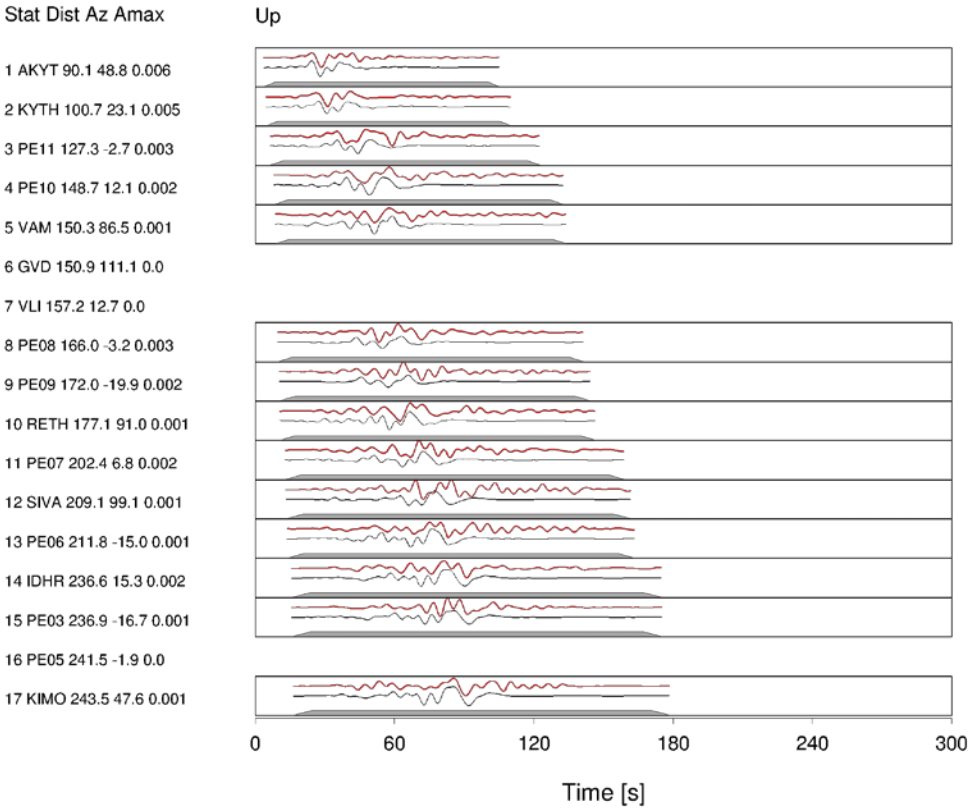
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.33 N 22.54 E		
Strike	212.0		
Dip	37.0		
Rake	-8.0		
M_0	5.17E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	31.5km	Duration	1.6+0.2s
Radius	1.0km	Area	3.1km^2
Average Slip	0.022m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.373		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	17 (17 stations)		







Fit of Seismograms



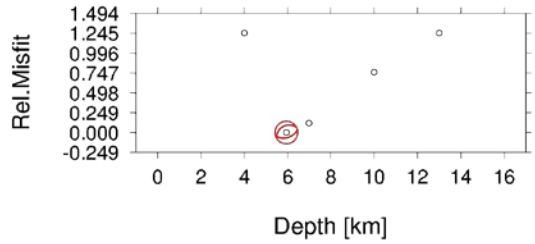
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

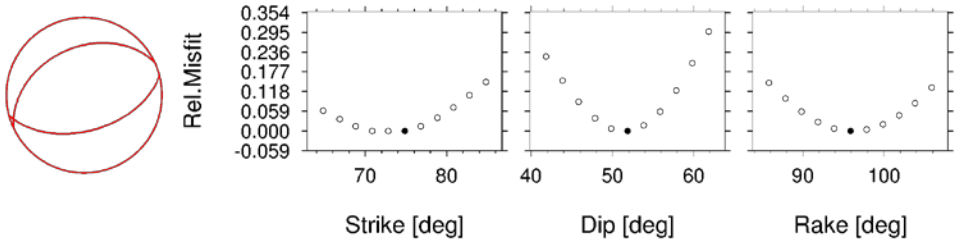
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20051102 04:59:36

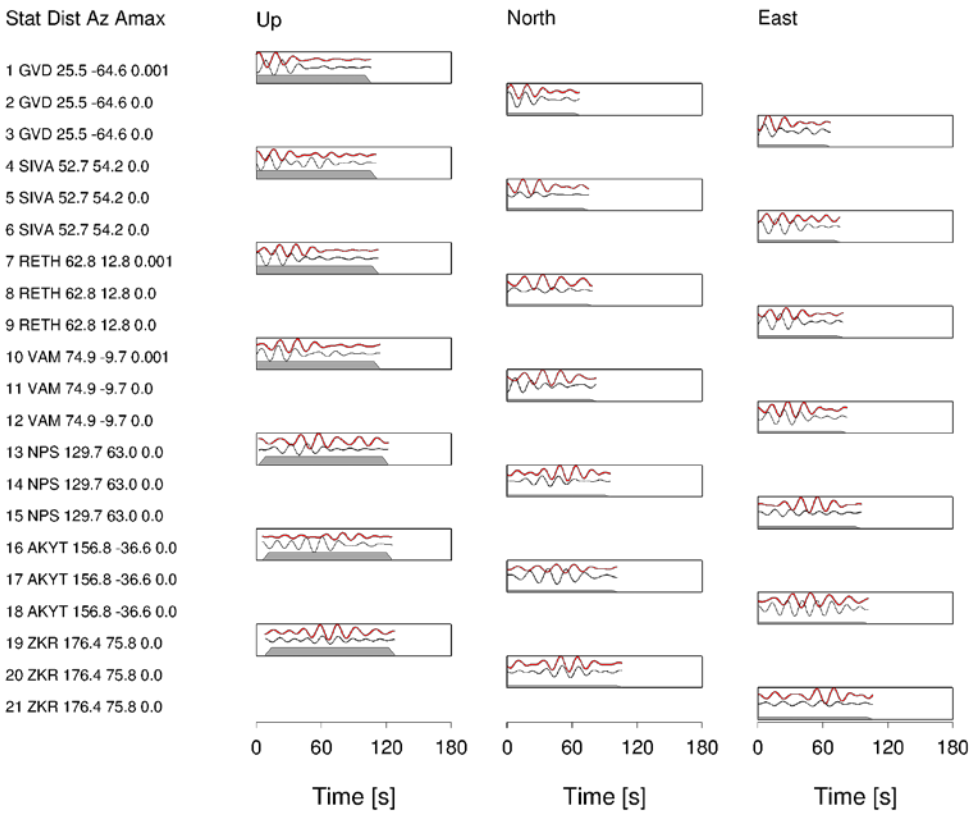
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.74 N 24.34 E			
Strike	75.0	75.0	245.0	245.0
Dip	52.0	52.0	39.0	39.0
Rake	96.0	-84.0	83.0	-97.0
M_0	2.03E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	5.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.354			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	21 (7 stations)			





Fit of Seismograms



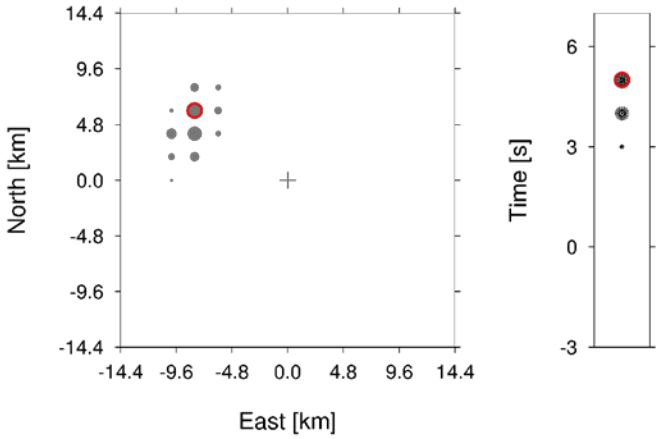
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

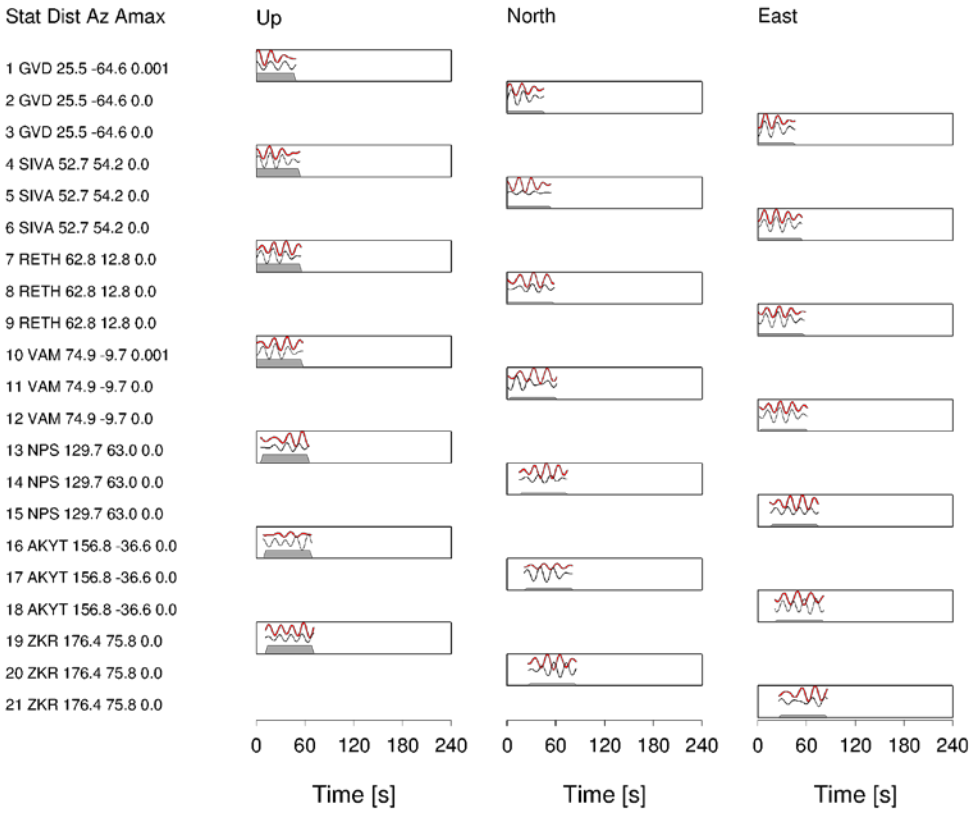
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.74 N 24.34 E
Strike	75.0 245.0
Dip	52.0 39.0
Rake	96.0 83.0
M_0	2.03E+15Nm
M_w	4.1
Depth	5.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.758
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



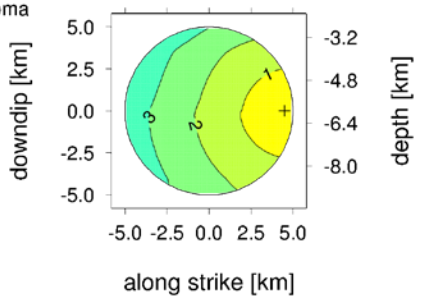
Fit of Seismograms



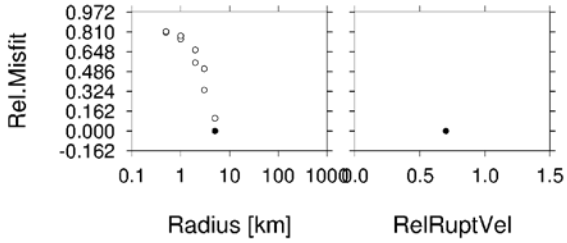
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

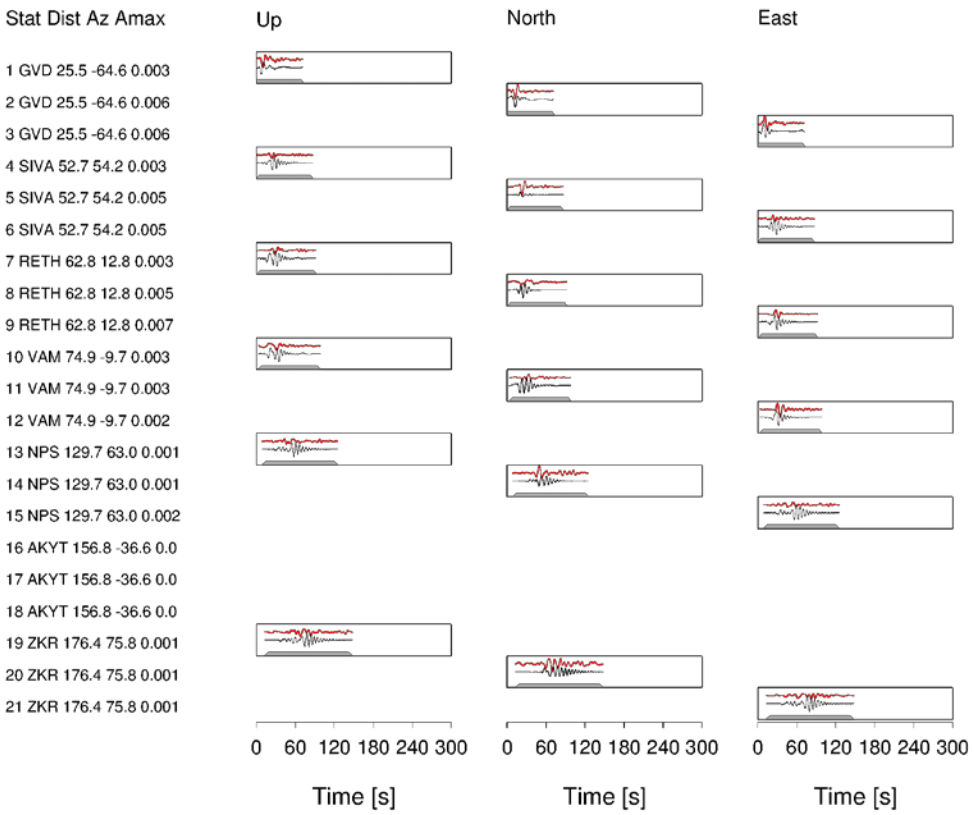
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.74 N 24.34 E		
Strike	245.0		
Dip	39.0		
Rake	83.0		
M_0	2.03E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	5.9km	Duration	1.6±3.6s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.826		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms

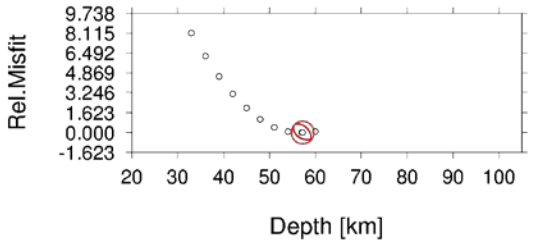


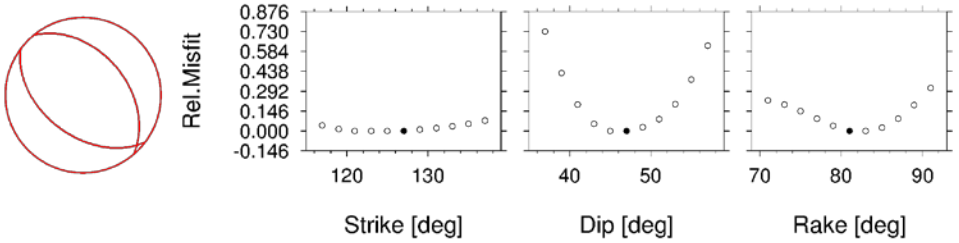
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20051105 14:11:13

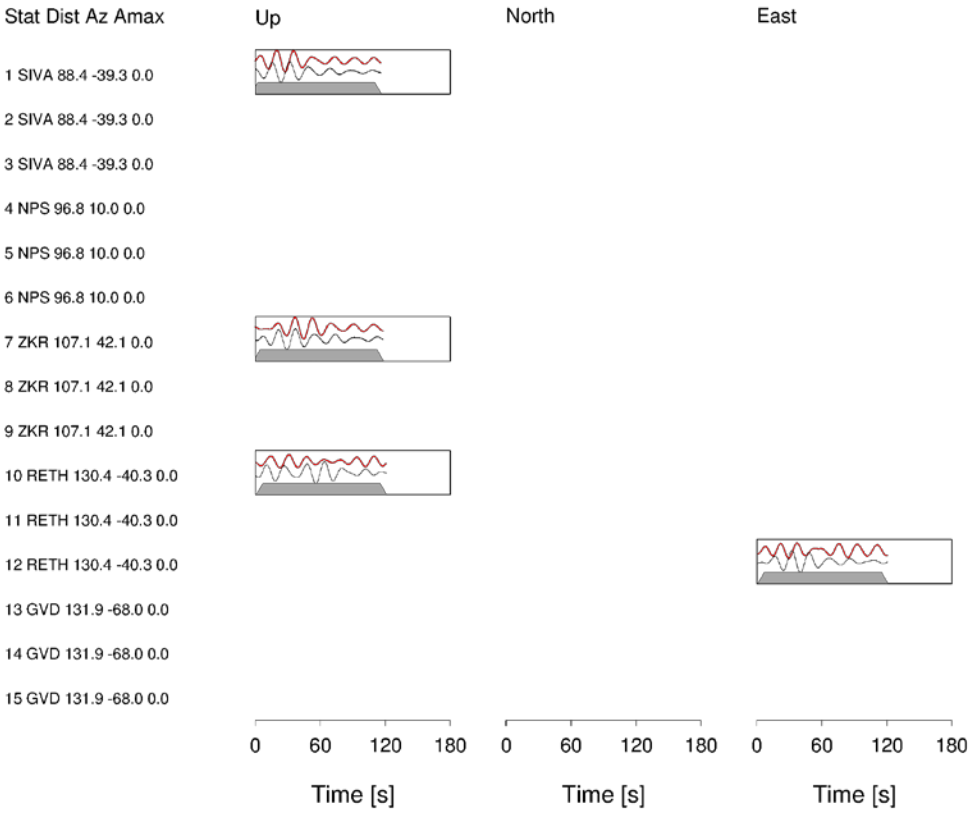
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.4 N 25.42 E			
Strike	127.0	127.0	320.0	320.0
Dip	47.0	47.0	44.0	44.0
Rake	81.0	-99.0	100.0	-80.0
M_0	4.02E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	57.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.286			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



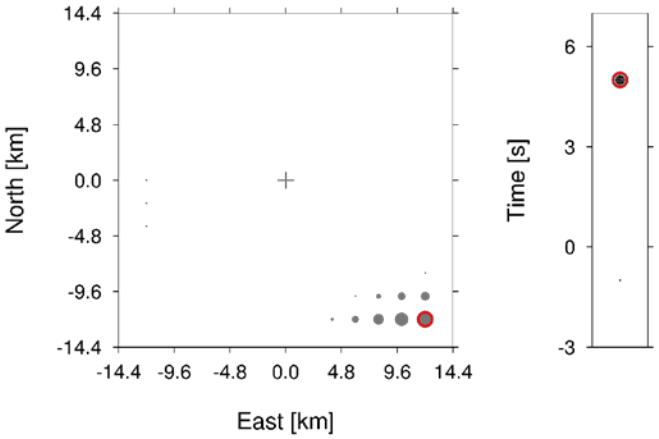
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

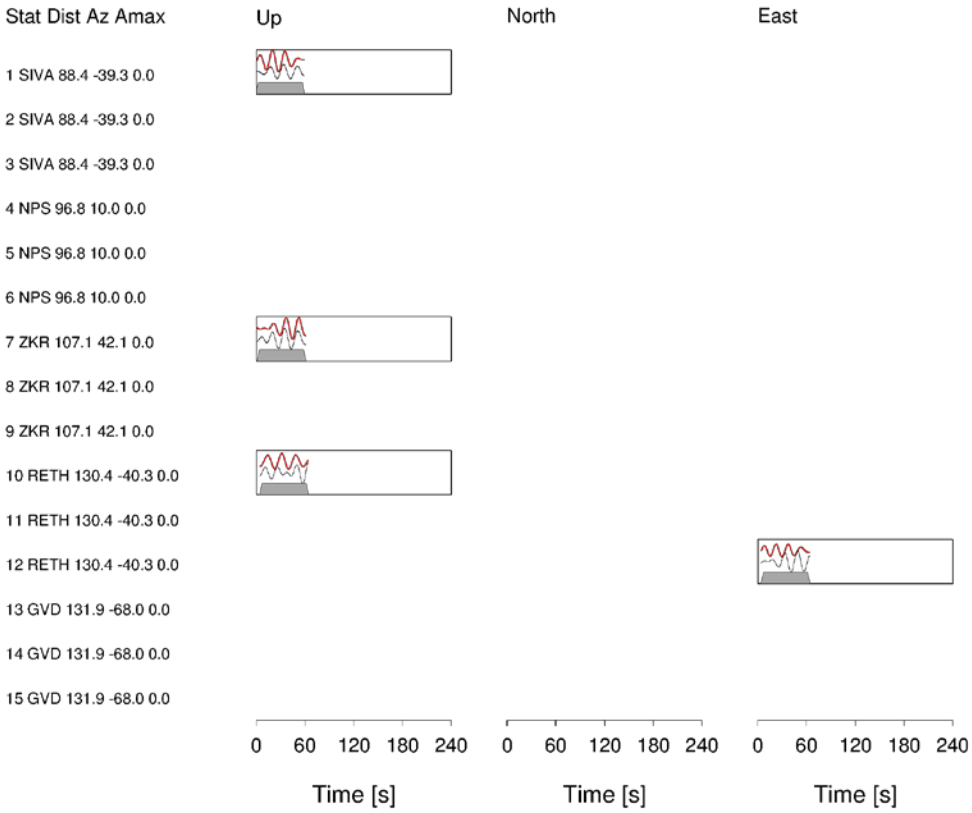
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.4 N 25.42 E
Strike	127.0 320.0
Dip	47.0 44.0
Rake	-99.0 -80.0
M_0	4.02E+15Nm
M_w	4.3
Depth	57.1km
Duration	0.4s
Misfit	1.012
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	15 (5 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



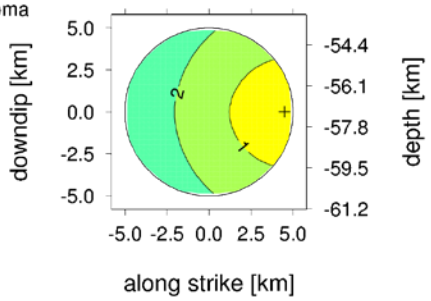
Fit of Seismograms



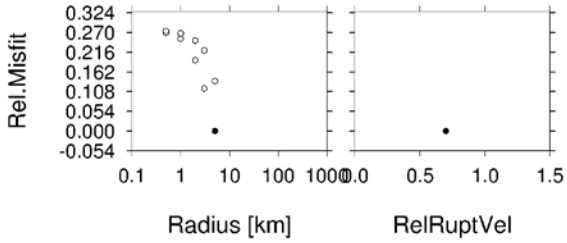
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

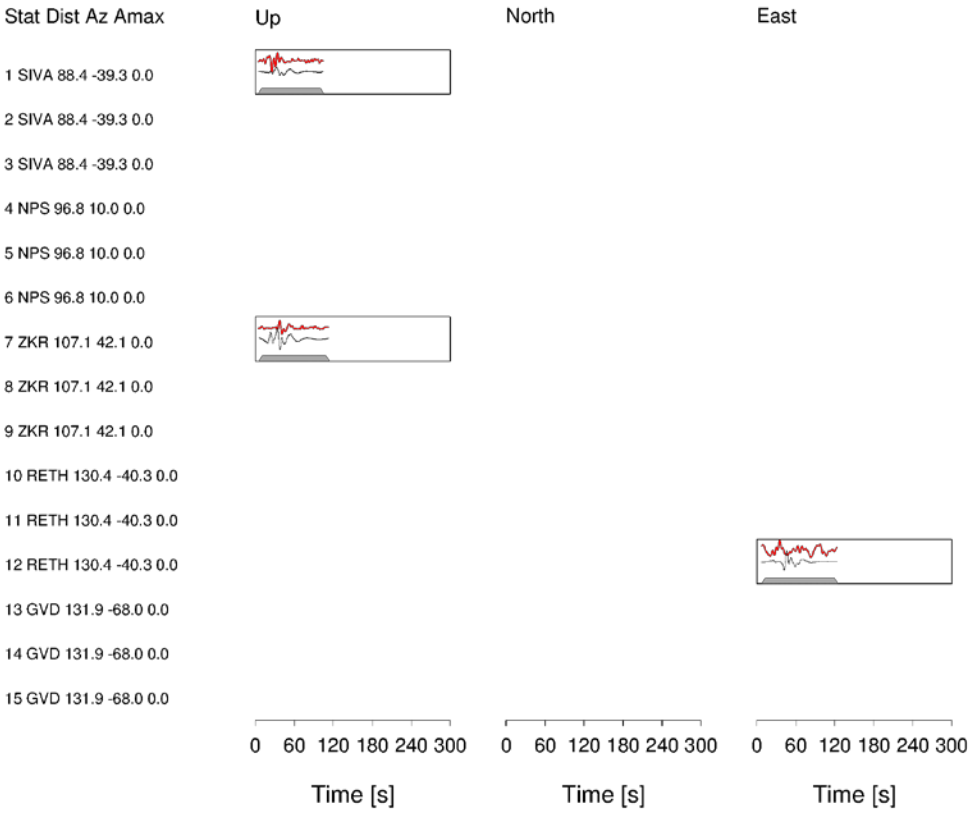
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.4 N 25.42 E		
Strike	320.0		
Dip	44.0		
Rake	-80.0		
M_0	4.02E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	57.1km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.679		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		







Fit of Seismograms



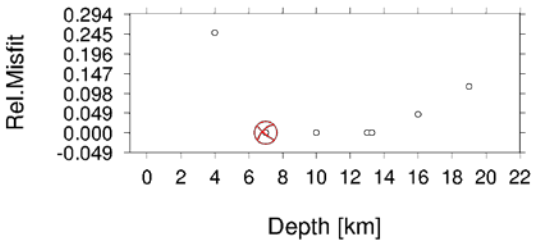
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

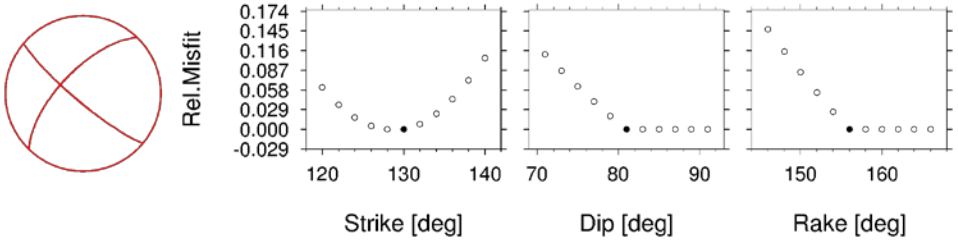
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20051116 09:55:51

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

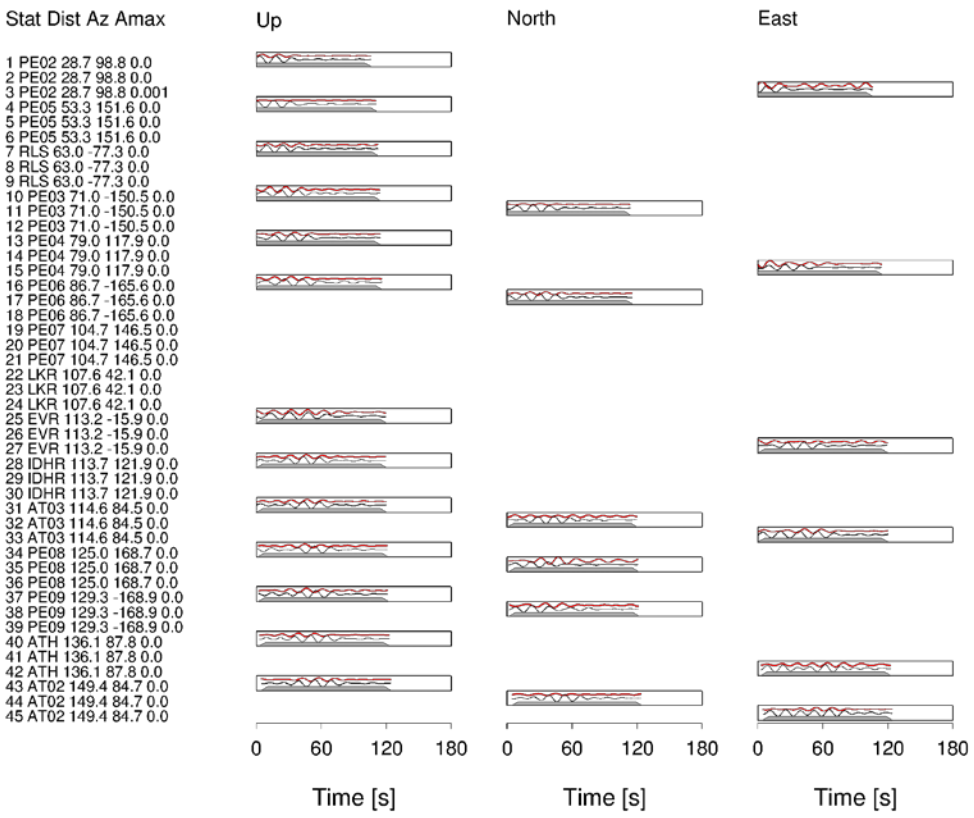
Lat Lon	37.93 N 22.16 E			
Strike	130.0	130.0	224.0	224.0
Dip	81.0	81.0	66.0	66.0
Rake	156.0	-24.0	10.0	-170.0
M_0	8.88E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	13.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.691			

Method Amplitude spectra
Components one
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 45 (15 stations)





Fit of Seismograms



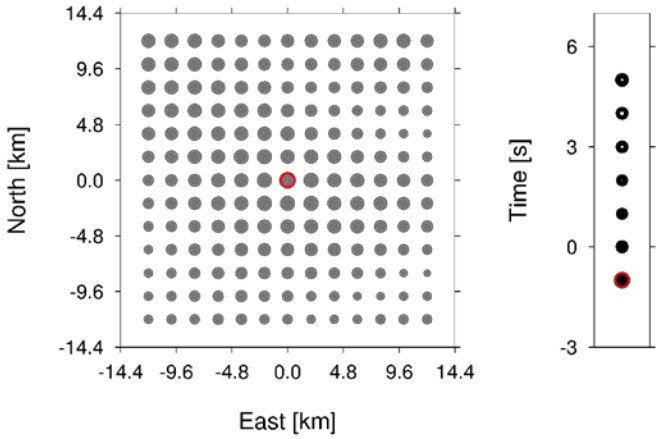
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.93 N 22.16 E
Strike	130.0 224.0
Dip	81.0 66.0
Rake	156.0 10.0
M_0	8.88E+14Nm
M_w	3.8
Depth	13.2km
Duration	0.4s
Misfit	1.126
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	45 (15 stations)



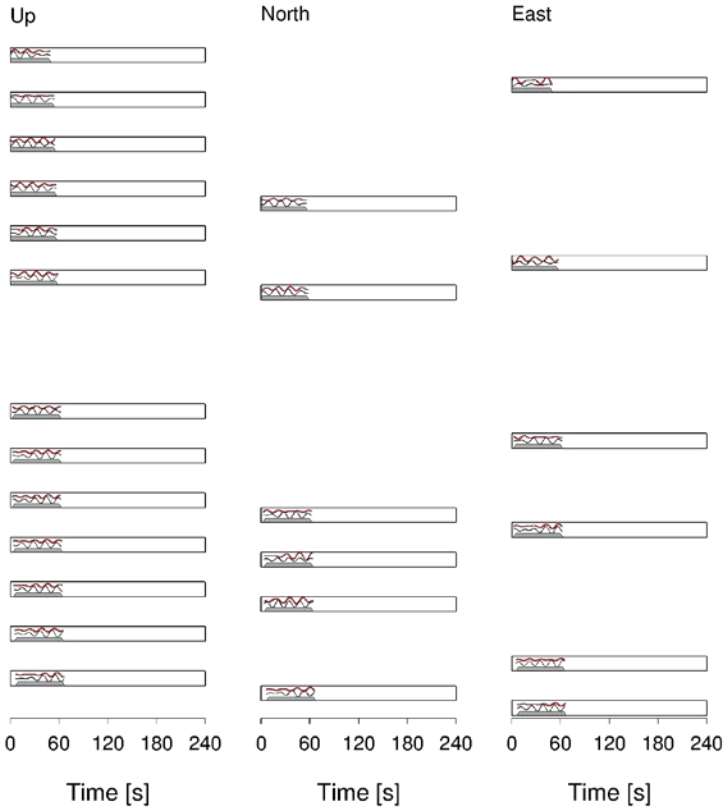
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

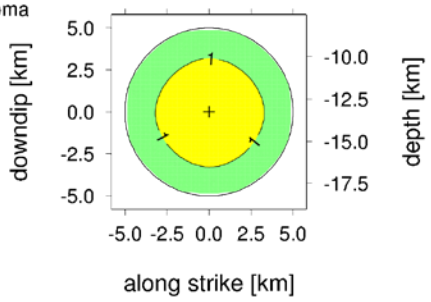
1 PE02 28.7 98.8 0.0
2 PE02 28.7 98.8 0.0
3 PE02 28.7 98.8 0.002
4 PE05 53.3 151.6 0.0
5 PE05 53.3 151.6 0.0
6 PE05 53.3 151.6 0.0
7 RLS 63.0 -77.3 0.0
8 RLS 63.0 -77.3 0.0
9 RLS 63.0 -77.3 0.0
10 PE03 71.0 -150.5 0.0
11 PE03 71.0 -150.5 0.0
12 PE03 71.0 -150.5 0.0
13 PE04 79.0 117.9 0.0
14 PE04 79.0 117.9 0.0
15 PE04 79.0 117.9 0.0
16 PE06 86.7 -165.6 0.0
17 PE06 86.7 -165.6 0.0
18 PE06 86.7 -165.6 0.0
19 PE07 104.7 146.5 0.0
20 PE07 104.7 146.5 0.0
21 PE07 104.7 146.5 0.0
22 LKR 107.6 42.1 0.0
23 LKR 107.6 42.1 0.0
24 LKR 107.6 42.1 0.0
25 EVR 113.2 -15.9 0.0
26 EVR 113.2 -15.9 0.0
27 EVR 113.2 -15.9 0.0
28 IDHR 113.7 121.9 0.0
29 IDHR 113.7 121.9 0.0
30 IDHR 113.7 121.9 0.0
31 AT03 114.6 84.5 0.0
32 AT03 114.6 84.5 0.0
33 AT03 114.6 84.5 0.0
34 PE08 125.0 168.7 0.0
35 PE08 125.0 168.7 0.0
36 PE08 125.0 168.7 0.0
37 PE09 129.3 -168.9 0.0
38 PE09 129.3 -168.9 0.0
39 PE09 129.3 -168.9 0.0
40 ATH 136.1 87.8 0.0
41 ATH 136.1 87.8 0.0
42 ATH 136.1 87.8 0.0
43 AT02 149.4 84.7 0.0
44 AT02 149.4 84.7 0.0
45 AT02 149.4 84.7 0.0



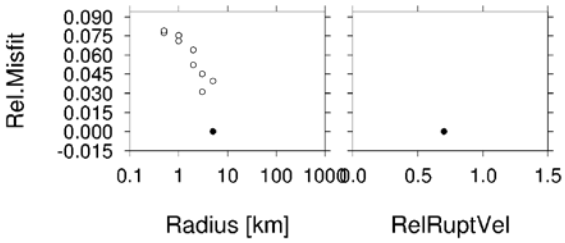
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

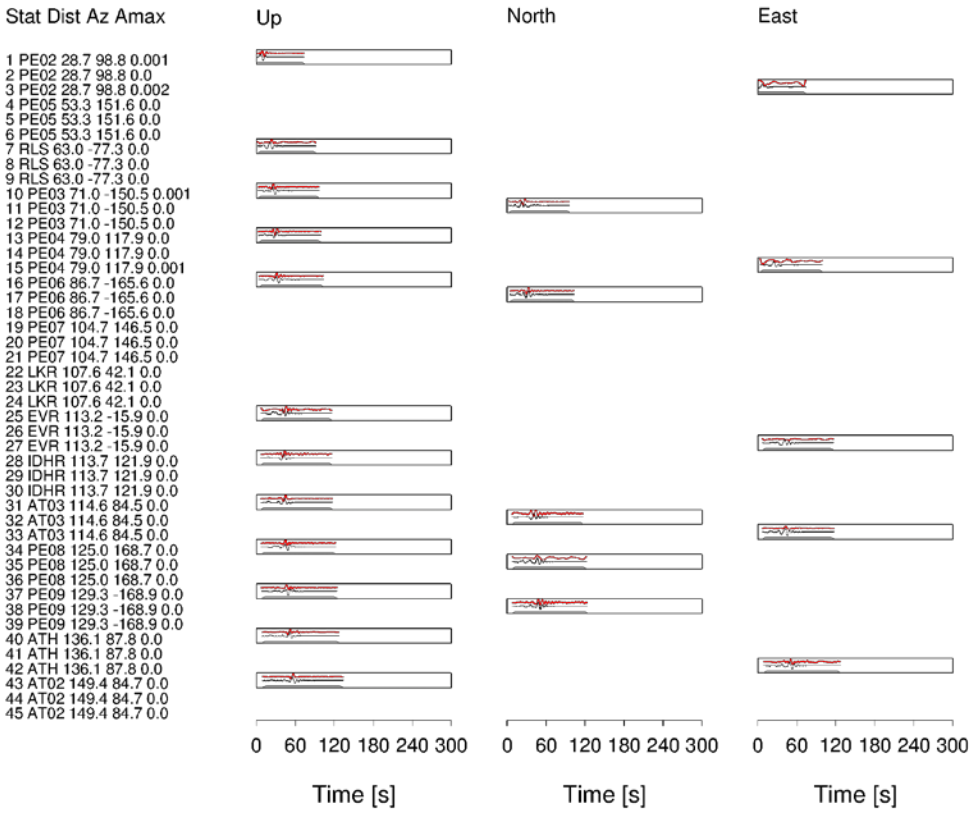
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.93 N 22.16 E		
Strike	130.0		
Dip	81.0		
Rake	156.0		
M_0	8.88E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	13.2km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.615		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	45 (15 stations)		







Fit of Seismograms



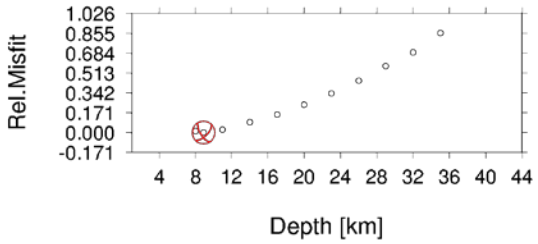
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

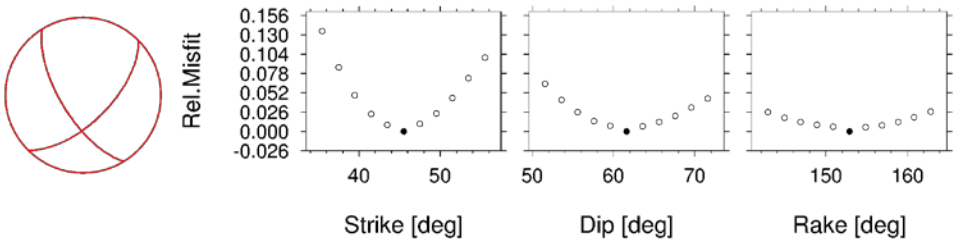
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20051119 17:26:33

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.14 N 26.05 E			
Strike	45.0	45.0	149.0	149.0
Dip	62.0	62.0	66.0	66.0
Rake	153.0	-27.0	31.0	-149.0
M_0	1.23E+15Nm			
M_w	3.9			
Depth	8.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.442			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	39 (13 stations)			

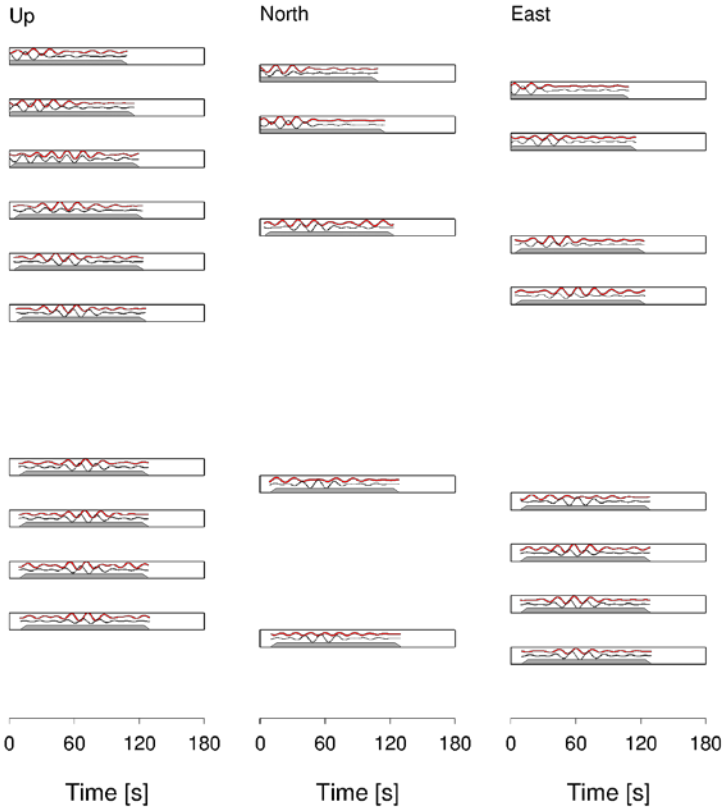




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 NPS 42.5 -72.5 0.0
2 NPS 42.5 -72.5 0.001
3 NPS 42.5 -72.5 0.001
4 KASO 83.1 69.1 0.0
5 KASO 83.1 69.1 0.001
6 KASO 83.1 69.1 0.0
7 SIVA 114.8 -96.9 0.0
8 SIVA 114.8 -96.9 0.0
9 SIVA 114.8 -96.9 0.0
10 RETH 143.3 -83.1 0.0
11 RETH 143.3 -83.1 0.0
12 RETH 143.3 -83.1 0.0
13 SANT 146.0 -21.5 0.0
14 SANT 146.0 -21.5 0.0
15 SANT 146.0 -21.5 0.002
16 ASTY 161.8 11.1 0.0
17 ASTY 161.8 11.1 0.0
18 ASTY 161.8 11.1 0.0
19 VAM 171.5 -79.8 0.0
20 VAM 171.5 -79.8 0.0
21 VAM 171.5 -79.8 0.0
22 GVD 183.2 -100.2 0.0
23 GVD 183.2 -100.2 0.0
24 GVD 183.2 -100.2 0.0
25 TILO 184.0 39.6 0.0
26 TILO 184.0 39.6 0.0
27 TILO 184.0 39.6 0.001
28 AMOS 184.5 -8.0 0.0
29 AMOS 184.5 -8.0 0.0
30 AMOS 184.5 -8.0 0.0
31 IOSI 186.8 -19.3 0.0
32 IOSI 186.8 -19.3 0.0
33 IOSI 186.8 -19.3 0.001
34 FOLE 193.0 -31.7 0.0
35 FOLE 193.0 -31.7 0.0
36 FOLE 193.0 -31.7 0.001
37 KARN 196.8 -81.1 0.0
38 KARN 196.8 -81.1 0.0
39 KARN 196.8 -81.1 0.0



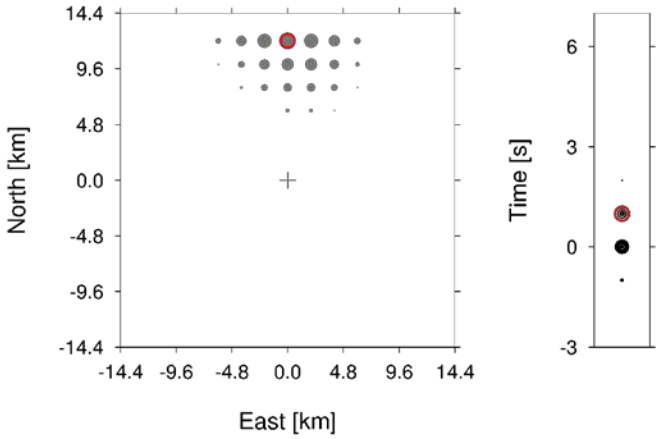
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

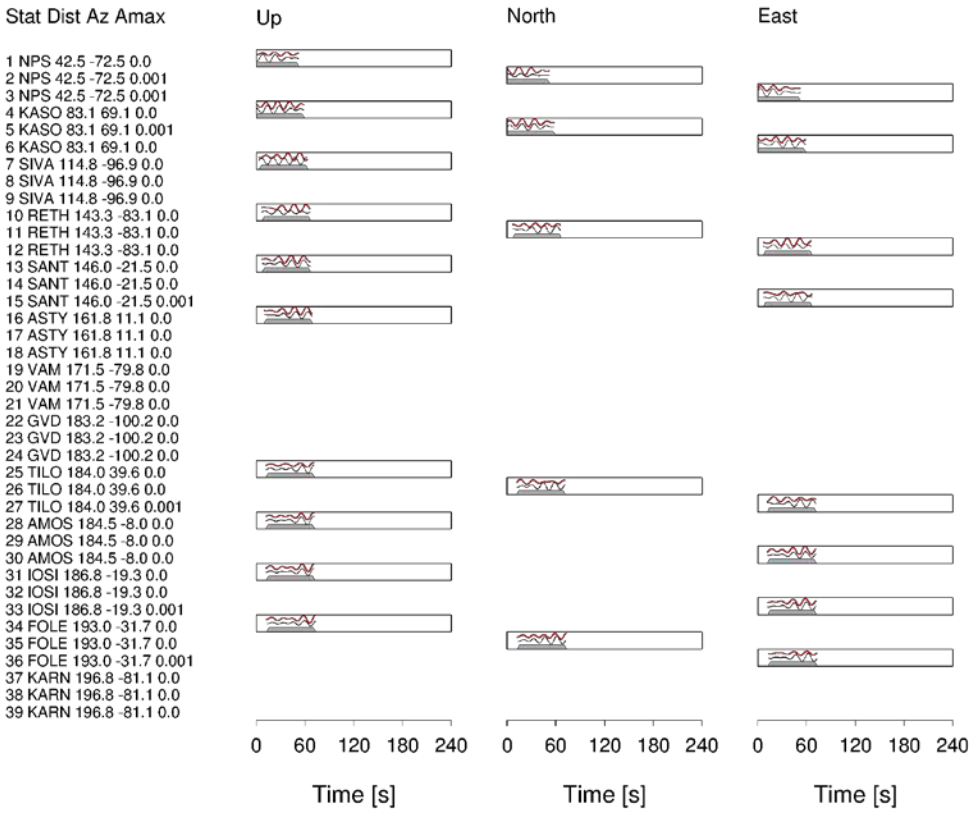
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.14 N 26.05 E
Strike	45.0 149.0
Dip	62.0 66.0
Rake	-27.0 -149.0
M_0	1.23E+15Nm
M_w	3.9
Depth	8.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.827
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	39 (13 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

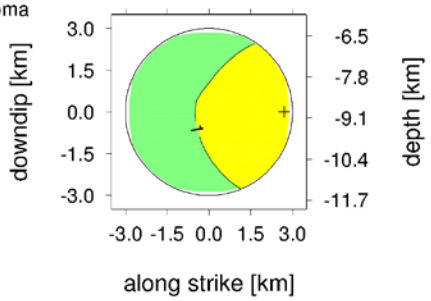


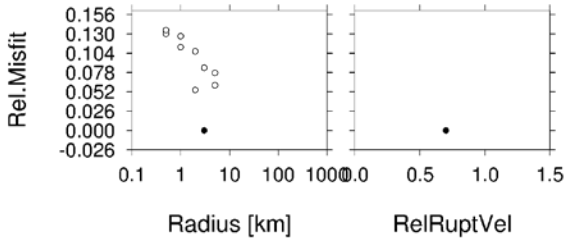
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

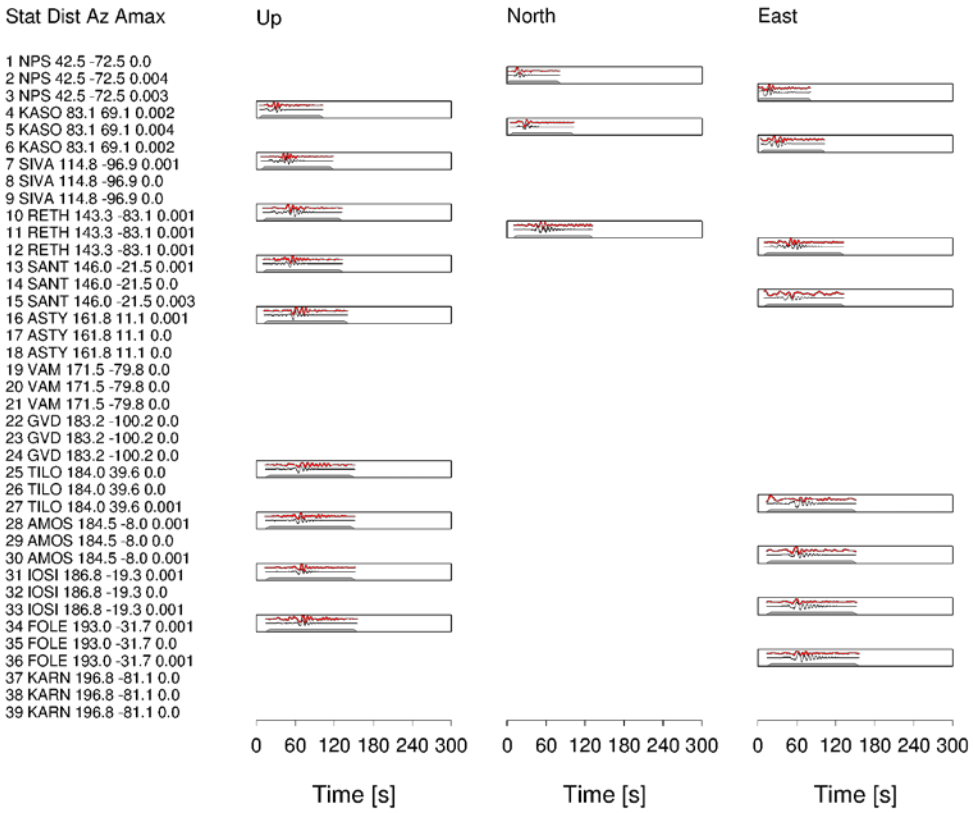
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.14 N 26.05 E		
Strike	45.0		
Dip	62.0		
Rake	-27.0		
M_0	1.23E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	8.9km	Duration	1.6+1.8s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.47		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	39 (13 stations)		







Fit of Seismograms



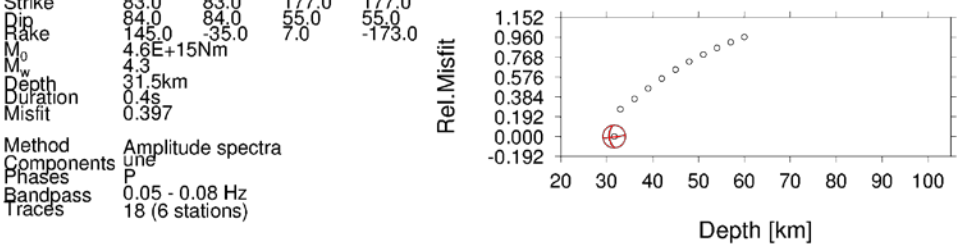
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

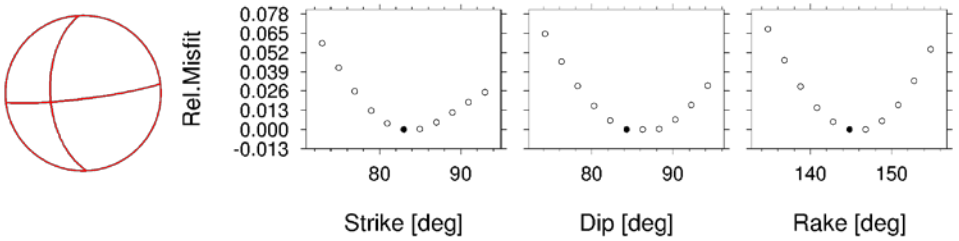
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20051126 04:51:15

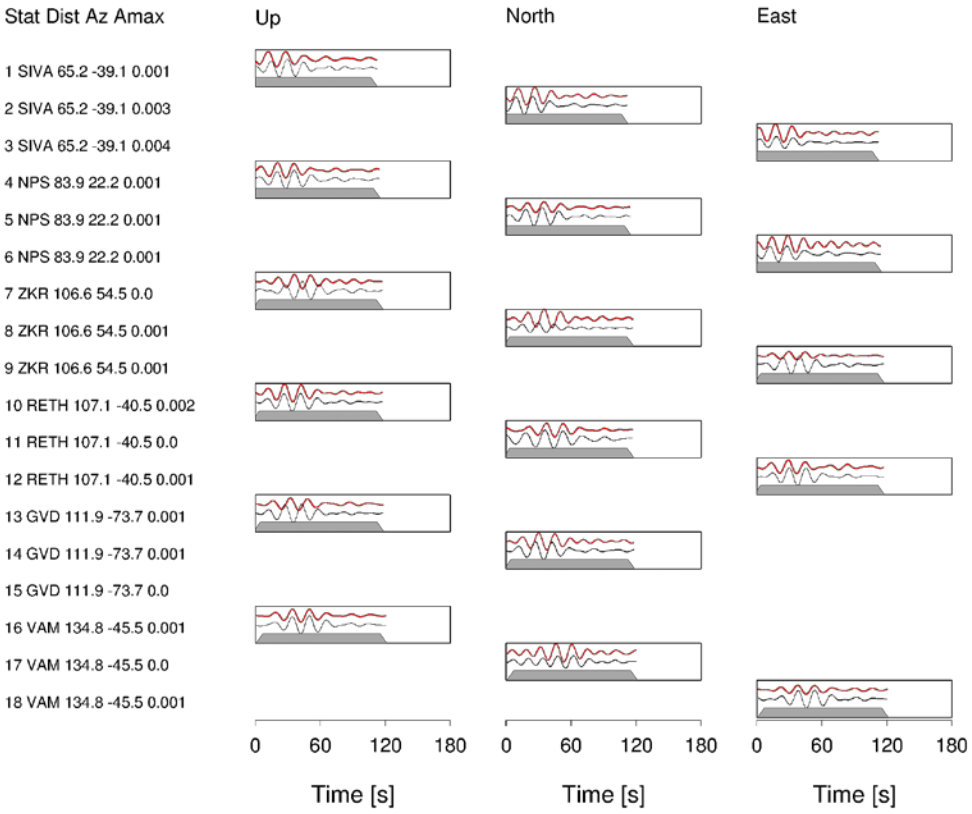
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.56 N 25.26 E			
Strike	83.0	83.0	177.0	177.0
Dip	84.0	84.0	55.0	55.0
Rake	145.0	-35.0	7.0	-173.0
M_0	4.6E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	31.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.397			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	18 (6 stations)			





Fit of Seismograms



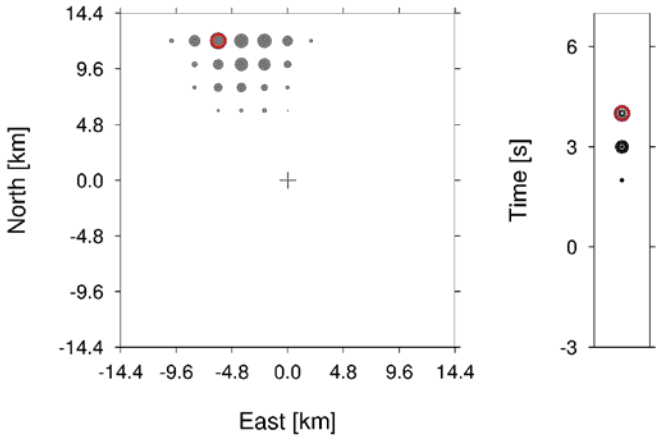
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

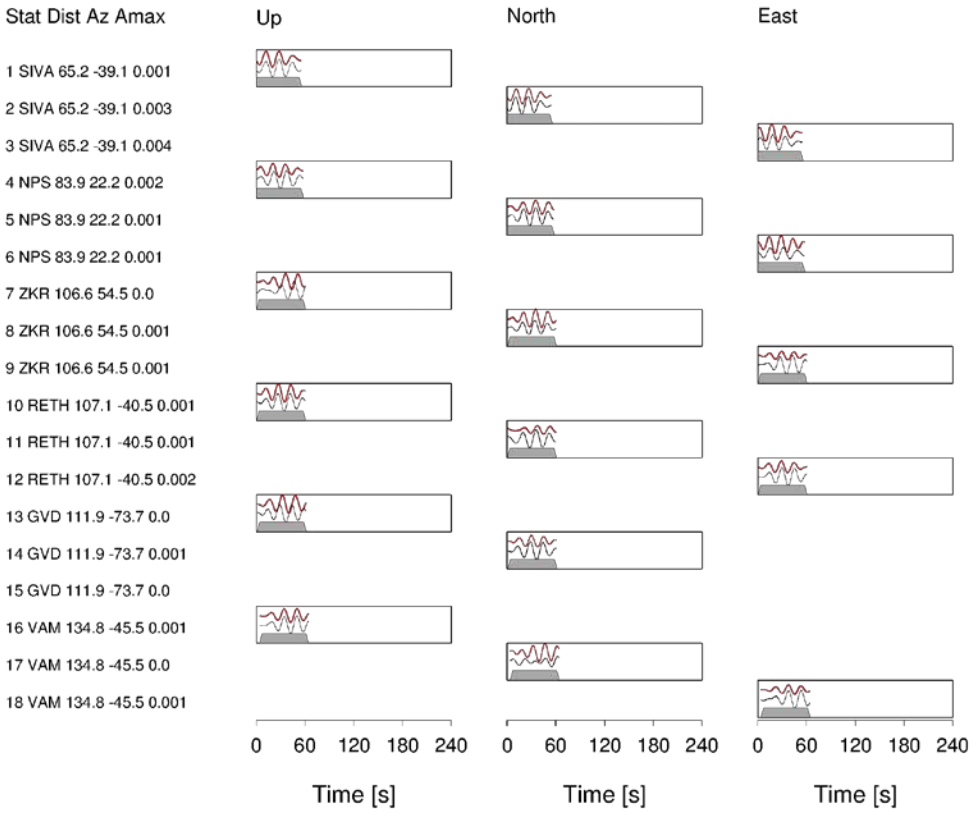
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.56 N 25.26 E
Strike	83.0 177.0
Dip	84.0 55.0
Rake	145.0 7.0
M_0	4.6E+15Nm
M_w	4.3
Depth	31.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.572
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (6 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



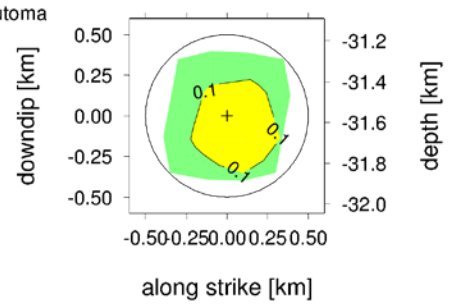
Fit of Seismograms



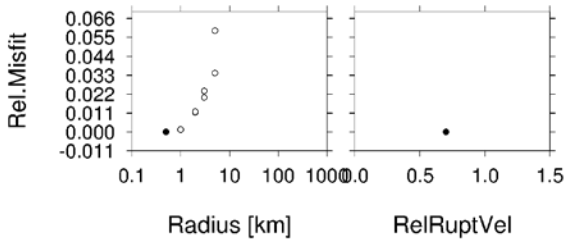
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

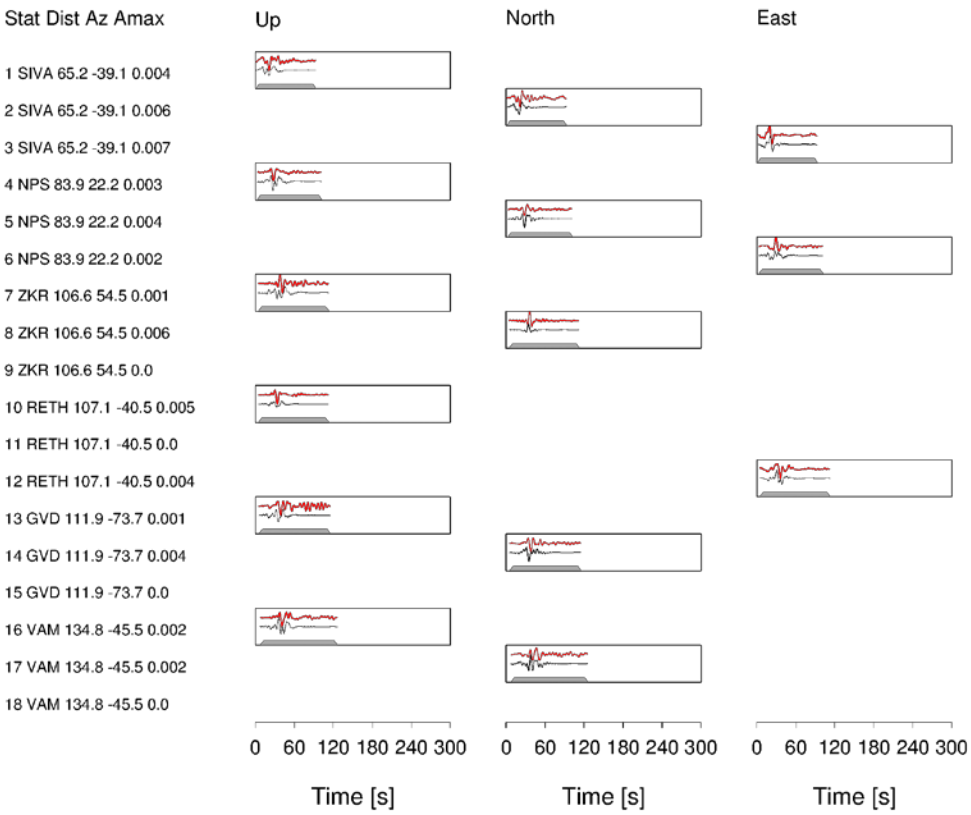
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.56 N 25.26 E		
Strike	177.0		
Dip	55.0		
Rake	7.0		
M_0	4.6E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	31.5km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.08m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.425		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (6 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

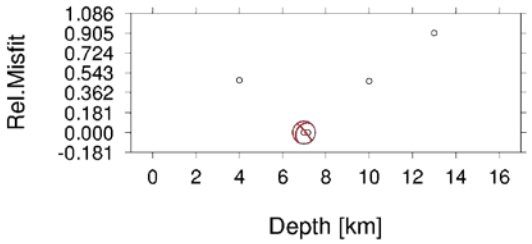
20051209 14:33:22

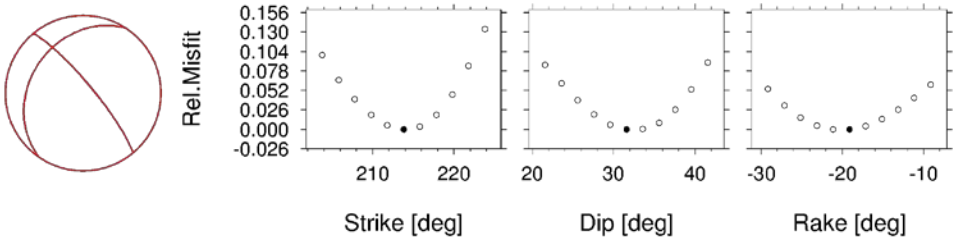
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.29 N 27.14 E			
Strike	214.0	214.0	320.0	320.0
Dip	32.0	32.0	80.0	80.0
Rake	-19.0	161.0	-120.0	60.0

M_0 1.64E+16Nm
M_w 4.7
Depth 7.1km
Duration 0.4s
Misfit 0.247

Method Amplitude spectra
Components une
Phases
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 27 (9 stations)

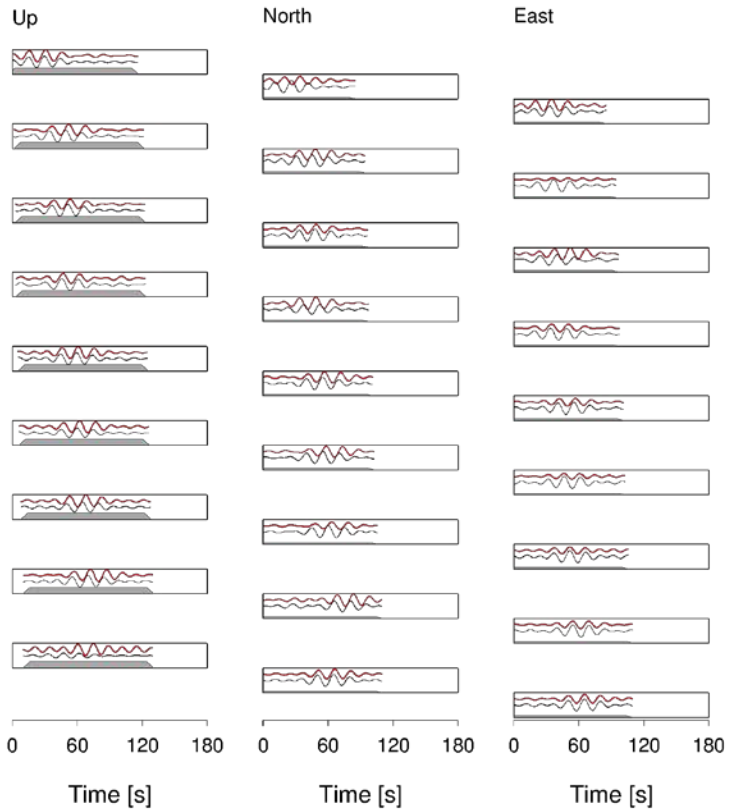




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 ZKR 86.9 -103.0 0.012
2 ZKR 86.9 -103.0 0.001
3 ZKR 86.9 -103.0 0.002
4 TILO 126.2 9.1 0.007
5 TILO 126.2 9.1 0.002
6 TILO 126.2 9.1 0.001
7 ARG 135.3 40.4 0.008
8 ARG 135.3 40.4 0.003
9 ARG 135.3 40.4 0.001
10 NPS 139.5 -90.9 0.006
11 NPS 139.5 -90.9 0.001
12 NPS 139.5 -90.9 0.002
13 ASTY 157.2 -24.6 0.003
14 ASTY 157.2 -24.6 0.001
15 ASTY 157.2 -24.6 0.002
16 TUR7 160.8 13.5 0.008
17 TUR7 160.8 13.5 0.002
18 TUR7 160.8 13.5 0.001
19 TUR9 177.8 28.1 0.008
20 TUR9 177.8 28.1 0.002
21 TUR9 177.8 28.1 0.001
22 TUR5 193.2 4.4 0.006
23 TUR5 193.2 4.4 0.001
24 TUR5 193.2 4.4 0.001
25 SANT 193.6 -51.2 0.001
26 SANT 193.6 -51.2 0.002
27 SANT 193.6 -51.2 0.002



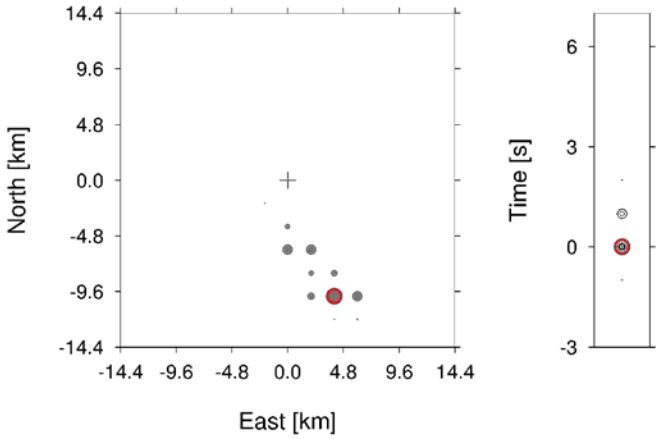
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.29 N 27.14 E
Strike	214.0 320.0
Dip	32.0 80.0
Rake	-19.0 -120.0
M_0	1.64E+16Nm
M_w	4.7
Depth	7.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.394
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



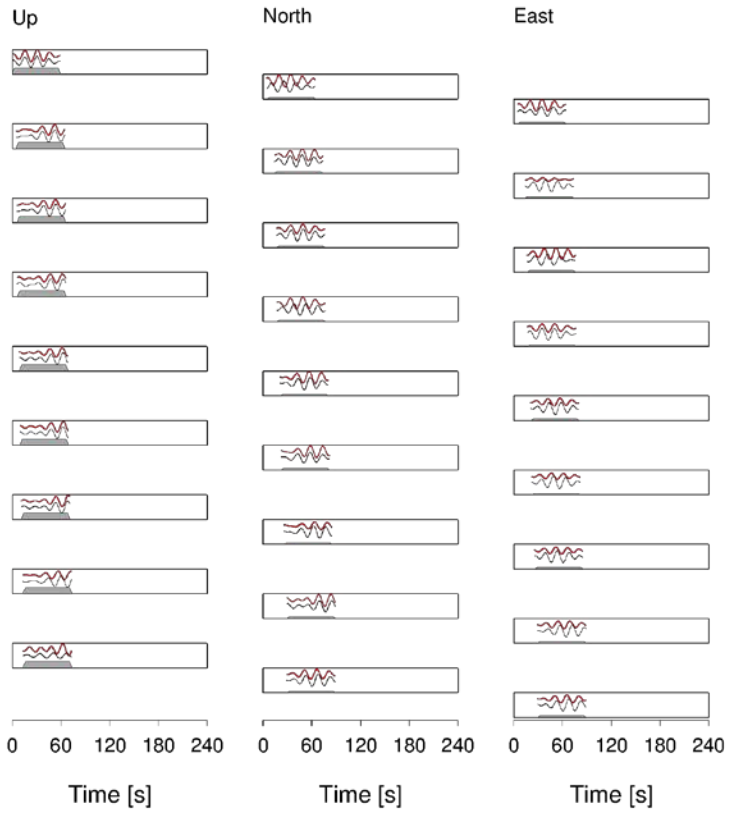
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 ZKR 86.9 -103.0 0.012
2 ZKR 86.9 -103.0 0.0
3 ZKR 86.9 -103.0 0.002
4 TILO 126.2 9.1 0.008
5 TILO 126.2 9.1 0.002
6 TILO 126.2 9.1 0.001
7 ARG 135.3 40.4 0.009
8 ARG 135.3 40.4 0.003
9 ARG 135.3 40.4 0.001
10 NPS 139.5 -90.9 0.006
11 NPS 139.5 -90.9 0.001
12 NPS 139.5 -90.9 0.002
13 ASTY 157.2 -24.6 0.003
14 ASTY 157.2 -24.6 0.001
15 ASTY 157.2 -24.6 0.002
16 TUR7 160.8 13.5 0.008
17 TUR7 160.8 13.5 0.001
18 TUR7 160.8 13.5 0.001
19 TUR9 177.8 28.1 0.007
20 TUR9 177.8 28.1 0.002
21 TUR9 177.8 28.1 0.001
22 TUR5 193.2 4.4 0.002
23 TUR5 193.2 4.4 0.001
24 TUR5 193.2 4.4 0.001
25 SANT 193.6 -51.2 0.001
26 SANT 193.6 -51.2 0.002
27 SANT 193.6 -51.2 0.002

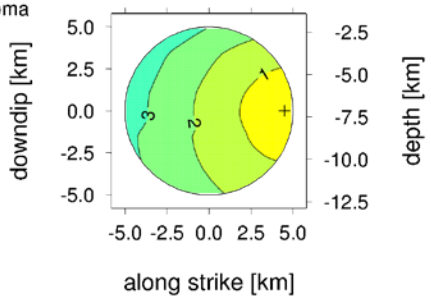


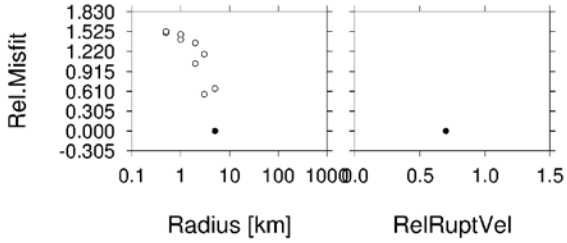
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.29 N 27.14 E		
Strike	320.0		
Dip	80.0		
Rake	-120.0		
M_0	1.64E+16Nm		
M_w	4.7		
Depth	7.1km	Duration	1.6±3.4s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.004m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.433		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		

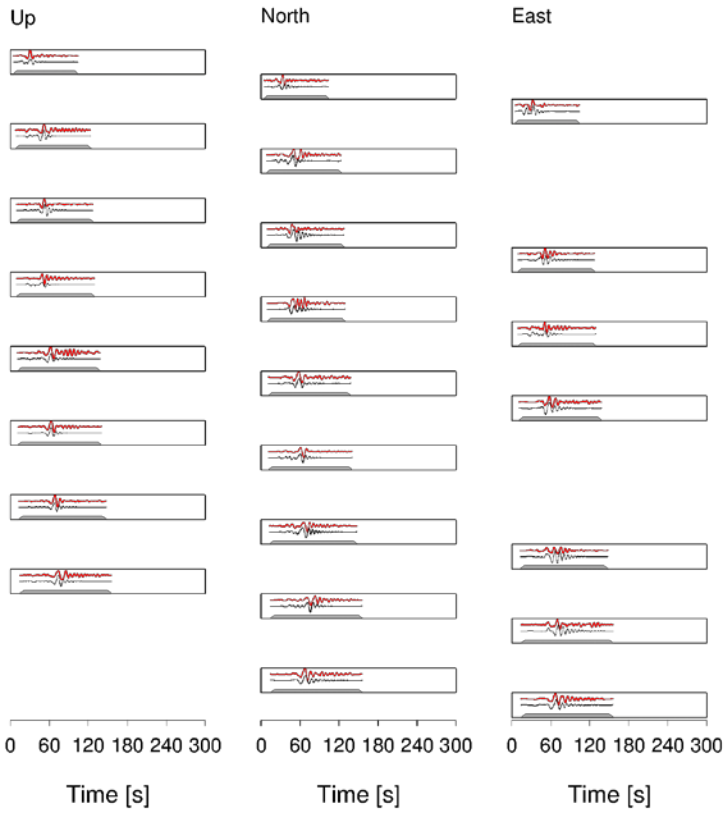






Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 ZKR	86.9	-103.0	0.031
2 ZKR	86.9	-103.0	0.02
3 ZKR	86.9	-103.0	0.023
4 TILO	126.2	9.1	0.011
5 TILO	126.2	9.1	0.011
6 TILO	126.2	9.1	0.0
7 ARG	135.3	40.4	0.02
8 ARG	135.3	40.4	0.024
9 ARG	135.3	40.4	0.022
10 NPS	139.5	-90.9	0.021
11 NPS	139.5	-90.9	0.014
12 NPS	139.5	-90.9	0.018
13 ASTY	157.2	-24.6	0.004
14 ASTY	157.2	-24.6	0.009
15 ASTY	157.2	-24.6	0.01
16 TUR7	160.8	13.5	0.014
17 TUR7	160.8	13.5	0.013
18 TUR7	160.8	13.5	0.0
19 TUR9	177.8	28.1	0.018
20 TUR9	177.8	28.1	0.012
21 TUR9	177.8	28.1	0.012
22 TUR5	193.2	4.4	0.007
23 TUR5	193.2	4.4	0.008
24 TUR5	193.2	4.4	0.005
25 SANT	193.6	-51.2	0.0
26 SANT	193.6	-51.2	0.012
27 SANT	193.6	-51.2	0.01



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

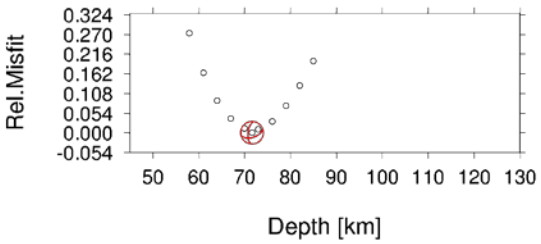
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

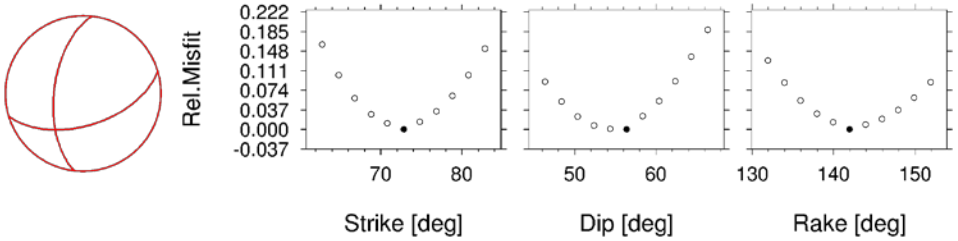
20051223 07:09:55

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

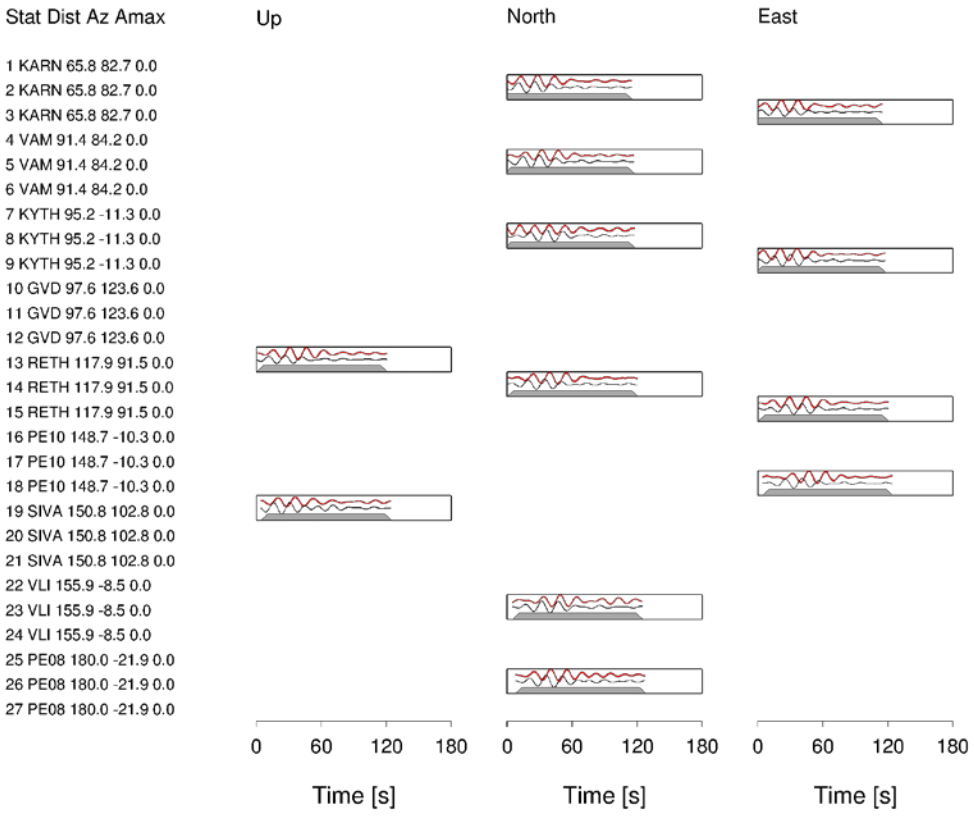
Lat Lon	35.32 N 23.19 E			
Strike	73.0	73.0	186.0	186.0
Dip	56.0	56.0	59.0	59.0
Rake	142.0	-38.0	40.0	-140.0
M_0	5.31E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	71.6km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.311			

Method Amplitude spectra
Components one
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 27 (9 stations)





Fit of Seismograms



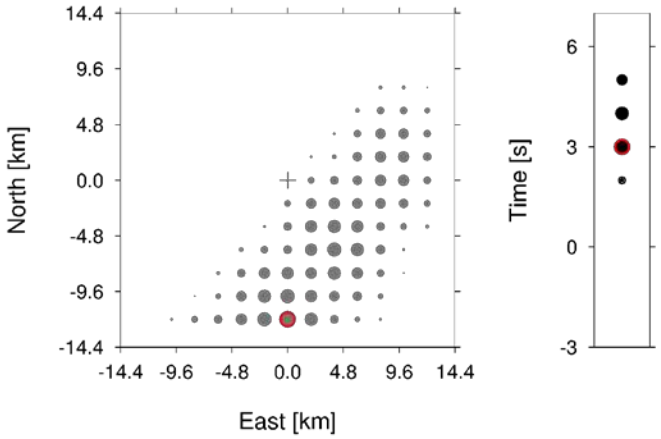
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

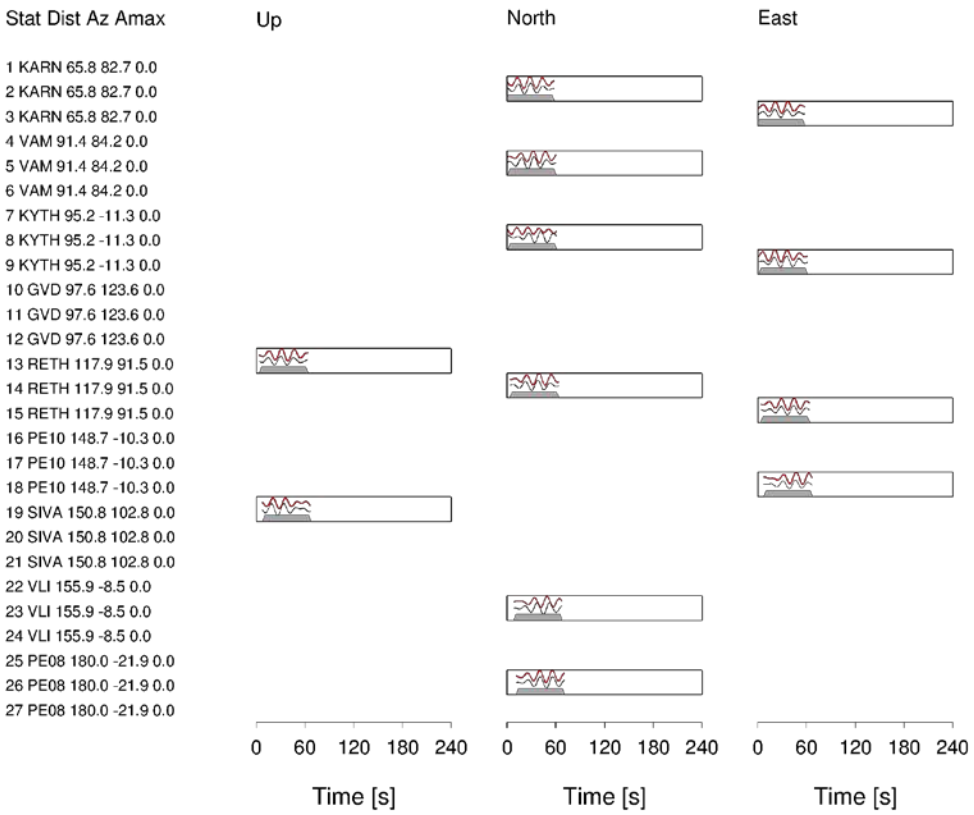
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.32 N 23.19 E
Strike	73.0 186.0
Dip	56.0 59.0
Rake	142.0 40.0
M_0	5.31E+15Nm
M_w	4.3
Depth	71.6km
Duration	0.4s
Misfit	0.521
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



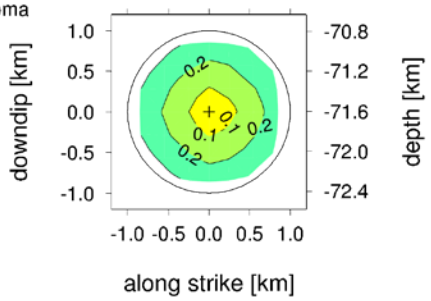
Fit of Seismograms



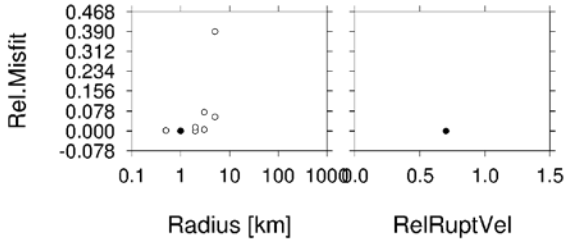
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

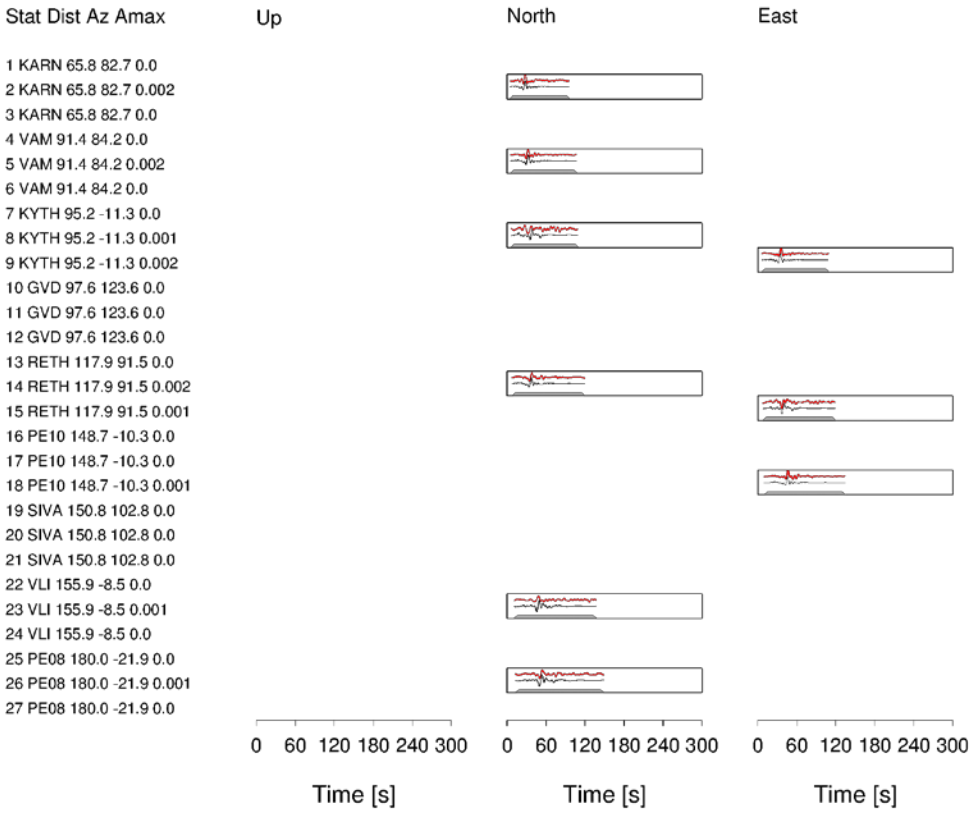
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.32 N 23.19 E		
Strike	73.0		
Dip	56.0		
Rake	142.0		
M_0	5.31E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	71.6km	Duration	1.6+0.2s
Radius	1.0km	Area	3.1km^2
Average Slip	0.023m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.319		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms



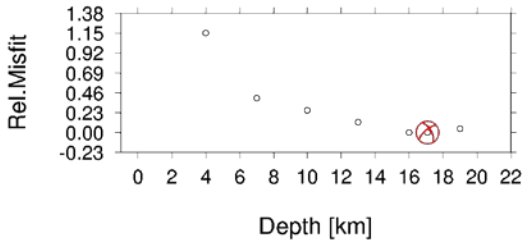
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

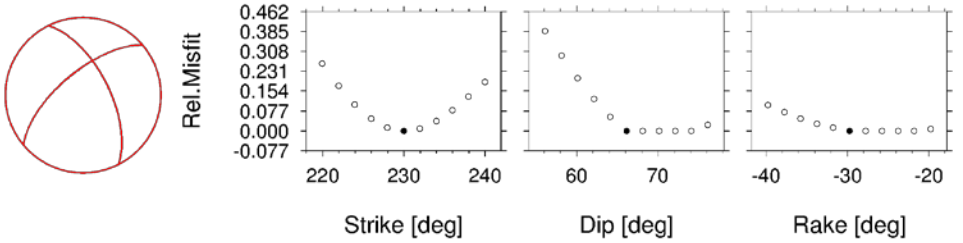
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060101 15:41:20

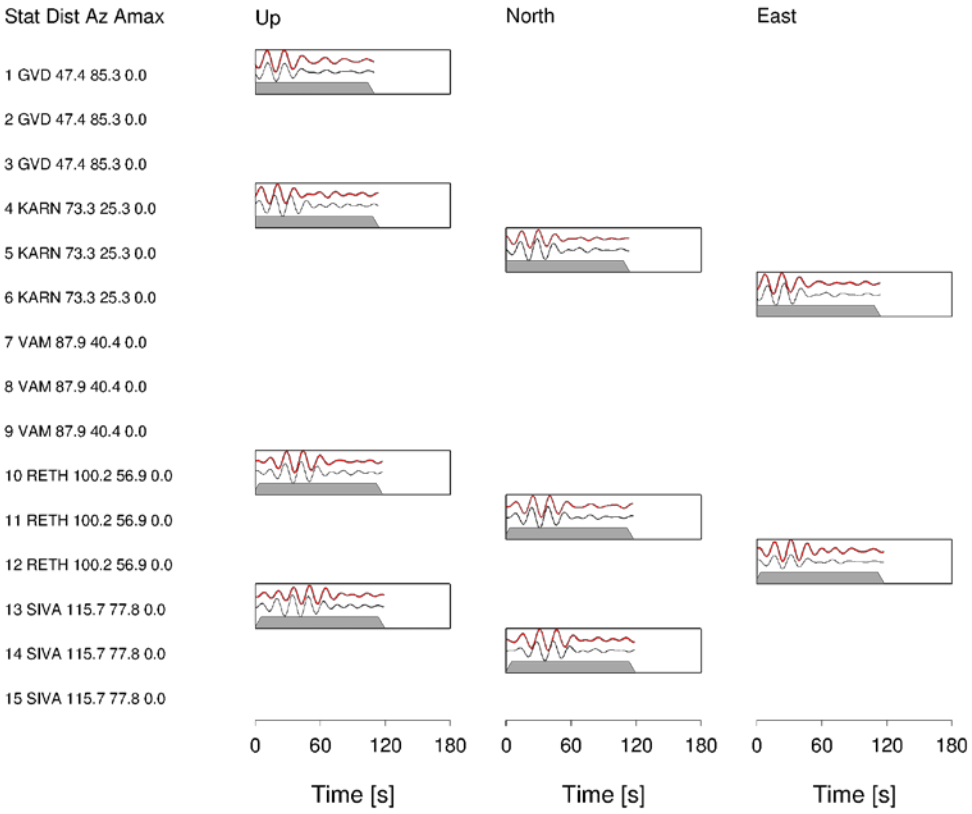
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.8 N 23.57 E			
Strike	230.0	230.0	333.0	333.0
Dip	66.0	66.0	63.0	63.0
Rake	-30.0	150.0	-153.0	27.0
M_0	4.87E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	17.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.253			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



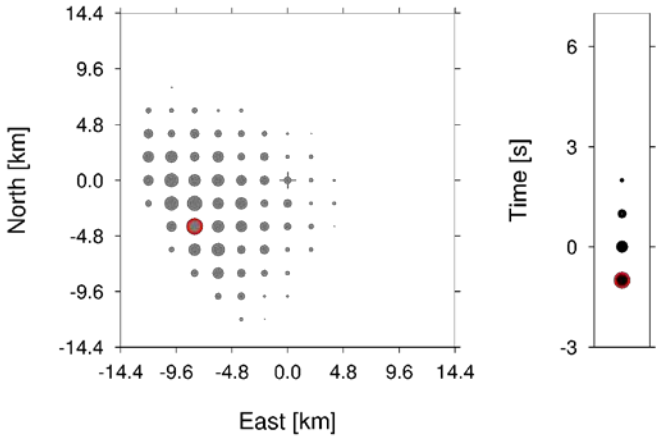
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

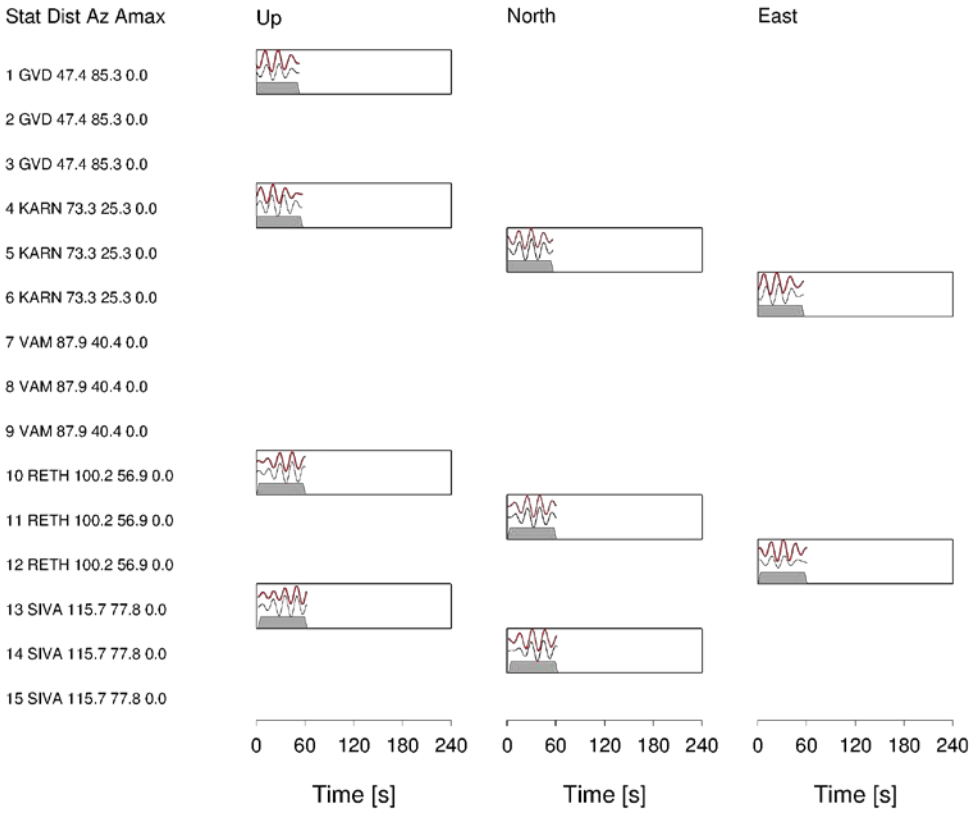
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.8 N 23.57 E
Strike	230.0 333.0
Dip	66.0 63.0
Rake	-30.0 -153.0
M_0	4.87E+14Nm
M_w	3.6
Depth	17.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.558
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	15 (5 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



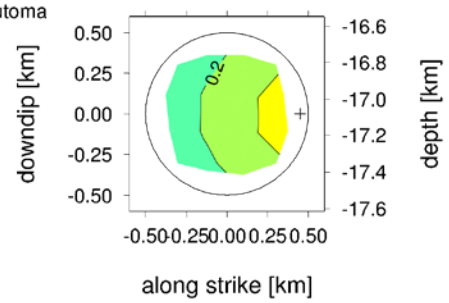
Fit of Seismograms



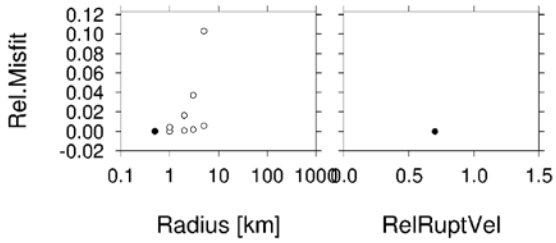
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

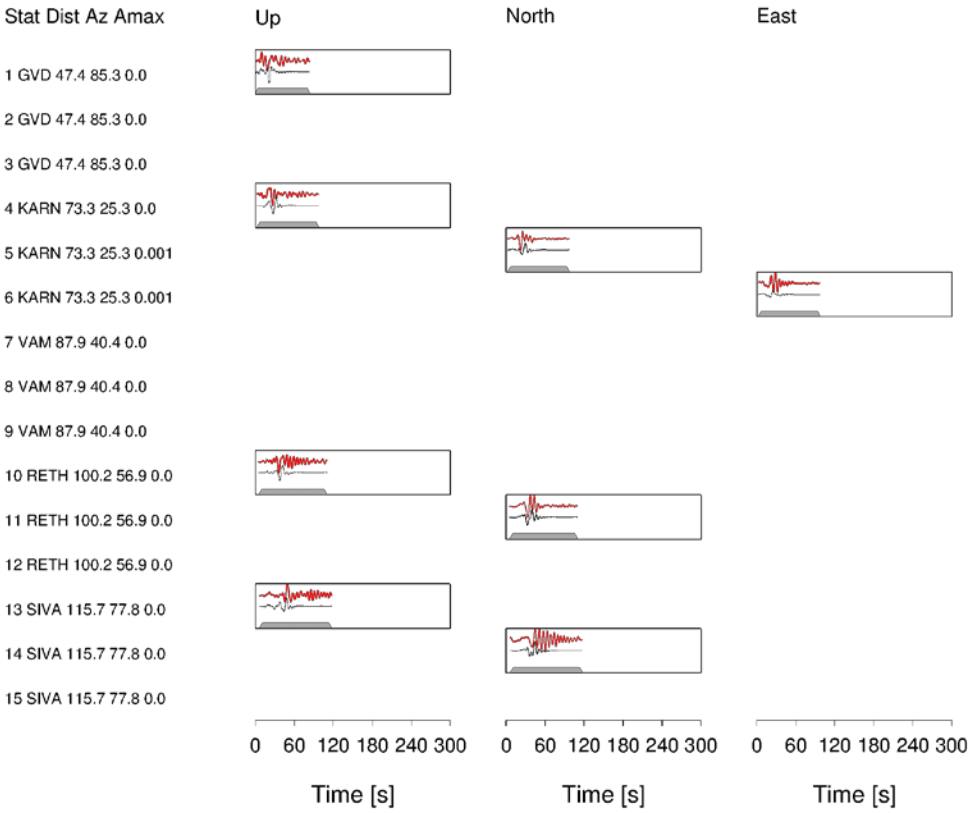
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.8 N 23.57 E		
Strike	230.0		
Dip	66.0		
Rake	-30.0		
M_0	4.87E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	17.0km	Duration	1.6+0.2s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.008m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.45km	y: 0.0km	
Misfit	0.528		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

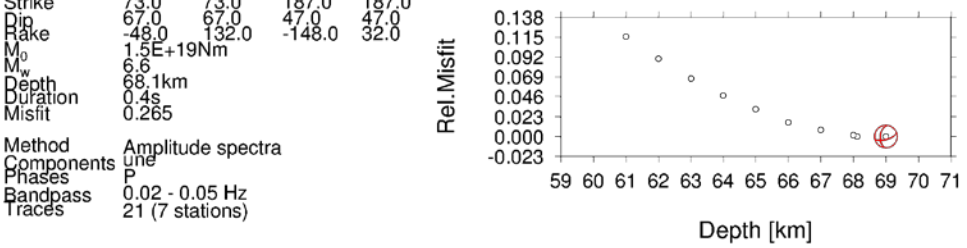
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

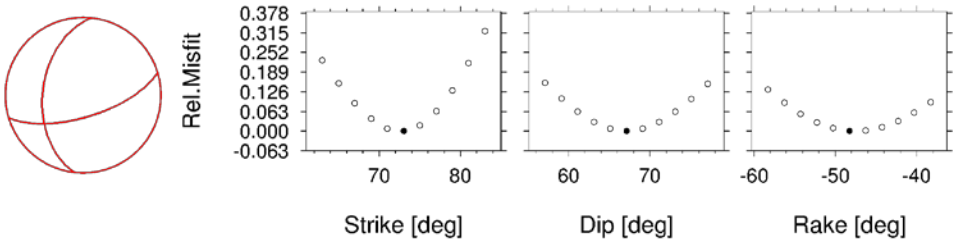
20060108 11:34:56

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

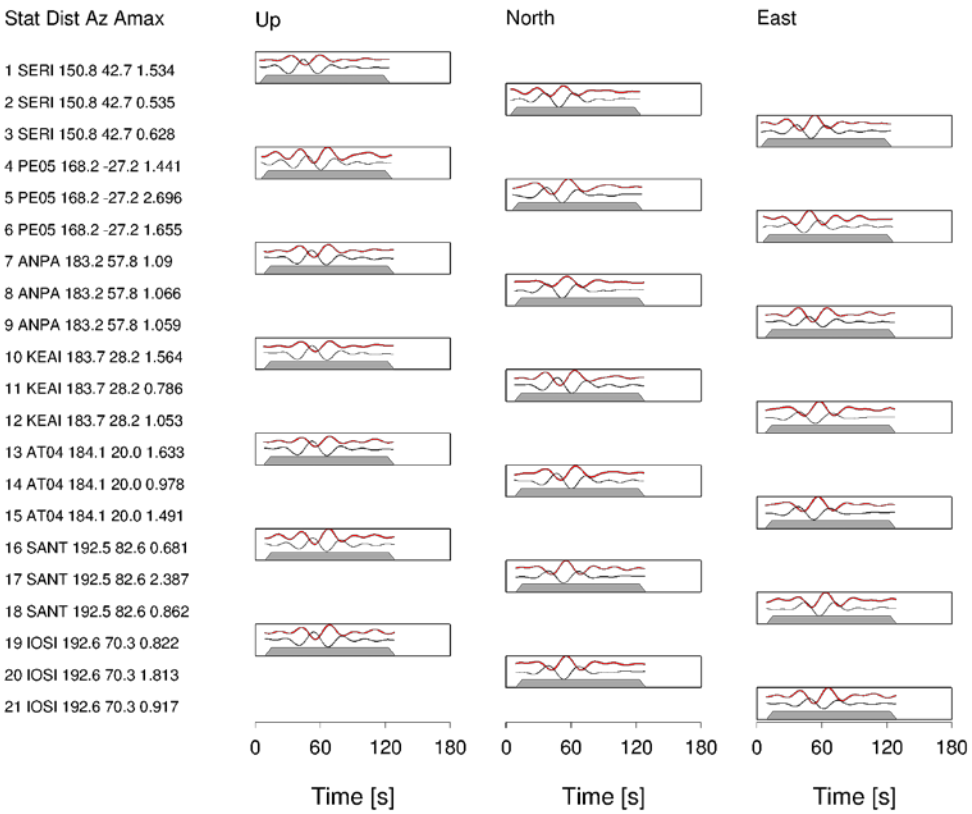
Lat Lon	36.17 N 23.33 E			
Strike	73.0	73.0	187.0	187.0
Dip	67.0	67.0	47.0	47.0
Rake	-48.0	132.0	-148.0	32.0
M_0	1.5E+19Nm			
M_w	6.6			
Depth	68.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.265			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.02 - 0.05 Hz
Traces 21 (7 stations)





Fit of Seismograms



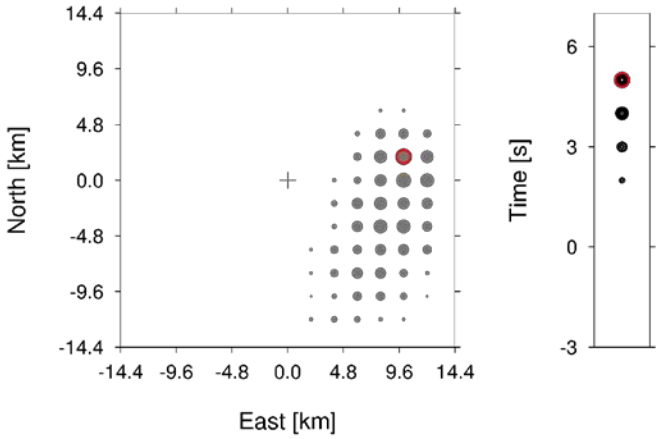
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

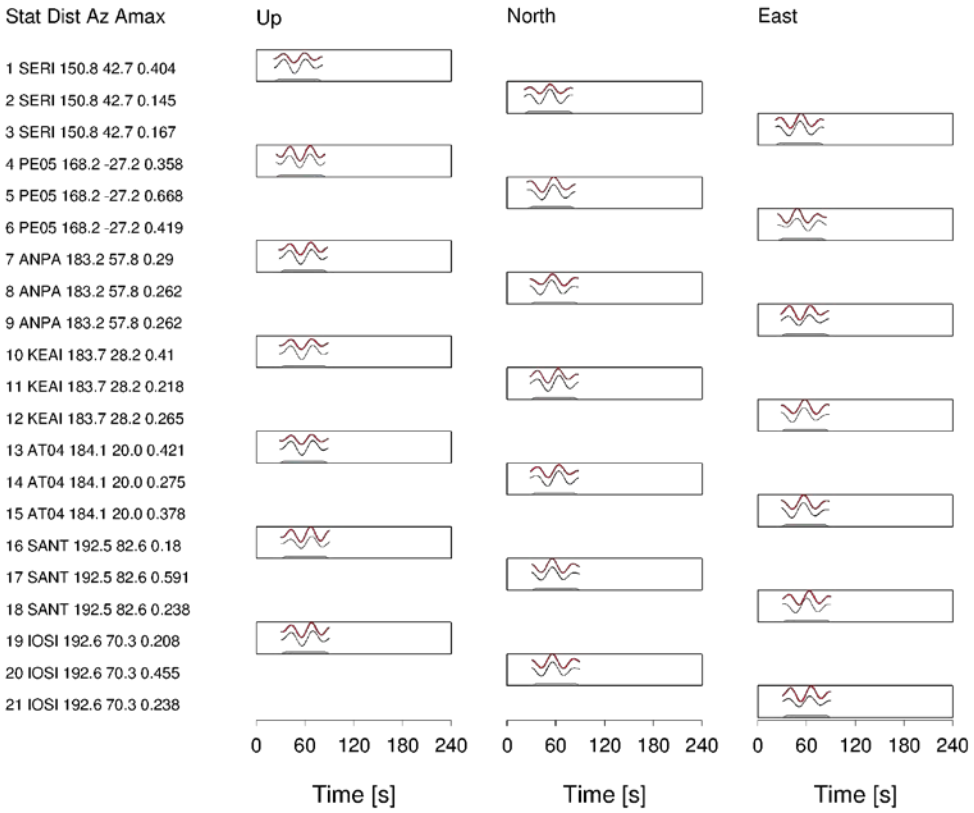
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.17 N 23.33 E
Strike	73.0 187.0
Dip	67.0 47.0
Rake	132.0 32.0
M_0	1.5E+19Nm
M_w	6.6
Depth	68.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.327
Method	Time domain
Components	une
Phases	S
Bandpass	0.02 - 0.05 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

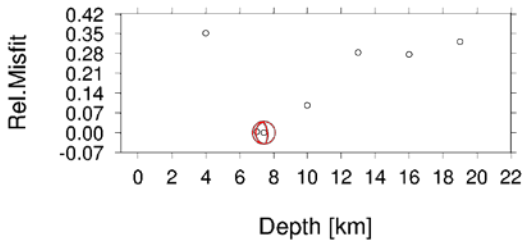


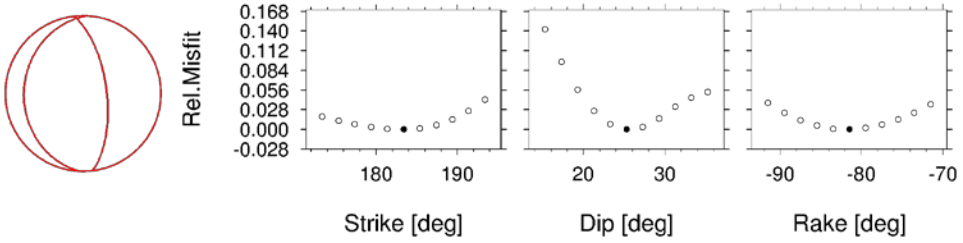
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060110 19:12:54

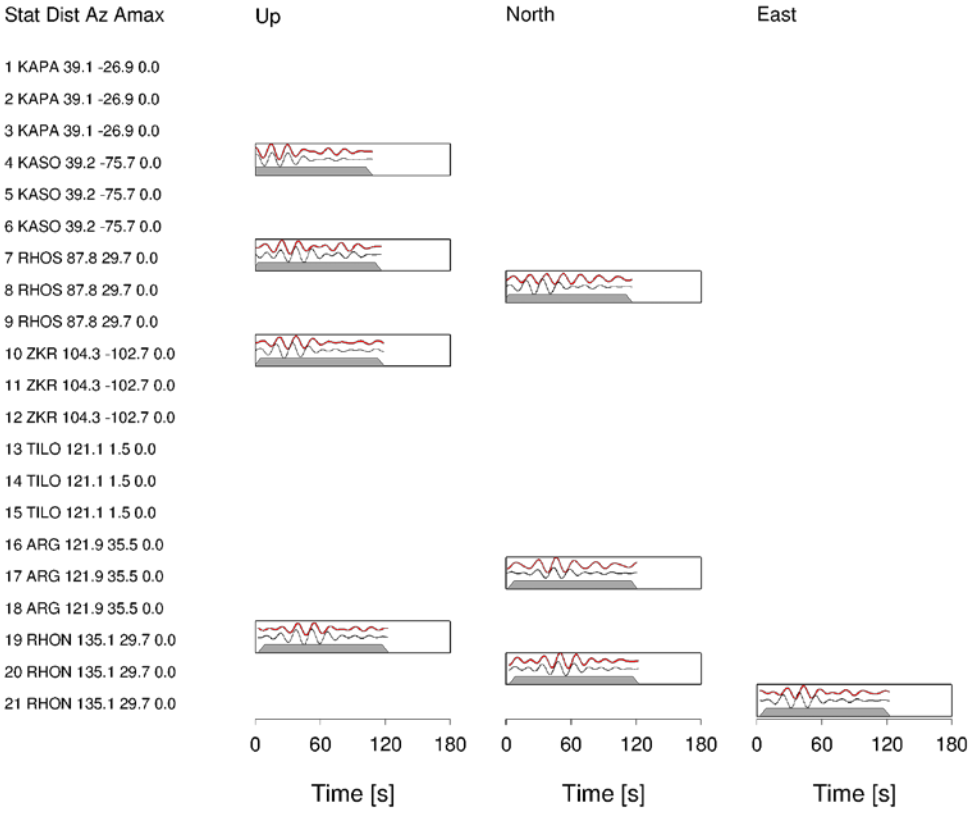
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.32 N 27.33 E			
Strike	183.0	183.0	354.0	354.0
Dip	25.0	25.0	65.0	65.0
Rake	-81.0	99.0	-94.0	86.0
M_0	4.42E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	7.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.468			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	21 (7 stations)			





Fit of Seismograms



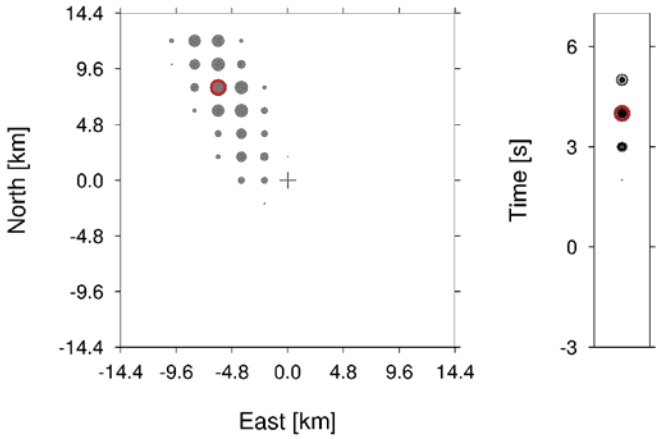
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

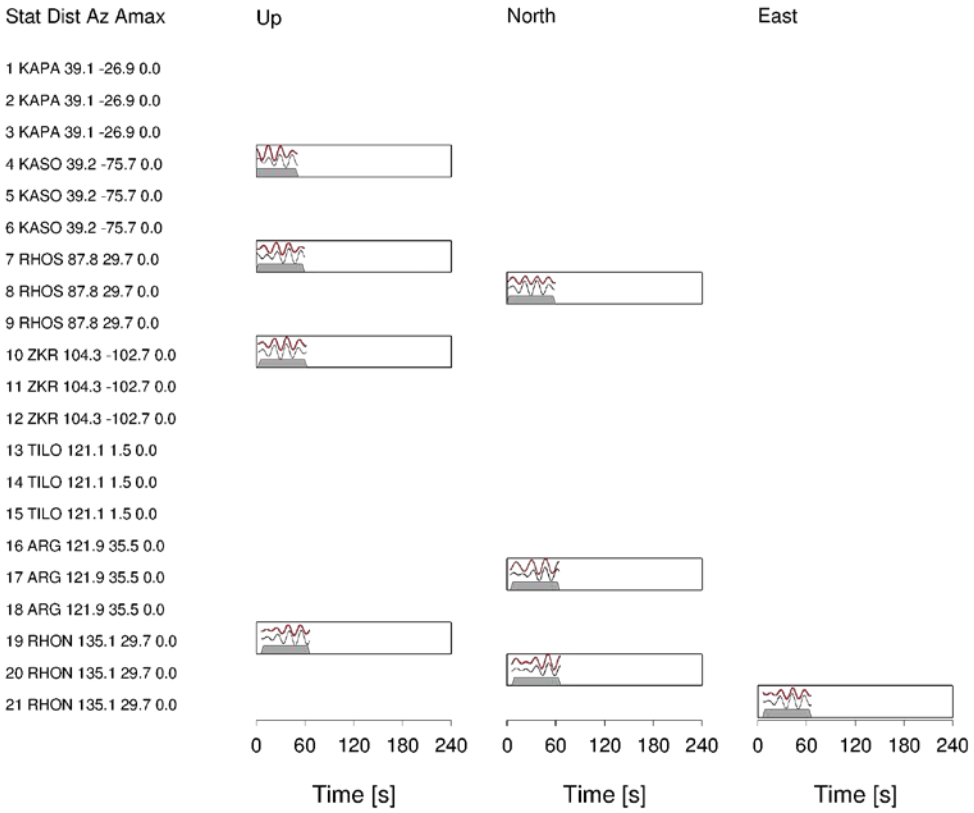
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.32 N 27.33 E
Strike	183.0 354.0
Dip	25.0 65.0
Rake	-81.0 -94.0
M_0	4.42E+14Nm
M_w	3.6
Depth	7.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.616
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

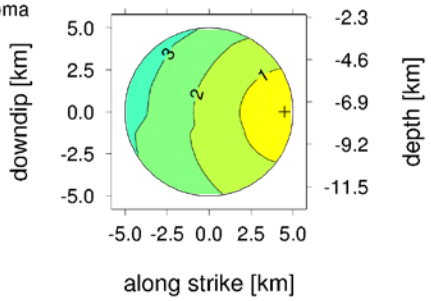


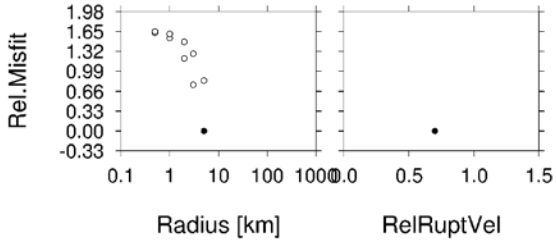
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

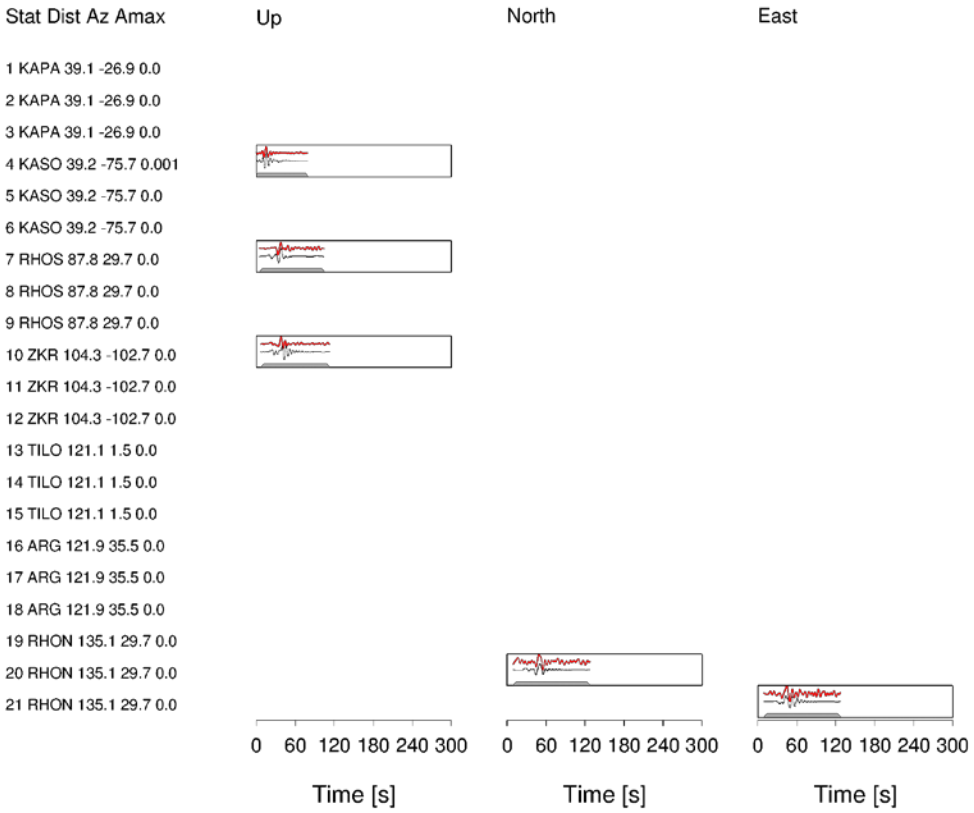
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.32 N 27.33 E		
Strike	354.0		
Dip	65.0		
Rake	-94.0		
M_0	4.42E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	7.4km	Duration	1.6±3.4s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.408		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms

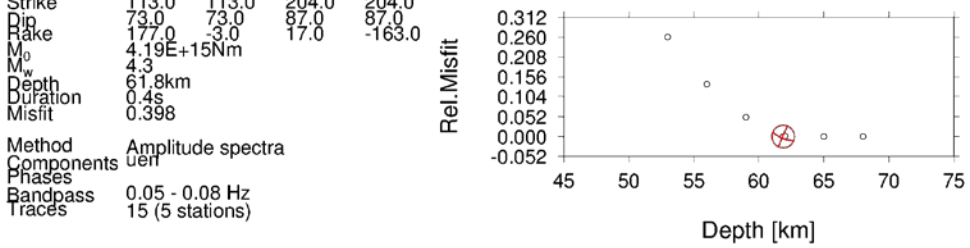


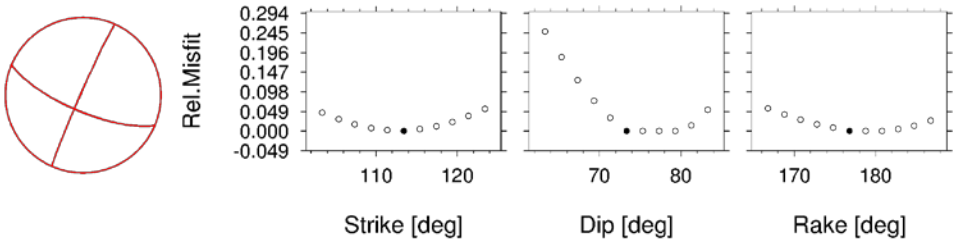
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060111 10:34:51

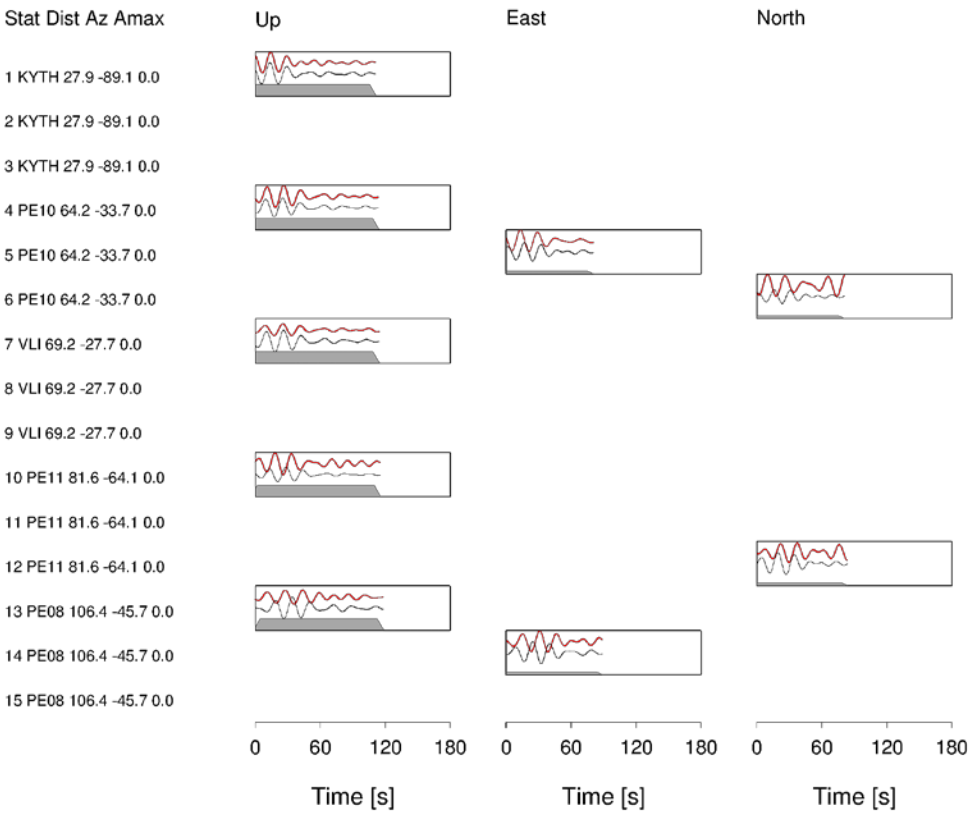
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.16 N 23.29 E			
Strike	113.0	113.0	204.0	204.0
Dip	73.0	73.0	87.0	87.0
Rake	177.0	-3.0	17.0	-163.0
M_0	4.19E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	61.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.398			
Method	Amplitude spectra			
Components	uen			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



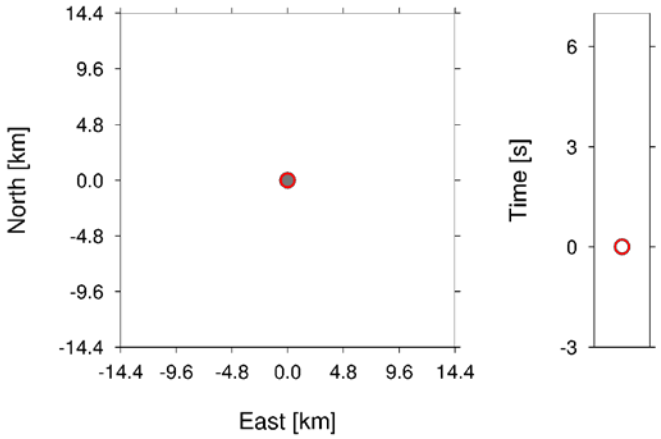
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

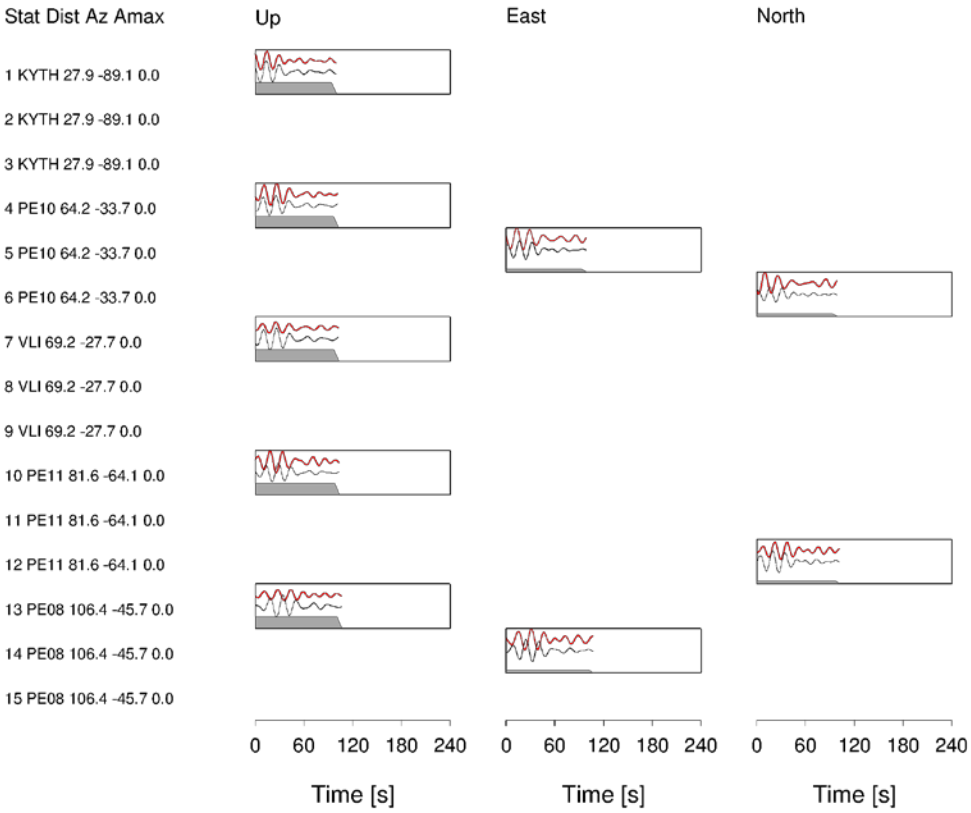
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.16 N 23.29 E
Strike	113.0 204.0
Dip	73.0 87.0
Rake	177.0 17.0
M_0	4.19E+15Nm
M_w	4.3
Depth	61.8km
Duration	0.4s
Misfit	0.578
Method	Time domain
Components	uen
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	15 (5 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



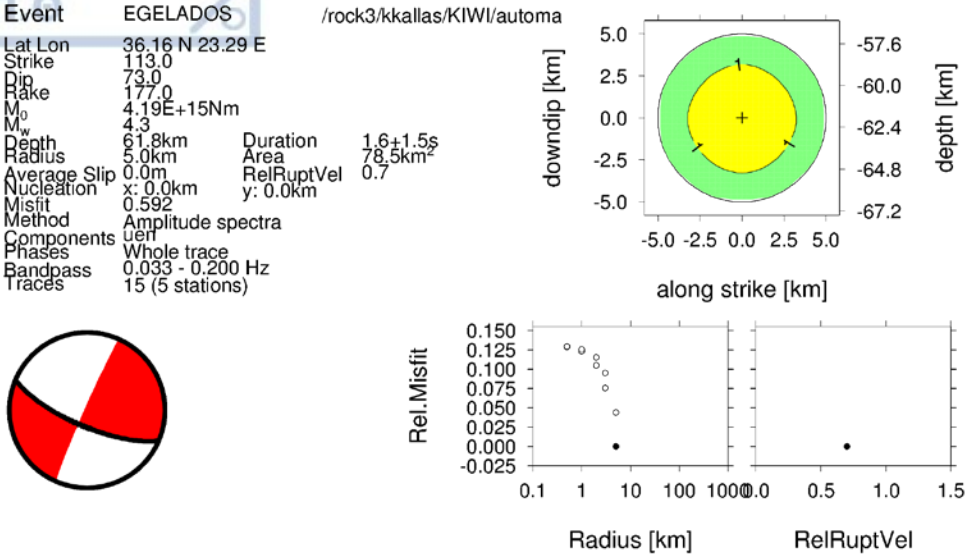
Fit of Seismograms



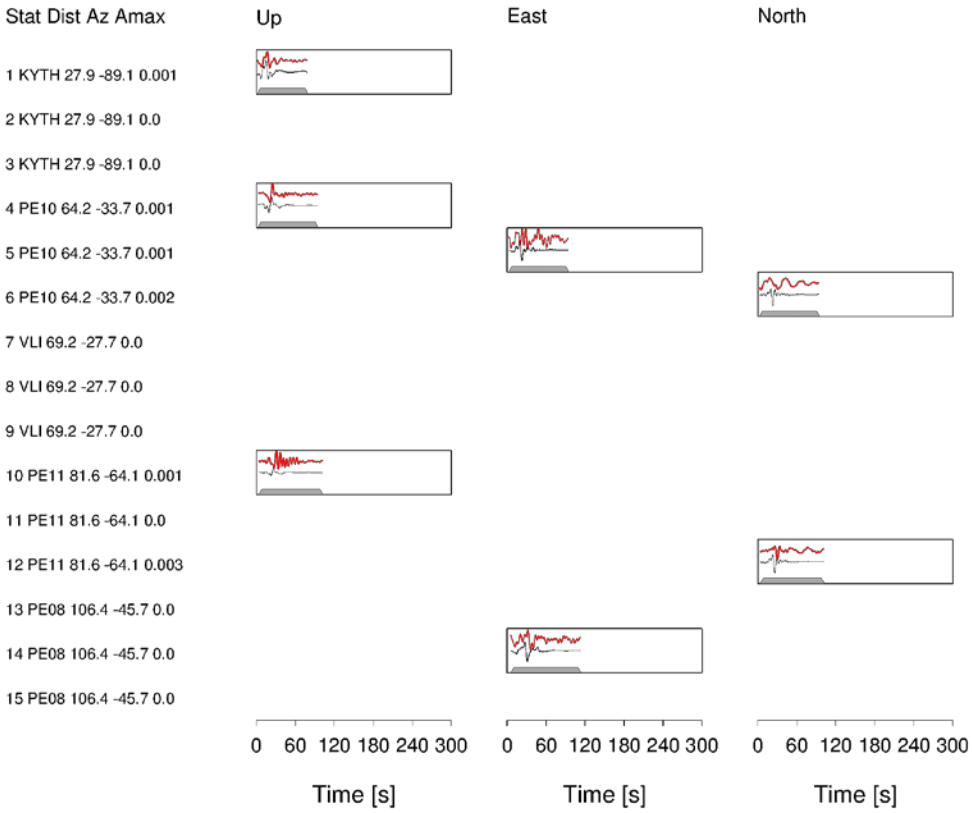
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.16 N 23.29 E		
Strike	113.0		
Dip	73.0		
Rake	177.0		
M_0	4.19E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	61.8km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.592		
Method	Amplitude spectra		
Components	uen		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		



Fit of Seismograms

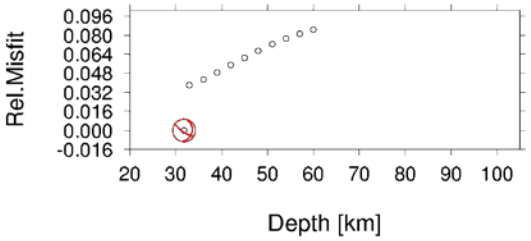


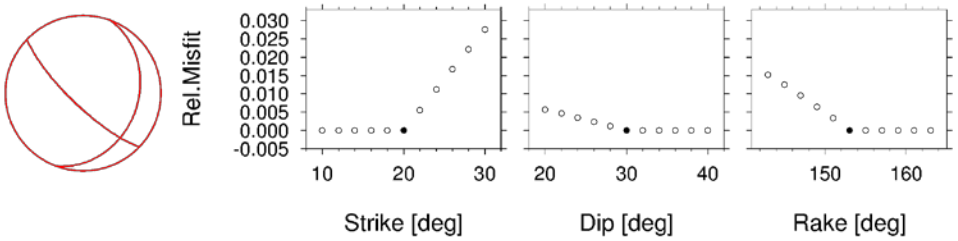
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

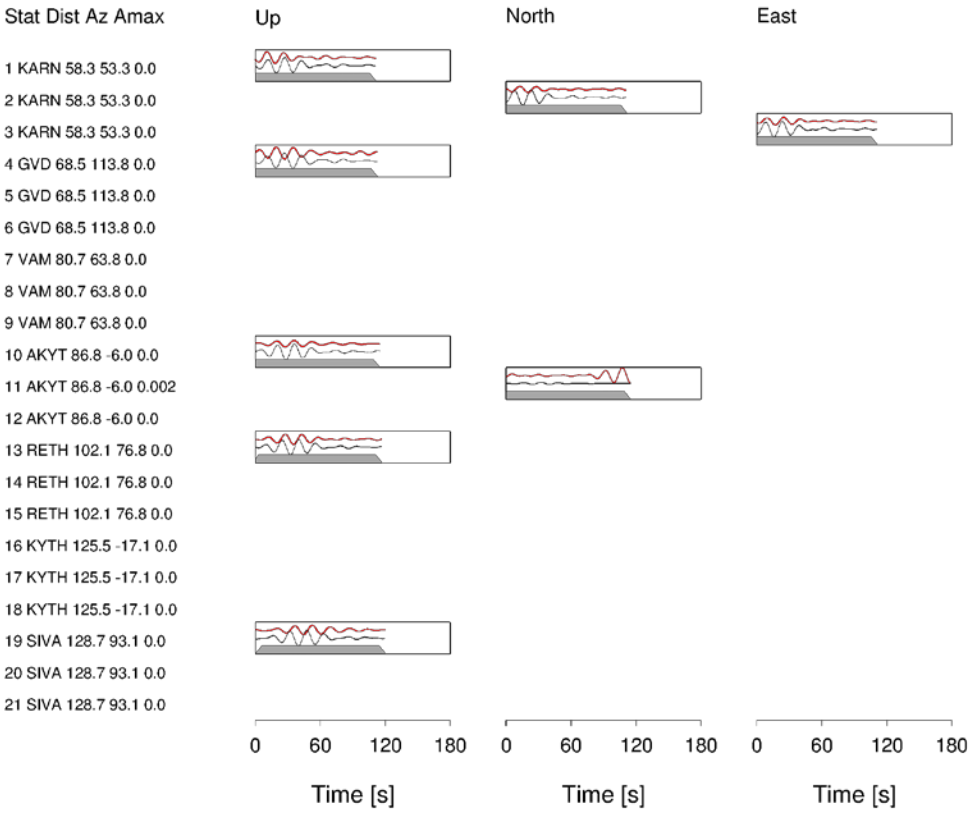
20060205 08:10:46

Event	EGELADOS				/rock4/kkallas/KIWI/automa
Lat Lon	35.09 N 23.4 E				
Strike	20.0	20.0	134.0	134.0	
Dip	30.0	30.0	77.0	77.0	
Rake	153.0	-27.0	63.0	-117.0	
M_0	5.91E+14Nm				
M_w	3.7				
Depth	31.8km				
Duration	0.4s				
Misfit	0.893				
Method	Amplitude spectra				
Components	une				
Phases	P				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz				
Traces	21 (7 stations)				





Fit of Seismograms



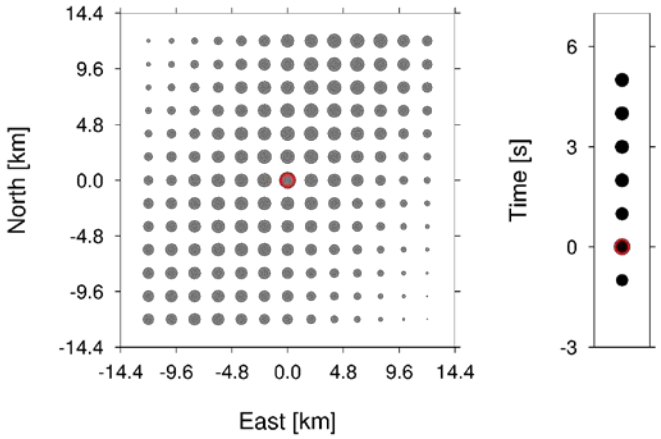
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

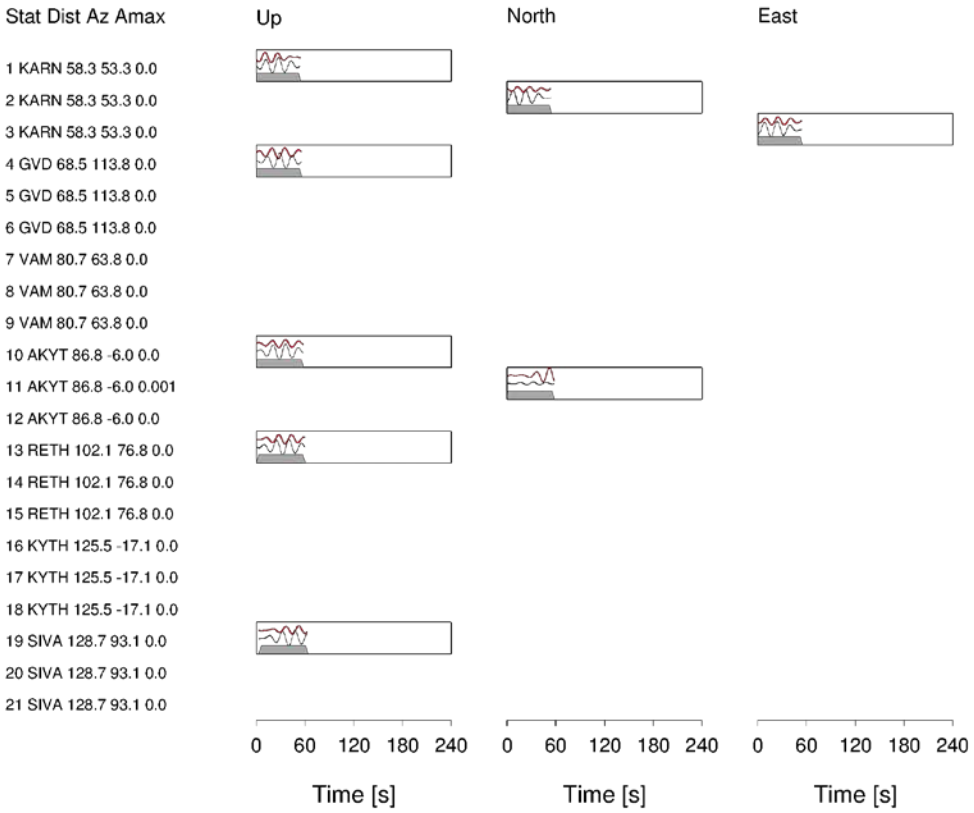
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.09 N 23.4 E
Strike	20.0 134.0
Dip	30.0 77.0
Rake	153.0 63.0
M_0	5.91E+14Nm
M_w	3.7
Depth	31.8km
Duration	0.4s
Misfit	1.047
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



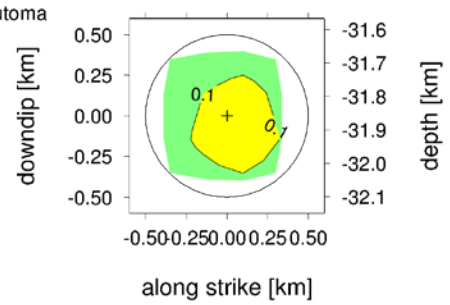
Fit of Seismograms



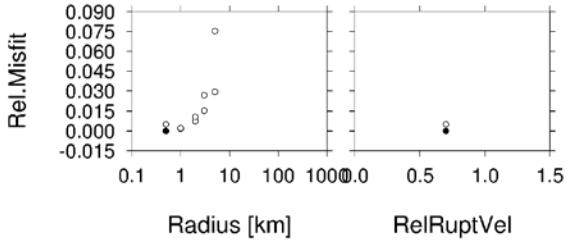
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

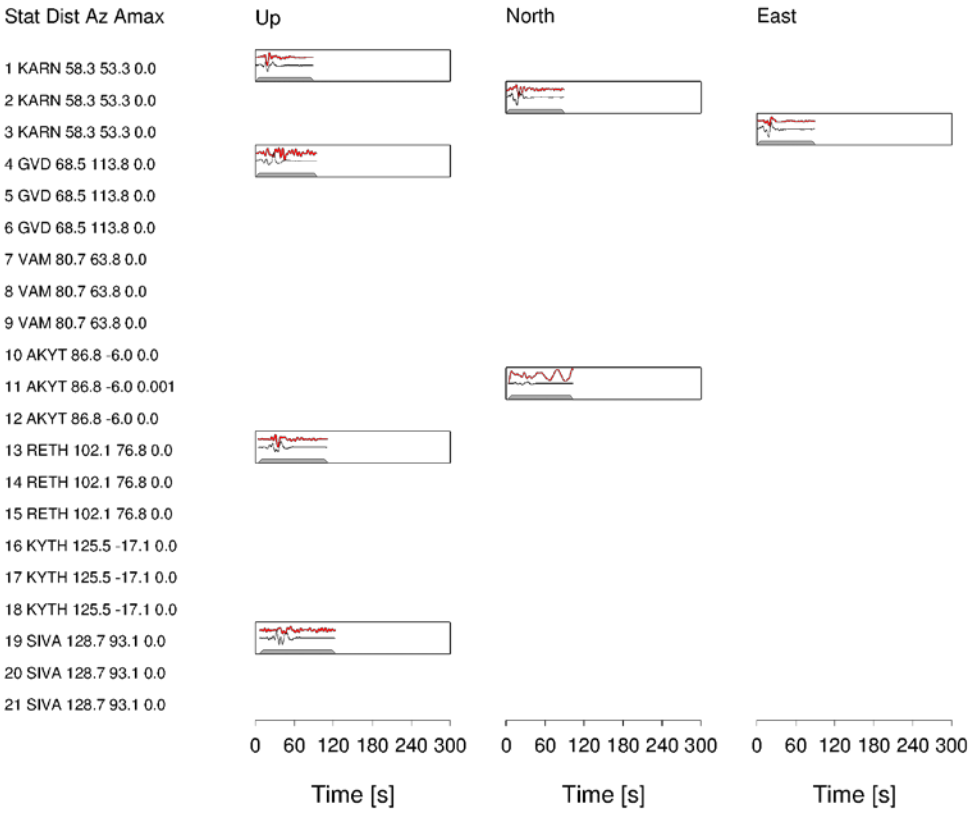
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.09 N 23.4 E		
Strike	20.0		
Dip	30.0		
Rake	153.0		
M_0	5.91E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	31.8km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.01m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.733		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms

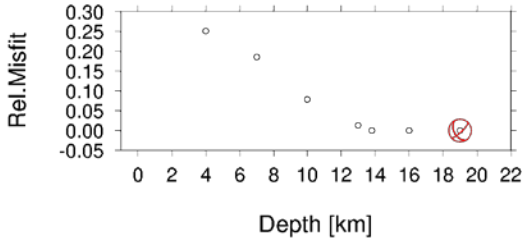


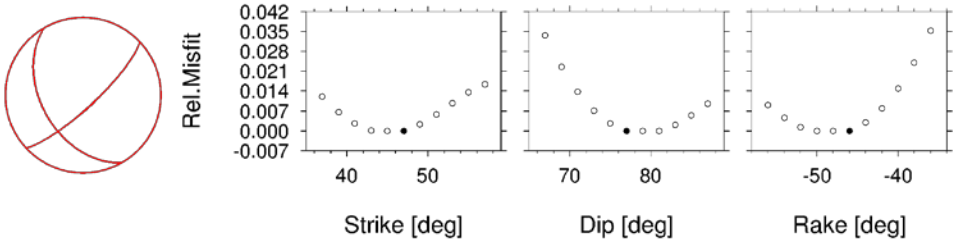
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060206 12:43:51

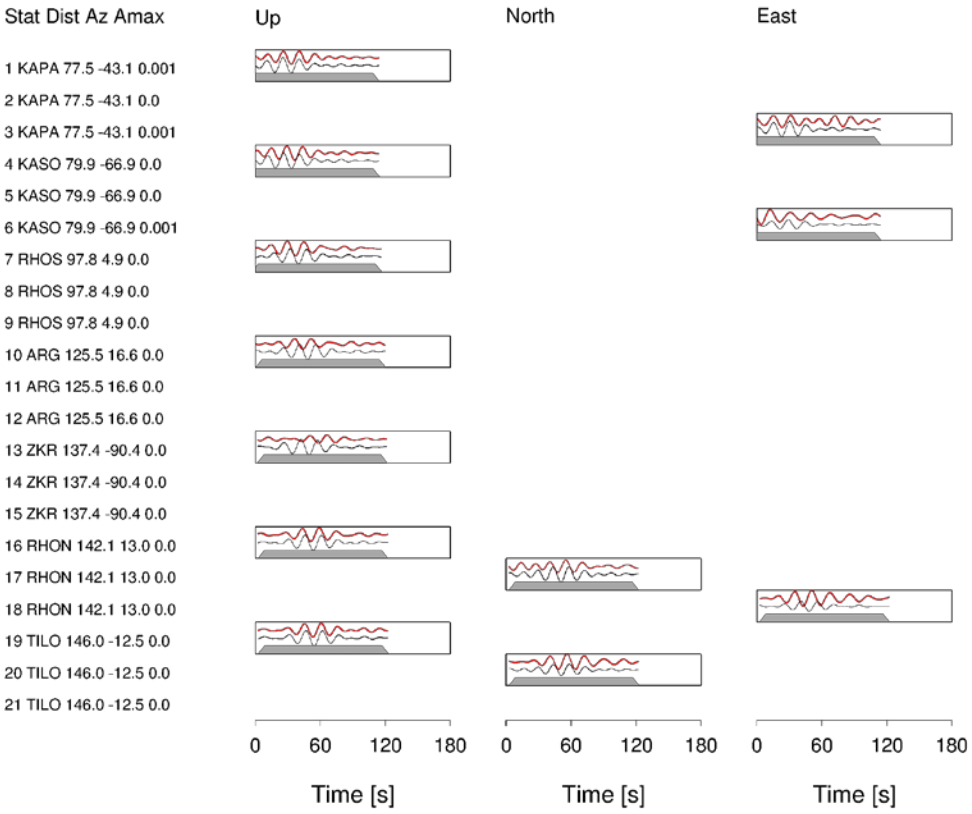
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.13 N 27.72 E			
Strike	47.0	47.0	150.0	150.0
Dip	77.0	77.0	46.0	46.0
Rake	-46.0	134.0	-162.0	18.0
M_0	1.32E+15Nm			
M_w	3.9			
Depth	13.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.538			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	21 (7 stations)			





Fit of Seismograms



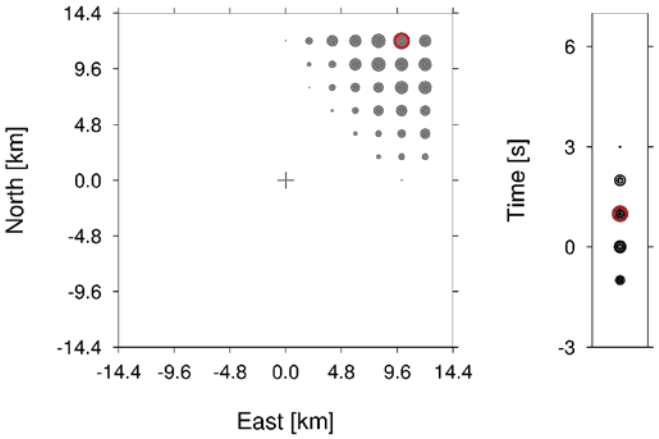
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

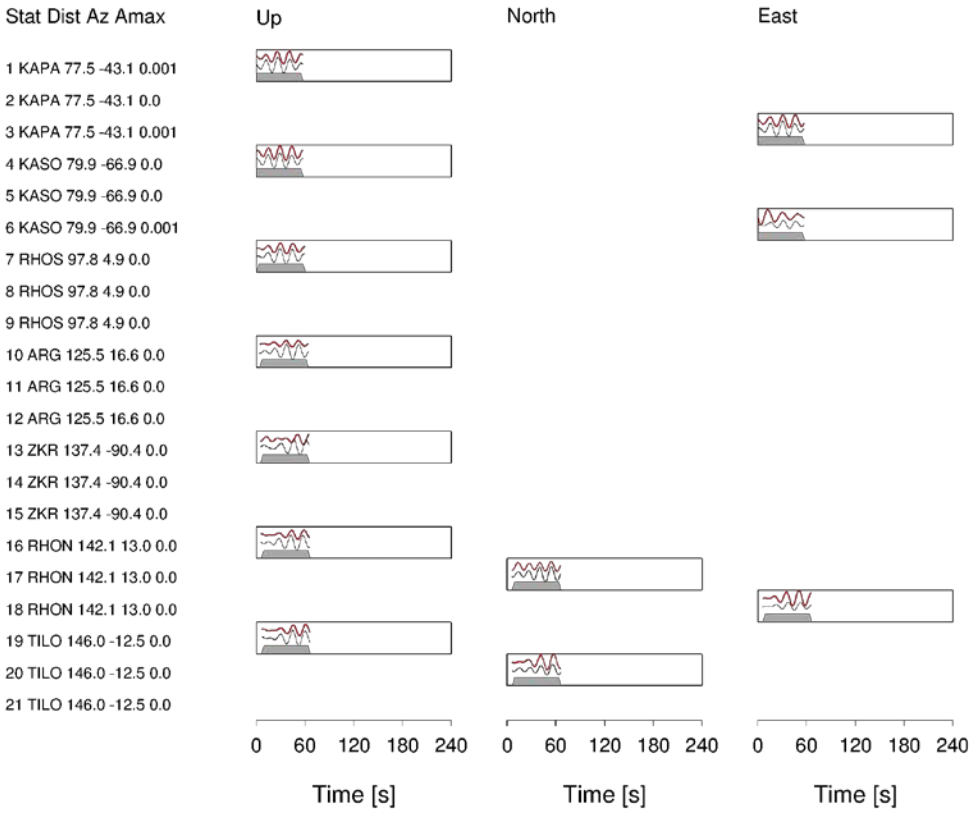
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.13 N 27.72 E
Strike	47.0 150.0
Dip	77.0 46.0
Rake	-46.0 -162.0
M_0	1.32E+15Nm
M_w	3.9
Depth	13.8km
Duration	0.4s
Misfit	0.681
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



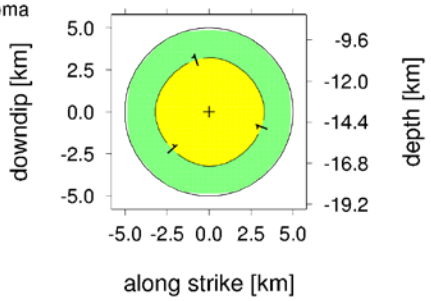
Fit of Seismograms



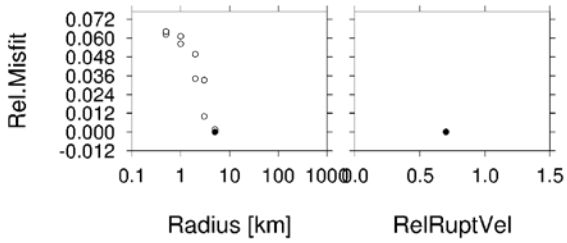
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

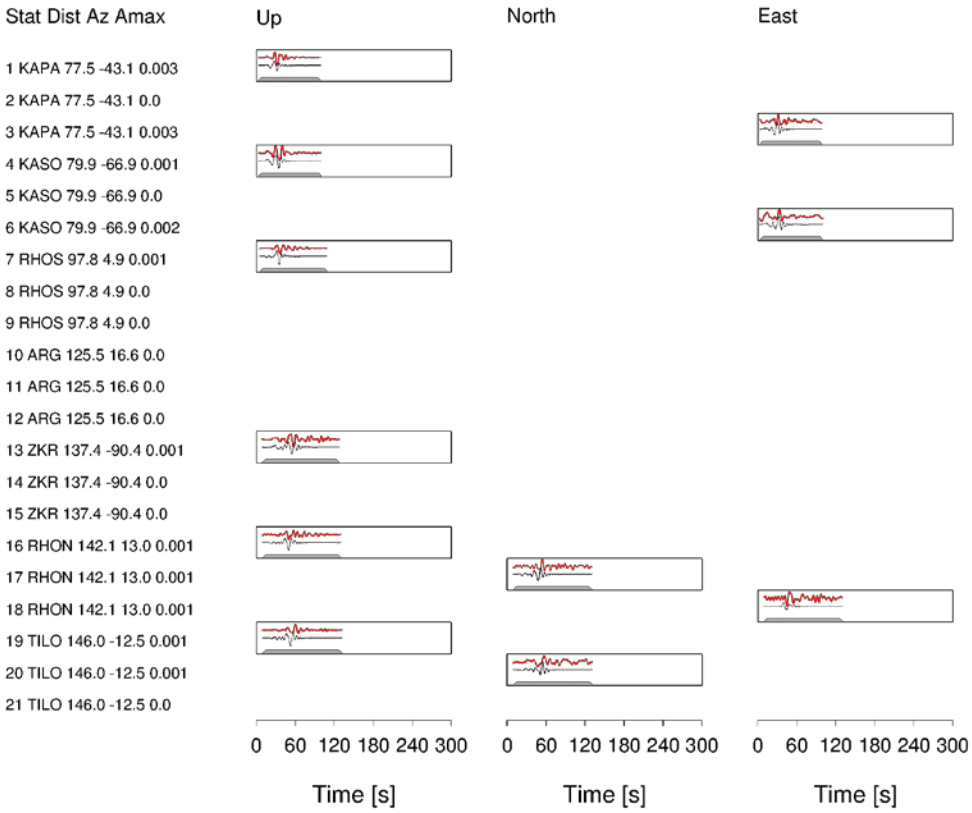
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.13 N 27.72 E		
Strike	47.0		
Dip	77.0		
Rake	-46.0		
M_0	1.32E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	13.8km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.425		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms

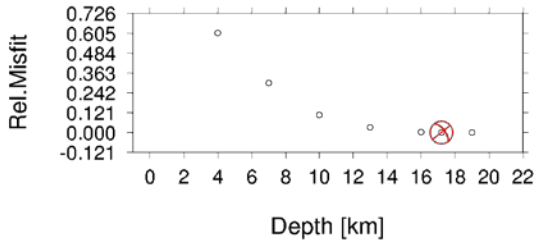


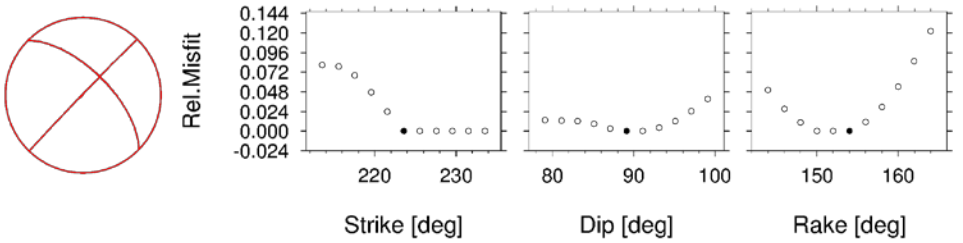
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060209 06:59:42

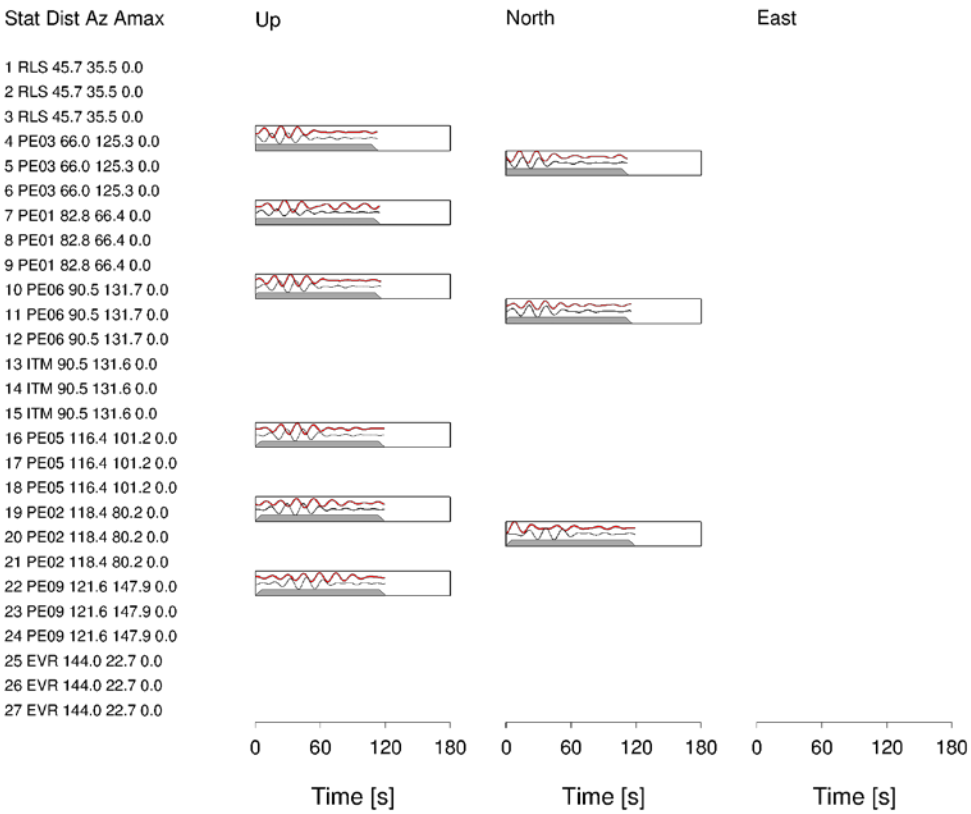
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.72 N 21.16 E			
Strike	224.0	224.0	314.0	314.0
Dip	89.0	89.0	64.0	64.0
Rake	154.0	-26.0	1.0	-179.0
M_0	3.13E+14Nm			
M_w	3.5			
Depth	17.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.401			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	27 (9 stations)			





Fit of Seismograms



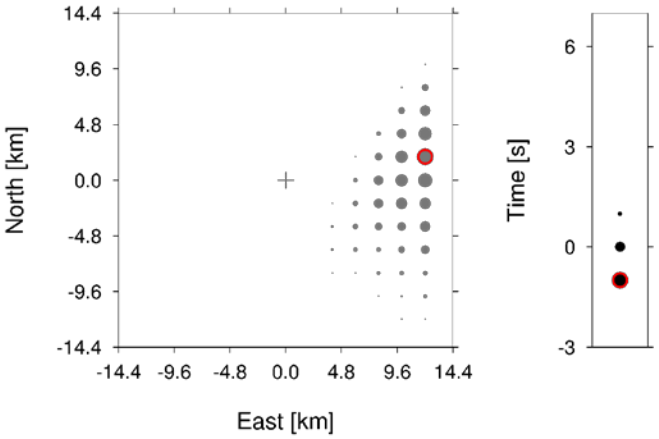
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

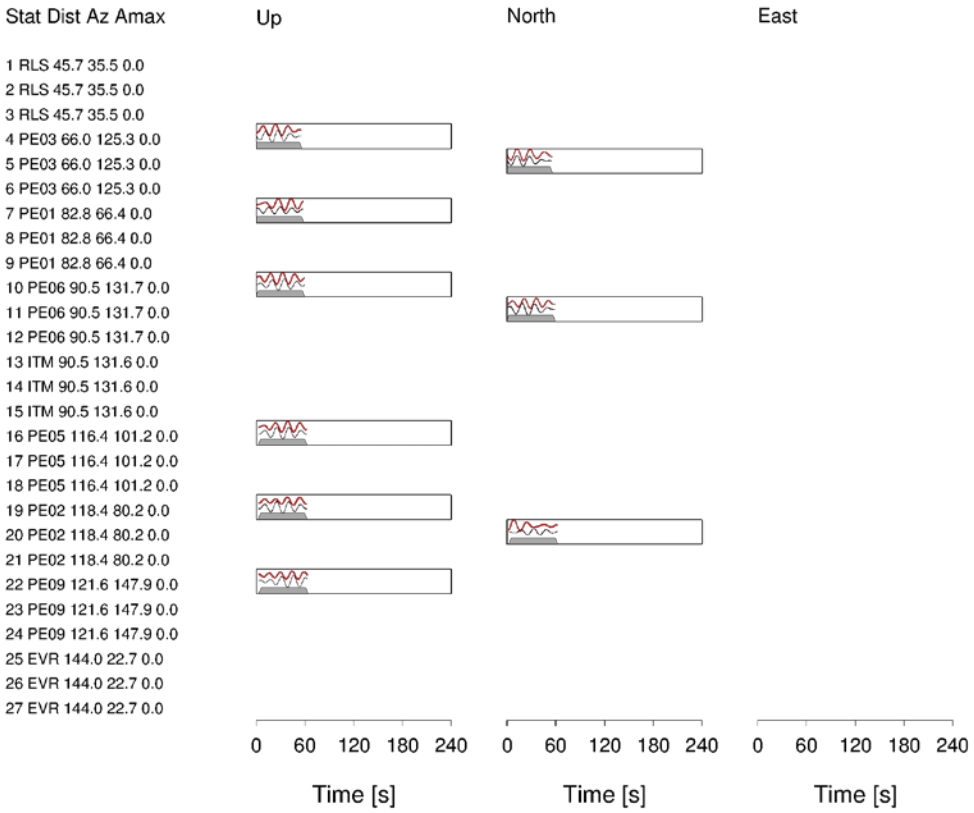
Event	EGELADOS
Lat Lon	37.72 N 21.16 E
Strike	224.0 314.0
Dip	89.0 64.0
Rake	154.0 1.0
M_0	3.13E+14Nm
M_w	3.5
Depth	17.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.79
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

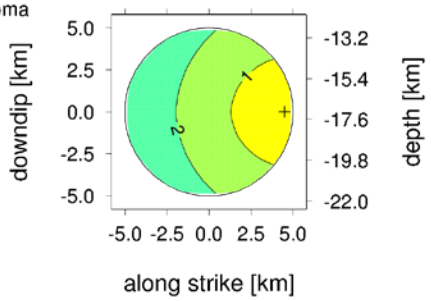


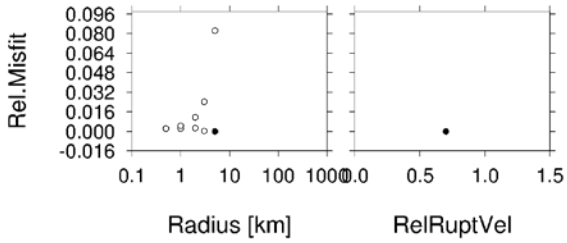
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

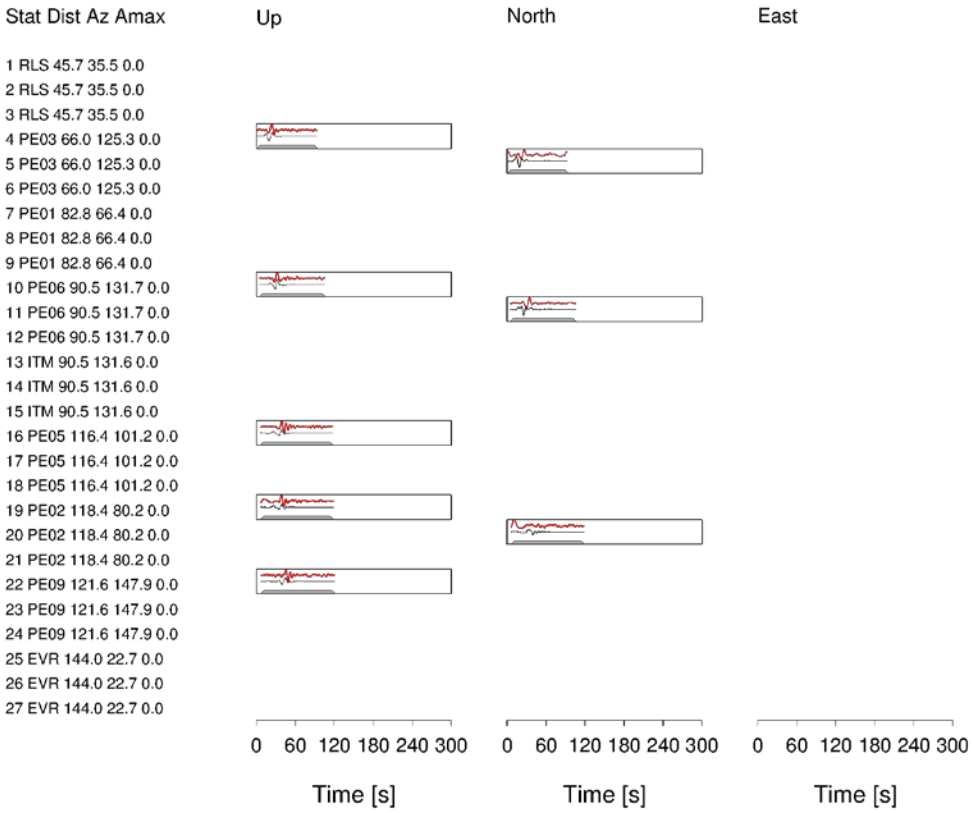
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.72 N 21.16 E		
Strike	314.0		
Dip	64.0		
Rake	1.0		
M_0	3.13E+14Nm		
M_w	3.5		
Depth	17.1km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.46		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms

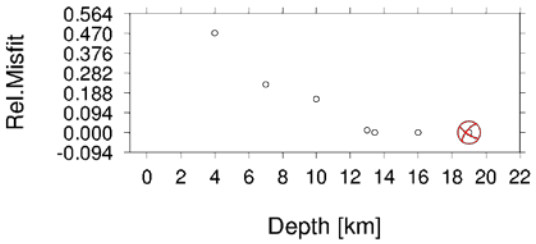


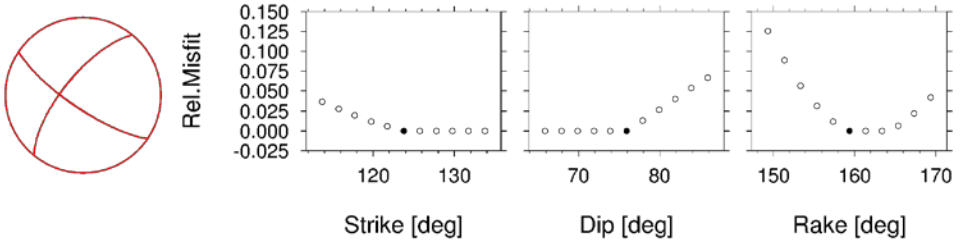
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060212 00:42:21

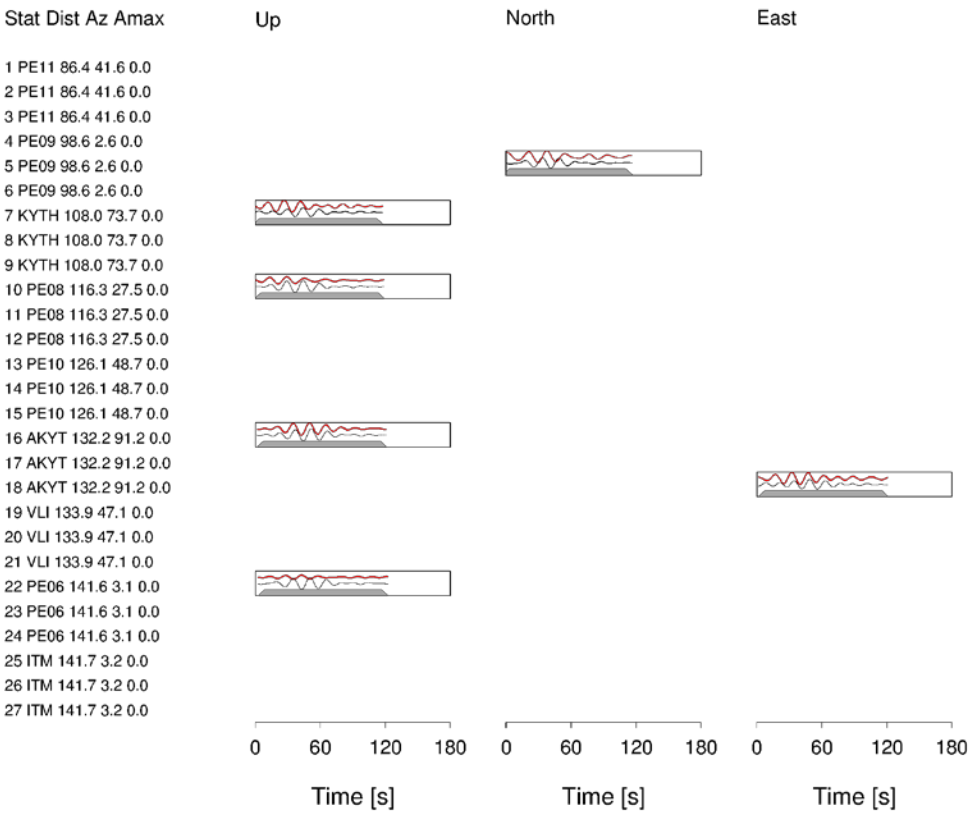
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.9 N 21.83 E			
Strike	124.0	124.0	219.0	219.0
Dip	76.0	76.0	70.0	70.0
Rake	159.0	-21.0	15.0	-165.0
M_0	3.79E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	13.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.538			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	27 (9 stations)			





Fit of Seismograms



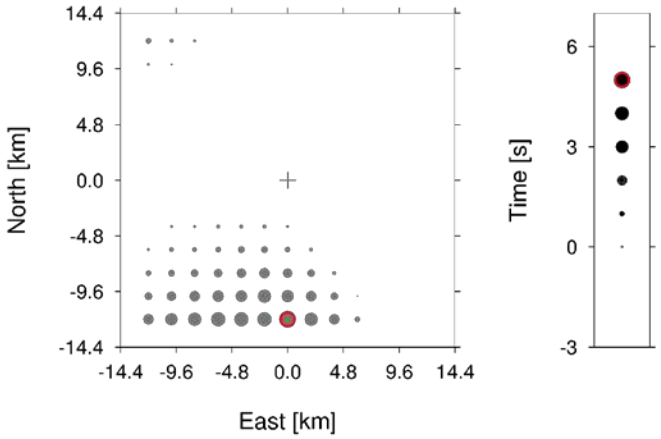
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

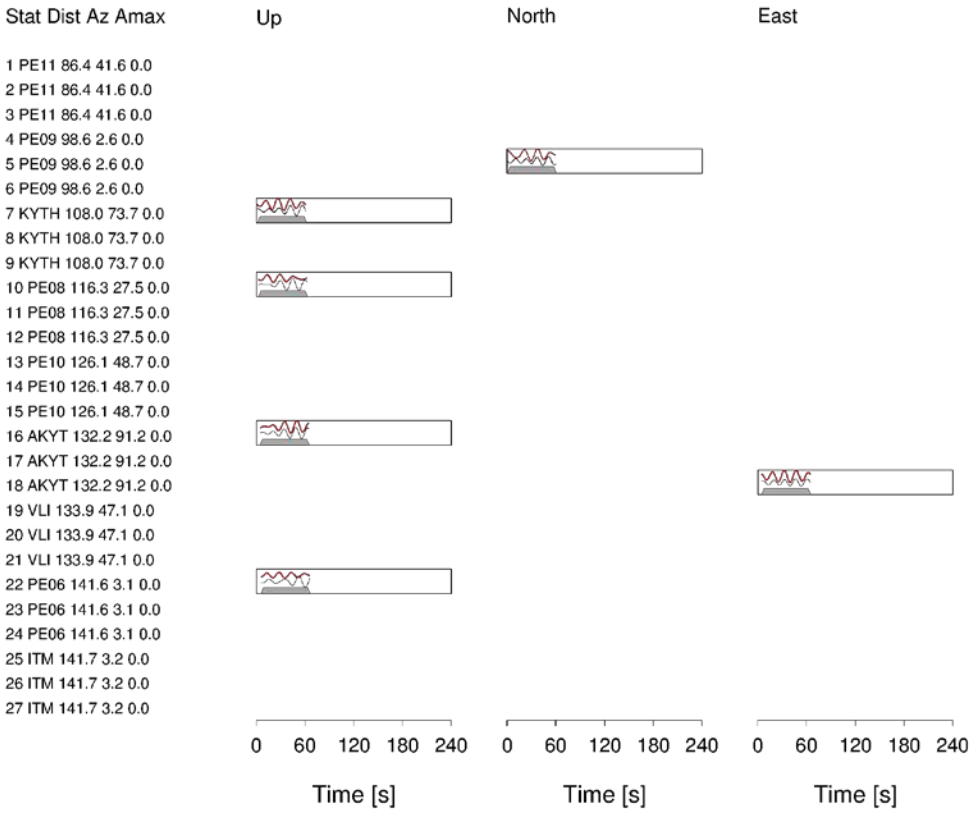
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.9 N 21.83 E
Strike	124.0 219.0
Dip	76.0 70.0
Rake	-21.0 -165.0
M_0	3.79E+14Nm
M_w	3.6
Depth	13.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.888
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



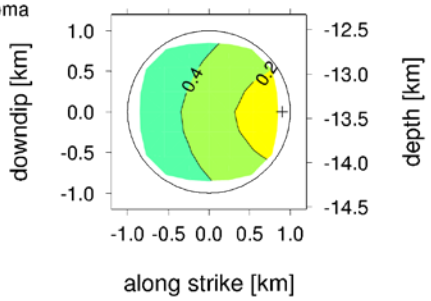
Fit of Seismograms



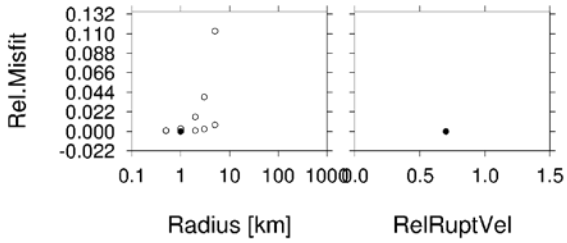
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.9 N 21.83 E		
Strike	219.0		
Dip	70.0		
Rake	-165.0		
M_0	3.79E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	13.4km	Duration	1.6+0.5s
Radius	1.0km	Area	3.1km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.9km	y: 0.0km	
Misfit	0.496		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		

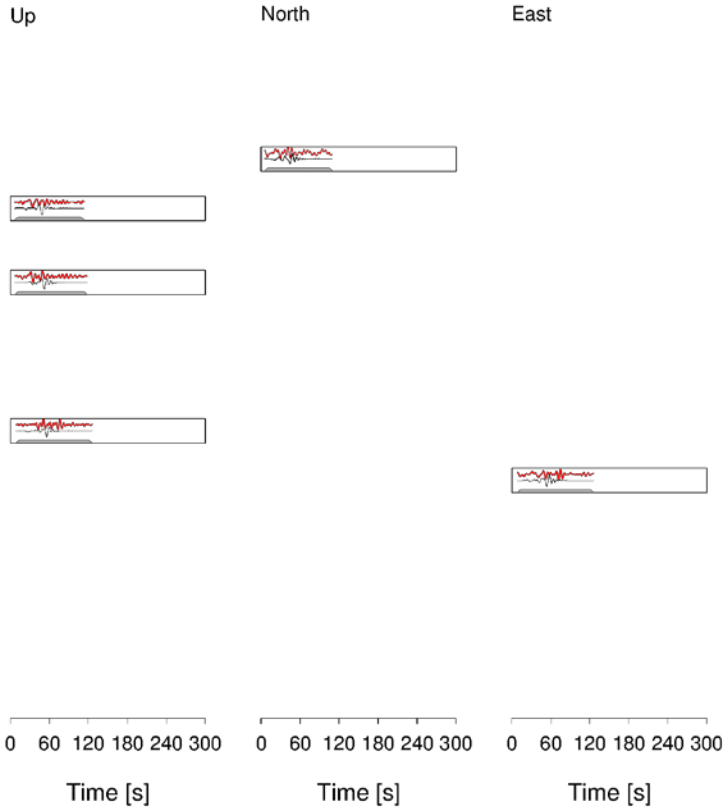






Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE11	86.4	41.6	0.0
2 PE11	86.4	41.6	0.0
3 PE11	86.4	41.6	0.0
4 PE09	98.6	2.6	0.0
5 PE09	98.6	2.6	0.0
6 PE09	98.6	2.6	0.0
7 KYTH	108.0	73.7	0.0
8 KYTH	108.0	73.7	0.0
9 KYTH	108.0	73.7	0.0
10 PE08	116.3	27.5	0.0
11 PE08	116.3	27.5	0.0
12 PE08	116.3	27.5	0.0
13 PE10	126.1	48.7	0.0
14 PE10	126.1	48.7	0.0
15 PE10	126.1	48.7	0.0
16 AKYT	132.2	91.2	0.0
17 AKYT	132.2	91.2	0.0
18 AKYT	132.2	91.2	0.0
19 VLI	133.9	47.1	0.0
20 VLI	133.9	47.1	0.0
21 VLI	133.9	47.1	0.0
22 PE06	141.6	3.1	0.0
23 PE06	141.6	3.1	0.0
24 PE06	141.6	3.1	0.0
25 ITM	141.7	3.2	0.0
26 ITM	141.7	3.2	0.0
27 ITM	141.7	3.2	0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

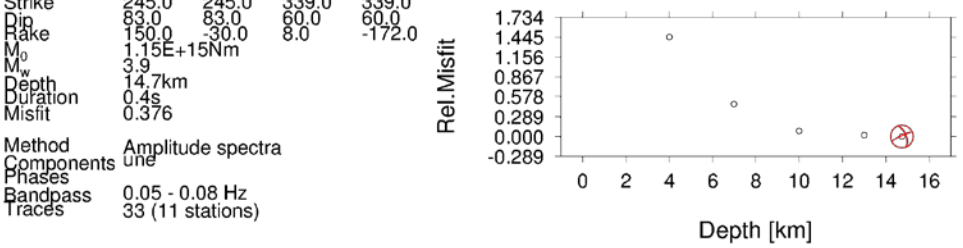
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060214 14:22:18

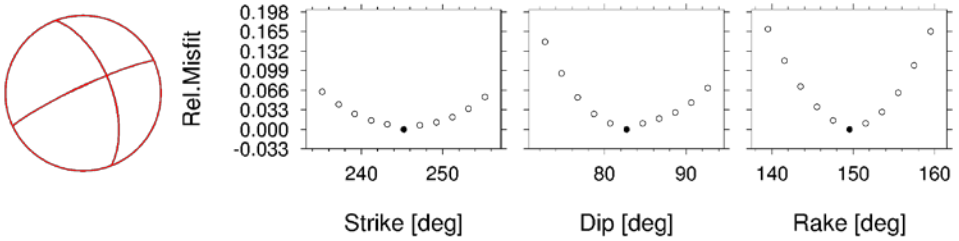
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.02 N 23.52 E			
Strike	245.0	245.0	339.0	339.0
Dip	83.0	83.0	60.0	60.0
Rake	150.0	-30.0	8.0	-172.0

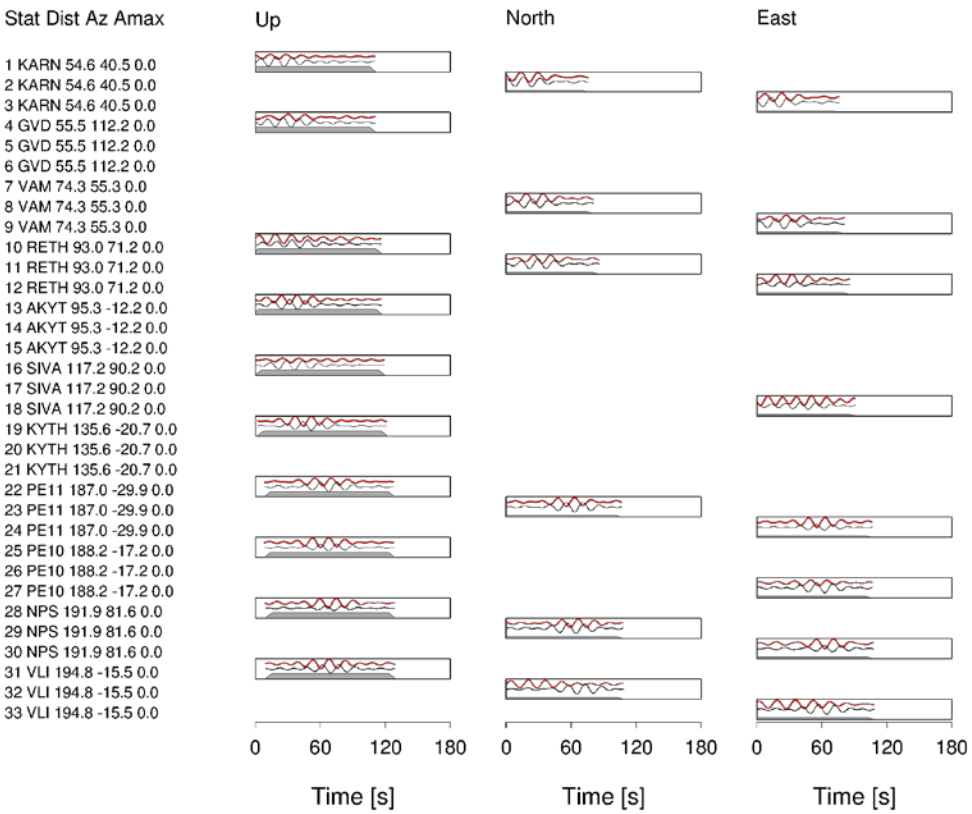
M_0 1.15E+15Nm
M_w 3.9
Depth 14.7km
Duration 0.4s
Misfit 0.376

Method Amplitude spectra
Components une
Phases
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 33 (11 stations)





Fit of Seismograms



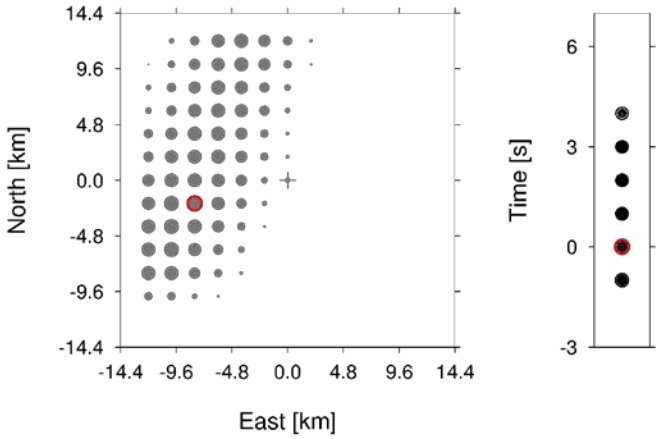
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

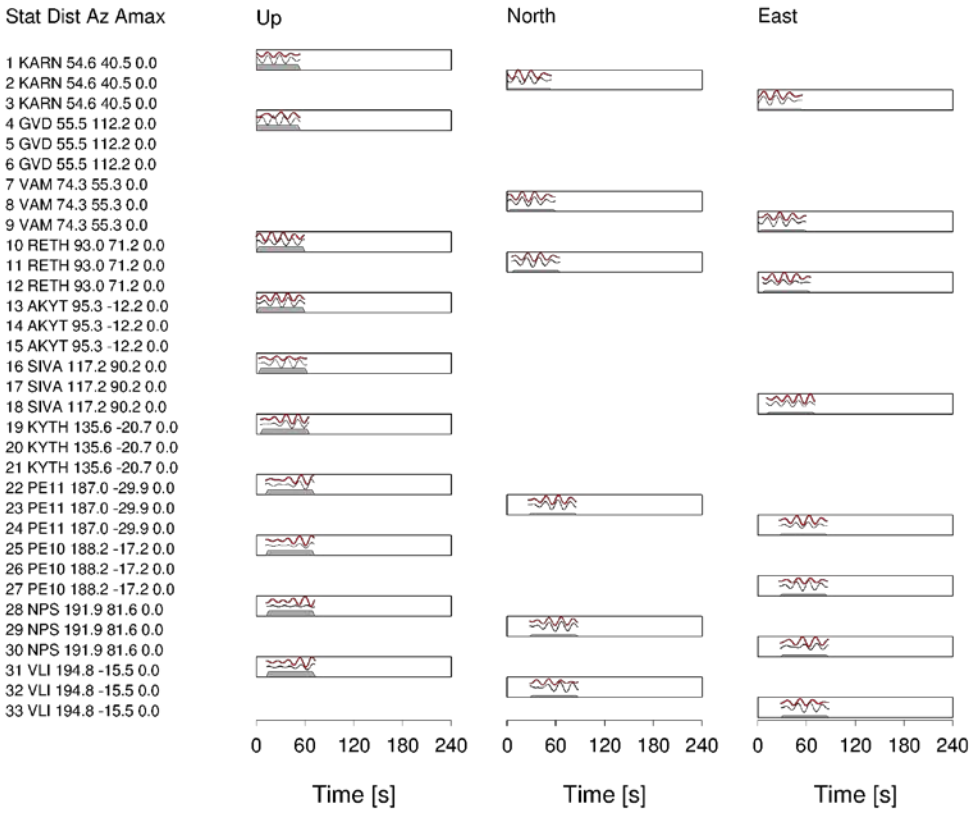
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.02 N 23.52 E
Strike	245.0 339.0
Dip	83.0 60.0
Rake	-30.0 -172.0
M_0	1.15E+15Nm
M_w	3.9
Depth	14.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.678
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	33 (11 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



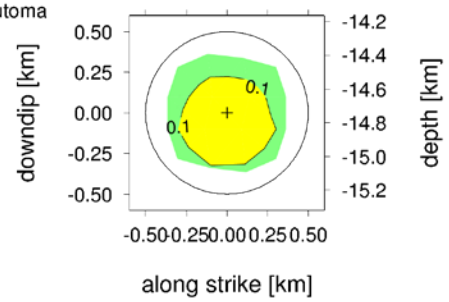
Fit of Seismograms



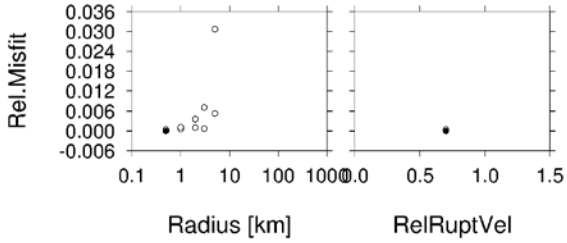
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

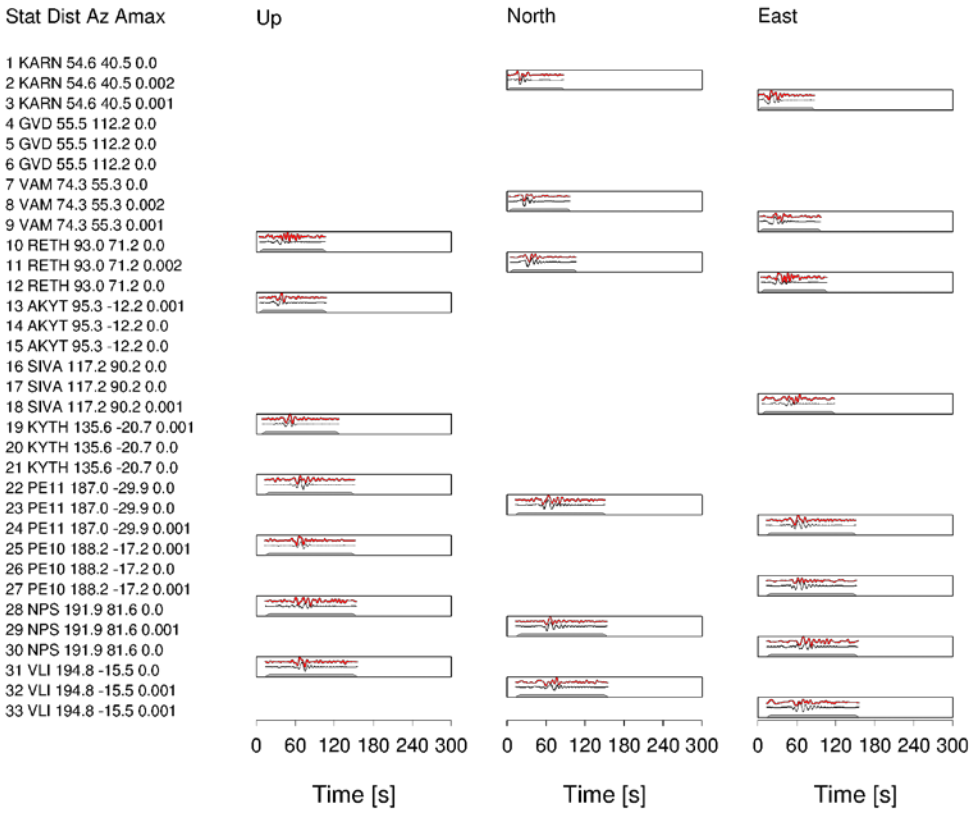
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.02 N 23.52 E		
Strike	245.0		
Dip	83.0		
Rake	-30.0		
M_0	1.15E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	14.7km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.02m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.449		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	33 (11 stations)		







Fit of Seismograms



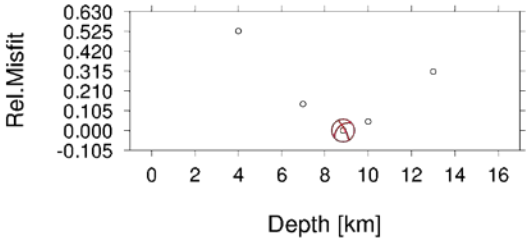
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

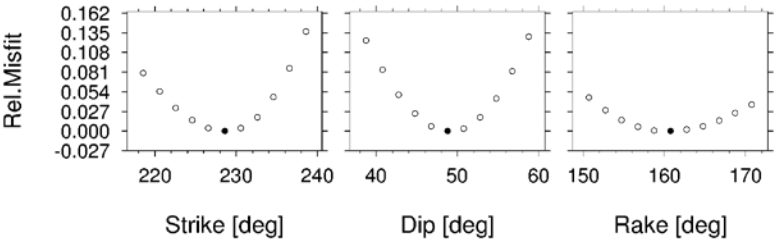
20060222 05:38:26

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.34 N 27.14 E			
Strike	229.0	229.0	332.0	332.0
Dip	49.0	49.0	76.0	76.0
Rake	161.0	-19.0	43.0	-137.0
M_0	6.97E+15Nm			
M_w	4.4			
Depth	8.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.282			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	36 (12 stations)			



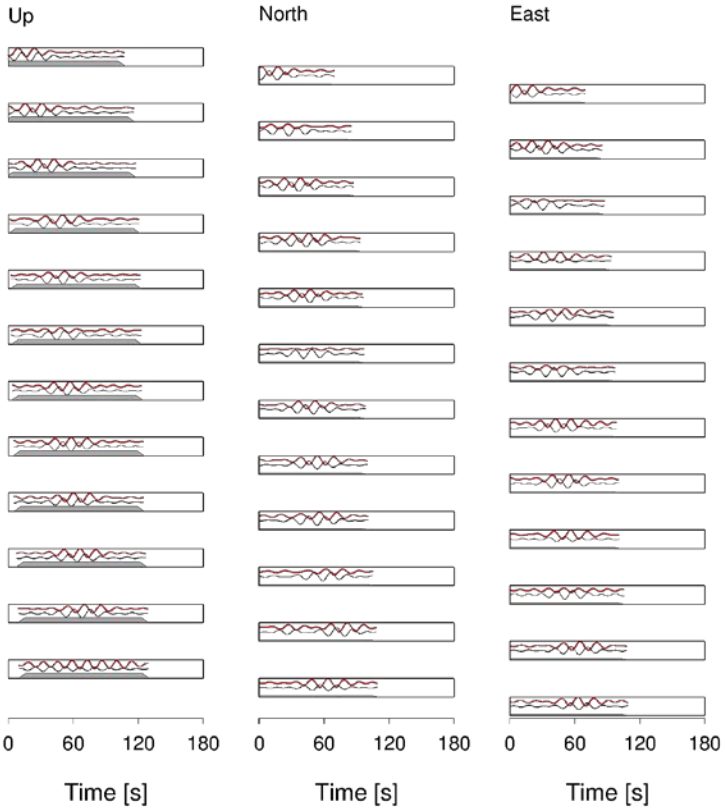




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 33.0 -0.9 0.003
2 KAPA 33.0 -0.9 0.004
3 KAPA 33.0 -0.9 0.001
4 ZKR 88.0 -106.4 0.005
5 ZKR 88.0 -106.4 0.001
6 ZKR 88.0 -106.4 0.001
7 RHOS 96.2 39.1 0.005
8 RHOS 96.2 39.1 0.001
9 RHOS 96.2 39.1 0.001
10 TILO 121.0 9.6 0.003
11 TILO 121.0 9.6 0.0
12 TILO 121.0 9.6 0.0
13 ARG 131.4 42.0 0.003
14 ARG 131.4 42.0 0.001
15 ARG 131.4 42.0 0.0
16 NPS 139.5 -93.1 0.002
17 NPS 139.5 -93.1 0.0
18 NPS 139.5 -93.1 0.001
19 RHON 143.0 36.0 0.003
20 RHON 143.0 36.0 0.001
21 RHON 143.0 36.0 0.0
22 ASTY 152.3 -25.3 0.001
23 ASTY 152.3 -25.3 0.001
24 ASTY 152.3 -25.3 0.001
25 TUR7 155.6 14.0 0.003
26 TUR7 155.6 14.0 0.0
27 TUR7 155.6 14.0 0.0
28 TUR9 173.2 29.0 0.003
29 TUR9 173.2 29.0 0.001
30 TUR9 173.2 29.0 0.0
31 TUR5 187.9 4.6 0.002
32 TUR5 187.9 4.6 0.0
33 TUR5 187.9 4.6 0.0
34 SANT 190.2 -52.5 0.0
35 SANT 190.2 -52.5 0.001
36 SANT 190.2 -52.5 0.001



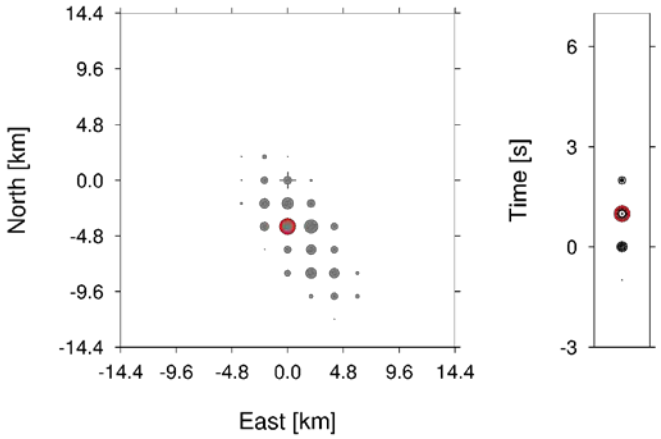
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.34 N 27.14 E
Strike	229.0 332.0
Dip	49.0 76.0
Rake	-19.0 -137.0
M_0	6.97E+15Nm
M_w	4.4
Depth	8.8km
Duration	0.4s
Misfit	0.505
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	36 (12 stations)



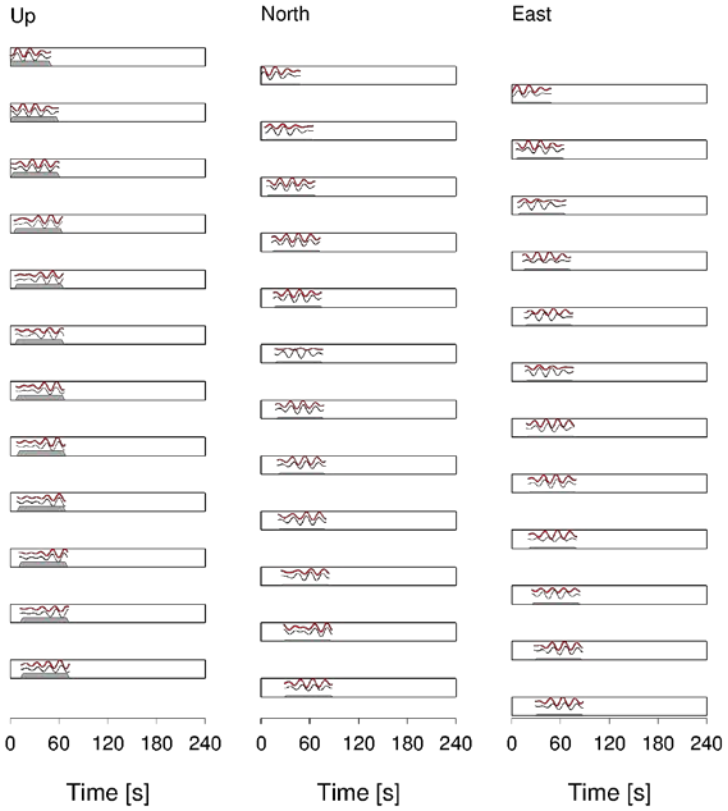
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

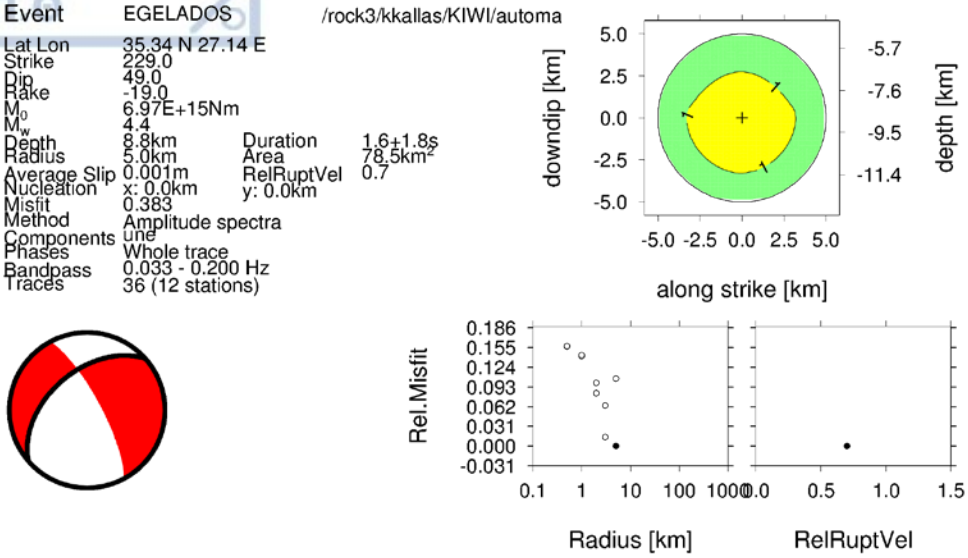
1 KAPA 33.0 -0.9 0.003
2 KAPA 33.0 -0.9 0.004
3 KAPA 33.0 -0.9 0.001
4 ZKR 88.0 -106.4 0.004
5 ZKR 88.0 -106.4 0.001
6 ZKR 88.0 -106.4 0.001
7 RHOS 96.2 39.1 0.005
8 RHOS 96.2 39.1 0.001
9 RHOS 96.2 39.1 0.001
10 TILO 121.0 9.6 0.003
11 TILO 121.0 9.6 0.0
12 TILO 121.0 9.6 0.0
13 ARG 131.4 42.0 0.003
14 ARG 131.4 42.0 0.001
15 ARG 131.4 42.0 0.0
16 NPS 139.5 -93.1 0.002
17 NPS 139.5 -93.1 0.0
18 NPS 139.5 -93.1 0.001
19 RHON 143.0 36.0 0.003
20 RHON 143.0 36.0 0.001
21 RHON 143.0 36.0 0.0
22 ASTY 152.3 -25.3 0.001
23 ASTY 152.3 -25.3 0.001
24 ASTY 152.3 -25.3 0.001
25 TUR7 155.6 14.0 0.003
26 TUR7 155.6 14.0 0.0
27 TUR7 155.6 14.0 0.0
28 TUR9 173.2 29.0 0.003
29 TUR9 173.2 29.0 0.001
30 TUR9 173.2 29.0 0.0
31 TUR5 187.9 4.6 0.001
32 TUR5 187.9 4.6 0.0
33 TUR5 187.9 4.6 0.0
34 SANT 190.2 -52.5 0.0
35 SANT 190.2 -52.5 0.001
36 SANT 190.2 -52.5 0.001



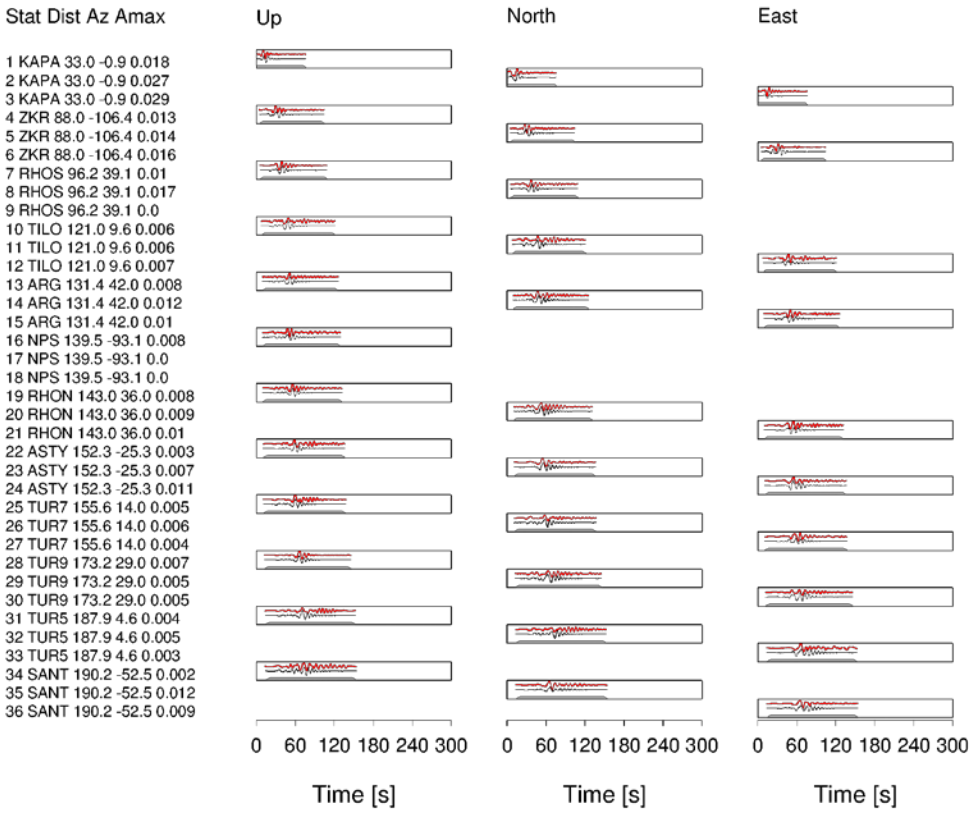
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.34 N 27.14 E		
Strike	229.0		
Dip	49.0		
Rake	-19.0		
M_0	6.97E+15Nm		
M_w	4.4		
Depth	8.8km	Duration	1.6+1.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.383		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		



Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

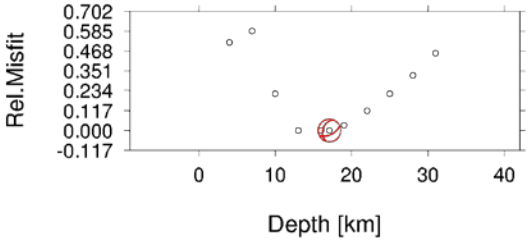
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060307 16:17:54

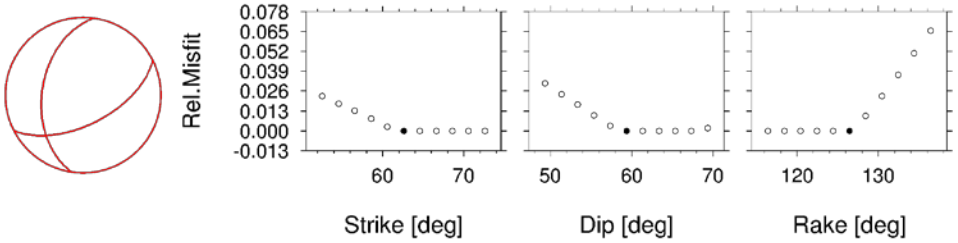
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.34 N 27.06 E			
Strike	63.0	63.0	187.0	187.0
Dip	59.0	59.0	46.0	46.0
Rake	126.0	-54.0	45.0	-135.0

M_0 5.13E+14Nm
M_w 3.7
Depth 17.1km
Duration 0.4s
Misfit 0.369

Method Amplitude spectra
Components u
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 22 (22 stations)

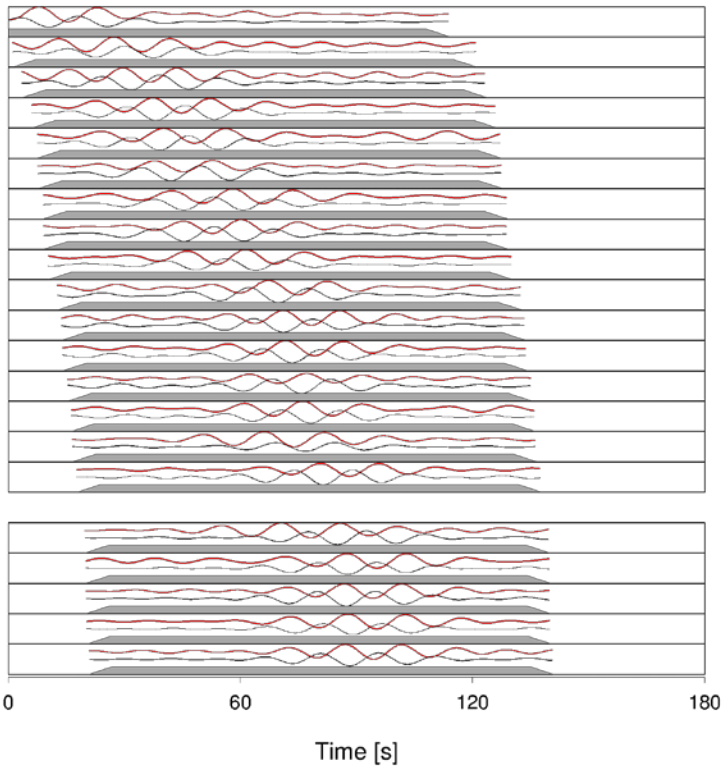




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 33.9 11.1 0.0
2 ZKR 81.1 -107.7 0.0
3 RHOS 101.1 42.1 0.0
4 TILO 122.6 12.8 0.0
5 NPS 132.3 -93.3 0.0
6 ARG 136.5 44.1 0.0
7 RHON 147.6 38.1 0.0
8 ASTY 149.6 -22.9 0.0
9 TUR7 157.8 16.5 0.0
10 TUR9 177.0 31.0 0.0
11 SANT 184.7 -51.1 0.0
12 TUR5 188.9 6.7 0.0
13 AMOS 199.2 -35.3 0.0
14 TUR4 204.2 18.7 0.0
15 SIVA 208.4 -99.2 0.0
16 IOSI 217.9 -44.1 0.0
17 TUR6 222.6 32.8 0.0
18 RETH 233.7 -90.5 0.0
19 TUR8 236.0 44.9 0.0
20 APE 236.4 -35.1 0.0
21 TUR3 239.7 10.0 0.0
22 FOLE 240.1 -52.9 0.0



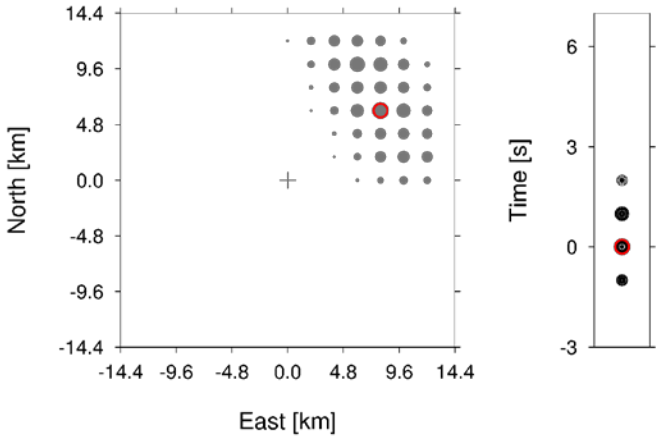
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.34 N 27.06 E
Strike	63.0 187.0
Dip	59.0 46.0
Rake	-54.0 -135.0
M_0	5.13E+14Nm
M_w	3.7
Depth	17.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.61
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	22 (22 stations)



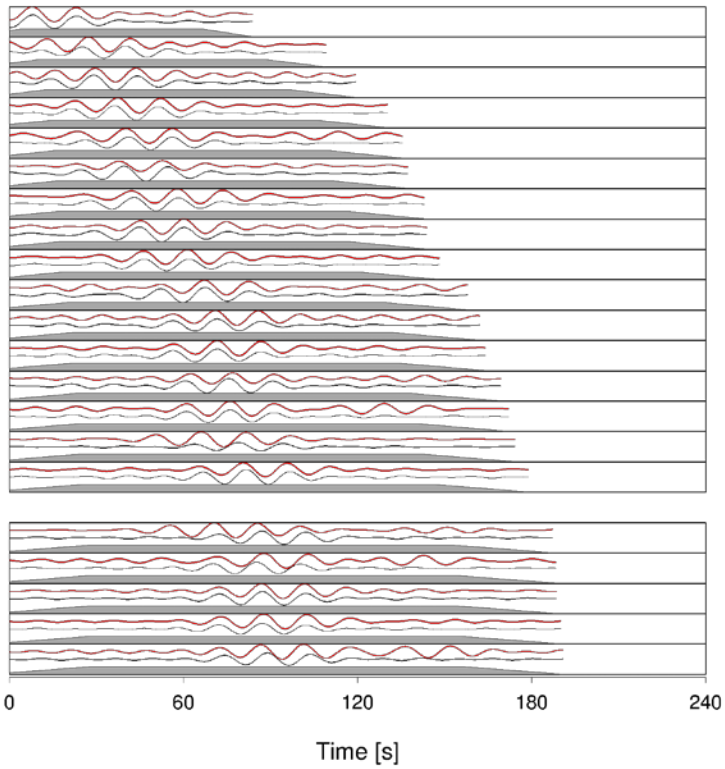
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

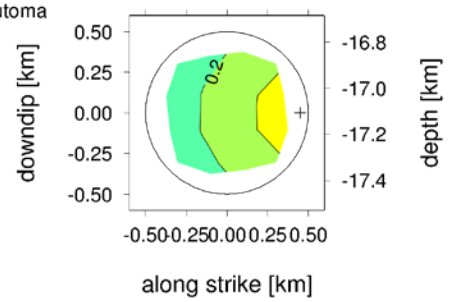
1 KAPA 33.9 11.1 0.0
2 ZKR 81.1 -107.7 0.0
3 RHOS 101.1 42.1 0.0
4 TILO 122.6 12.8 0.0
5 NPS 132.3 -93.3 0.0
6 ARG 136.5 44.1 0.0
7 RHON 147.6 38.1 0.0
8 ASTY 149.6 -22.9 0.0
9 TUR7 157.8 16.5 0.0
10 TUR9 177.0 31.0 0.0
11 SANT 184.7 -51.1 0.0
12 TUR5 188.9 6.7 0.0
13 AMOS 199.2 -35.3 0.0
14 TUR4 204.2 18.7 0.0
15 SIVA 208.4 -99.2 0.0
16 IOSI 217.9 -44.1 0.0
17 TUR6 222.6 32.8 0.0
18 RETH 233.7 -90.5 0.0
19 TUR8 236.0 44.9 0.0
20 APE 236.4 -35.1 0.0
21 TUR3 239.7 10.0 0.0
22 FOLE 240.1 -52.9 0.0



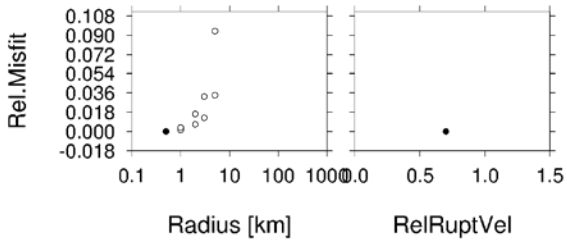
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

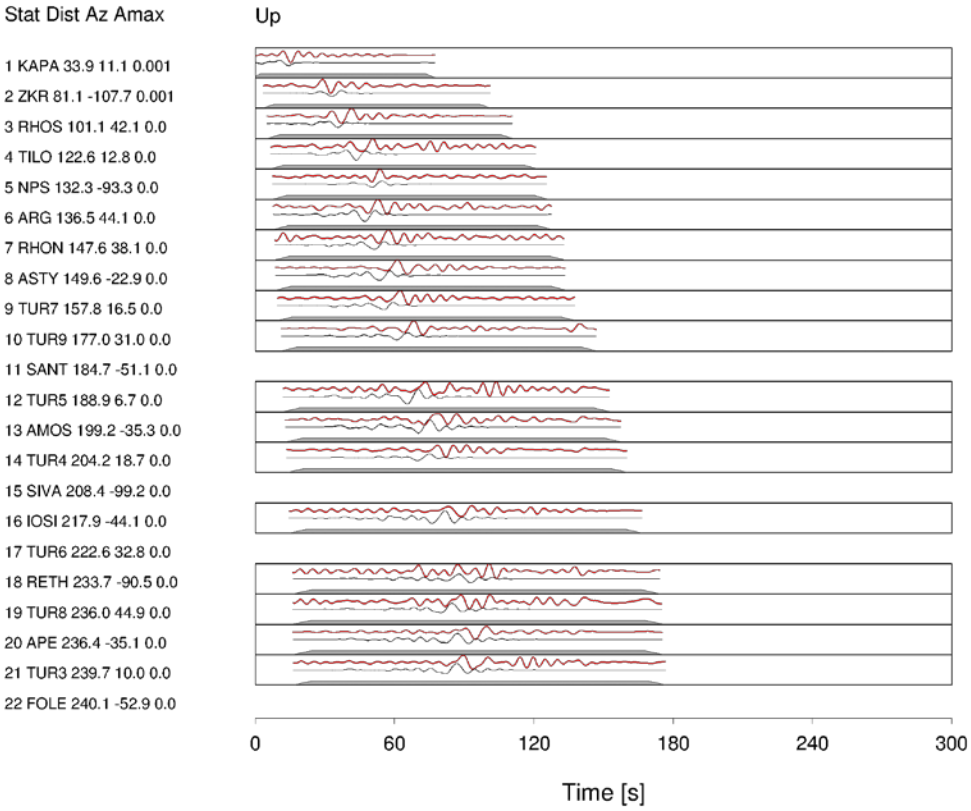
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.34 N 27.06 E		
Strike	187.0		
Dip	46.0		
Rake	-135.0		
M_0	5.13E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	17.1km	Duration	1.6+0.2s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.009m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.45km	y: 0.0km	
Misfit	0.571		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	22 (22 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

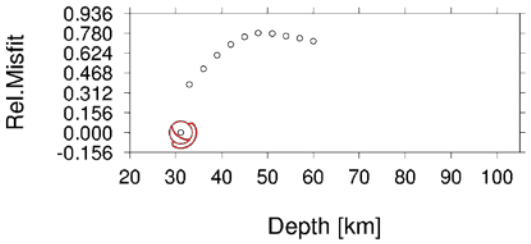
20060317 02:47:15

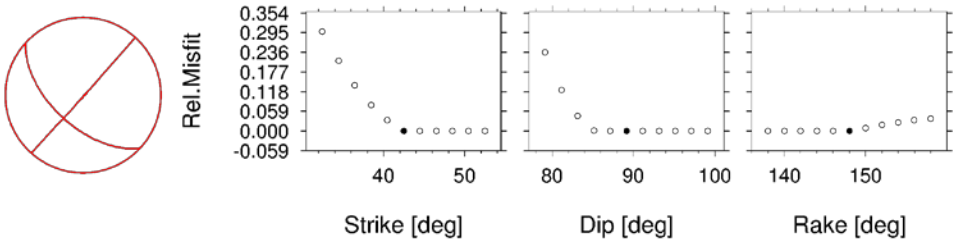
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.31 N 21.96 E			
Strike	42.0	42.0	133.0	133.0
Dip	89.0	89.0	58.0	58.0
Rake	148.0	-32.0	1.0	-179.0

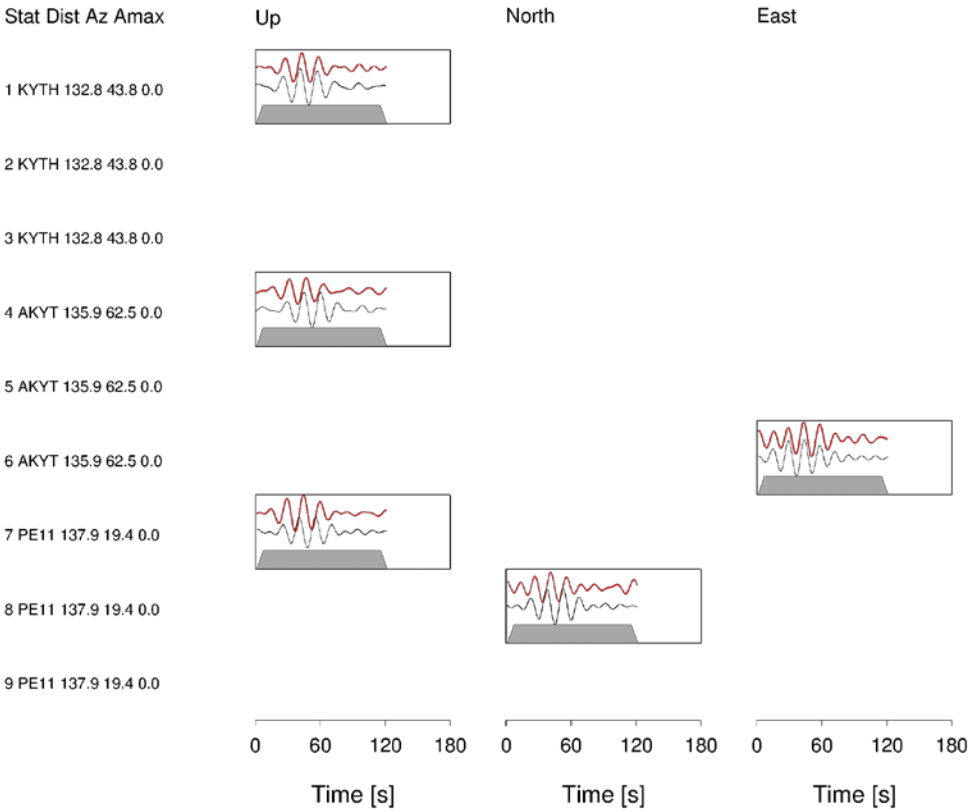
M_0 2.06E+15Nm
M_w 4.1
Depth 31.0km
Duration 0.4s
Misfit 0.413

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (3 stations)





Fit of Seismograms



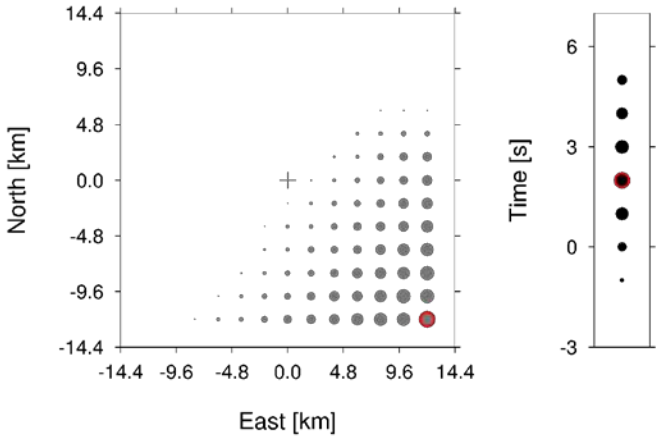
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

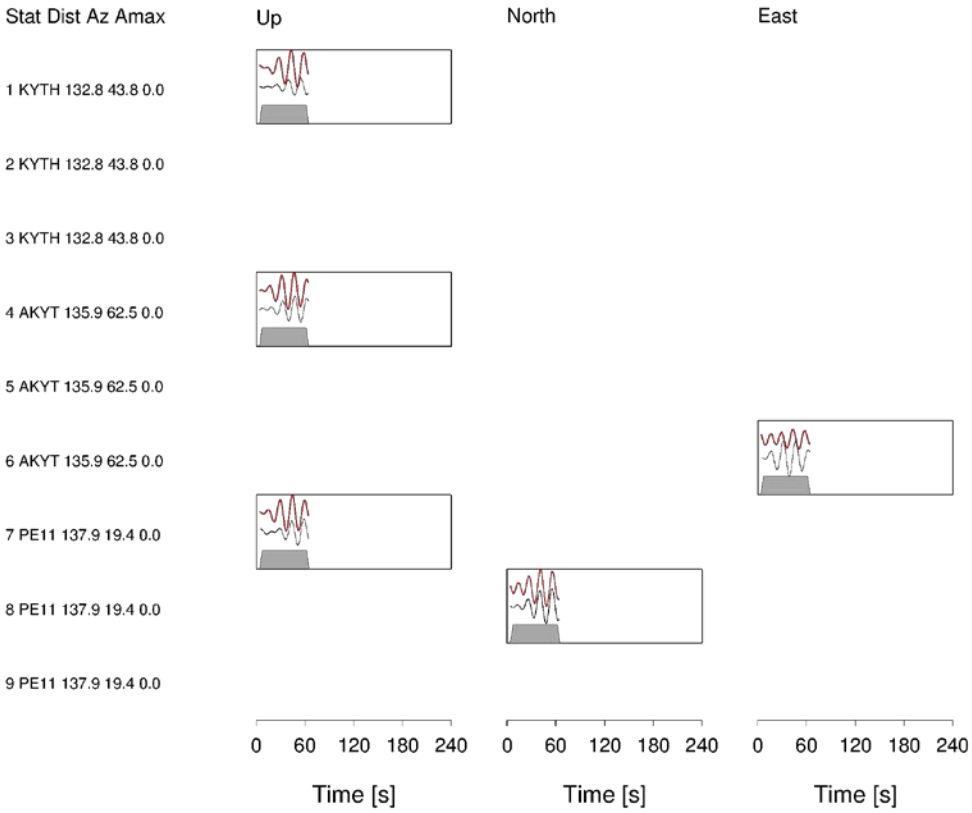
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.31 N 21.96 E
Strike	42.0 133.0
Dip	89.0 58.0
Rake	148.0 1.0
M_0	2.06E+15Nm
M_w	4.1
Depth	31.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.878
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



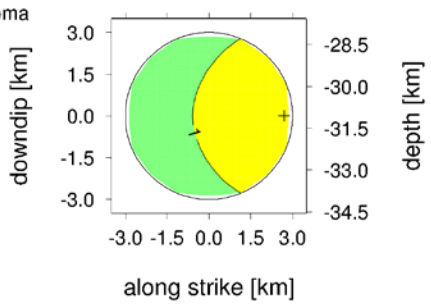
Fit of Seismograms



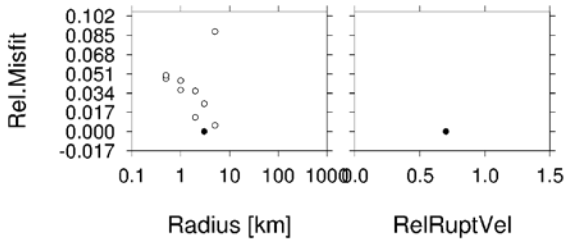
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

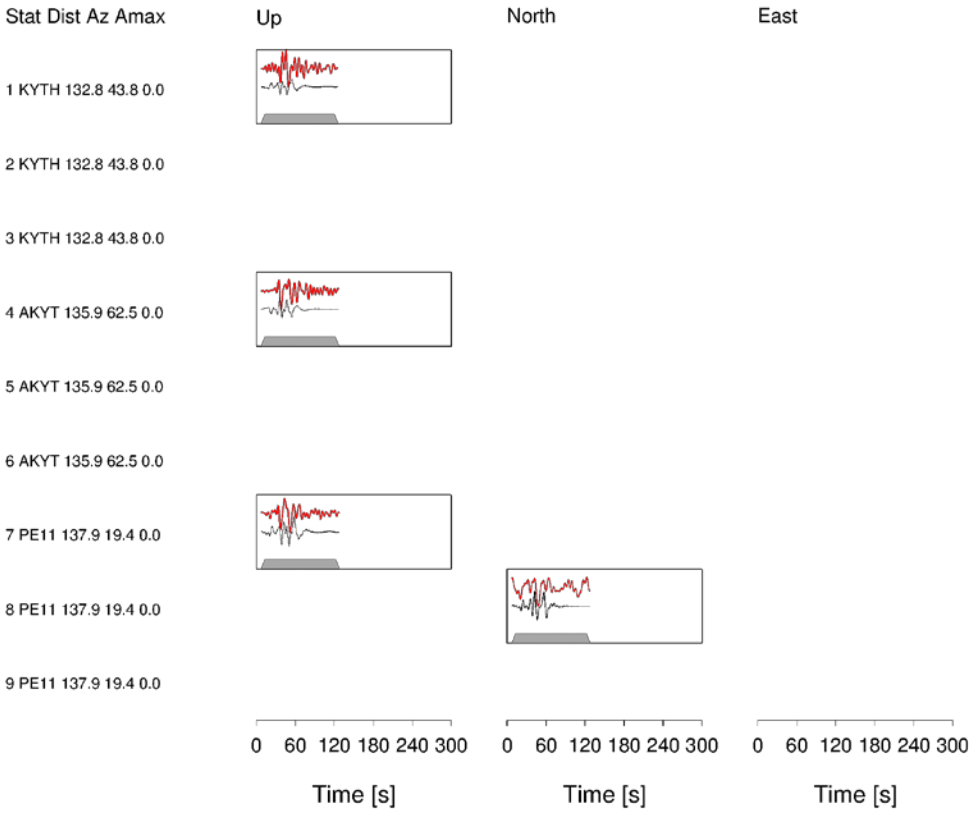
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.31 N 21.96 E		
Strike	42.0		
Dip	89.0		
Rake	148.0		
M_0	2.06E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	31.0km	Duration	1.6+1.6s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.5		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



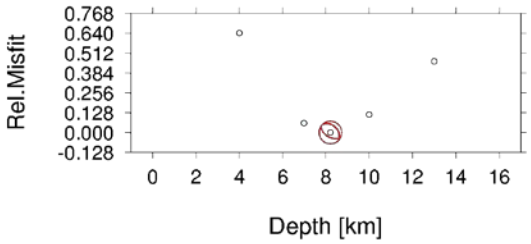
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

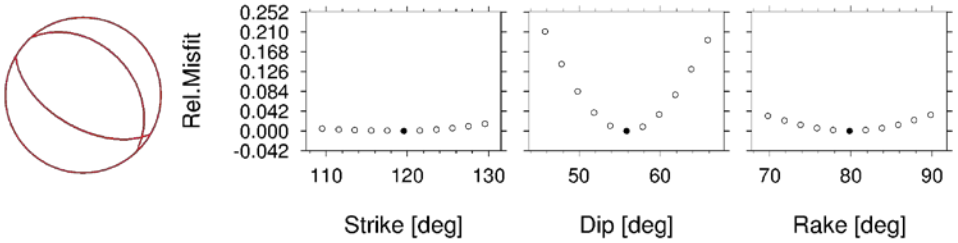
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060321 10:16:43

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.92 N 27.84 E			
Strike	120.0	120.0	317.0	317.0
Dip	56.0	56.0	35.0	35.0
Rake	80.0	-100.0	105.0	-75.0
M_0	1.51E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	8.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.461			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	54 (18 stations)			

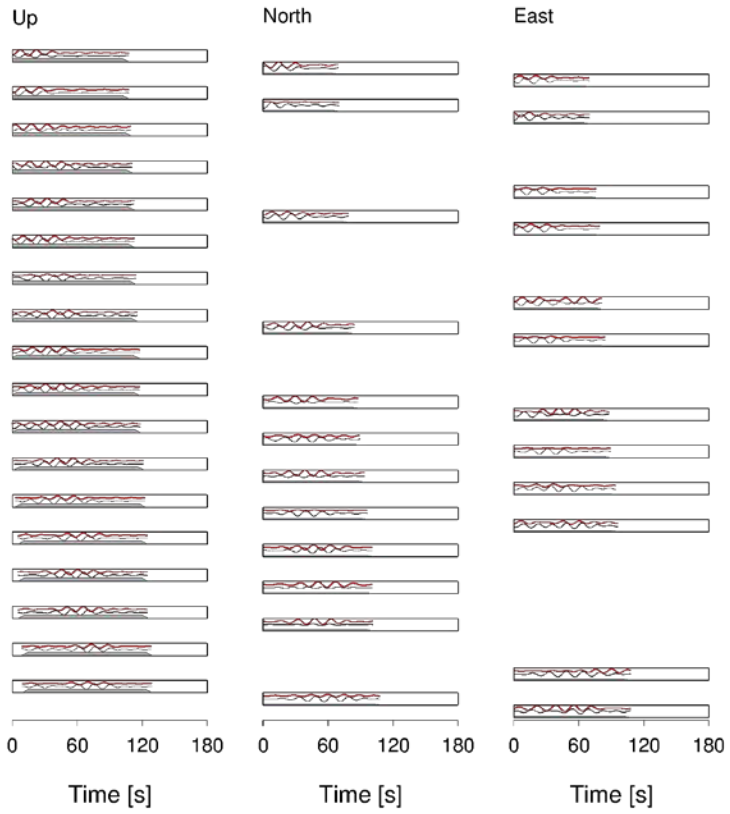




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR9 33.2 138.9 0.001
2 TUR9 33.2 138.9 0.0
3 TUR9 33.2 138.9 0.0
4 TUR7 34.9 -135.6 0.002
5 TUR7 34.9 -135.6 0.0
6 TUR7 34.9 -135.6 0.0
7 TUR5 48.3 -76.0 0.0
8 TUR5 48.3 -76.0 0.0
9 TUR5 48.3 -76.0 0.0
10 TUR6 52.7 79.0 0.0
11 TUR6 52.7 79.0 0.0
12 TUR6 52.7 79.0 0.0
13 RHON 64.3 160.5 0.0
14 RHON 64.3 160.5 0.0
15 RHON 64.3 160.5 0.0
16 TUR3 65.7 -24.2 0.0
17 TUR3 65.7 -24.2 0.0
18 TUR3 65.7 -24.2 0.0
19 TILO 70.6 -143.1 0.0
20 TILO 70.6 -143.1 0.0
21 TILO 70.6 -143.1 0.0
22 ARG 82.8 162.2 0.0
23 ARG 82.8 162.2 0.0
24 ARG 82.8 162.2 0.0
25 TUR2 95.6 -33.6 0.0
26 TUR2 95.6 -33.6 0.0
27 TUR2 95.6 -33.6 0.0
28 TUR8 98.2 96.1 0.0
29 TUR8 98.2 96.1 0.0
30 TUR8 98.2 96.1 0.0
31 RHOS 101.5 -178.7 0.0
32 RHOS 101.5 -178.7 0.0
33 RHOS 101.5 -178.7 0.0
34 SAMO 124.0 -45.5 0.0
35 SAMO 124.0 -45.5 0.0
36 SAMO 124.0 -45.5 0.0
37 ASTY 133.6 -106.4 0.0
38 ASTY 133.6 -106.4 0.0
39 ASTY 133.6 -106.4 0.0
40 TUR1 154.9 -33.4 0.0
41 TUR1 154.9 -33.4 0.0
42 TUR1 154.9 -33.4 0.0
43 KAPA 156.2 -155.9 0.0
44 KAPA 156.2 -155.9 0.0
45 KAPA 156.2 -155.9 0.0
46 IKAR 157.9 -59.2 0.0
47 IKAR 157.9 -59.2 0.0
48 IKAR 157.9 -59.2 0.0
49 AMOS 185.6 -93.9 0.0
50 AMOS 185.6 -93.9 0.0
51 AMOS 185.6 -93.9 0.0
52 KASO 187.7 -153.3 0.0
53 KASO 187.7 -153.3 0.0
54 KASO 187.7 -153.3 0.0



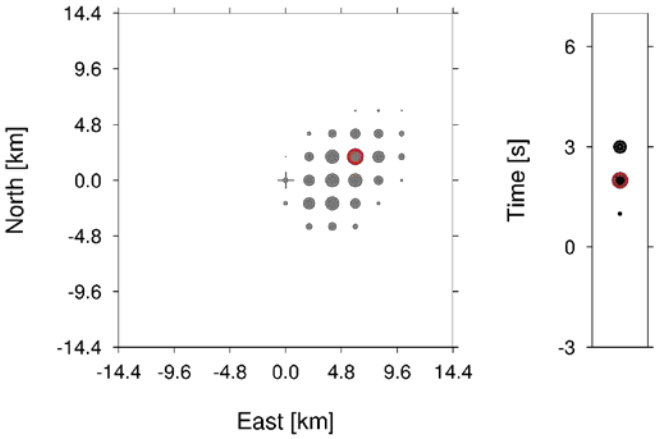
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

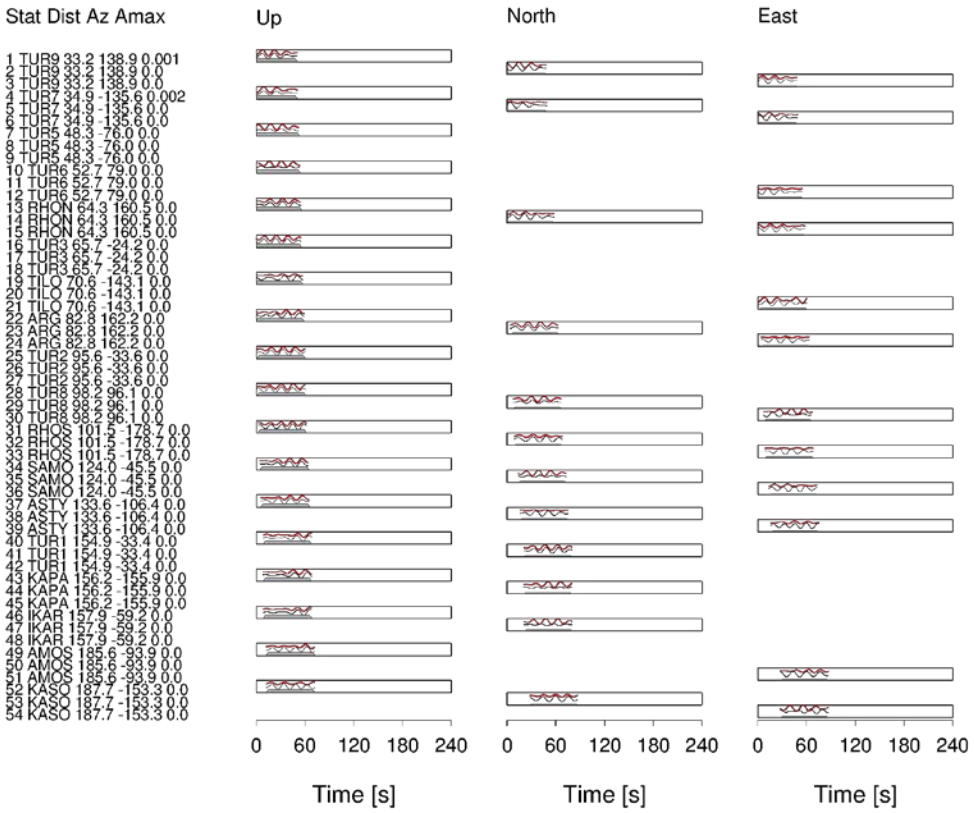
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.92 N 27.84 E
Strike	120.0 317.0
Dip	56.0 35.0
Rake	-100.0 -75.0
M_0	1.51E+15Nm
M_w	4.0
Depth	8.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.607
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	54 (18 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

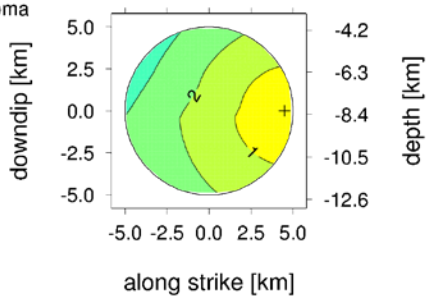


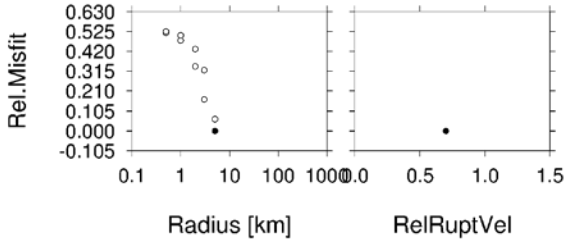
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.92 N 27.84 E		
Strike	120.0		
Dip	56.0		
Rake	-100.0		
M_0	1.51E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	8.2km	Duration	1.6±3.3s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.63		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	54 (18 stations)		



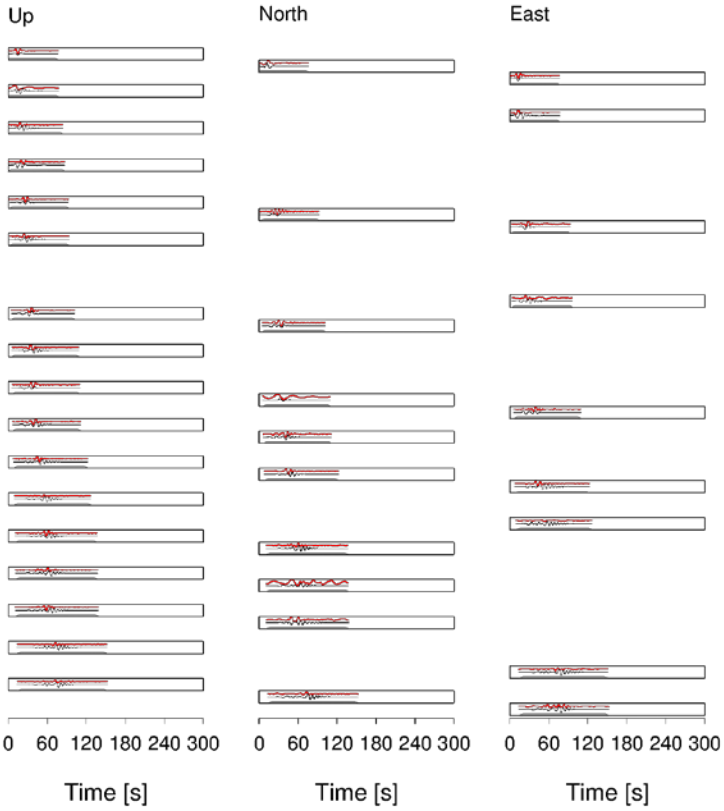




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR9 33.2 138.9 0.003
2 TUR9 33.2 138.9 0.002
3 TUR9 33.2 138.9 0.004
4 TUR7 34.9 -135.6 0.004
5 TUR7 34.9 -135.6 0.0
6 TUR7 34.9 -135.6 0.004
7 TUR5 48.3 -76.0 0.002
8 TUR5 48.3 -76.0 0.0
9 TUR5 48.3 -76.0 0.0
10 TUR6 52.7 79.0 0.001
11 TUR6 52.7 79.0 0.0
12 TUR6 52.7 79.0 0.0
13 RHON 64.3 160.5 0.002
14 RHON 64.3 160.5 0.003
15 RHON 64.3 160.5 0.003
16 TUR3 65.7 -24.2 0.003
17 TUR3 65.7 -24.2 0.0
18 TUR3 65.7 -24.2 0.0
19 TILO 70.6 -143.1 0.0
20 TILO 70.6 -143.1 0.0
21 TILO 70.6 -143.1 0.002
22 ARG 82.8 162.2 0.001
23 ARG 82.8 162.2 0.001
24 ARG 82.8 162.2 0.0
25 TUR2 95.6 -33.6 0.002
26 TUR2 95.6 -33.6 0.0
27 TUR2 95.6 -33.6 0.0
28 TUR8 98.2 96.1 0.001
29 TUR8 98.2 96.1 0.004
30 TUR8 98.2 96.1 0.001
31 RHOS 101.5 -178.7 0.001
32 RHOS 101.5 -178.7 0.002
33 RHOS 101.5 -178.7 0.0
34 SAMO 124.0 -45.5 0.001
35 SAMO 124.0 -45.5 0.001
36 SAMO 124.0 -45.5 0.001
37 ASTY 133.6 -106.4 0.001
38 ASTY 133.6 -106.4 0.0
39 ASTY 133.6 -106.4 0.001
40 TUR1 154.9 -33.4 0.001
41 TUR1 154.9 -33.4 0.001
42 TUR1 154.9 -33.4 0.0
43 KAPA 156.2 -155.9 0.001
44 KAPA 156.2 -155.9 0.002
45 KAPA 156.2 -155.9 0.0
46 IKAR 157.9 -59.2 0.001
47 IKAR 157.9 -59.2 0.0
48 IKAR 157.9 -59.2 0.0
49 AMOS 185.6 -93.9 0.001
50 AMOS 185.6 -93.9 0.0
51 AMOS 185.6 -93.9 0.001
52 KASO 187.7 -153.3 0.001
53 KASO 187.7 -153.3 0.001
54 KASO 187.7 -153.3 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

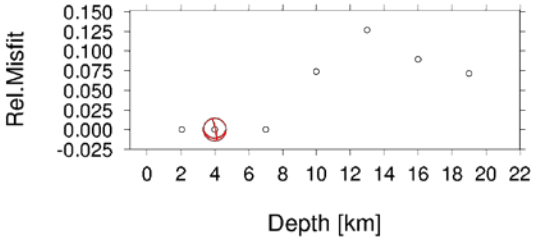
20060325 13:16:33

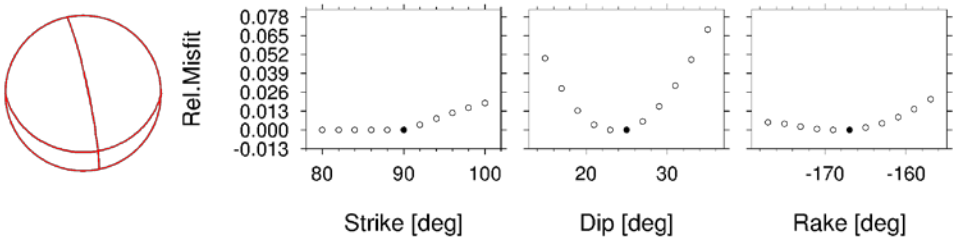
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.81 N 22.01 E			
Strike	90.0	90.0	348.0	348.0
Dip	25.0	25.0	85.0	85.0
Rake	-167.0	13.0	-66.0	114.0

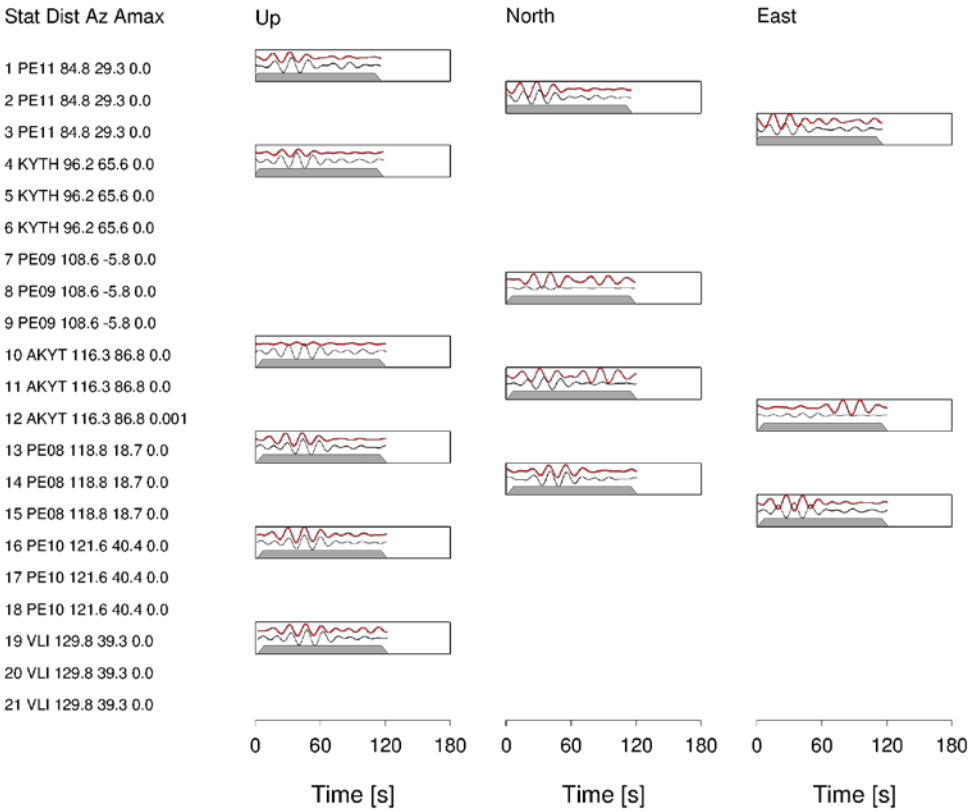
M_0 9.38E+14Nm
M_w 3.8
Depth 2.0km
Duration 0.4s
Misfit 0.671

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 21 (7 stations)





Fit of Seismograms



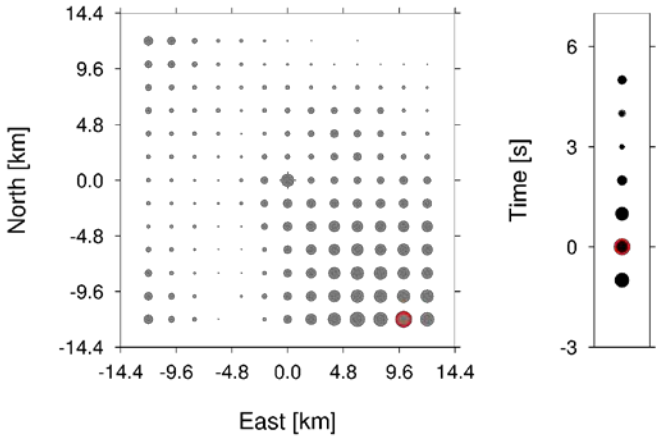
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

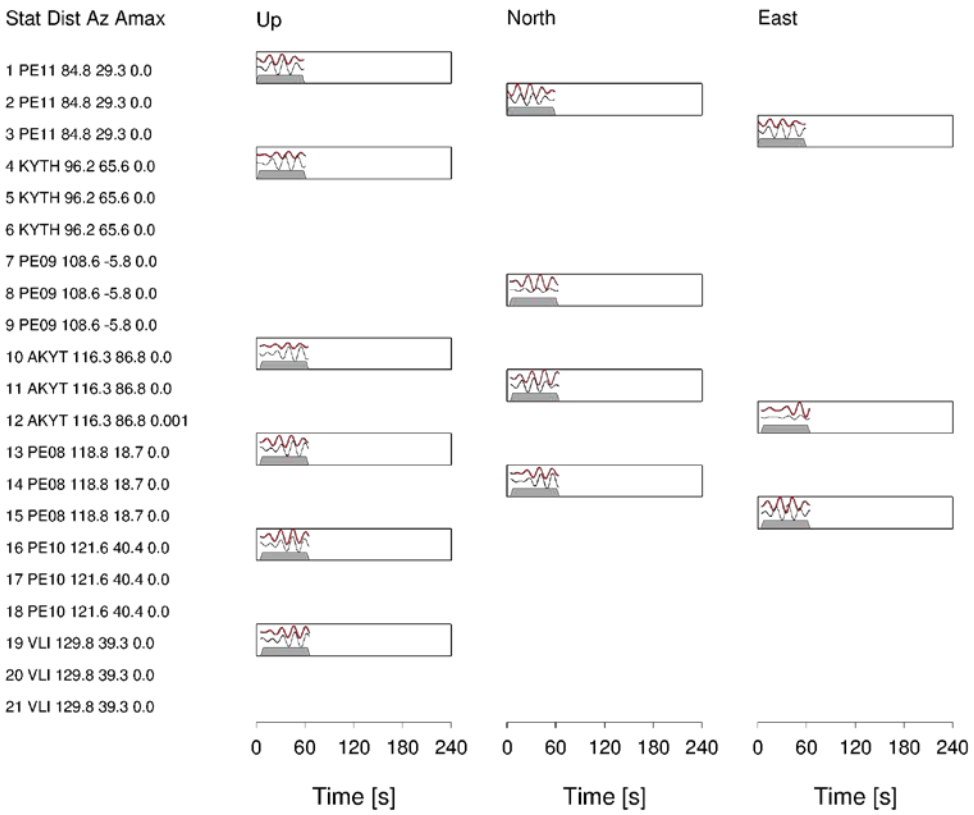
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.81 N 22.01 E
Strike	90.0 348.0
Dip	25.0 85.0
Rake	-167.0 -66.0
M_0	9.38E+14Nm
M_w	3.8
Depth	2.0km
Duration	0.4s
Misfit	1.121
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



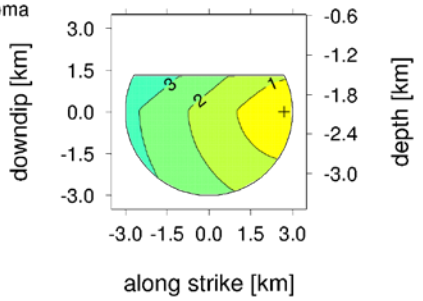
Fit of Seismograms



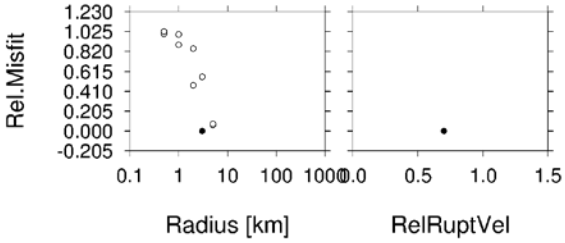
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

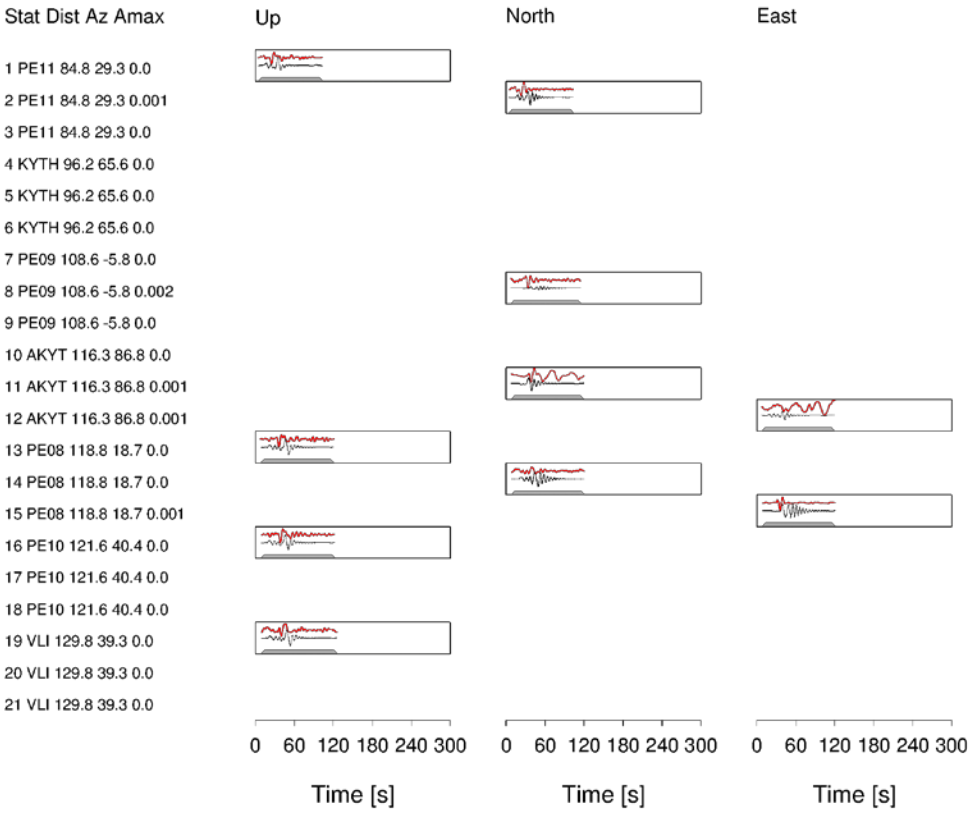
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.81 N 22.01 E		
Strike	90.0		
Dip	25.0		
Rake	-167.0		
M_0	9.38E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	2.0km	Duration	1.6+3.8s
Radius	3.0km	Area	21.8km^2
Average Slip	0.003m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.7		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms



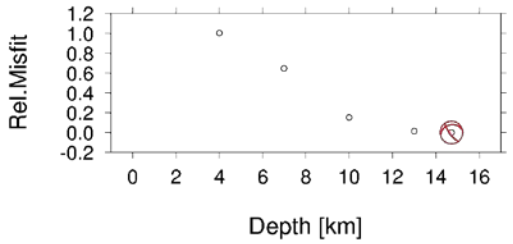
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

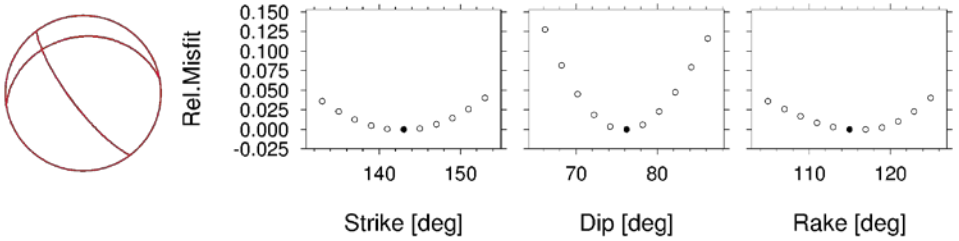
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060331 21:46:15

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.22 N 26.64 E			
Strike	143.0	143.0	260.0	260.0
Dip	76.0	76.0	28.0	28.0
Rake	115.0	-65.0	30.0	-150.0
M_0	3.63E+15Nm			
M_w	4.2			
Depth	14.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.271			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	42 (14 stations)			

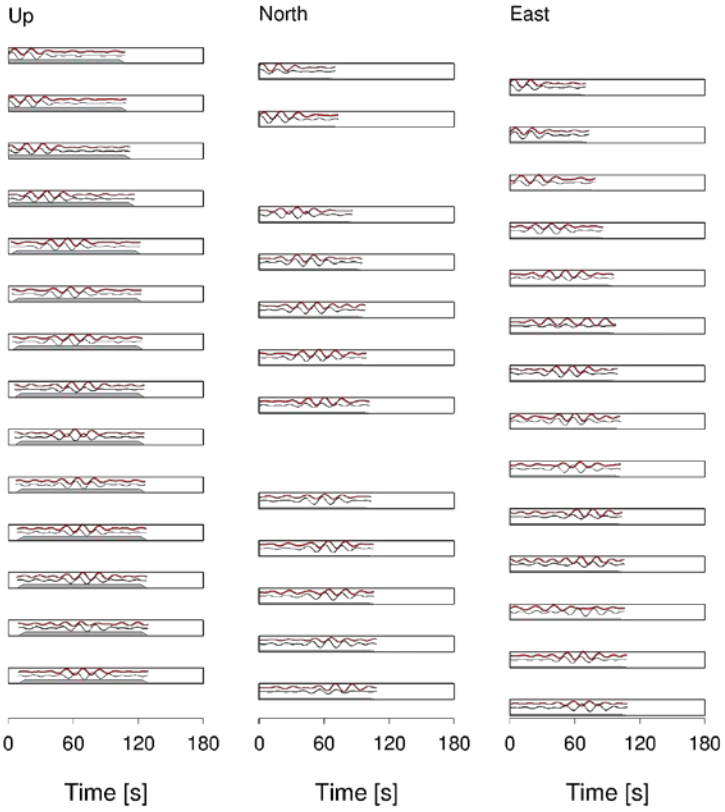




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 32.3 49.2 0.004
2 KASO 32.3 49.2 0.003
3 KASO 32.3 49.2 0.002
4 ZKR 40.7 -106.9 0.005
5 ZKR 40.7 -106.9 0.0
6 ZKR 40.7 -106.9 0.001
7 KAPA 64.4 43.6 0.005
8 KAPA 64.4 43.6 0.0
9 KAPA 64.4 43.6 0.001
10 NPS 94.0 -86.9 0.003
11 NPS 94.0 -86.9 0.0
12 NPS 94.0 -86.9 0.0
13 RHOS 137.8 50.0 0.003
14 RHOS 137.8 50.0 0.0
15 RHOS 137.8 50.0 0.0
16 TILO 147.9 25.9 0.002
17 TILO 147.9 25.9 0.0
18 TILO 147.9 25.9 0.0
19 ASTY 152.0 -7.8 0.001
20 ASTY 152.0 -7.8 0.0
21 ASTY 152.0 -7.8 0.0
22 SANT 166.5 -39.5 0.001
23 SANT 166.5 -39.5 0.0
24 SANT 166.5 -39.5 0.0
25 SIVA 168.7 -97.2 0.002
26 SIVA 168.7 -97.2 0.0
27 SIVA 168.7 -97.2 0.0
28 ARG 173.5 49.9 0.002
29 ARG 173.5 49.9 0.0
30 ARG 173.5 49.9 0.0
31 RHON 182.8 44.8 0.003
32 RHON 182.8 44.8 0.0
33 RHON 182.8 44.8 0.0
34 TUR7 184.1 26.5 0.002
35 TUR7 184.1 26.5 0.0
36 TUR7 184.1 26.5 0.0
37 AMOS 191.6 -23.9 0.0
38 AMOS 191.6 -23.9 0.0
39 AMOS 191.6 -23.9 0.0
40 RETH 195.8 -87.0 0.002
41 RETH 195.8 -87.0 0.0
42 RETH 195.8 -87.0 0.0



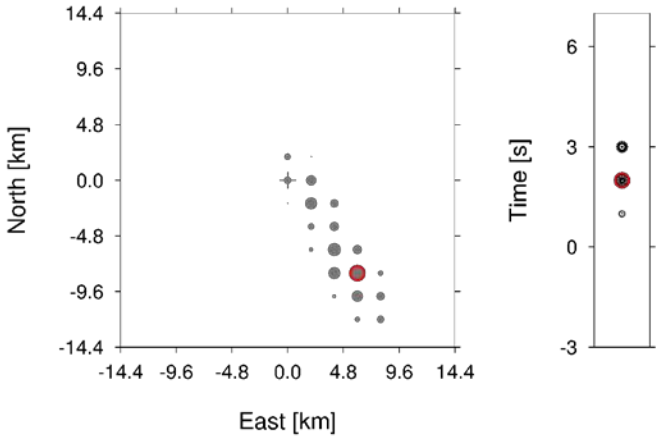
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.22 N 26.64 E
Strike	143.0 260.0
Dip	76.0 28.0
Rake	115.0 30.0
M_0	3.63E+15Nm
M_w	4.2
Depth	14.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.42
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	42 (14 stations)



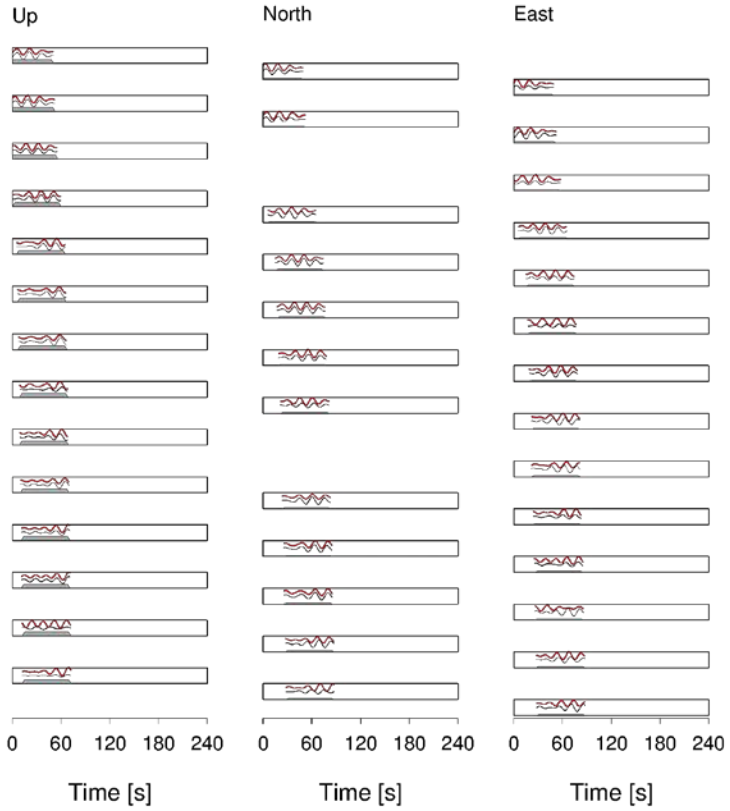
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

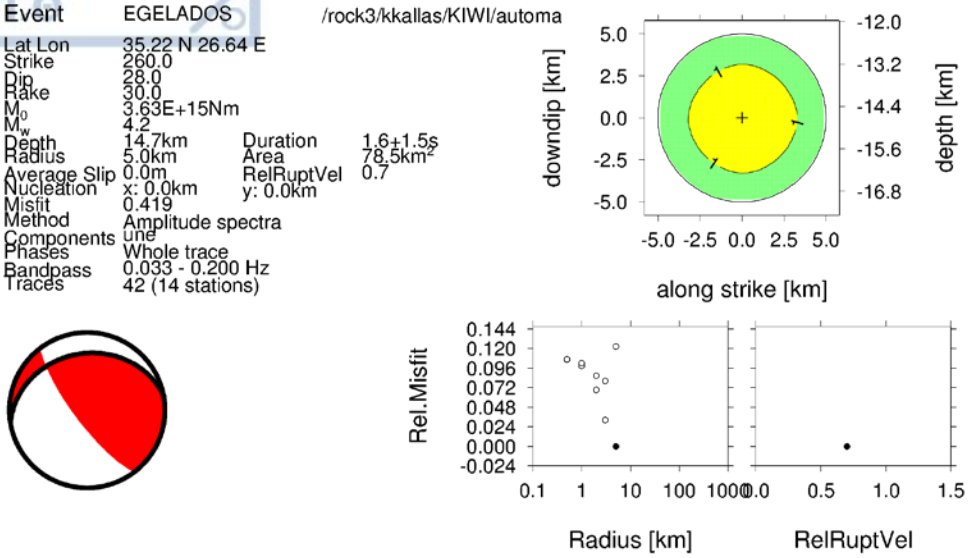
1 KASO 32.3 49.2 0.004
2 KASO 32.3 49.2 0.003
3 KASO 32.3 49.2 0.002
4 ZKR 40.7 -106.9 0.004
5 ZKR 40.7 -106.9 0.0
6 ZKR 40.7 -106.9 0.001
7 KAPA 64.4 43.6 0.005
8 KAPA 64.4 43.6 0.0
9 KAPA 64.4 43.6 0.001
10 NPS 94.0 -86.9 0.002
11 NPS 94.0 -86.9 0.0
12 NPS 94.0 -86.9 0.0
13 RHOS 137.8 50.0 0.003
14 RHOS 137.8 50.0 0.0
15 RHOS 137.8 50.0 0.0
16 TILO 147.9 25.9 0.002
17 TILO 147.9 25.9 0.0
18 TILO 147.9 25.9 0.0
19 ASTY 152.0 -7.8 0.001
20 ASTY 152.0 -7.8 0.0
21 ASTY 152.0 -7.8 0.0
22 SANT 166.5 -39.5 0.0
23 SANT 166.5 -39.5 0.0
24 SANT 166.5 -39.5 0.0
25 SIVA 168.7 -97.2 0.002
26 SIVA 168.7 -97.2 0.0
27 SIVA 168.7 -97.2 0.0
28 ARG 173.5 49.9 0.002
29 ARG 173.5 49.9 0.0
30 ARG 173.5 49.9 0.0
31 RHON 182.8 44.8 0.001
32 RHON 182.8 44.8 0.0
33 RHON 182.8 44.8 0.0
34 TUR7 184.1 26.5 0.0
35 TUR7 184.1 26.5 0.0
36 TUR7 184.1 26.5 0.0
37 AMOS 191.6 -23.9 0.0
38 AMOS 191.6 -23.9 0.0
39 AMOS 191.6 -23.9 0.0
40 RETH 195.8 -87.0 0.001
41 RETH 195.8 -87.0 0.0
42 RETH 195.8 -87.0 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

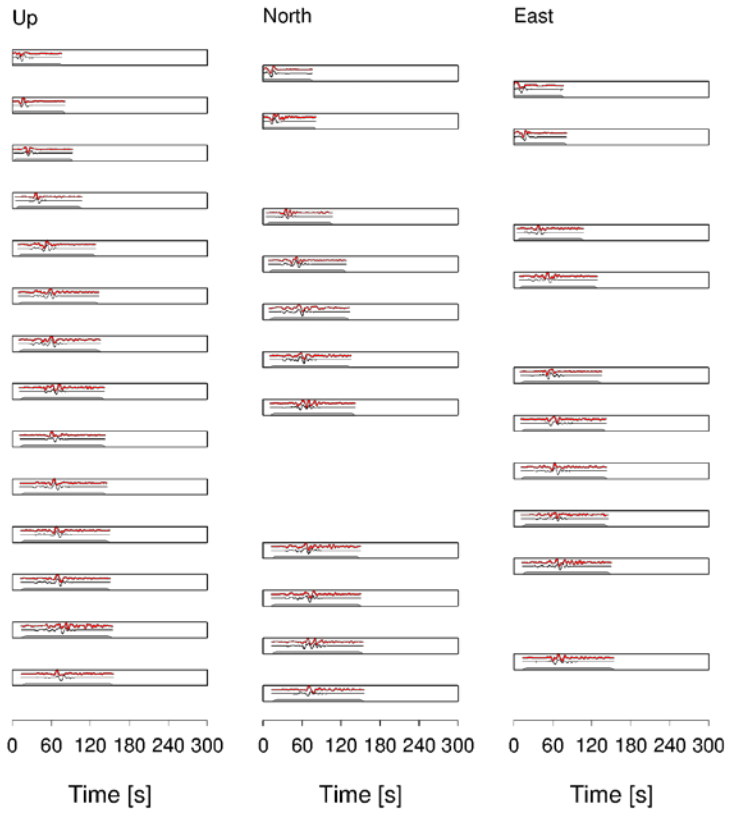
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.22 N 26.64 E		
Strike	260.0		
Dip	28.0		
Rake	30.0		
M_0	3.63E+15Nm		
M_w	4.2		
Depth	14.7km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.419		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	42 (14 stations)		



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 32.3 49.2 0.009
2 KASO 32.3 49.2 0.016
3 KASO 32.3 49.2 0.012
4 ZKR 40.7 -106.9 0.01
5 ZKR 40.7 -106.9 0.004
6 ZKR 40.7 -106.9 0.011
7 KAPA 64.4 43.6 0.011
8 KAPA 64.4 43.6 0.0
9 KAPA 64.4 43.6 0.0
10 NPS 94.0 -86.9 0.006
11 NPS 94.0 -86.9 0.005
12 NPS 94.0 -86.9 0.005
13 RHOS 137.8 50.0 0.004
14 RHOS 137.8 50.0 0.004
15 RHOS 137.8 50.0 0.004
16 TILO 147.9 25.9 0.003
17 TILO 147.9 25.9 0.003
18 TILO 147.9 25.9 0.0
19 ASTY 152.0 -7.8 0.001
20 ASTY 152.0 -7.8 0.002
21 ASTY 152.0 -7.8 0.004
22 SANT 166.5 -39.5 0.001
23 SANT 166.5 -39.5 0.003
24 SANT 166.5 -39.5 0.004
25 SIVA 168.7 -97.2 0.005
26 SIVA 168.7 -97.2 0.0
27 SIVA 168.7 -97.2 0.003
28 ARG 173.5 49.9 0.004
29 ARG 173.5 49.9 0.0
30 ARG 173.5 49.9 0.005
31 RHON 182.8 44.8 0.004
32 RHON 182.8 44.8 0.003
33 RHON 182.8 44.8 0.003
34 TUR7 184.1 26.5 0.003
35 TUR7 184.1 26.5 0.003
36 TUR7 184.1 26.5 0.0
37 AMOS 191.6 -23.9 0.001
38 AMOS 191.6 -23.9 0.002
39 AMOS 191.6 -23.9 0.003
40 RETH 195.8 -87.0 0.003
41 RETH 195.8 -87.0 0.002
42 RETH 195.8 -87.0 0.0

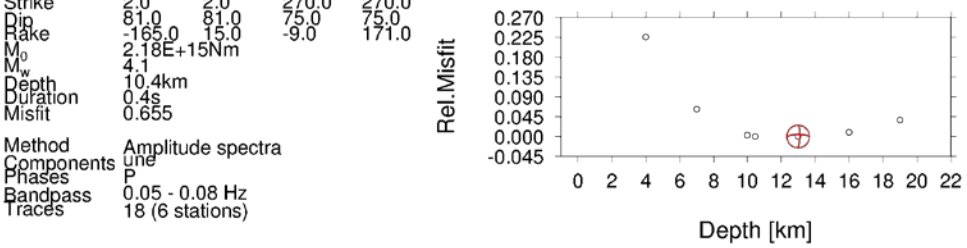


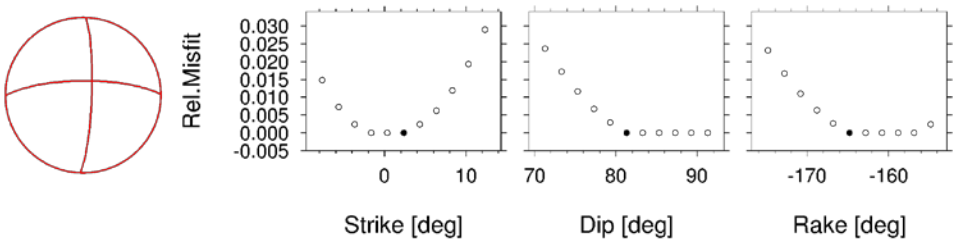
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060402 10:15:41

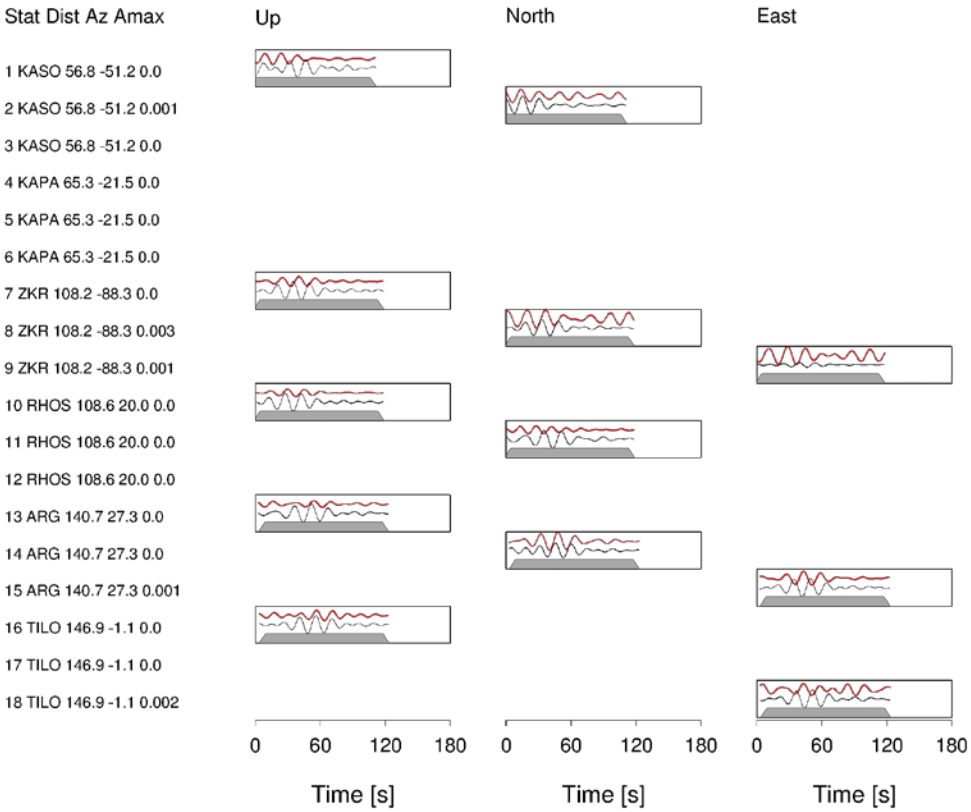
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.09 N 27.4 E			
Strike	2.0	2.0	270.0	270.0
Dip	81.0	81.0	75.0	75.0
Rake	-165.0	15.0	-9.0	171.0
M_0	2.18E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	10.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.655			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	18 (6 stations)			





Fit of Seismograms



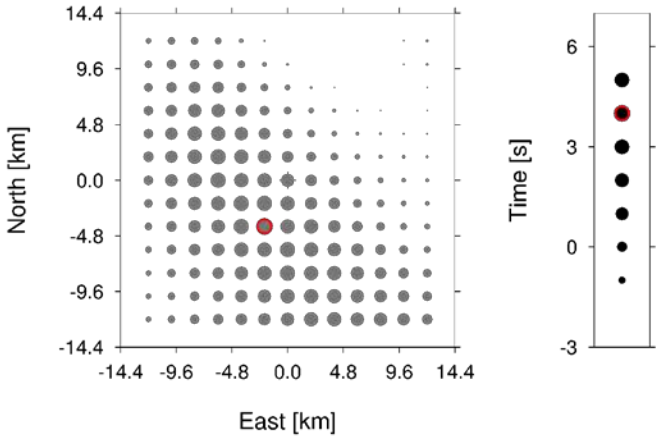
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

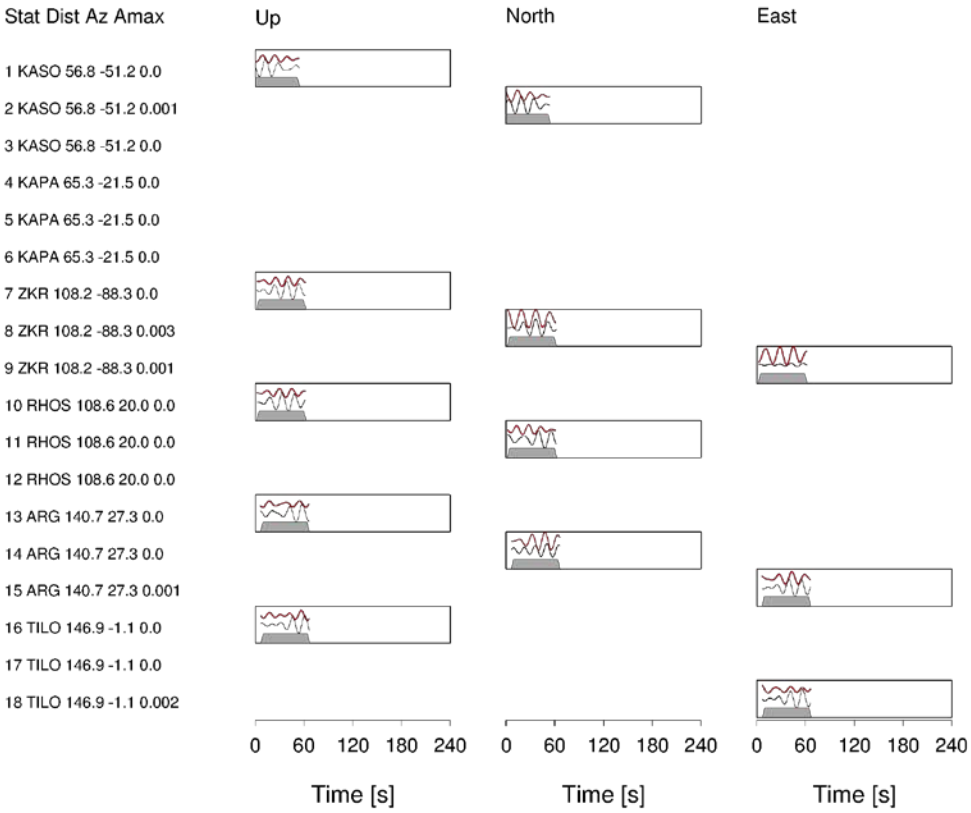
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.09 N 27.4 E
Strike	2.0 270.0
Dip	81.0 75.0
Rake	-165.0 -9.0
M_0	2.18E+15Nm
M_w	4.1
Depth	10.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.99
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (6 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



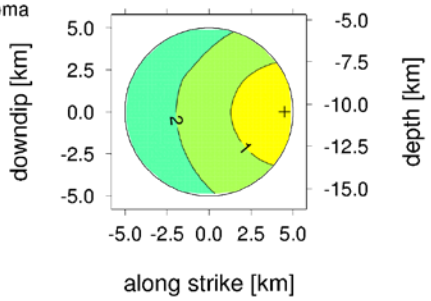
Fit of Seismograms



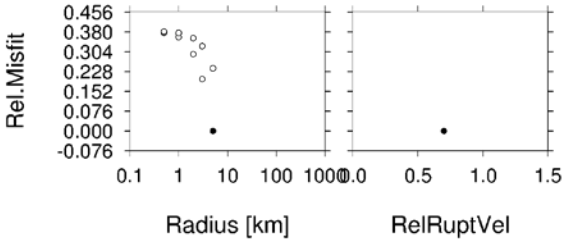
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

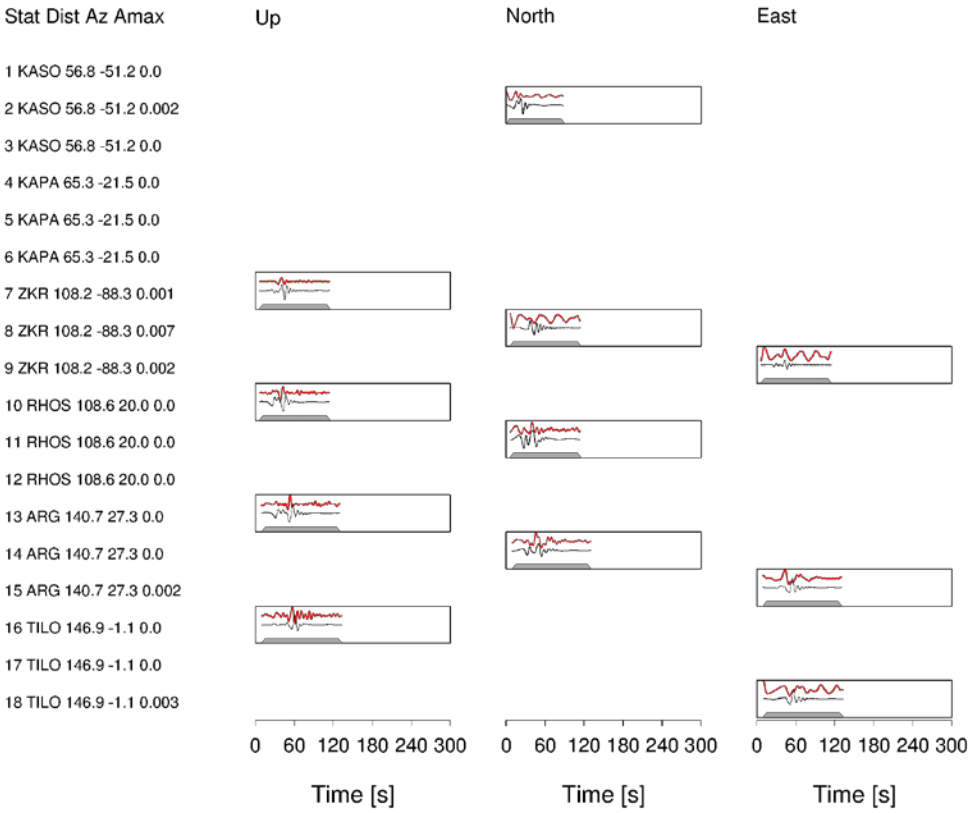
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.09 N 27.4 E		
Strike	2.0		
Dip	81.0		
Rake	-165.0		
M_0	2.18E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	10.4km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.822		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (6 stations)		







Fit of Seismograms

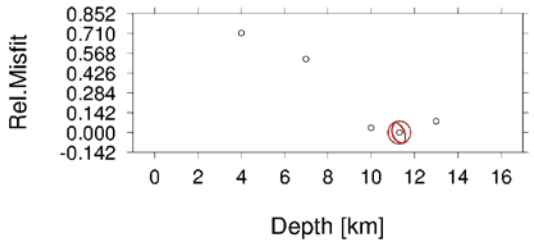


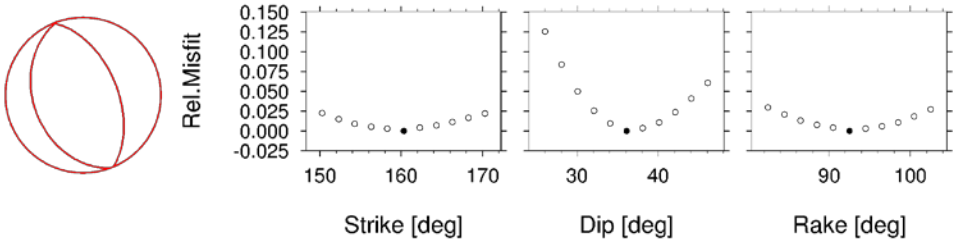
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060403 19:36:42

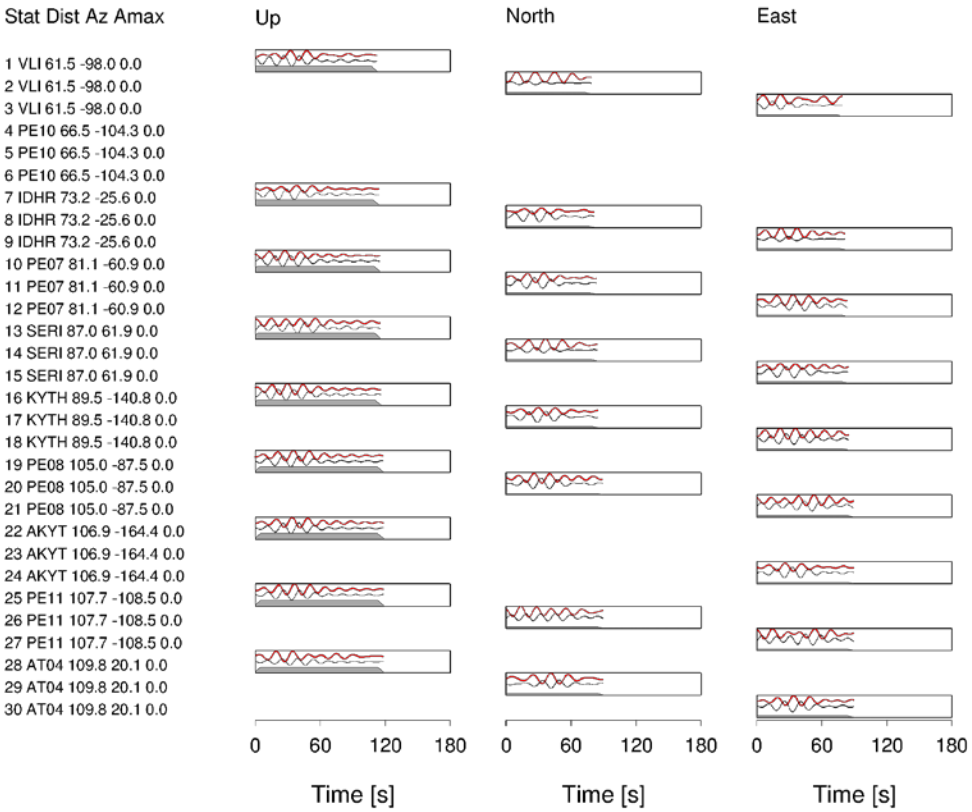
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.79 N 23.61 E			
Strike	160.0	160.0	337.0	337.0
Dip	36.0	36.0	54.0	54.0
Rake	92.0	-88.0	88.0	-92.0
M_0	7.57E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	11.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.407			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	99 (33 stations)			





Fit of Seismograms (Closest 30 stations)



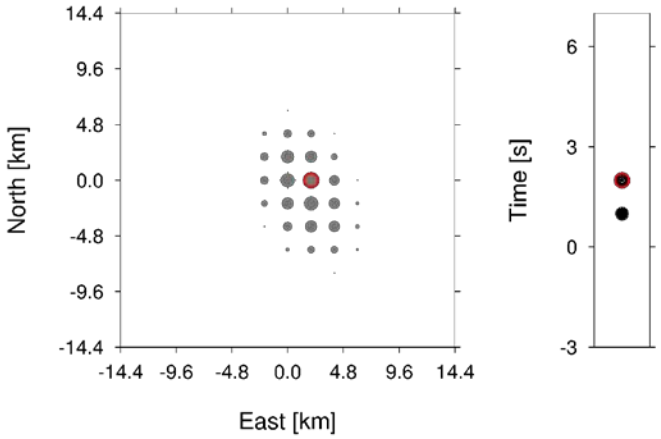
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

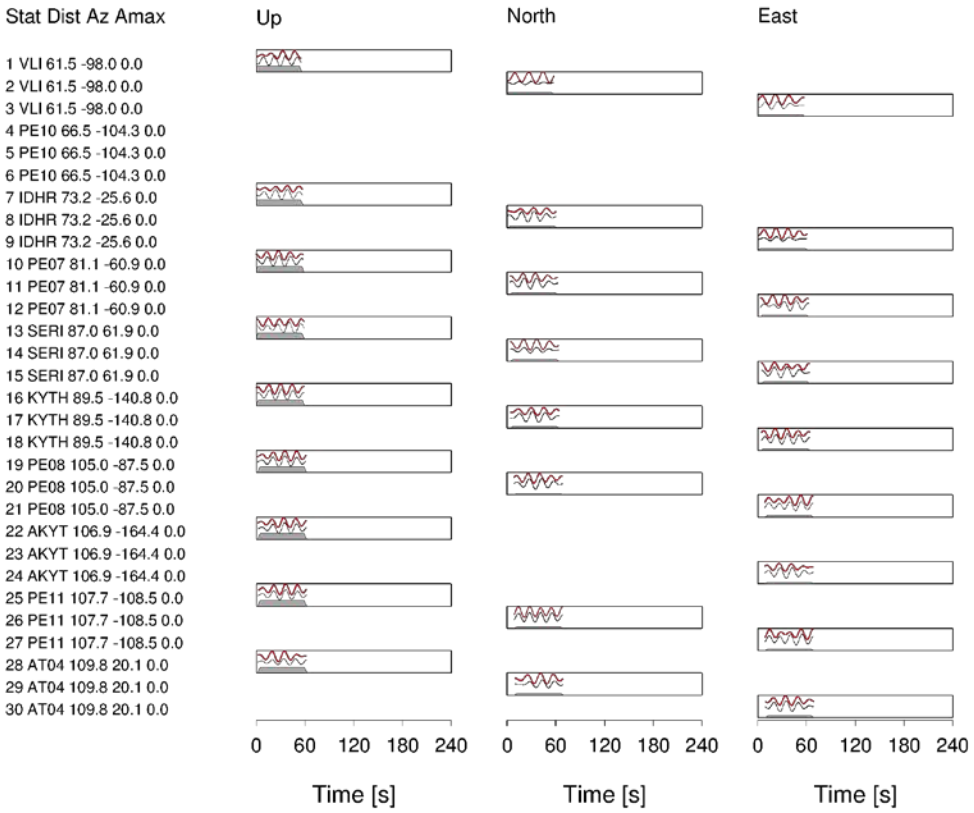
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.79 N 23.61 E
Strike	160.0 337.0
Dip	36.0 54.0
Rake	-88.0 -92.0
M_0	7.57E+14Nm
M_w	3.8
Depth	11.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.63
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	99 (33 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms (Closest 30 stations)

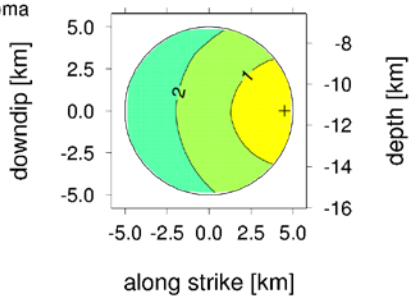


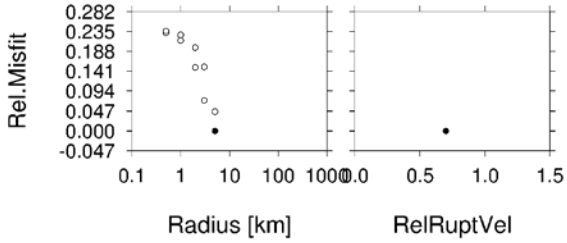
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

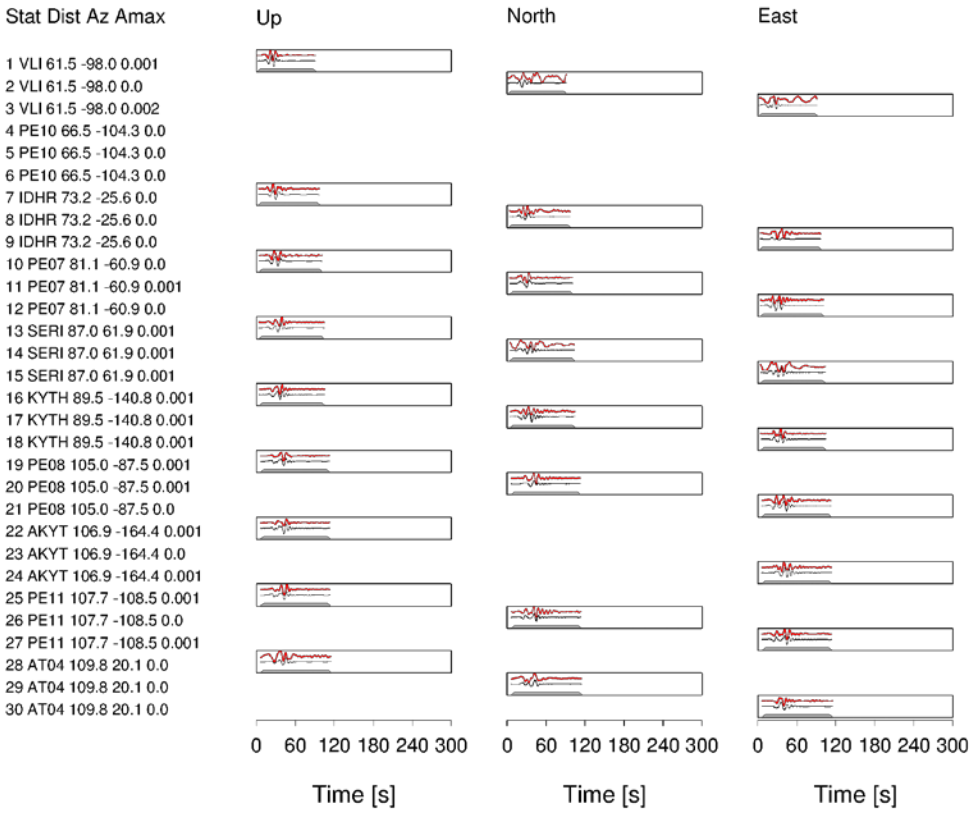
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.79 N 23.61 E		
Strike	337.0		
Dip	54.0		
Rake	-92.0		
M_0	7.57E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	11.3km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.542		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	99 (33 stations)		







Fit of Seismograms (Closest 30 stations)



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

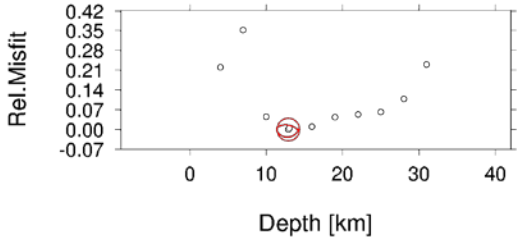
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

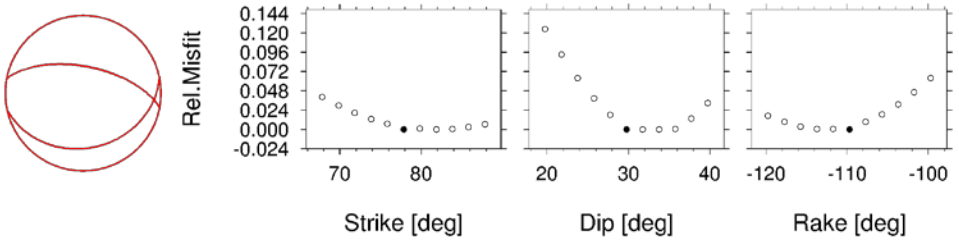
20060412 09:49:19

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.34 N 27.2 E			
Strike	78.0	78.0	280.0	280.0
Dip	30.0	30.0	62.0	62.0
Rake	-110.0	70.0	-79.0	101.0
M_0	5.19E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	12.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.363			

Method Amplitude spectra
Components U
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 23 (23 stations)

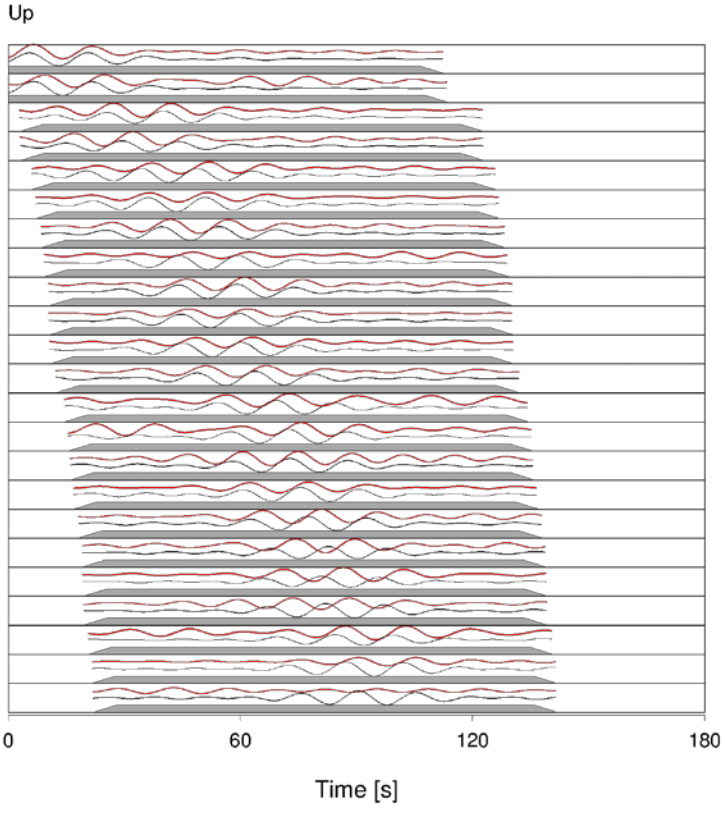




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 27.5 -74.7 0.0
2 KAPA 33.1 -11.0 0.0
3 RHOS 92.2 36.5 0.0
4 ZKR 93.8 -105.7 0.0
5 TILO 119.6 6.9 0.0
6 ARG 127.2 40.3 0.0
7 RHON 139.2 34.2 0.0
8 NPS 145.4 -93.2 0.0
9 TUR7 153.8 12.0 0.0
10 ASTY 154.4 -27.3 0.0
11 KOSI 156.8 -8.3 0.0
12 TUR9 169.9 27.4 0.0
13 TUR5 187.0 2.9 0.0
14 SANT 194.5 -53.6 0.0
15 TUR4 199.7 15.4 0.0
16 AMOS 206.4 -38.3 0.0
17 TUR6 215.1 30.1 0.0
18 SIVA 221.4 -98.8 0.0
19 TUR8 226.4 42.8 0.0
20 IOSI 226.6 -46.5 0.0
21 TUR3 237.0 7.0 0.0
22 APE 243.5 -37.6 0.0
23 RETH 246.7 -90.6 0.0



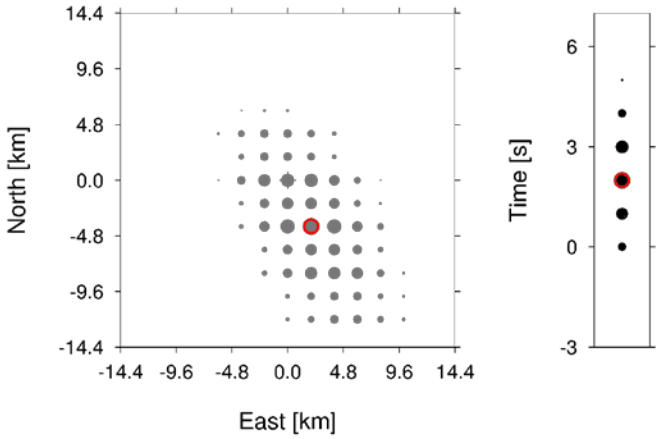
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.34 N 27.2 E
Strike	78.0 280.0
Dip	30.0 62.0
Rake	-110.0 -79.0
M_0	5.19E+14Nm
M_w	3.7
Depth	12.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.621
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	23 (23 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa

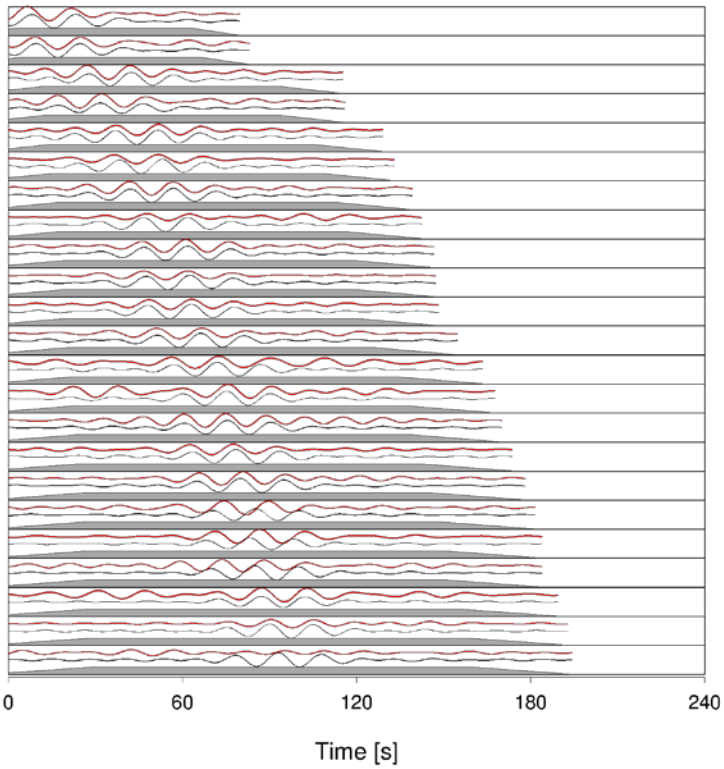


Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 27.5 -74.7 0.0
2 KAPA 33.1 -11.0 0.0
3 RHOS 92.2 36.5 0.0
4 ZKR 93.8 -105.7 0.0
5 TILO 119.6 6.9 0.0
6 ARG 127.2 40.3 0.0
7 RHON 139.2 34.2 0.0
8 NPS 145.4 -93.2 0.0
9 TUR7 153.8 12.0 0.0
10 ASTY 154.4 -27.3 0.0
11 KOSI 156.8 -8.3 0.0
12 TUR9 169.9 27.4 0.0
13 TUR5 187.0 2.9 0.0
14 SANT 194.5 -53.6 0.0
15 TUR4 199.7 15.4 0.0
16 AMOS 206.4 -38.3 0.0
17 TUR6 215.1 30.1 0.0
18 SIVA 221.4 -98.8 0.0
19 TUR8 226.4 42.8 0.0
20 IOSI 226.6 -46.5 0.0
21 TUR3 237.0 7.0 0.0
22 APE 243.5 -37.6 0.0
23 RETH 246.7 -90.6 0.0

Up

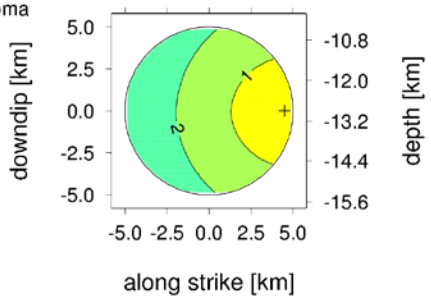


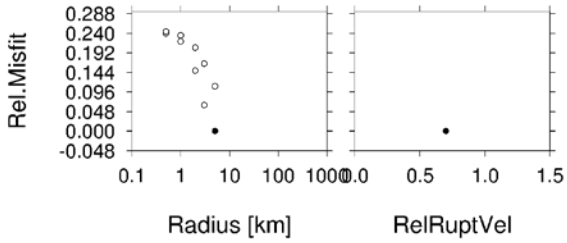
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

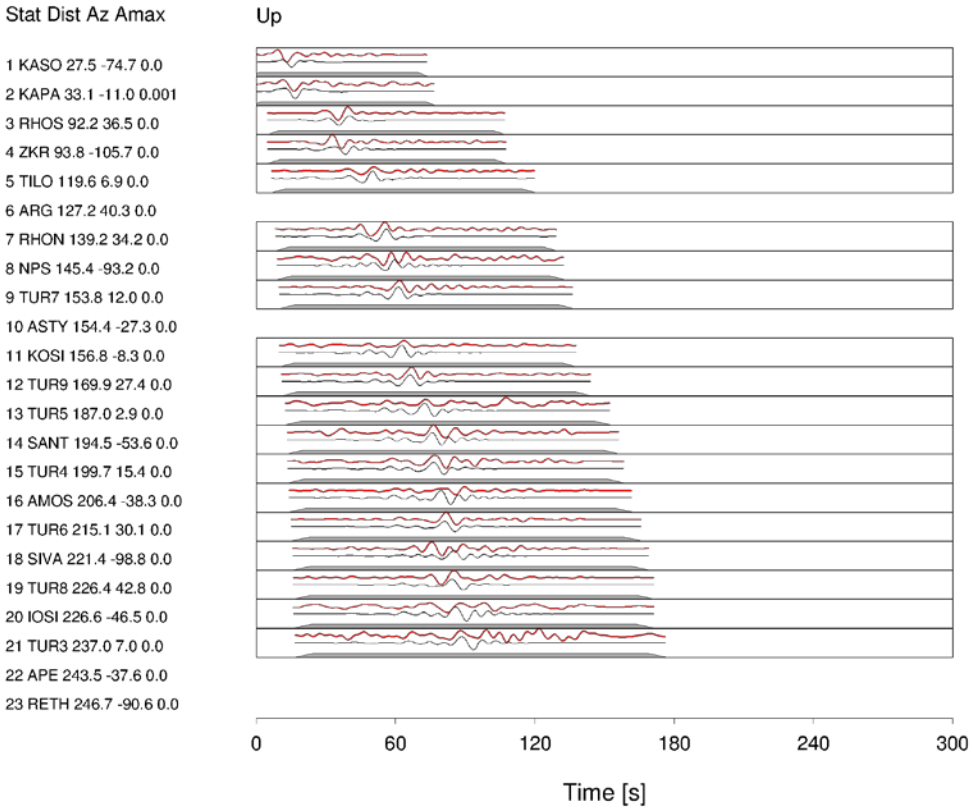
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.34 N 27.2 E		
Strike	78.0		
Dip	30.0		
Rake	-110.0		
M_0	5.19E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	12.9km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.429		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	23 (23 stations)		







Fit of Seismograms

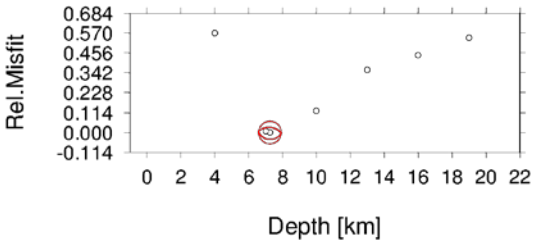


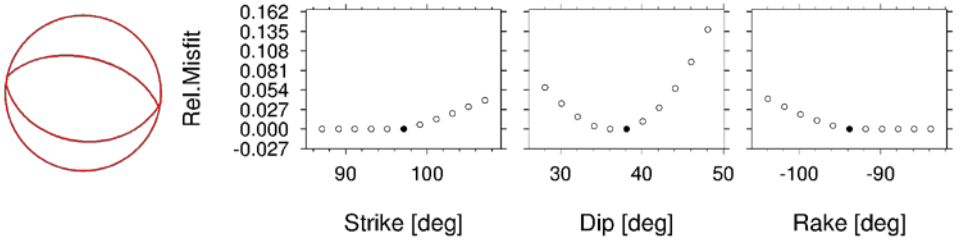
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060508 16:53:38

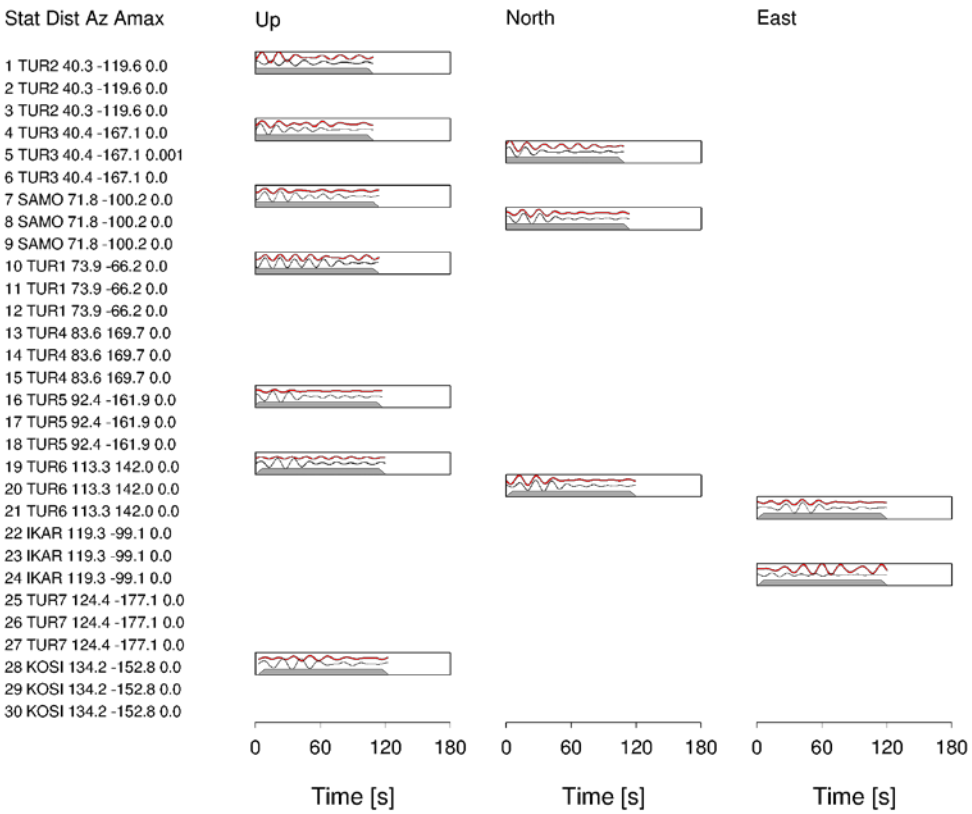
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.82 N 27.64 E			
Strike	97.0	97.0	282.0	282.0
Dip	38.0	38.0	52.0	52.0
Rake	-94.0	86.0	-87.0	93.0
M_0	6.97E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	7.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.52			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	30 (10 stations)			





Fit of Seismograms



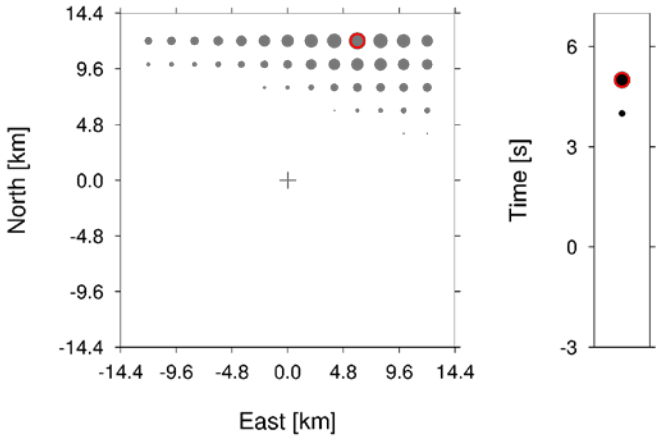
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.82 N 27.64 E
Strike	97.0 282.0
Dip	38.0 52.0
Rake	86.0 93.0
M_0	6.97E+14Nm
M_w	3.7
Depth	7.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.867
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	30 (10 stations)



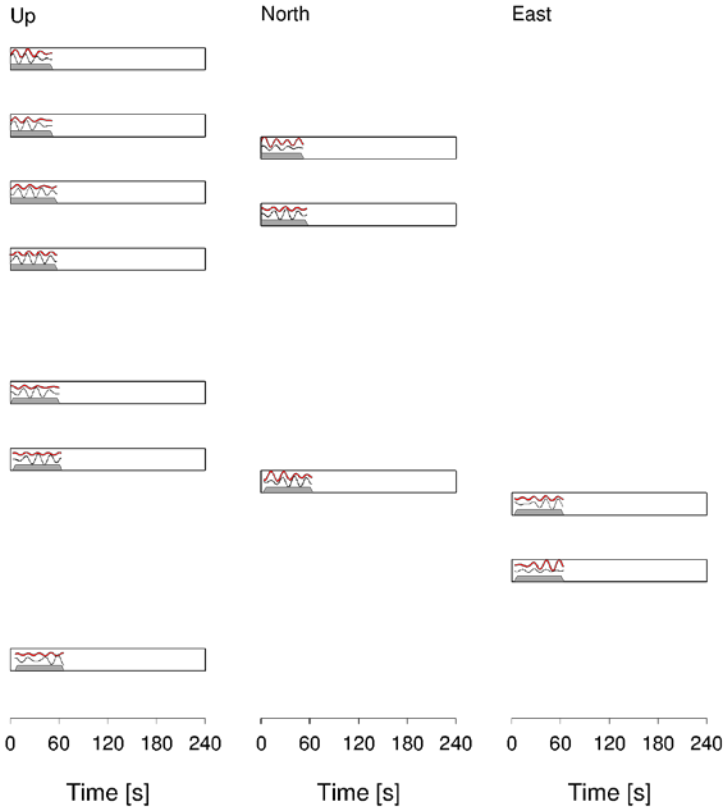
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR2 40.3 -119.6 0.0
2 TUR2 40.3 -119.6 0.0
3 TUR2 40.3 -119.6 0.0
4 TUR3 40.4 -167.1 0.0
5 TUR3 40.4 -167.1 0.001
6 TUR3 40.4 -167.1 0.0
7 SAMO 71.8 -100.2 0.0
8 SAMO 71.8 -100.2 0.0
9 SAMO 71.8 -100.2 0.0
10 TUR1 73.9 -66.2 0.0
11 TUR1 73.9 -66.2 0.0
12 TUR1 73.9 -66.2 0.0
13 TUR4 83.6 169.7 0.0
14 TUR4 83.6 169.7 0.0
15 TUR4 83.6 169.7 0.0
16 TUR5 92.4 -161.9 0.0
17 TUR5 92.4 -161.9 0.0
18 TUR5 92.4 -161.9 0.0
19 TUR6 113.3 142.0 0.0
20 TUR6 113.3 142.0 0.0
21 TUR6 113.3 142.0 0.0
22 IKAR 119.3 -99.1 0.0
23 IKAR 119.3 -99.1 0.0
24 IKAR 119.3 -99.1 0.0
25 TUR7 124.4 -177.1 0.0
26 TUR7 124.4 -177.1 0.0
27 TUR7 124.4 -177.1 0.0
28 KOSI 134.2 -152.8 0.0
29 KOSI 134.2 -152.8 0.0
30 KOSI 134.2 -152.8 0.0

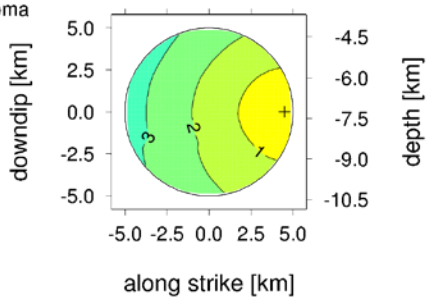


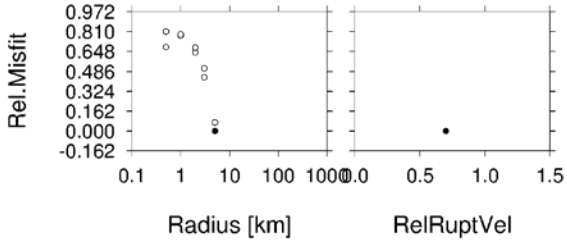
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

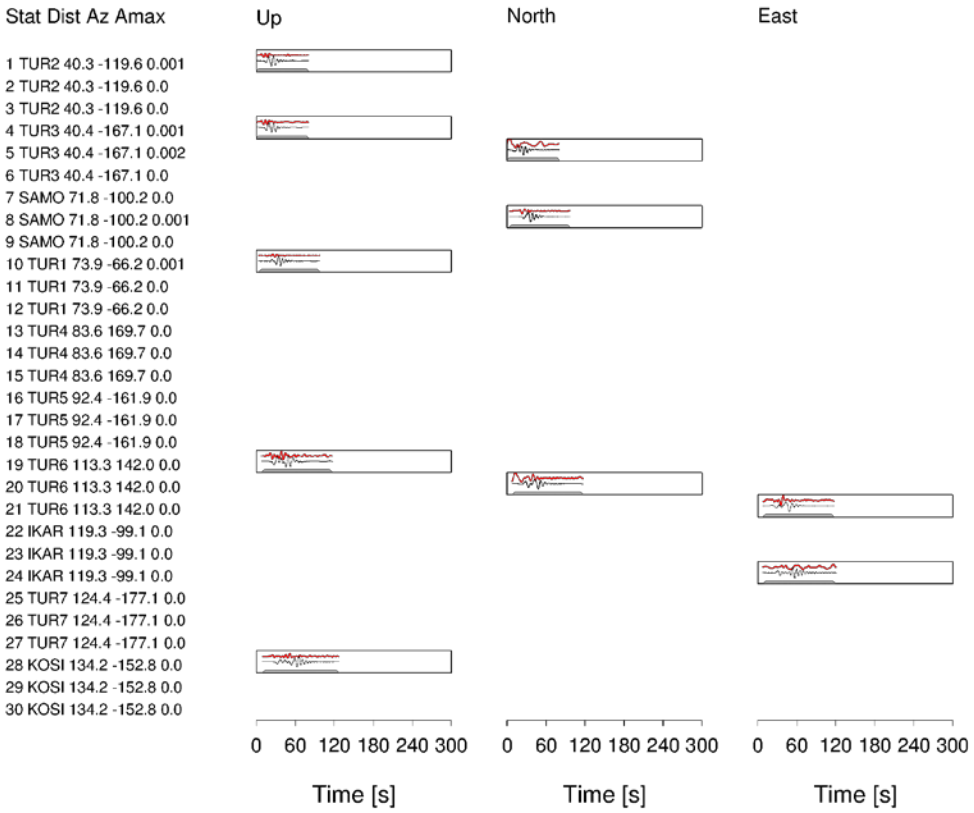
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.82 N 27.64 E		
Strike	97.0		
Dip	38.0		
Rake	86.0		
M_0	6.97E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	7.2km	Duration	1.6±3.3s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.988		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	30 (10 stations)		







Fit of Seismograms

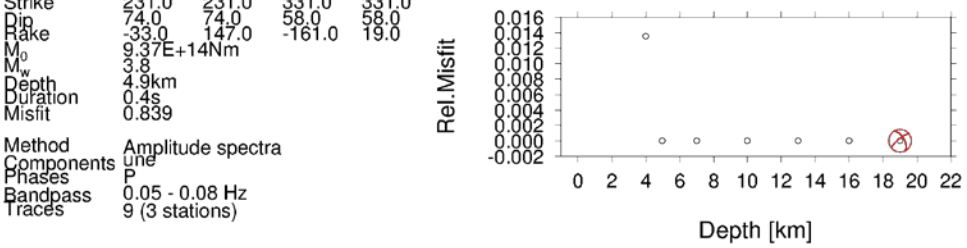


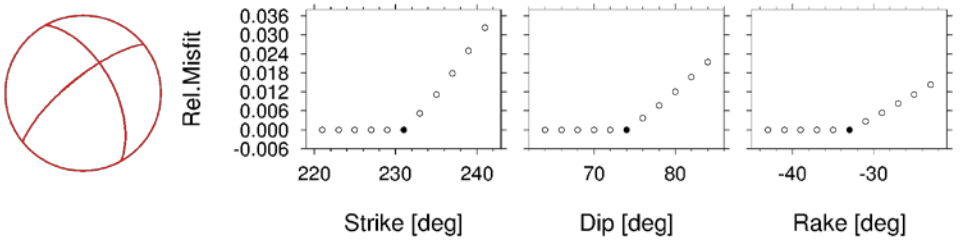
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060509 21:30:43

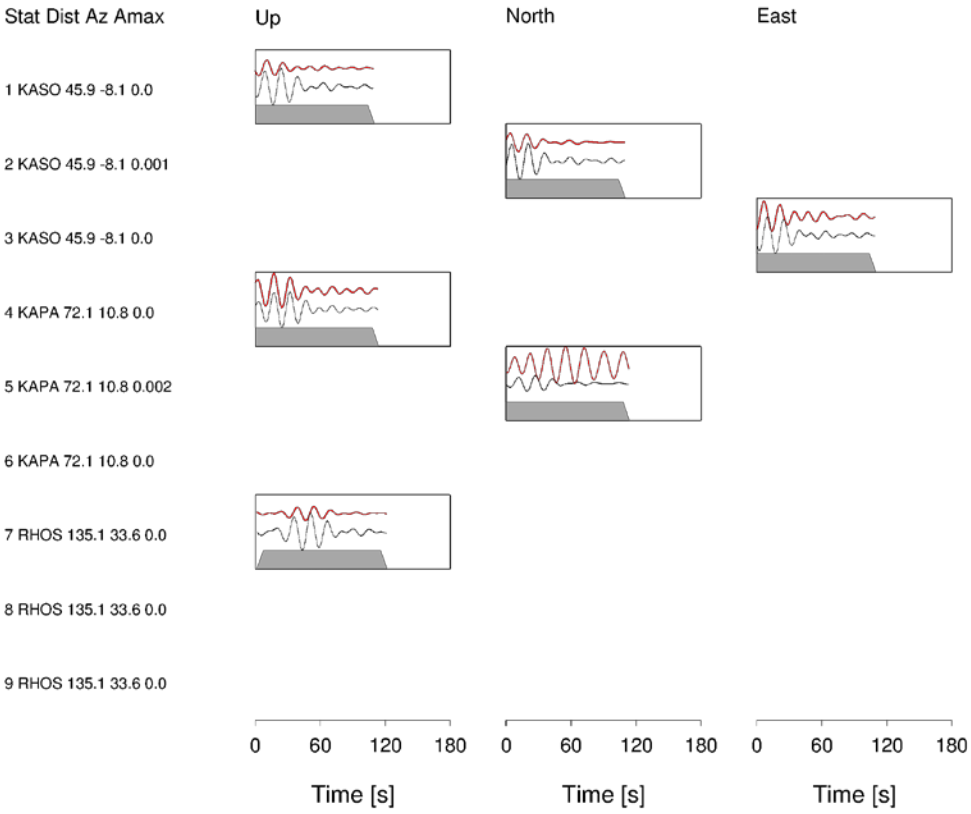
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.0 N 26.98 E			
Strike	231.0	231.0	331.0	331.0
Dip	74.0	74.0	58.0	58.0
Rake	-33.0	147.0	-161.0	19.0
M_0	9.37E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	4.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.839			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	9 (3 stations)			





Fit of Seismograms



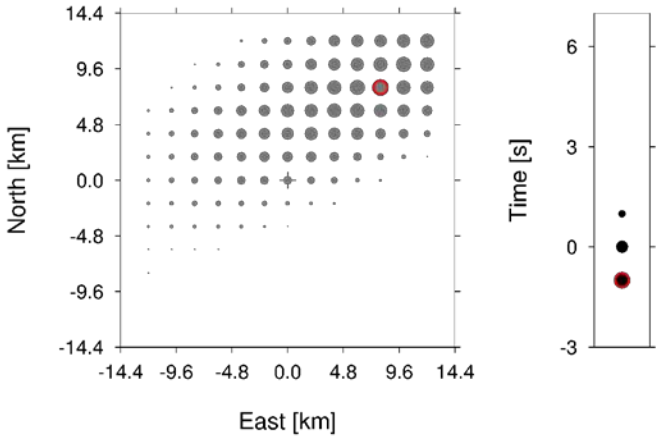
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

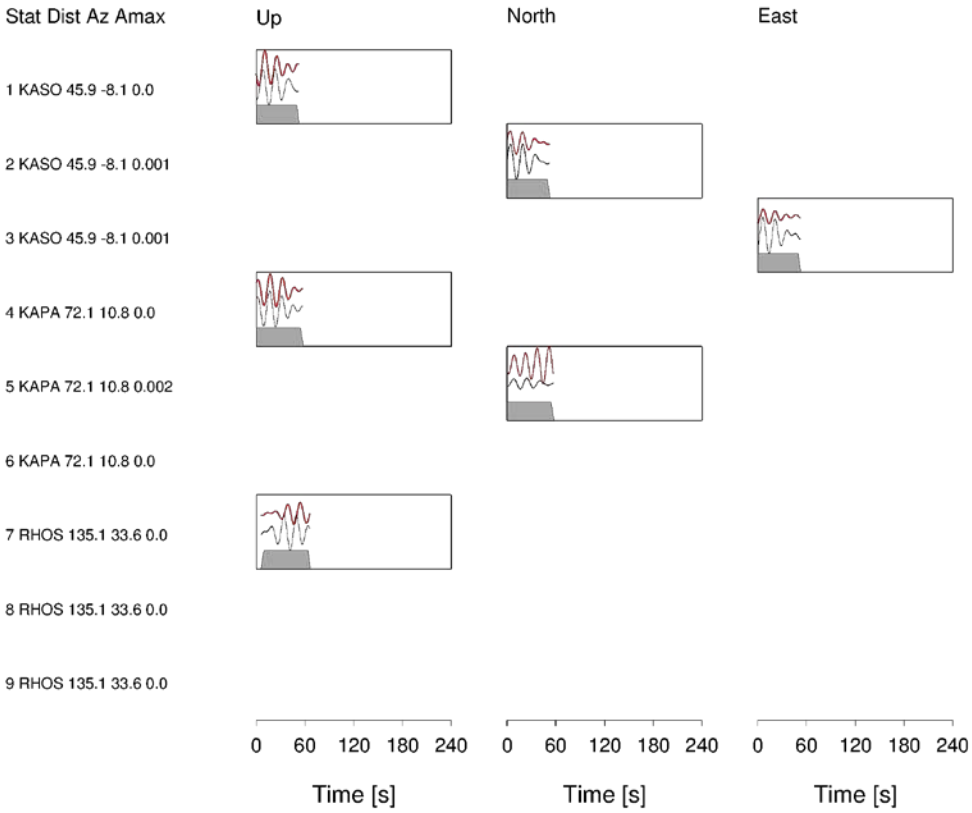
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.0 N 26.98 E
Strike	231.0 331.0
Dip	74.0 58.0
Rake	-33.0 -161.0
M_0	9.37E+14Nm
M_w	3.8
Depth	4.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.933
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



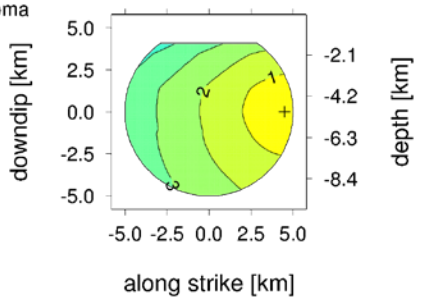
Fit of Seismograms



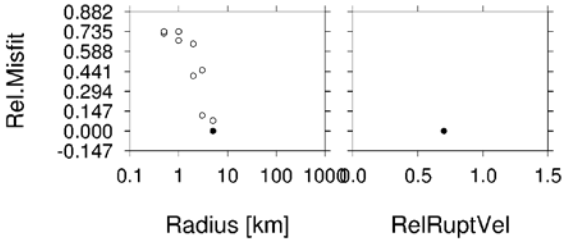
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

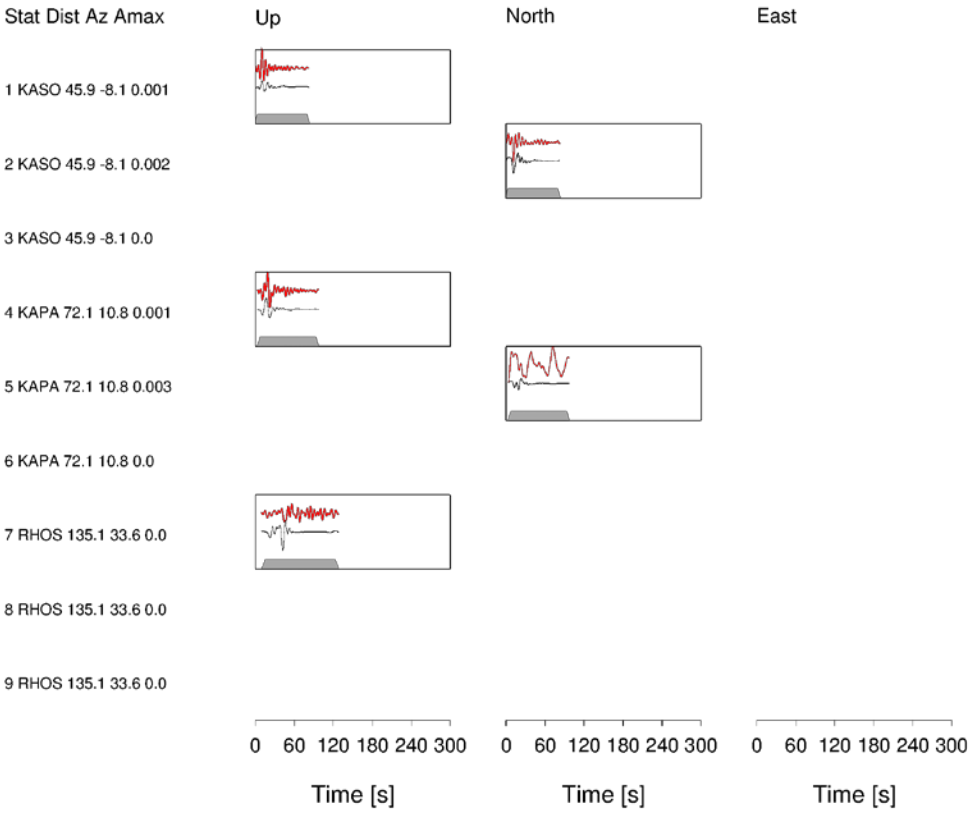
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.0 N 26.98 E		
Strike	331.0		
Dip	58.0		
Rake	-161.0		
M_0	9.37E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	4.9km	Duration	1.6+4.2s
Radius	5.0km	Area	75.0km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.708		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

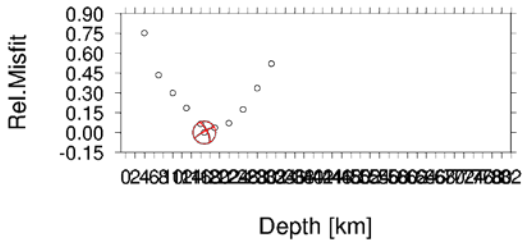
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

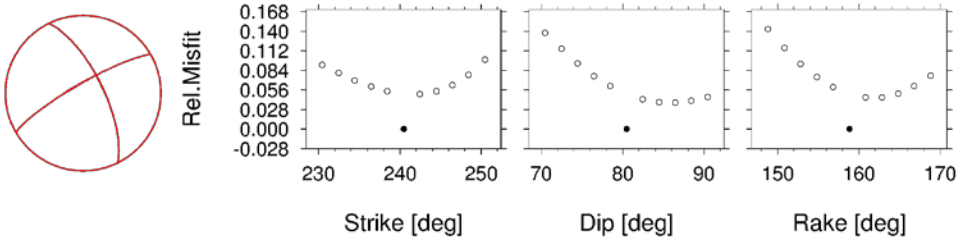
20060512 20:59:44

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.23 N 26.72 E			
Strike	240.0	240.0	334.0	334.0
Dip	80.0	80.0	69.0	69.0
Rake	159.0	-21.0	10.0	-170.0
M_0	1.78E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	16.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.365			

Method Amplitude spectra
Components un
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 18 (9 stations)

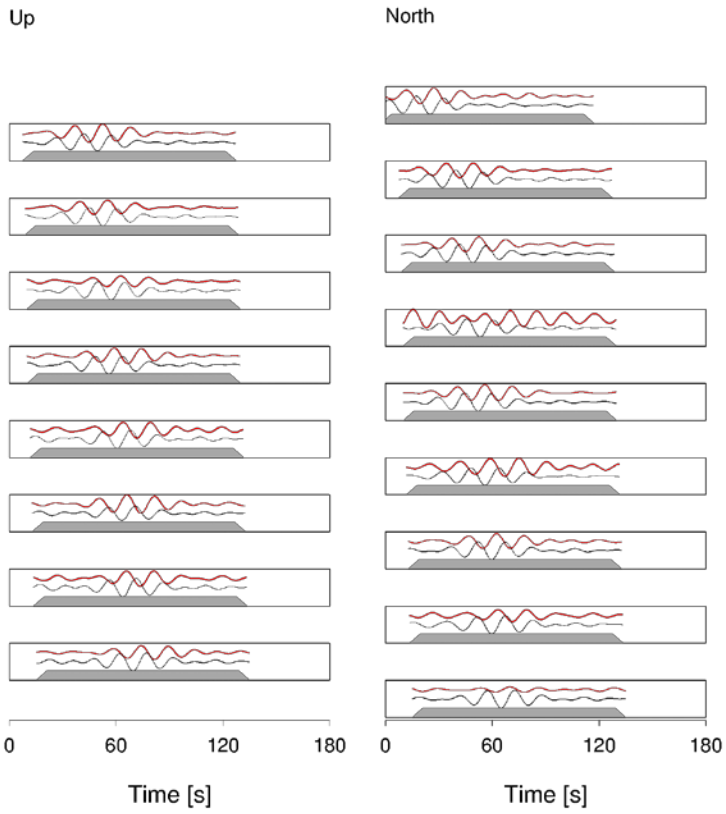




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 58.8 39.2 0.0
2 KAPA 58.8 39.2 0.001
3 RHOS 131.6 48.3 0.0
4 RHOS 131.6 48.3 0.001
5 TILO 143.9 23.5 0.0
6 TILO 143.9 23.5 0.0
7 ANAF 151.5 -34.0 0.0
8 ANAF 151.5 -34.0 0.001
9 ASTY 152.2 -10.6 0.0
10 ASTY 152.2 -10.6 0.0
11 KOSI 169.2 6.8 0.0
12 KOSI 169.2 6.8 0.0
13 RHON 176.9 43.3 0.0
14 RHON 176.9 43.3 0.001
15 TUR7 180.0 24.6 0.0
16 TUR7 180.0 24.6 0.0
17 AMOS 193.8 -26.0 0.0
18 AMOS 193.8 -26.0 0.001



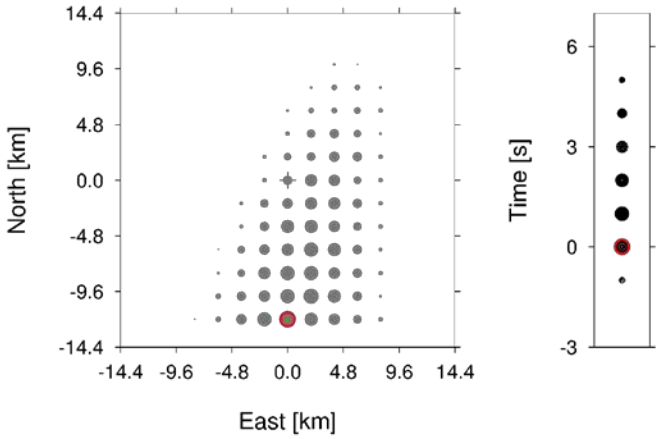
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

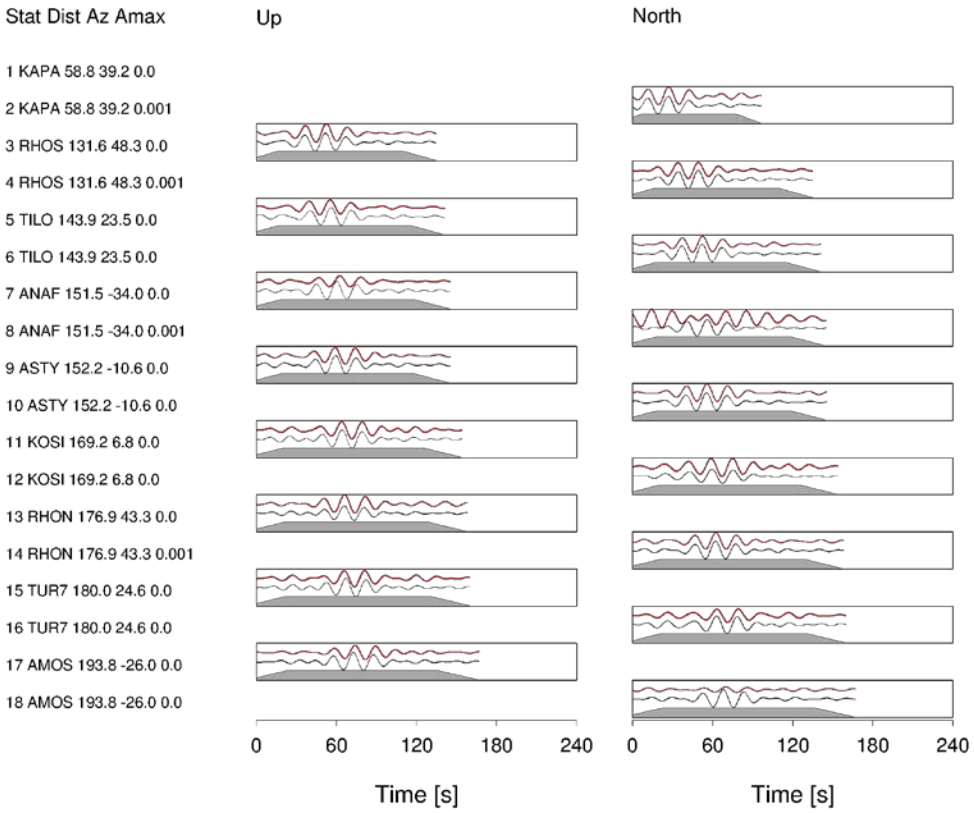
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.23 N 26.72 E
Strike	240.0 334.0
Dip	80.0 69.0
Rake	-21.0 -170.0
M_0	1.78E+15Nm
M_w	4.0
Depth	16.8km
Duration	0.4s
Misfit	0.688
Method	Time domain
Components	un
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (9 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



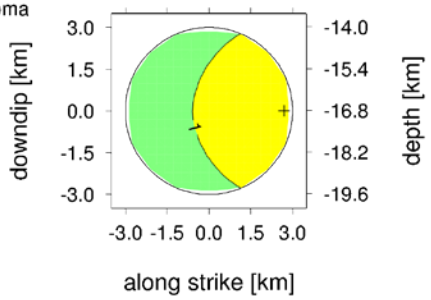
Fit of Seismograms



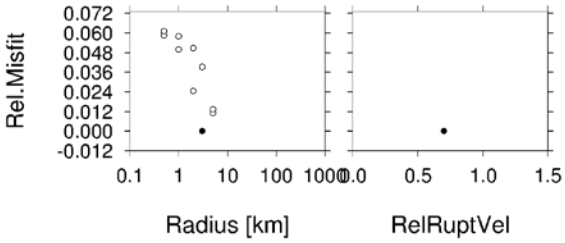
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.23 N 26.72 E		
Strike	334.0		
Dip	69.0		
Rake	-170.0		
M_0	1.78E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	16.8km	Duration	1.6+1.6s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.5		
Method	Amplitude spectra		
Components	un		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (9 stations)		



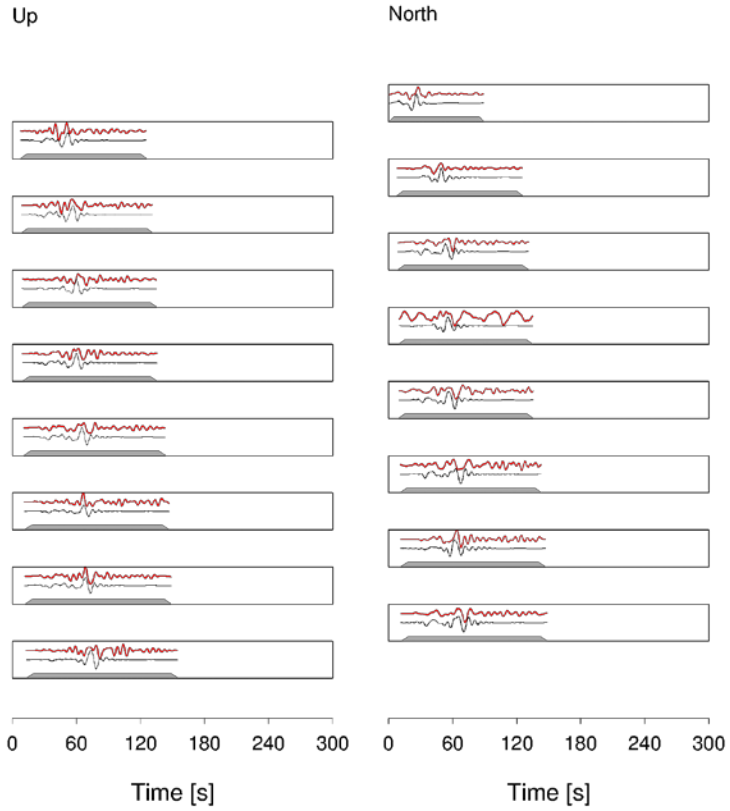




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 58.8 39.2 0.0
2 KAPA 58.8 39.2 0.002
3 RHOS 131.6 48.3 0.0
4 RHOS 131.6 48.3 0.002
5 TILO 143.9 23.5 0.0
6 TILO 143.9 23.5 0.001
7 ANAF 151.5 -34.0 0.0
8 ANAF 151.5 -34.0 0.001
9 ASTY 152.2 -10.6 0.0
10 ASTY 152.2 -10.6 0.001
11 KOSI 169.2 6.8 0.0
12 KOSI 169.2 6.8 0.0
13 RHON 176.9 43.3 0.0
14 RHON 176.9 43.3 0.001
15 TUR7 180.0 24.6 0.0
16 TUR7 180.0 24.6 0.0
17 AMOS 193.8 -26.0 0.0
18 AMOS 193.8 -26.0 0.0



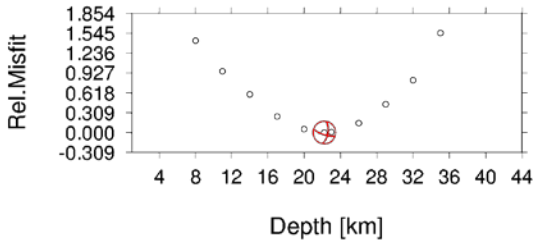
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

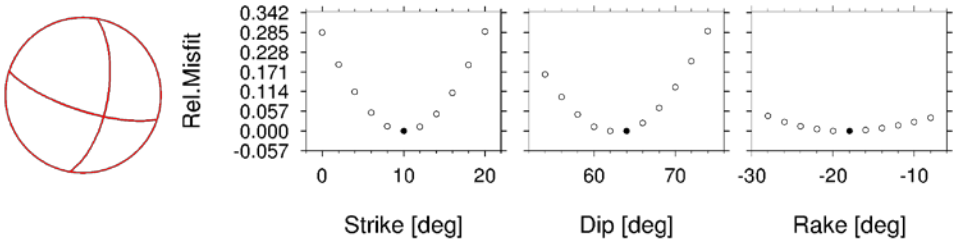
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060512 21:17:56

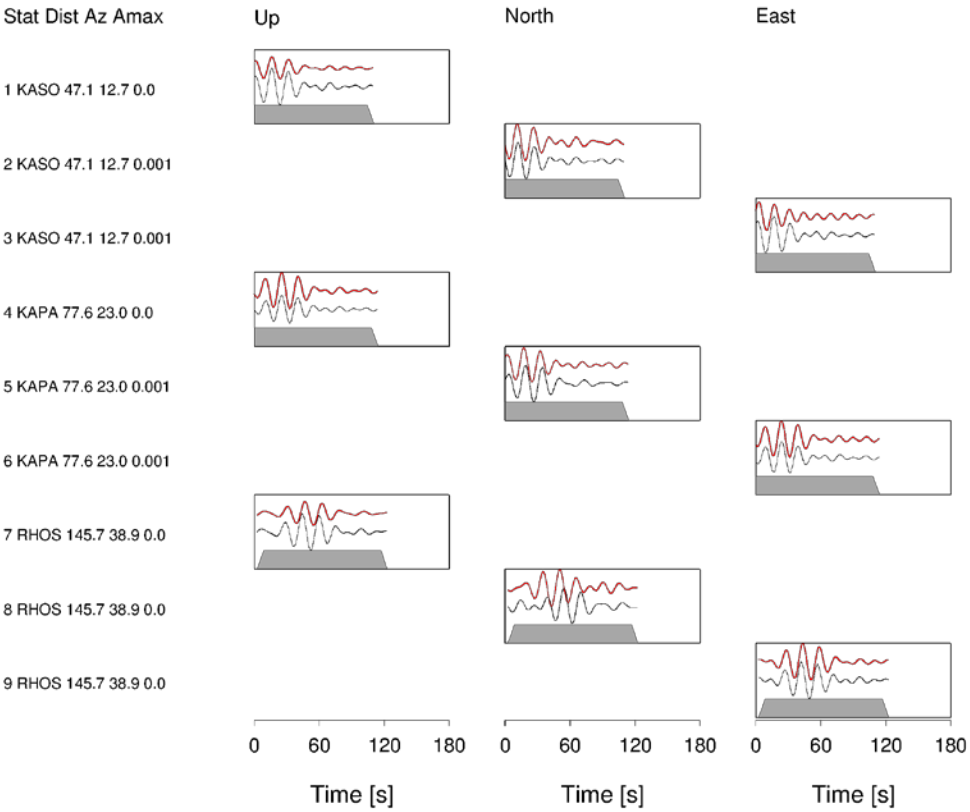
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.99 N 26.8 E			
Strike	10.0	10.0	108.0	108.0
Dip	64.0	64.0	74.0	74.0
Rake	-18.0	162.0	-153.0	27.0
M_0	1.35E+15Nm			
M_w	3.9			
Depth	22.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.23			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	9 (3 stations)			





Fit of Seismograms



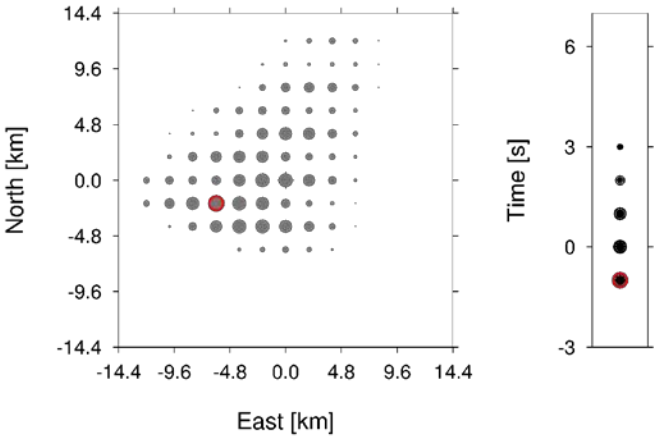
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

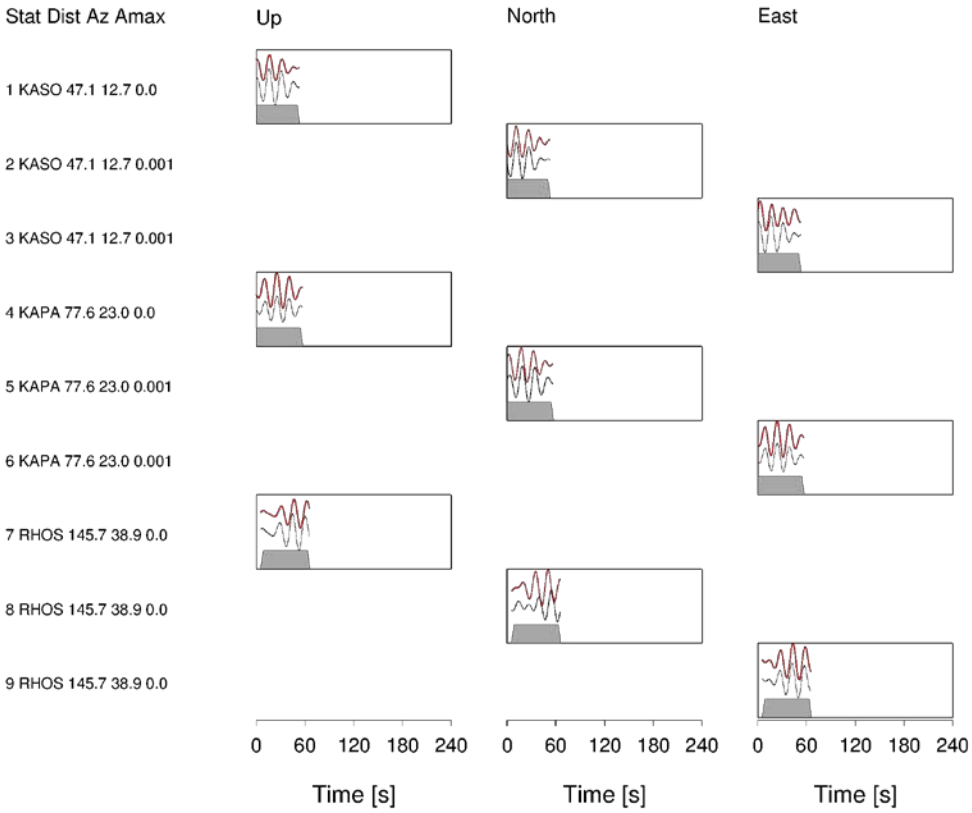
Event	EGELADOS	
Lat Lon	34.99 N	26.8 E
Strike	10.0	108.0
Dip	64.0	74.0
Rake	-18.0	-153.0
M_0	1.35E+15Nm	
M_w	3.9	
Depth	22.1km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.49	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	9 (3 stations)	



/rock4/kkallas/KIWI/automa



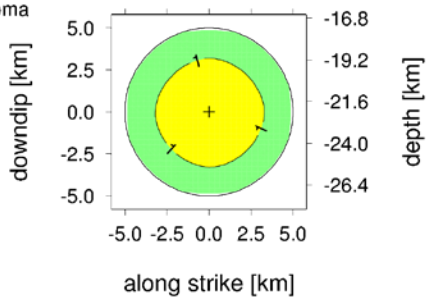
Fit of Seismograms



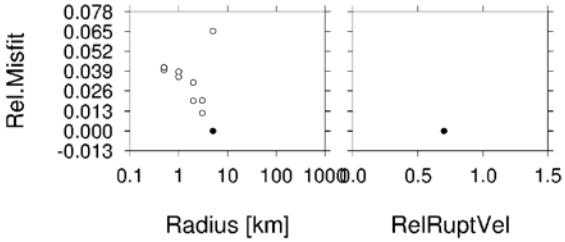
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

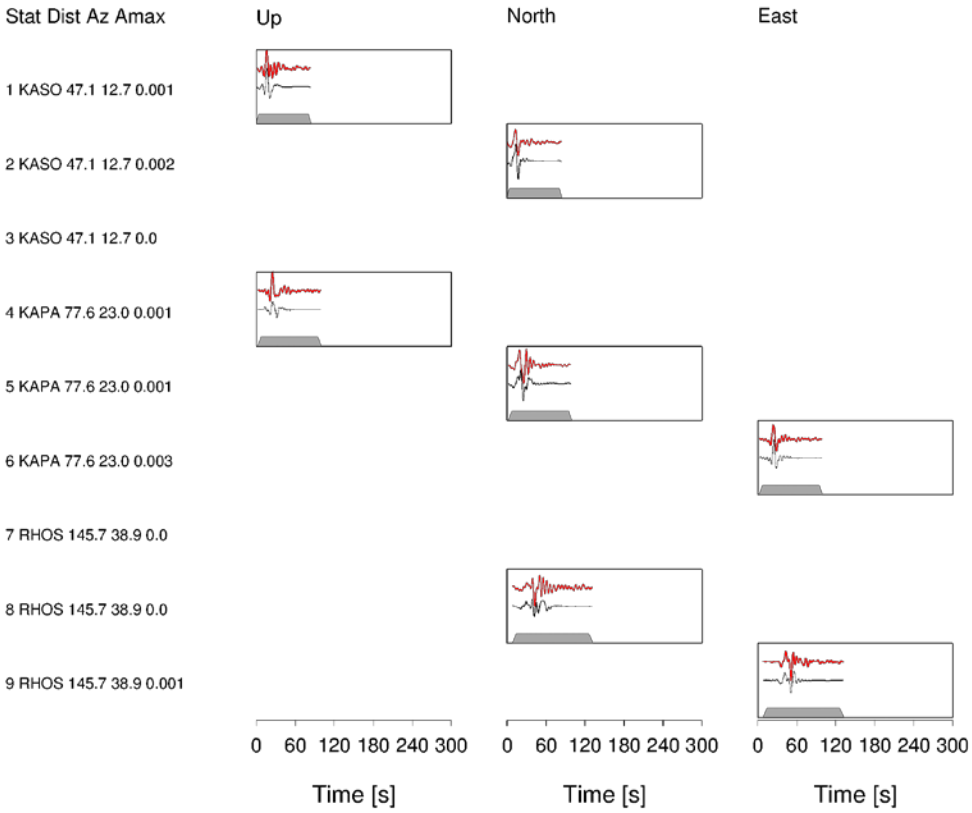
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.99 N 26.8 E		
Strike	108.0		
Dip	74.0		
Rake	-153.0		
M_0	1.35E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	22.1km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.353		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms

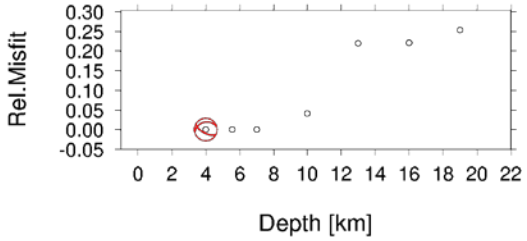


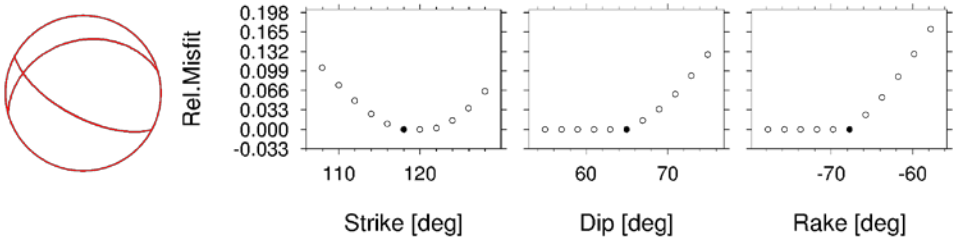
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060512 22:44:15

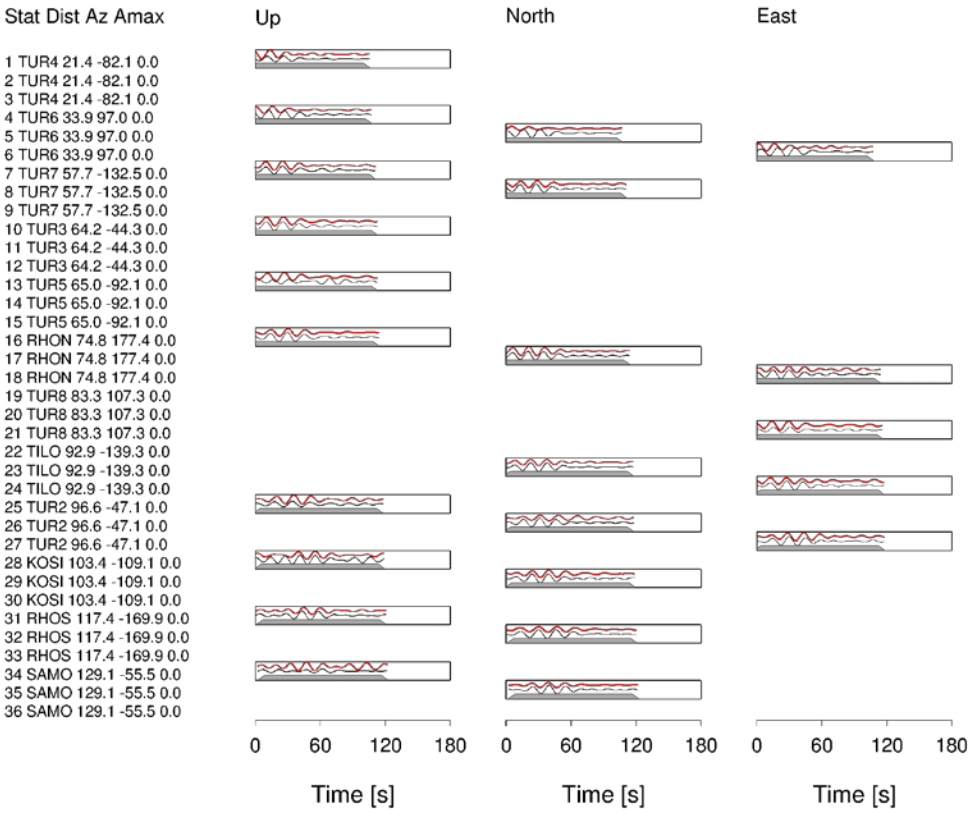
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.05 N 28.04 E			
Strike	118.0	118.0	254.0	254.0
Dip	65.0	65.0	33.0	33.0
Rake	-68.0	112.0	-129.0	51.0
M_0	3.32E+14Nm			
M_w	3.5			
Depth	5.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.447			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	36 (12 stations)			





Fit of Seismograms



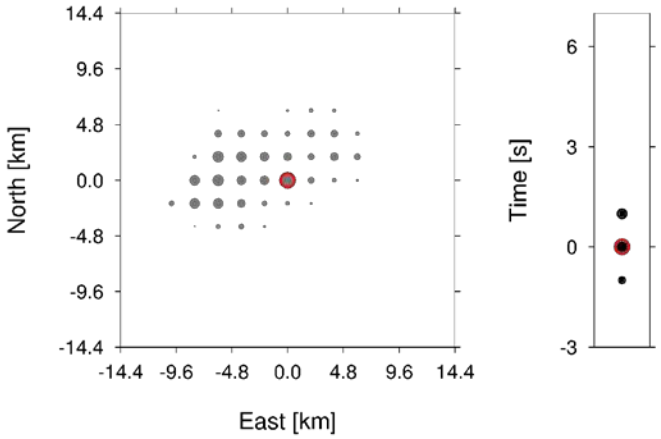
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.05 N 28.04 E
Strike	118.0 254.0
Dip	65.0 33.0
Rake	-68.0 -129.0
M_0	3.32E+14Nm
M_w	3.5
Depth	5.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.6
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	36 (12 stations)



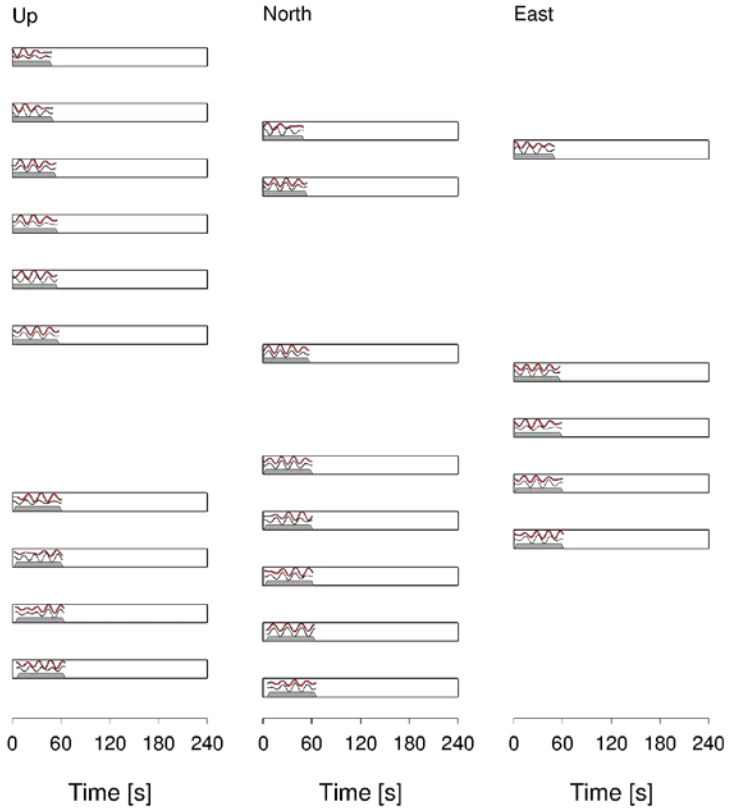
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

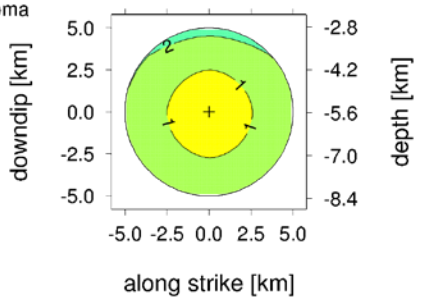
1 TUR4 21.4 -82.1 0.0
2 TUR4 21.4 -82.1 0.0
3 TUR4 21.4 -82.1 0.0
4 TUR6 33.9 97.0 0.0
5 TUR6 33.9 97.0 0.0
6 TUR6 33.9 97.0 0.0
7 TUR7 57.7 -132.5 0.0
8 TUR7 57.7 -132.5 0.0
9 TUR7 57.7 -132.5 0.0
10 TUR3 64.2 -44.3 0.0
11 TUR3 64.2 -44.3 0.0
12 TUR3 64.2 -44.3 0.0
13 TUR5 65.0 -92.1 0.0
14 TUR5 65.0 -92.1 0.0
15 TUR5 65.0 -92.1 0.0
16 RHON 74.8 177.4 0.0
17 RHON 74.8 177.4 0.0
18 RHON 74.8 177.4 0.0
19 TUR8 83.3 107.3 0.0
20 TUR8 83.3 107.3 0.0
21 TUR8 83.3 107.3 0.0
22 TILO 92.9 -139.3 0.0
23 TILO 92.9 -139.3 0.0
24 TILO 92.9 -139.3 0.0
25 TUR2 96.6 -47.1 0.0
26 TUR2 96.6 -47.1 0.0
27 TUR2 96.6 -47.1 0.0
28 KOSI 103.4 -109.1 0.0
29 KOSI 103.4 -109.1 0.0
30 KOSI 103.4 -109.1 0.0
31 RHOS 117.4 -169.9 0.0
32 RHOS 117.4 -169.9 0.0
33 RHOS 117.4 -169.9 0.0
34 SAMO 129.1 -55.5 0.0
35 SAMO 129.1 -55.5 0.0
36 SAMO 129.1 -55.5 0.0



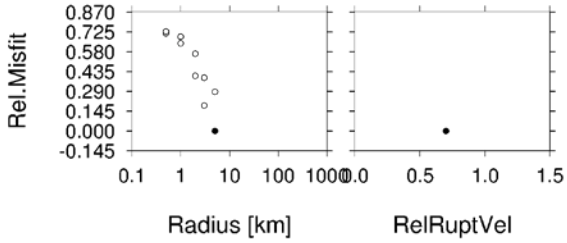
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.05 N 28.04 E		
Strike	254.0		
Dip	33.0		
Rake	-129.0		
M_0	3.32E+14Nm		
M_w	3.5		
Depth	5.5km	Duration	1.6±2.2s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.467		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		



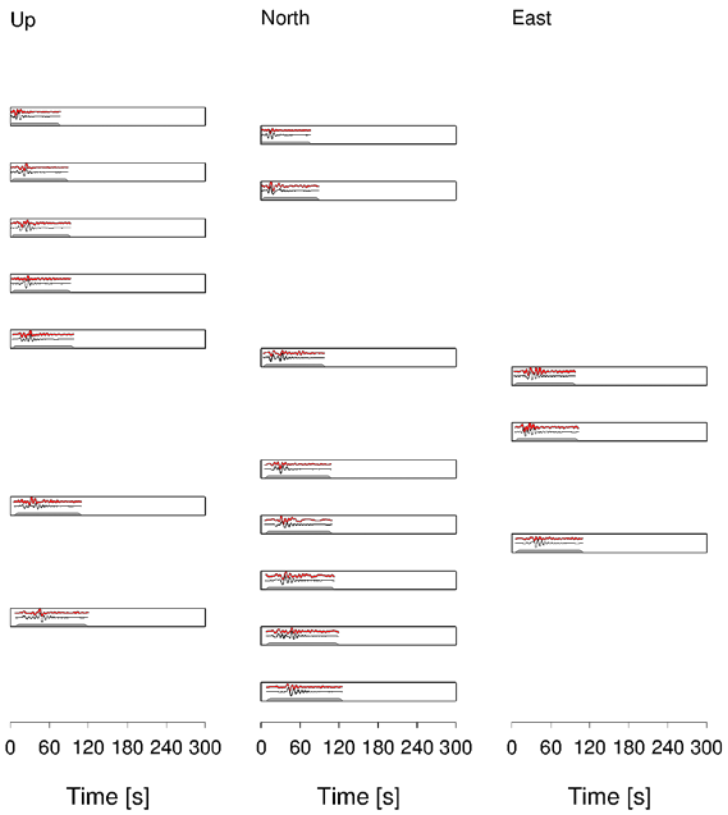




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR4 21.4 -82.1 0.0
2 TUR4 21.4 -82.1 0.0
3 TUR4 21.4 -82.1 0.0
4 TUR6 33.9 97.0 0.0
5 TUR6 33.9 97.0 0.0
6 TUR6 33.9 97.0 0.0
7 TUR7 57.7 -132.5 0.0
8 TUR7 57.7 -132.5 0.0
9 TUR7 57.7 -132.5 0.0
10 TUR3 64.2 -44.3 0.0
11 TUR3 64.2 -44.3 0.0
12 TUR3 64.2 -44.3 0.0
13 TUR5 65.0 -92.1 0.0
14 TUR5 65.0 -92.1 0.0
15 TUR5 65.0 -92.1 0.0
16 RHON 74.8 177.4 0.0
17 RHON 74.8 177.4 0.0
18 RHON 74.8 177.4 0.0
19 TUR8 83.3 107.3 0.0
20 TUR8 83.3 107.3 0.0
21 TUR8 83.3 107.3 0.0
22 TILO 92.9 -139.3 0.0
23 TILO 92.9 -139.3 0.0
24 TILO 92.9 -139.3 0.0
25 TUR2 96.6 -47.1 0.0
26 TUR2 96.6 -47.1 0.0
27 TUR2 96.6 -47.1 0.0
28 KOSI 103.4 -109.1 0.0
29 KOSI 103.4 -109.1 0.0
30 KOSI 103.4 -109.1 0.0
31 RHOS 117.4 -169.9 0.0
32 RHOS 117.4 -169.9 0.0
33 RHOS 117.4 -169.9 0.0
34 SAMO 129.1 -55.5 0.0
35 SAMO 129.1 -55.5 0.0
36 SAMO 129.1 -55.5 0.0

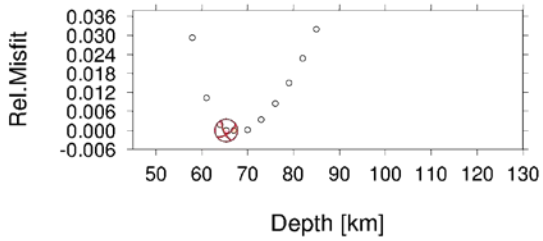


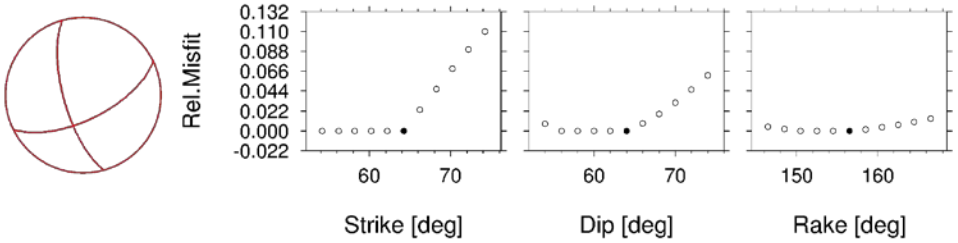
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060515 04:22:39

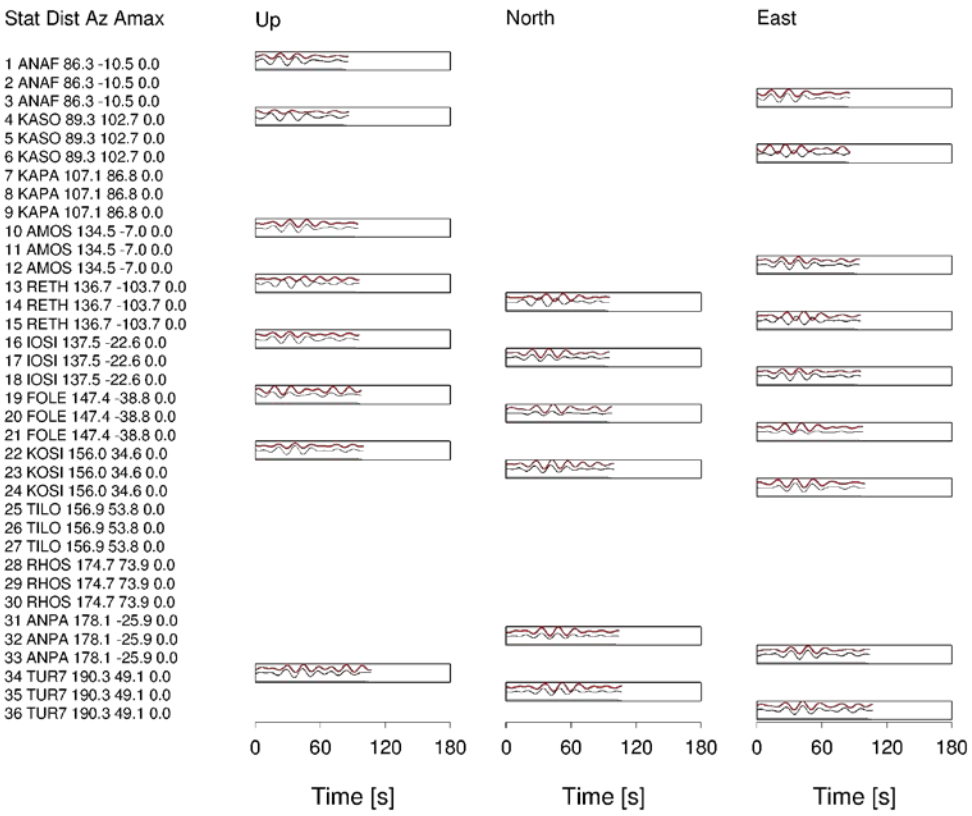
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.59 N 25.95 E			
Strike	64.0	64.0	165.0	165.0
Dip	64.0	64.0	69.0	69.0
Rake	157.0	-23.0	28.0	-152.0
M_0	7.4E+15Nm			
M_w	4.4			
Depth	65.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.522			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	S			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	36 (12 stations)			





Fit of Seismograms



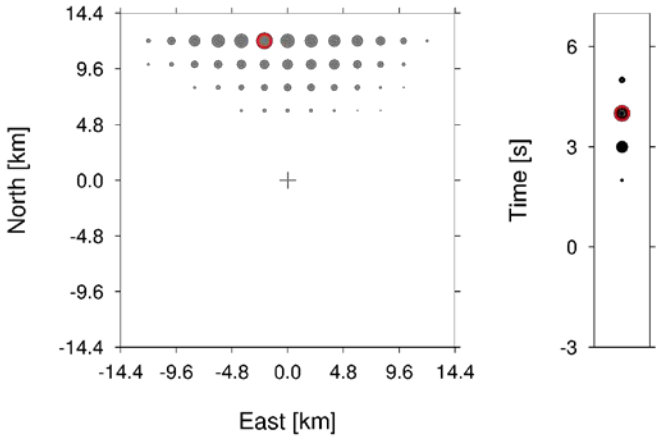
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

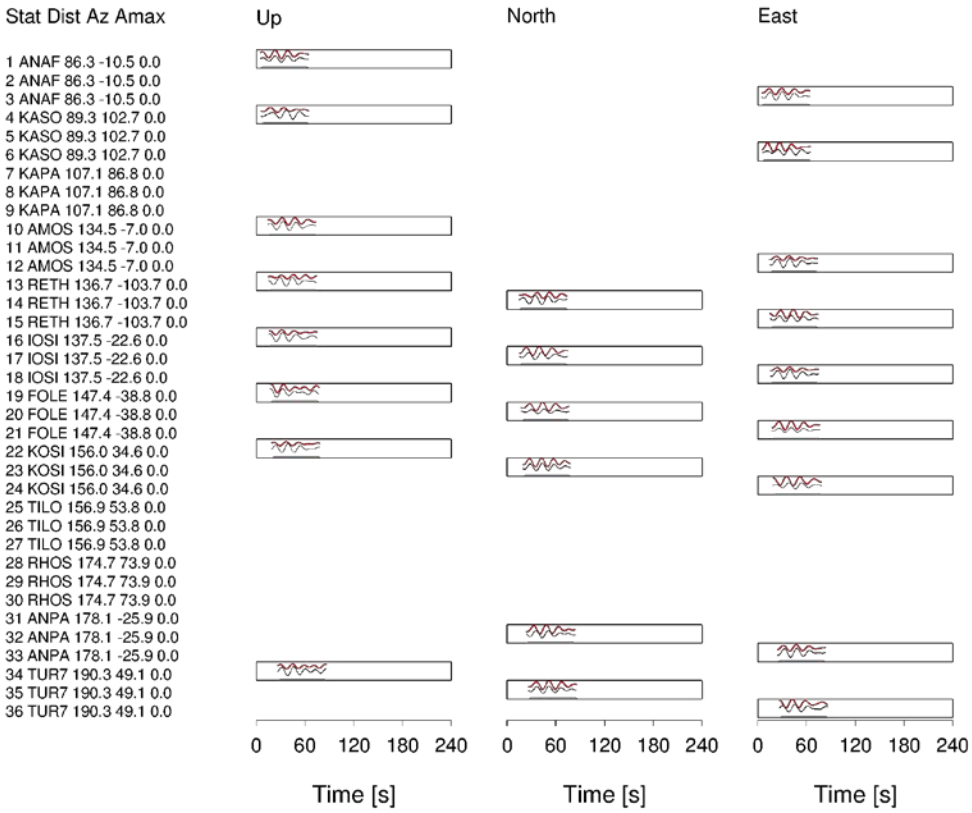
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.59 N 25.95 E
Strike	64.0 165.0
Dip	64.0 69.0
Rake	157.0 28.0
M_0	7.4E+15Nm
M_w	4.4
Depth	65.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.732
Method	Time domain
Components	une
Phases	S
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	36 (12 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

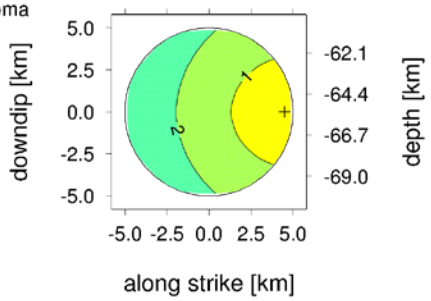


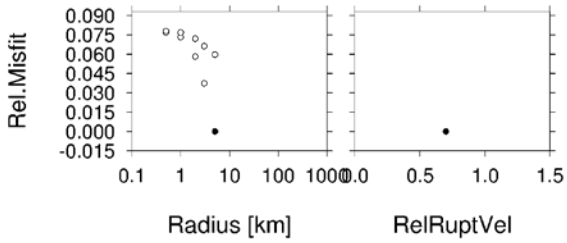
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.59 N 25.95 E		
Strike	165.0		
Dip	69.0		
Rake	28.0		
M_0	7.4E+15Nm		
M_w	4.4		
Depth	65.4km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.542		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		



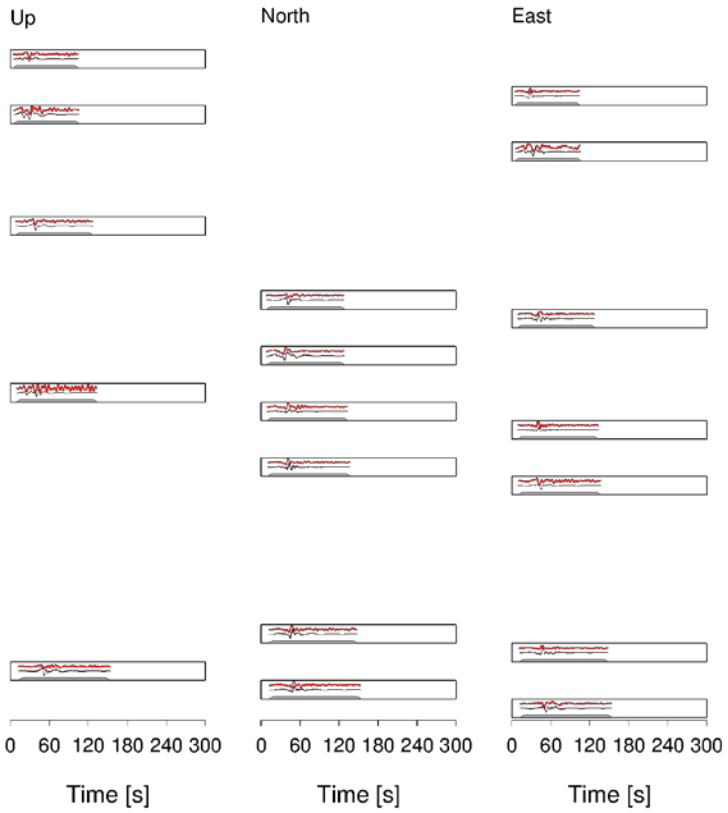




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 ANAF 86.3 -10.5 0.0
2 ANAF 86.3 -10.5 0.0
3 ANAF 86.3 -10.5 0.004
4 KASO 89.3 102.7 0.0
5 KASO 89.3 102.7 0.0
6 KASO 89.3 102.7 0.001
7 KAPA 107.1 86.8 0.0
8 KAPA 107.1 86.8 0.0
9 KAPA 107.1 86.8 0.0
10 AMOS 134.5 -7.0 0.001
11 AMOS 134.5 -7.0 0.0
12 AMOS 134.5 -7.0 0.0
13 RETH 136.7 -103.7 0.0
14 RETH 136.7 -103.7 0.002
15 RETH 136.7 -103.7 0.002
16 IOSI 137.5 -22.6 0.0
17 IOSI 137.5 -22.6 0.001
18 IOSI 137.5 -22.6 0.0
19 FOLE 147.4 -38.8 0.0
20 FOLE 147.4 -38.8 0.003
21 FOLE 147.4 -38.8 0.005
22 KOSI 156.0 34.6 0.0
23 KOSI 156.0 34.6 0.001
24 KOSI 156.0 34.6 0.001
25 TILO 156.9 53.8 0.0
26 TILO 156.9 53.8 0.0
27 TILO 156.9 53.8 0.0
28 RHOS 174.7 73.9 0.0
29 RHOS 174.7 73.9 0.0
30 RHOS 174.7 73.9 0.0
31 ANPA 178.1 -25.9 0.0
32 ANPA 178.1 -25.9 0.001
33 ANPA 178.1 -25.9 0.001
34 TUR7 190.3 49.1 0.0
35 TUR7 190.3 49.1 0.001
36 TUR7 190.3 49.1 0.001



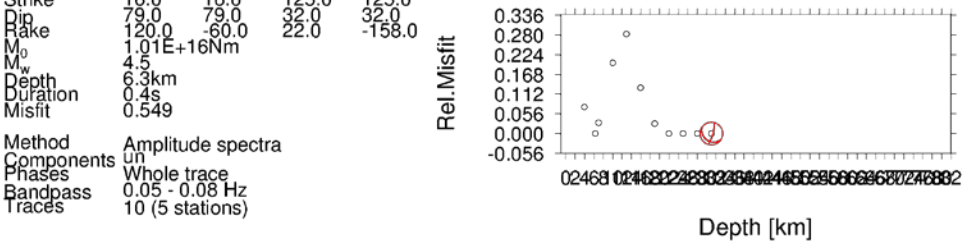
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

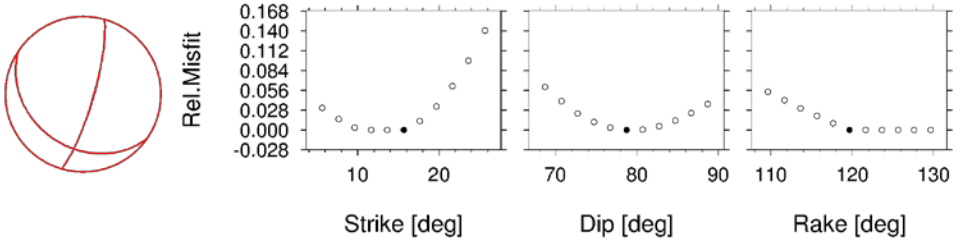
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060515 04:42:47

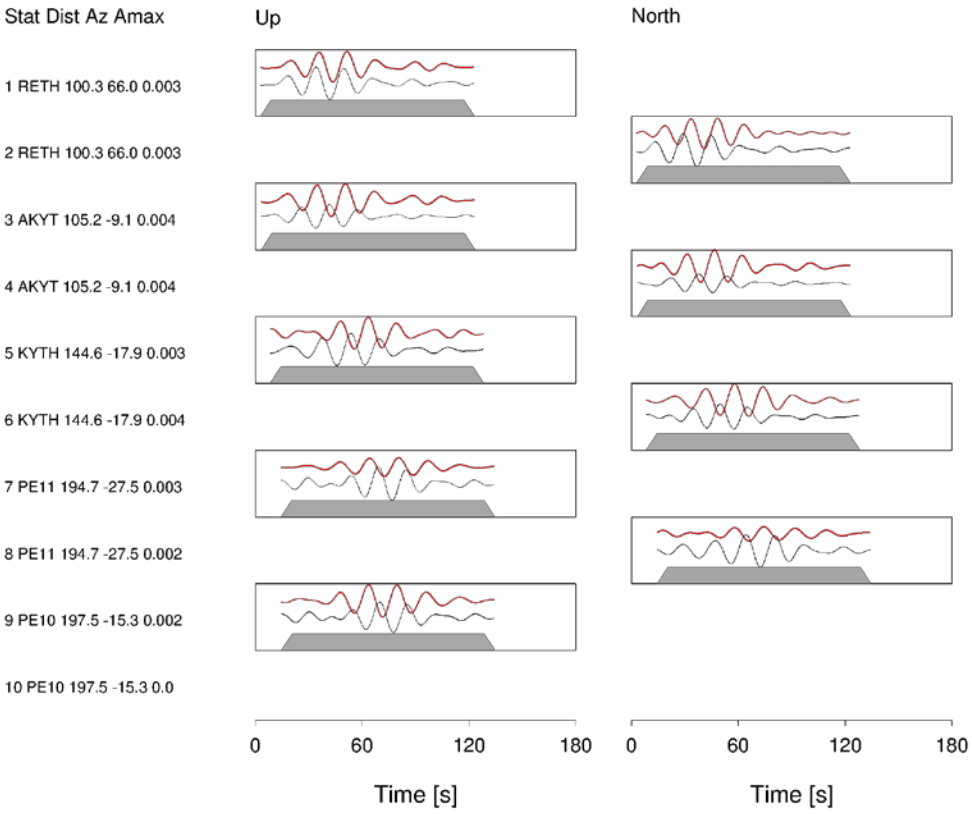
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.93 N 23.48 E			
Strike	16.0	16.0	125.0	125.0
Dip	79.0	79.0	32.0	32.0
Rake	120.0	-60.0	22.0	-158.0
M_0	1.01E+16Nm			
M_w	4.5			
Depth	6.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.549			
Method	Amplitude spectra			
Components	un			
Phases	Whole trace			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	10 (5 stations)			





Fit of Seismograms



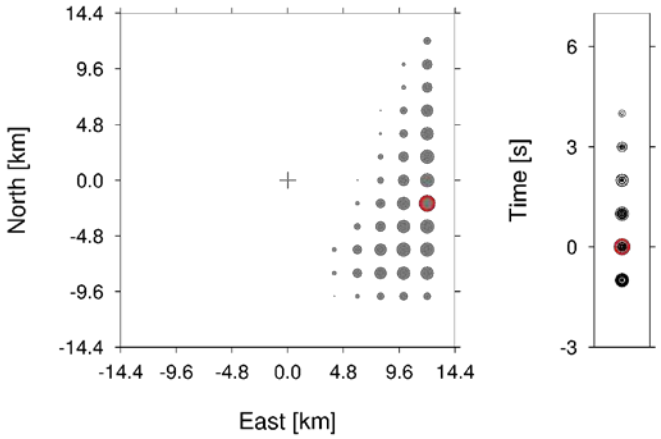
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

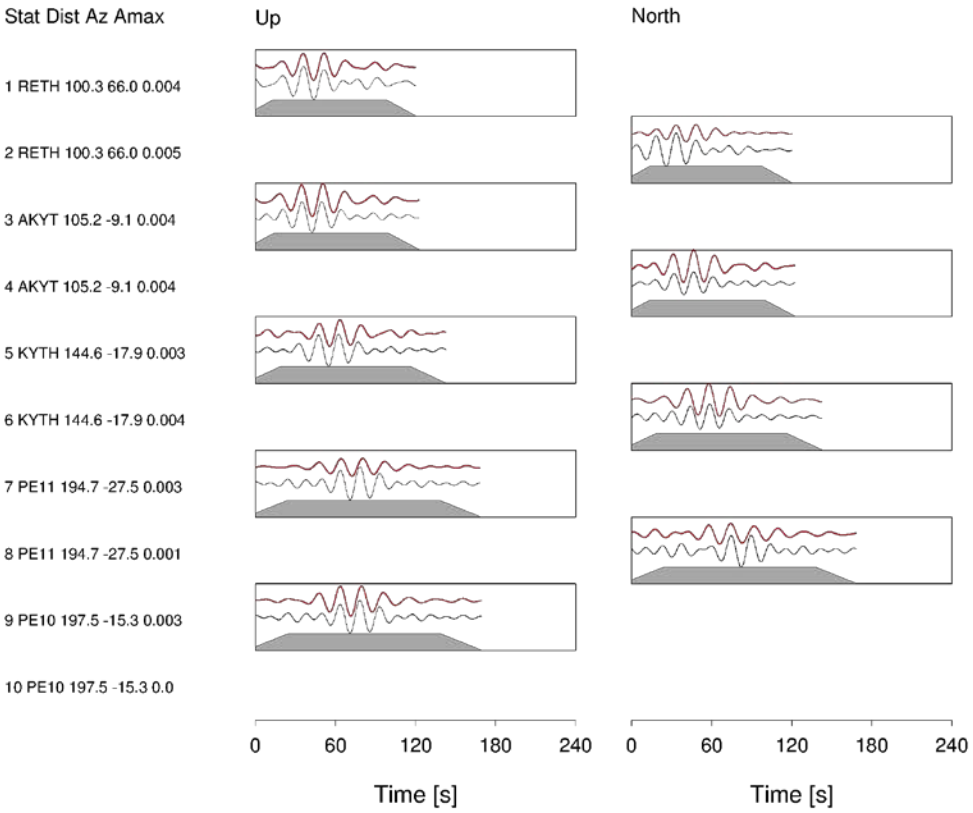
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.93 N 23.48 E
Strike	16.0 125.0
Dip	79.0 32.0
Rake	-60.0 -158.0
M_0	1.01E+16Nm
M_w	4.5
Depth	6.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.698
Method	Time domain
Components	un
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	10 (5 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

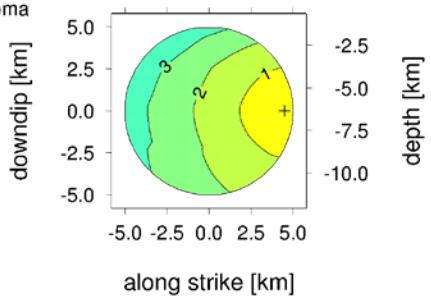


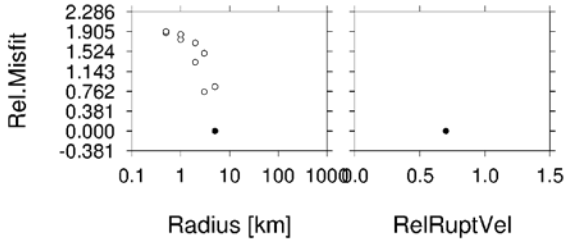
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

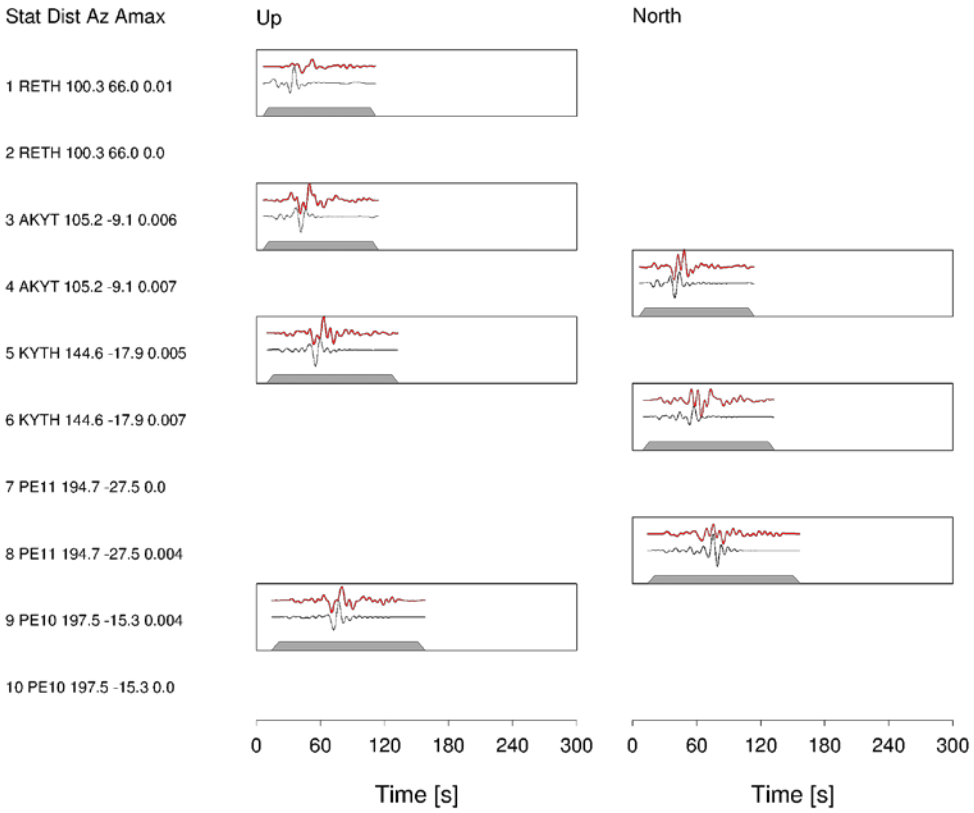
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.93 N 23.48 E		
Strike	16.0		
Dip	79.0		
Rake	-60.0		
M_0	1.01E+16Nm		
M_w	4.5		
Depth	6.3km	Duration	1.6+3.6s
Radius	5.0km	Area	78.4km²
Average Slip	0.002m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.706		
Method	Amplitude spectra		
Components	un		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	10 (5 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

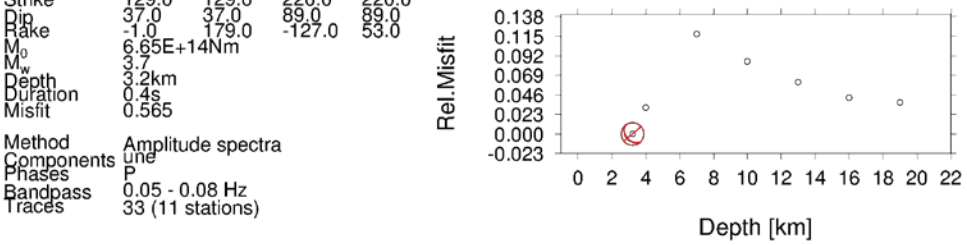
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

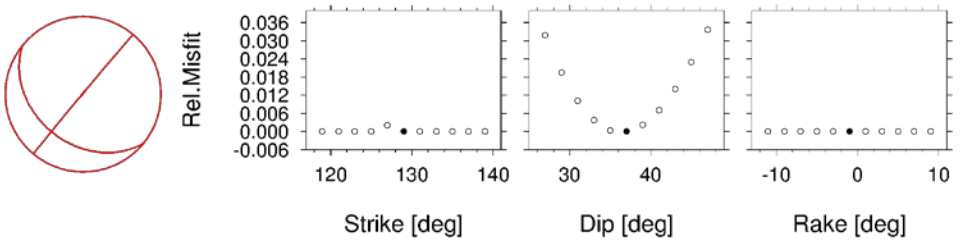
20060515 21:08:40

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.48 N 22.06 E			
Strike	129.0	129.0	220.0	220.0
Dip	37.0	37.0	89.0	89.0
Rake	-1.0	179.0	-127.0	53.0
M_0	6.65E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	3.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.565			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 33 (11 stations)

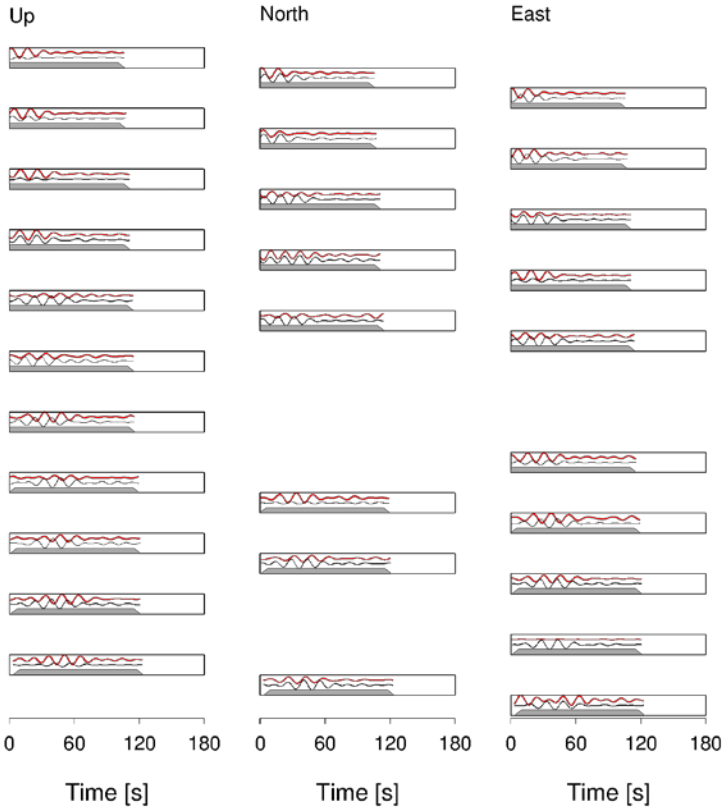




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 PE03 28.4 -113.8 0.001
2 PE03 28.4 -113.8 0.001
3 PE03 28.4 -113.8 0.001
4 PE06 35.8 -159.6 0.001
5 PE06 35.8 -159.6 0.001
6 PE06 35.8 -159.6 0.0
7 PE02 59.2 38.9 0.0
8 PE02 59.2 38.9 0.0
9 PE02 59.2 38.9 0.0
10 PE01 59.4 -3.1 0.0
11 PE01 59.4 -3.1 0.0
12 PE01 59.4 -3.1 0.0
13 PE07 76.3 118.9 0.0
14 PE07 76.3 118.9 0.0
15 PE07 76.3 118.9 0.0
16 PE08 79.5 155.1 0.0
17 PE08 79.5 155.1 0.0
18 PE08 79.5 155.1 0.0
19 PE04 80.0 80.2 0.0
20 PE04 80.0 80.2 0.0
21 PE04 80.0 80.2 0.0
22 IDHR 106.0 95.1 0.0
23 IDHR 106.0 95.1 0.0
24 IDHR 106.0 95.1 0.0
25 PE11 116.7 161.6 0.0
26 PE11 116.7 161.6 0.0
27 PE11 116.7 161.6 0.0
28 PE10 118.6 141.2 0.0
29 PE10 118.6 141.2 0.0
30 PE10 118.6 141.2 0.0
31 AT03 137.5 63.3 0.0
32 AT03 137.5 63.3 0.0
33 AT03 137.5 63.3 0.0



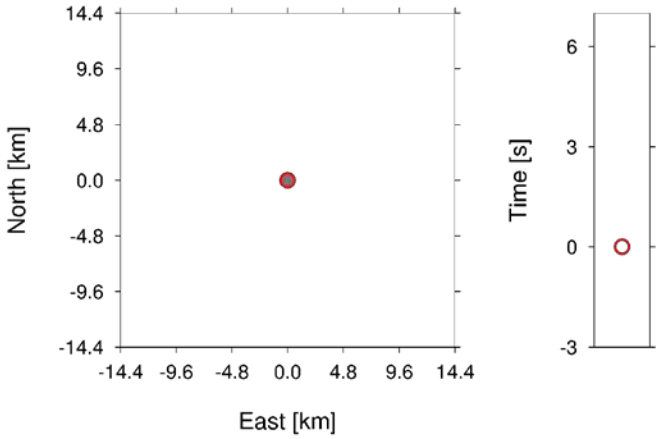
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.48 N 22.06 E
Strike	129.0 220.0
Dip	37.0 89.0
Rake	179.0 53.0
M_0	6.65E+14Nm
M_w	3.7
Depth	3.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.916
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	33 (11 stations)



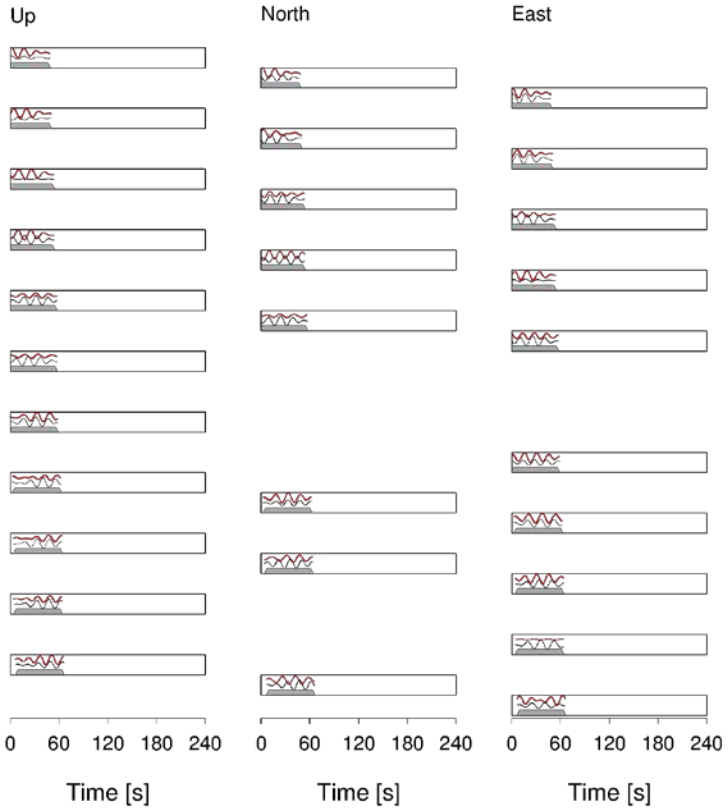
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

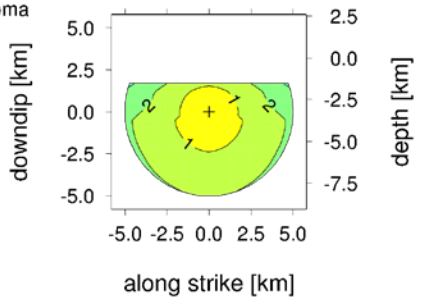
1 PE03 28.4 -113.8 0.001
2 PE03 28.4 -113.8 0.001
3 PE03 28.4 -113.8 0.001
4 PE06 35.8 -159.6 0.001
5 PE06 35.8 -159.6 0.0
6 PE06 35.8 -159.6 0.001
7 PE02 59.2 38.9 0.0
8 PE02 59.2 38.9 0.0
9 PE02 59.2 38.9 0.0
10 PE01 59.4 -3.1 0.0
11 PE01 59.4 -3.1 0.0
12 PE01 59.4 -3.1 0.0
13 PE07 76.3 118.9 0.0
14 PE07 76.3 118.9 0.0
15 PE07 76.3 118.9 0.0
16 PE08 79.5 155.1 0.0
17 PE08 79.5 155.1 0.0
18 PE08 79.5 155.1 0.0
19 PE04 80.0 80.2 0.0
20 PE04 80.0 80.2 0.0
21 PE04 80.0 80.2 0.0
22 IDHR 106.0 95.1 0.0
23 IDHR 106.0 95.1 0.0
24 IDHR 106.0 95.1 0.0
25 PE11 116.7 161.6 0.0
26 PE11 116.7 161.6 0.0
27 PE11 116.7 161.6 0.0
28 PE10 118.6 141.2 0.0
29 PE10 118.6 141.2 0.0
30 PE10 118.6 141.2 0.0
31 AT03 137.5 63.3 0.0
32 AT03 137.5 63.3 0.0
33 AT03 137.5 63.3 0.0



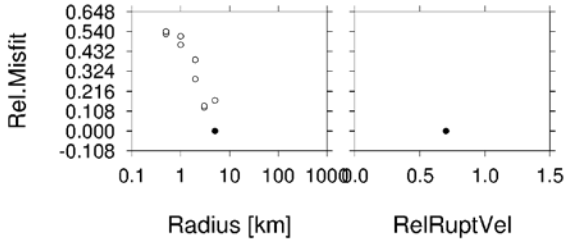
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.48 N 22.06 E		
Strike	220.0		
Dip	89.0		
Rake	53.0		
M_0	6.65E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	3.2km	Duration	1.6+3.0s
Radius	5.0km	Area	56.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.602		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	33 (11 stations)		

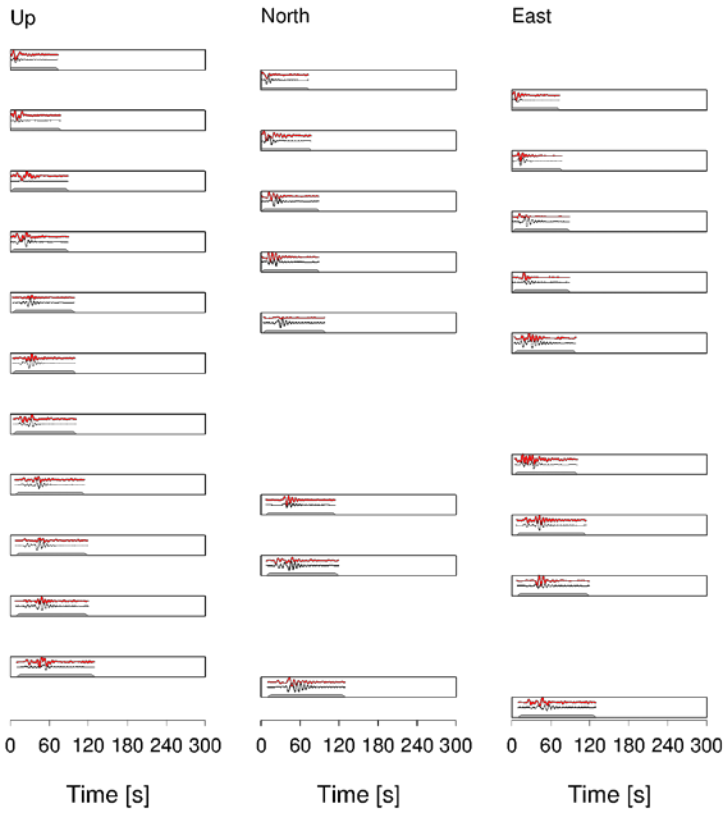






Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE03	28.4	-113.8	0.002
2 PE03	28.4	-113.8	0.004
3 PE03	28.4	-113.8	0.005
4 PE06	35.8	-159.6	0.002
5 PE06	35.8	-159.6	0.001
6 PE06	35.8	-159.6	0.004
7 PE02	59.2	38.9	0.001
8 PE02	59.2	38.9	0.001
9 PE02	59.2	38.9	0.002
10 PE01	59.4	-3.1	0.001
11 PE01	59.4	-3.1	0.001
12 PE01	59.4	-3.1	0.002
13 PE07	76.3	118.9	0.001
14 PE07	76.3	118.9	0.003
15 PE07	76.3	118.9	0.001
16 PE08	79.5	155.1	0.001
17 PE08	79.5	155.1	0.0
18 PE08	79.5	155.1	0.0
19 PE04	80.0	80.2	0.001
20 PE04	80.0	80.2	0.0
21 PE04	80.0	80.2	0.001
22 IDHR	106.0	95.1	0.001
23 IDHR	106.0	95.1	0.002
24 IDHR	106.0	95.1	0.001
25 PE11	116.7	161.6	0.0
26 PE11	116.7	161.6	0.001
27 PE11	116.7	161.6	0.002
28 PE10	118.6	141.2	0.001
29 PE10	118.6	141.2	0.0
30 PE10	118.6	141.2	0.0
31 AT03	137.5	63.3	0.0
32 AT03	137.5	63.3	0.0
33 AT03	137.5	63.3	0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

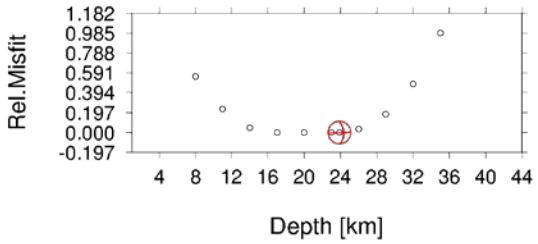
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

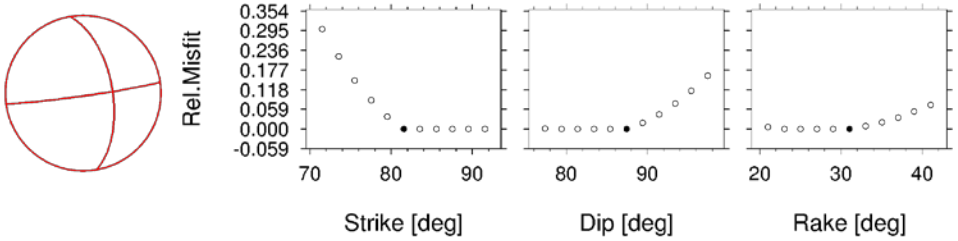
20060519 22:52:05

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

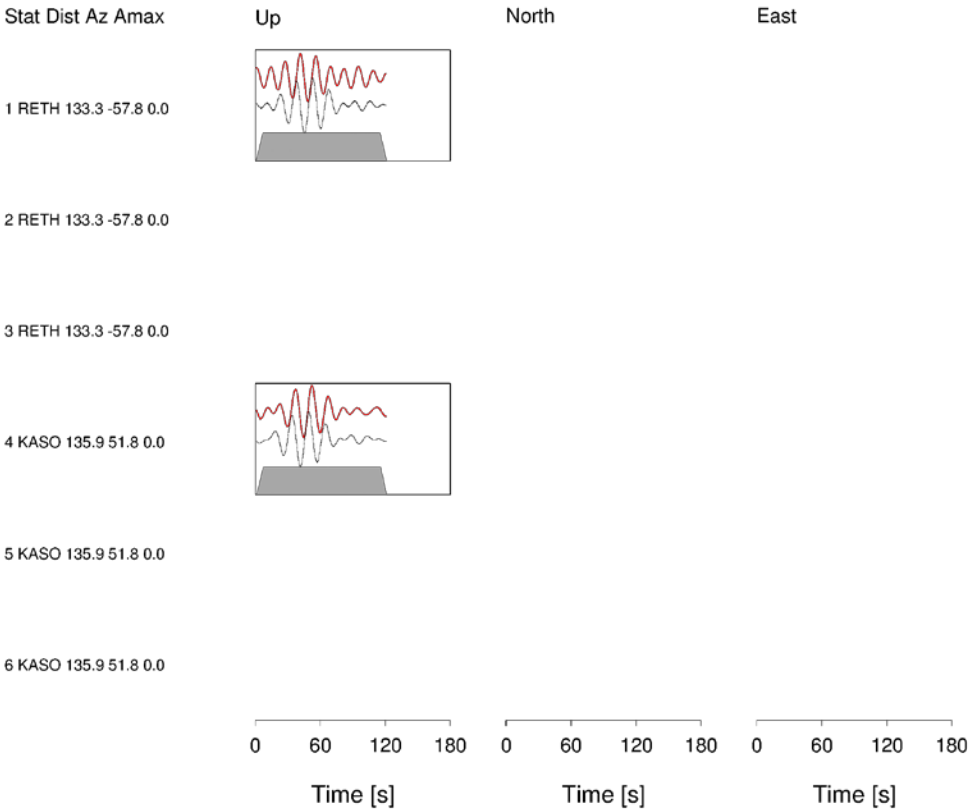
Lat Lon	34.66 N 25.73 E			
Strike	82.0	82.0	350.0	350.0
Dip	87.0	87.0	59.0	59.0
Rake	31.0	-149.0	177.0	-3.0
M_0	2.61E+14Nm			
M_w	3.5			
Depth	23.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.348			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 6 (2 stations)





Fit of Seismograms



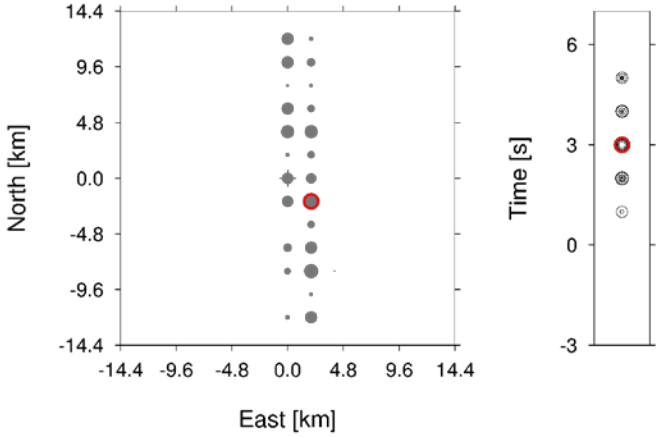
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

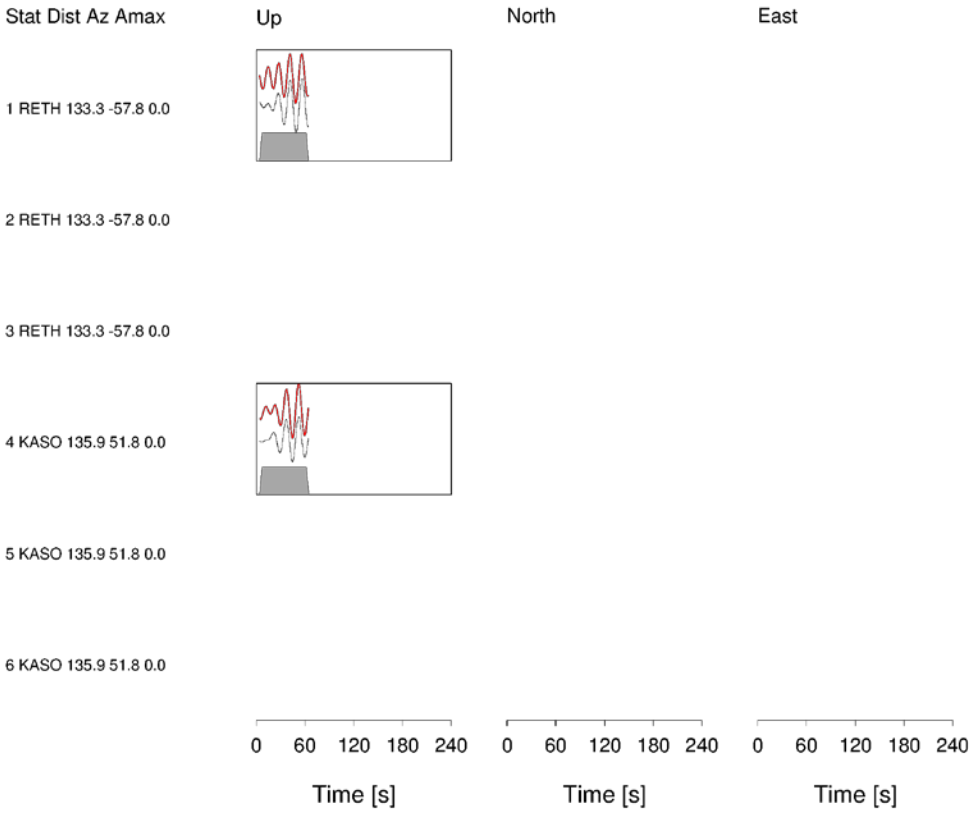
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.66 N 25.73 E
Strike	82.0 350.0
Dip	87.0 59.0
Rake	31.0 177.0
M_0	2.61E+14Nm
M_w	3.5
Depth	23.8km
Duration	0.4s
Misfit	0.311
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	6 (2 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



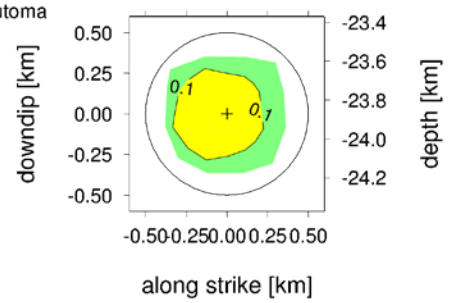
Fit of Seismograms



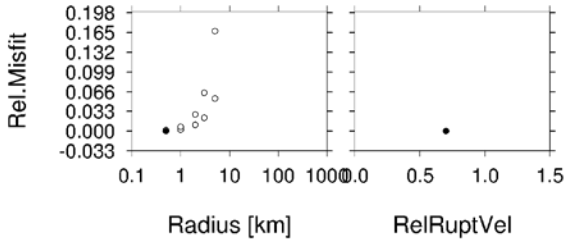
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

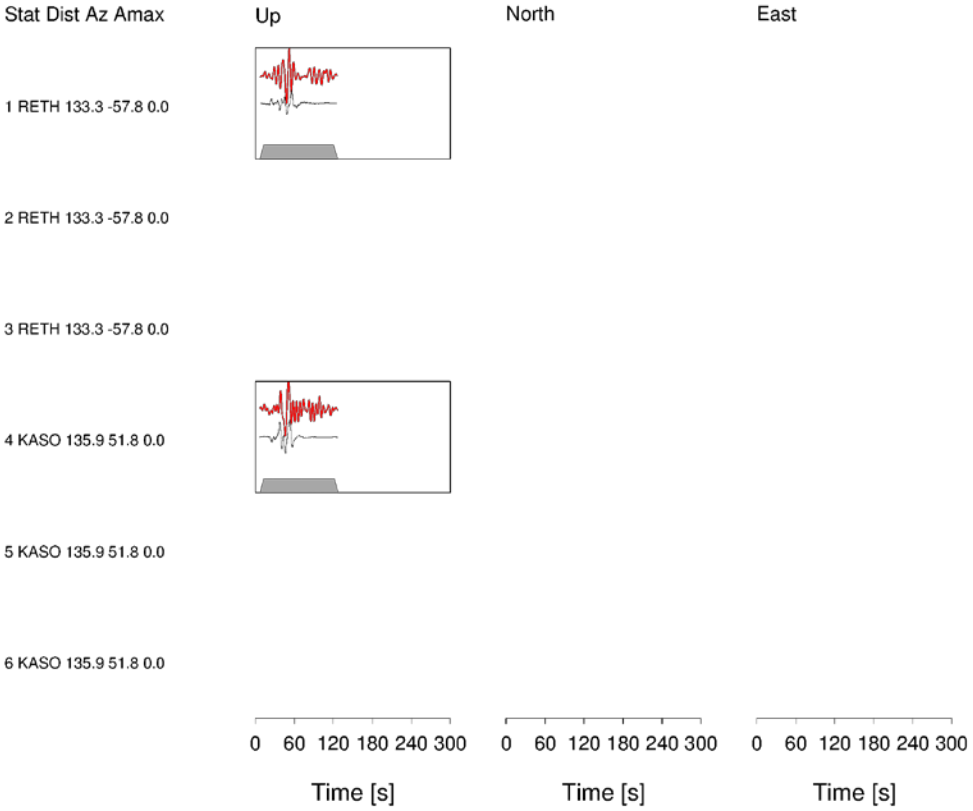
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.66 N 25.73 E		
Strike	350.0		
Dip	59.0		
Rake	177.0		
M_0	2.61E+14Nm		
M_w	3.5		
Depth	23.8km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.004m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.619		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	6 (2 stations)		







Fit of Seismograms

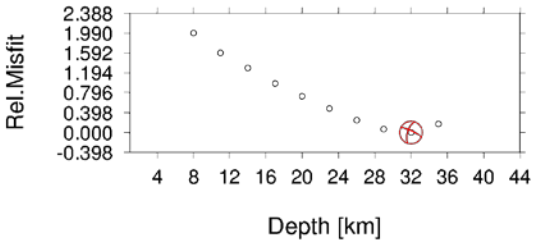


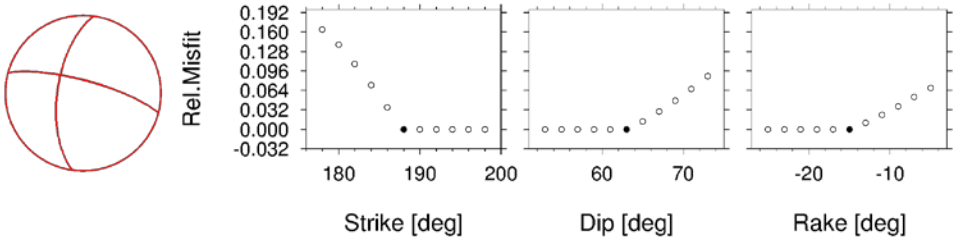
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060526 06:20:13

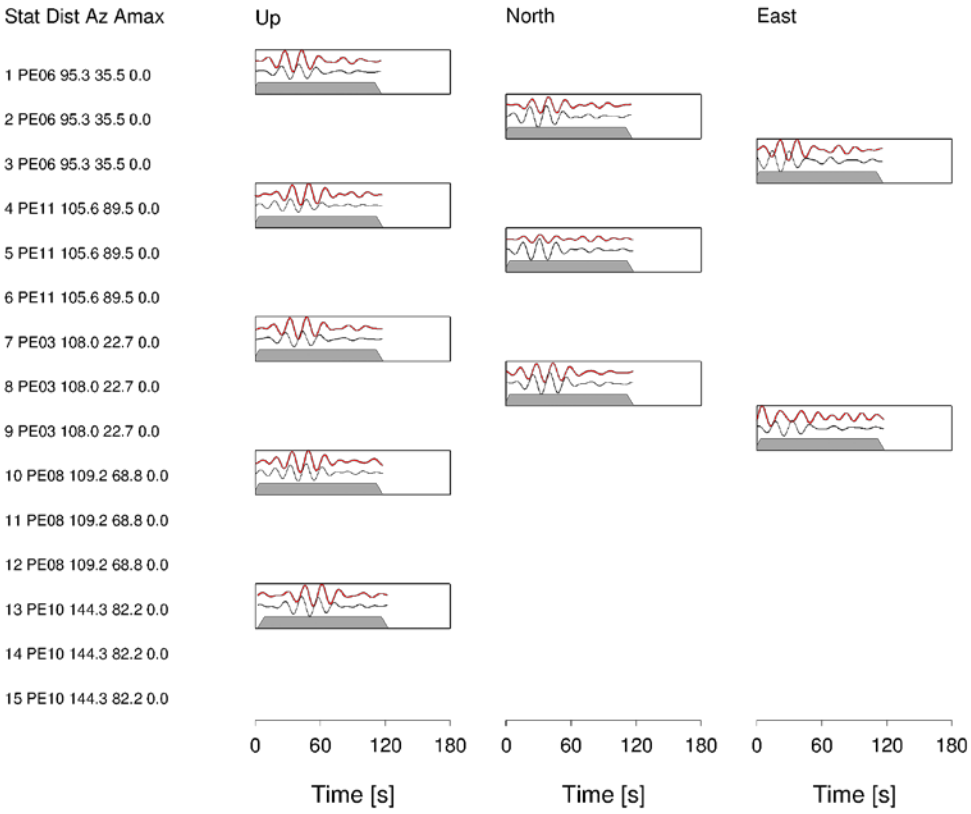
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.48 N 21.29 E			
Strike	188.0	188.0	285.0	285.0
Dip	63.0	63.0	77.0	77.0
Rake	-15.0	165.0	-152.0	28.0
M_0	1.71E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	32.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.503			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



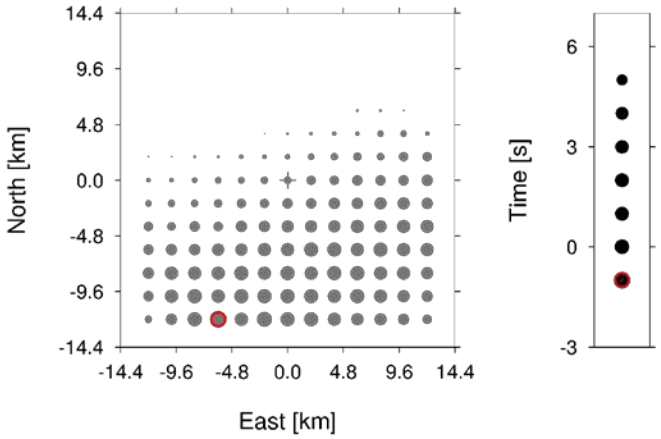
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

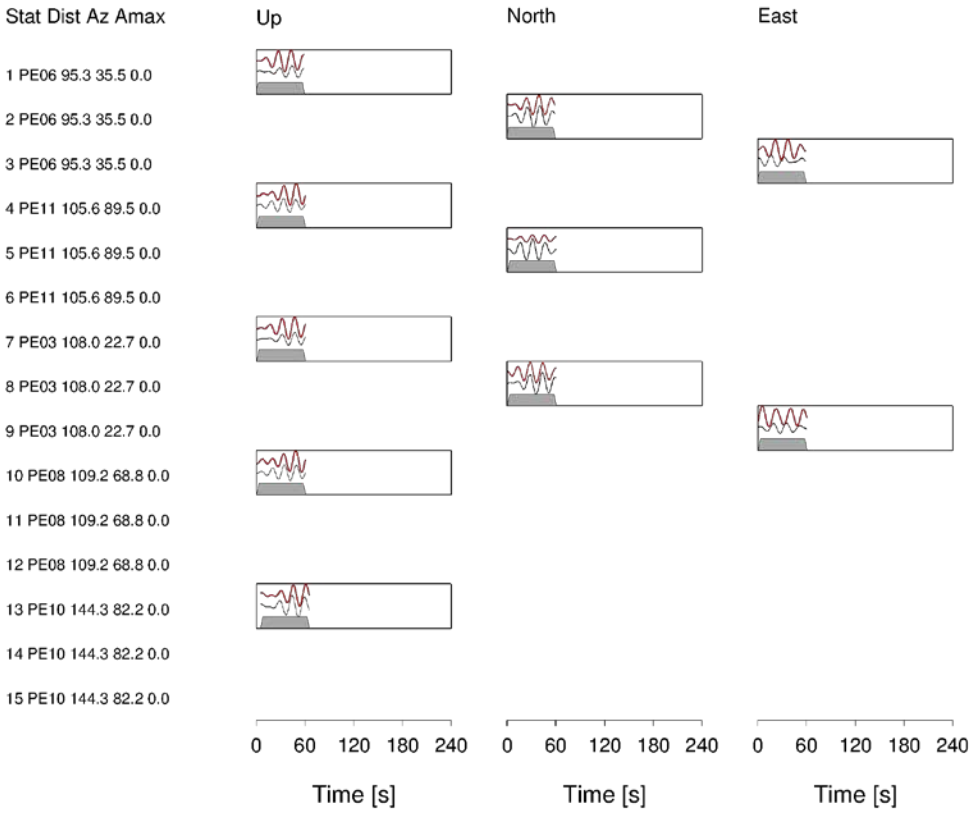
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.48 N 21.29 E
Strike	188.0 285.0
Dip	63.0 77.0
Rake	-15.0 -152.0
M_0	1.71E+15Nm
M_w	4.0
Depth	32.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.778
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	15 (5 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



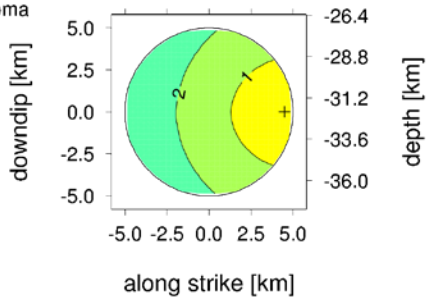
Fit of Seismograms



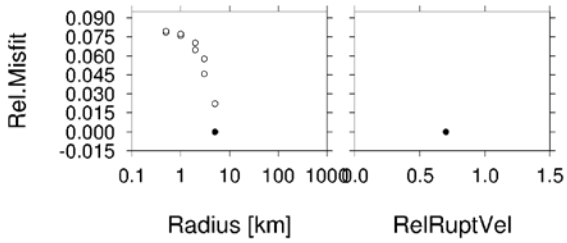
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

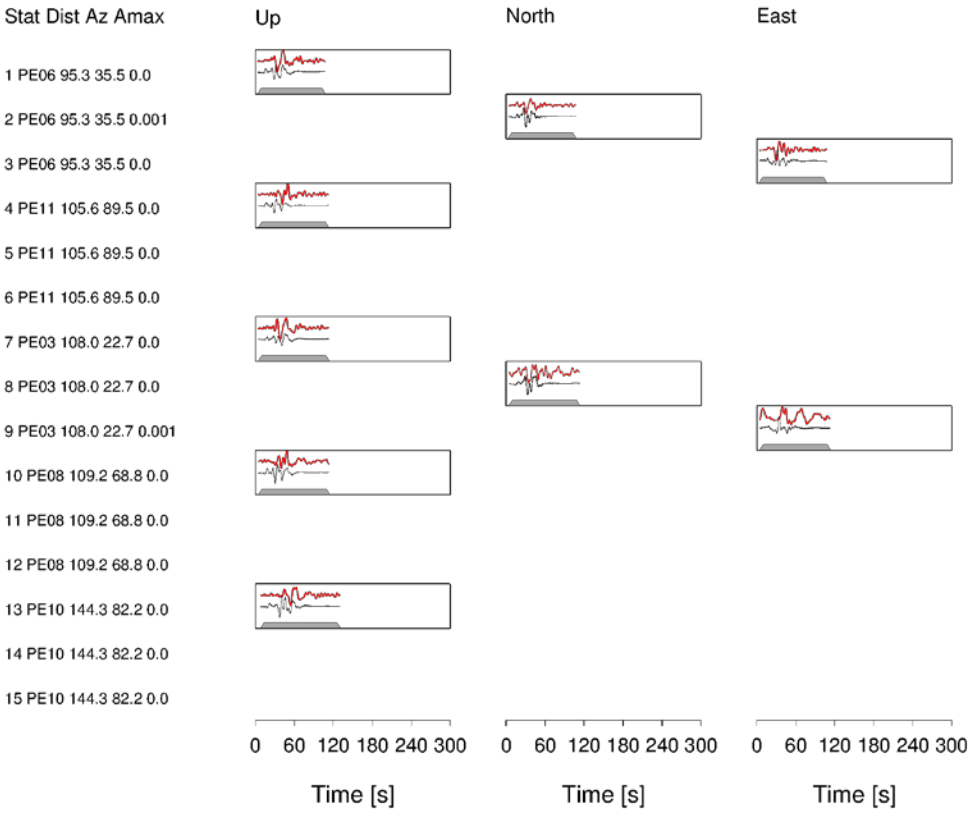
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.48 N 21.29 E		
Strike	285.0		
Dip	77.0		
Rake	-152.0		
M_0	1.71E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	32.0km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.506		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		







Fit of Seismograms



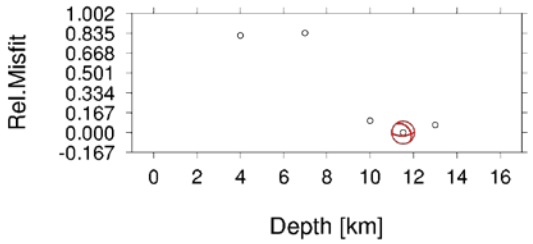
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

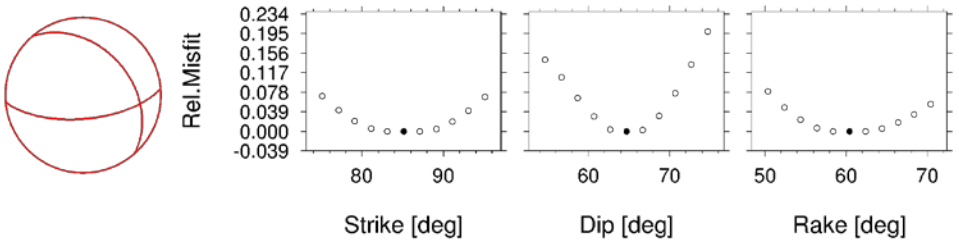
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060605 04:23:30

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

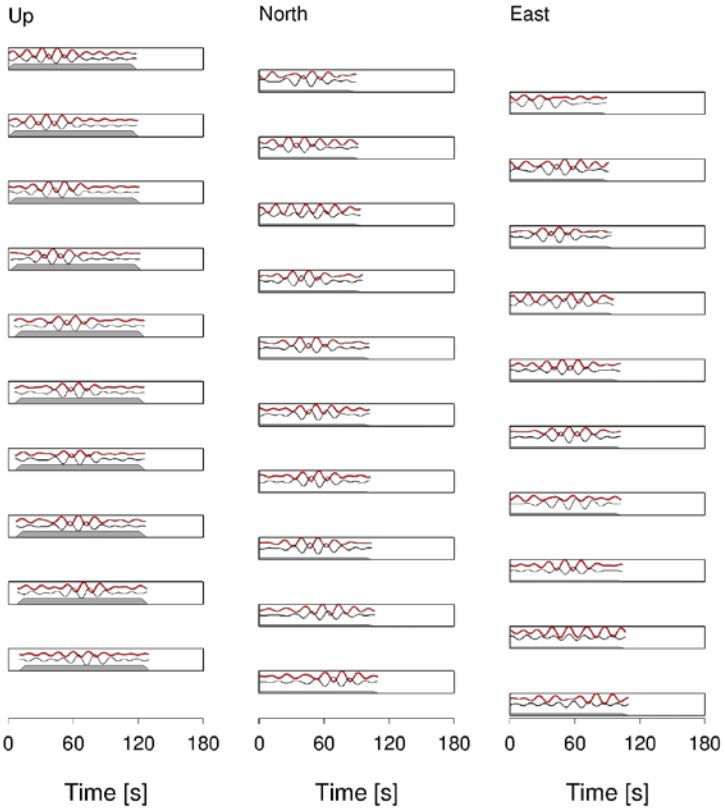
Lat Lon	37.94 N 28.71 E			
Strike	85.0	85.0	318.0	318.0
Dip	65.0	65.0	38.0	38.0
Rake	60.0	-120.0	136.0	-44.0
M_0	5.45E+15Nm			
M_w	4.3			
Depth	11.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.279			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	30 (10 stations)			





Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 TUR6	106.4	-165.9	0.003
2 TUR6	106.4	-165.9	0.0
3 TUR6	106.4	-165.9	0.0
4 TUR3	116.8	-116.8	0.002
5 TUR3	116.8	-116.8	0.001
6 TUR3	116.8	-116.8	0.0
7 TUR8	125.8	170.9	0.003
8 TUR8	125.8	170.9	0.0
9 TUR8	125.8	170.9	0.001
10 TUR2	134.2	-104.2	0.001
11 TUR2	134.2	-104.2	0.001
12 TUR2	134.2	-104.2	0.0
13 TUR5	160.2	-129.1	0.001
14 TUR5	160.2	-129.1	0.001
15 TUR5	160.2	-129.1	0.0
16 TUR1	163.1	-83.9	0.001
17 TUR1	163.1	-83.9	0.0
18 TUR1	163.1	-83.9	0.0
19 SAMO	167.6	-98.7	0.001
20 SAMO	167.6	-98.7	0.0
21 SAMO	167.6	-98.7	0.0
22 TUR7	171.5	-143.4	0.002
23 TUR7	171.5	-143.4	0.0
24 TUR7	171.5	-143.4	0.0
25 RHON	182.7	-161.9	0.002
26 RHON	182.7	-161.9	0.0
27 RHON	182.7	-161.9	0.0
28 ARG	199.1	-164.5	0.002
29 ARG	199.1	-164.5	0.0
30 ARG	199.1	-164.5	0.0



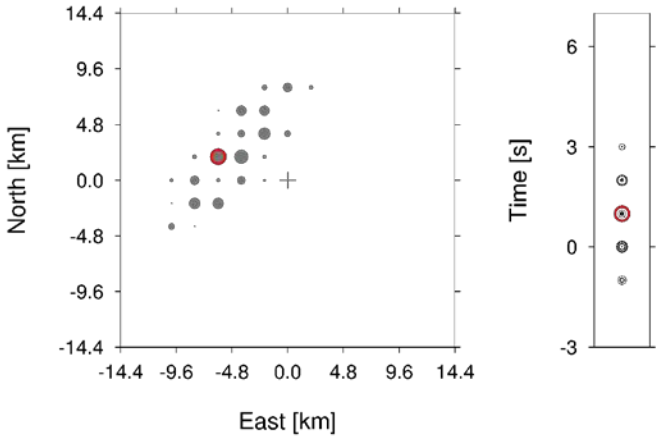
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.94 N 28.71 E
Strike	85.0 318.0
Dip	65.0 38.0
Rake	-120.0 -44.0
M_0	5.45E+15Nm
M_w	4.3
Depth	11.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.359
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	30 (10 stations)



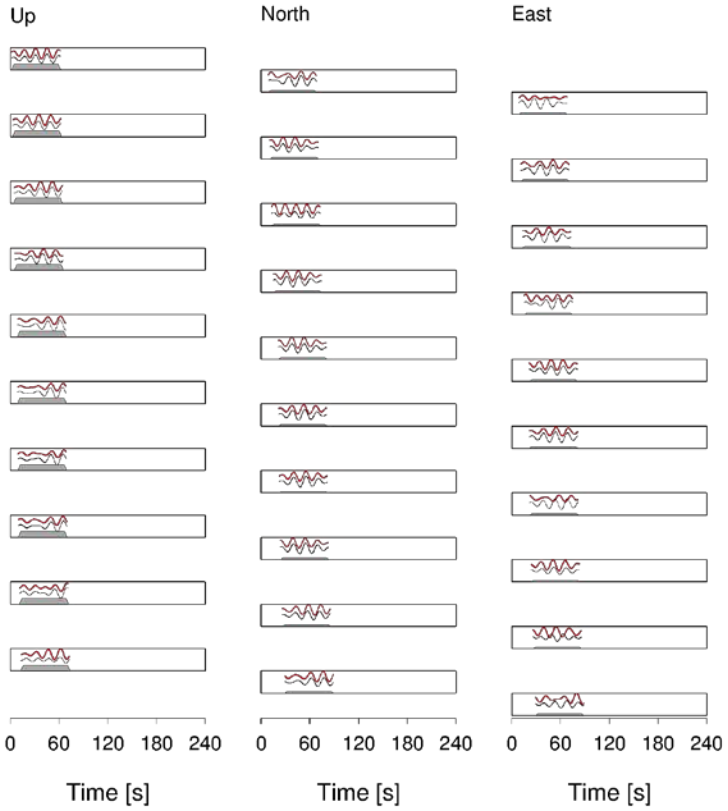
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

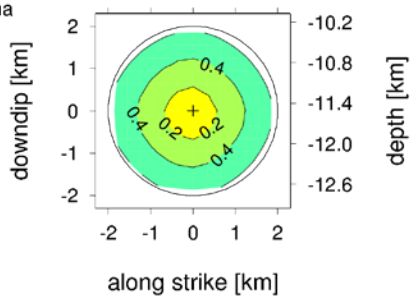
1 TUR6 106.4 -165.9 0.003
2 TUR6 106.4 -165.9 0.0
3 TUR6 106.4 -165.9 0.0
4 TUR3 116.8 -116.8 0.002
5 TUR3 116.8 -116.8 0.001
6 TUR3 116.8 -116.8 0.0
7 TUR8 125.8 170.9 0.003
8 TUR8 125.8 170.9 0.0
9 TUR8 125.8 170.9 0.001
10 TUR2 134.2 -104.2 0.001
11 TUR2 134.2 -104.2 0.001
12 TUR2 134.2 -104.2 0.0
13 TUR5 160.2 -129.1 0.001
14 TUR5 160.2 -129.1 0.001
15 TUR5 160.2 -129.1 0.0
16 TUR1 163.1 -83.9 0.001
17 TUR1 163.1 -83.9 0.0
18 TUR1 163.1 -83.9 0.0
19 SAMO 167.6 -98.7 0.001
20 SAMO 167.6 -98.7 0.0
21 SAMO 167.6 -98.7 0.0
22 TUR7 171.5 -143.4 0.002
23 TUR7 171.5 -143.4 0.0
24 TUR7 171.5 -143.4 0.0
25 RHON 182.7 -161.9 0.002
26 RHON 182.7 -161.9 0.0
27 RHON 182.7 -161.9 0.0
28 ARG 199.1 -164.5 0.001
29 ARG 199.1 -164.5 0.0
30 ARG 199.1 -164.5 0.0



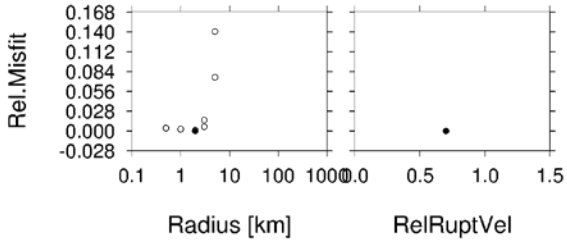
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

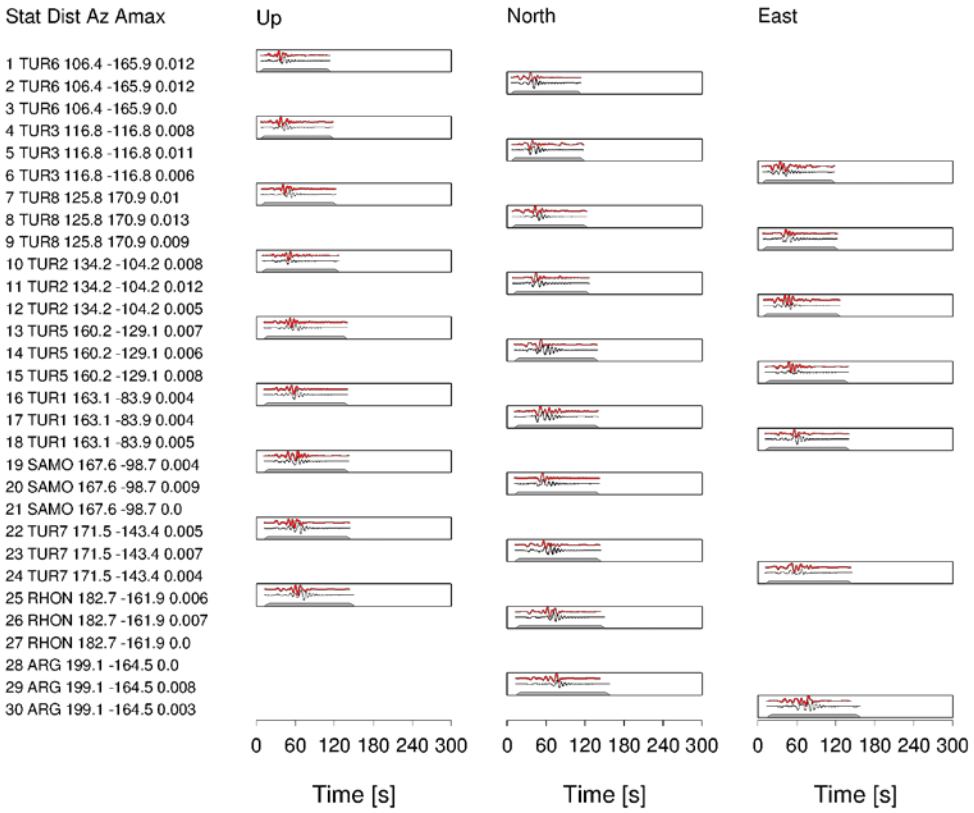
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.94 N 28.71 E		
Strike	318.0		
Dip	38.0		
Rake	-44.0		
M_0	5.45E+15Nm		
M_w	4.3		
Depth	11.5km	Duration	1.6±0.5s
Radius	2.0km	Area	12.5km²
Average Slip	0.005m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.363		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	30 (10 stations)		







Fit of Seismograms



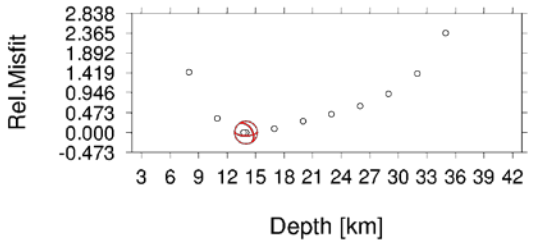
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

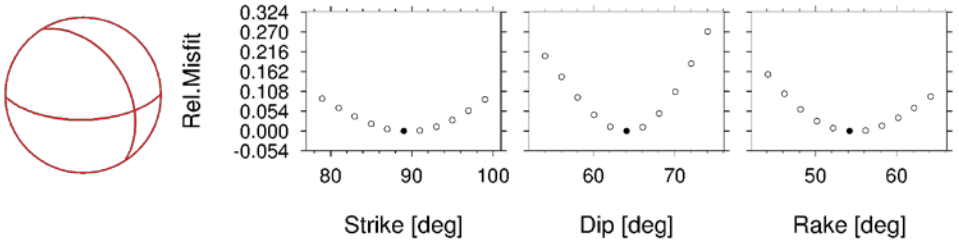
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060605 04:38:46

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

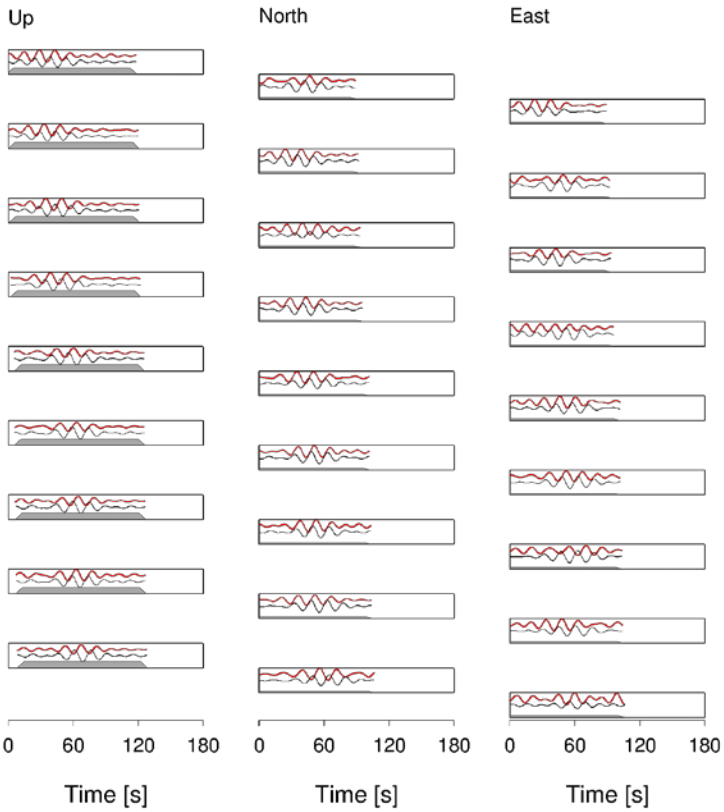
Lat Lon	37.96 N 28.75 E			
Strike	89.0	89.0	328.0	328.0
Dip	64.0	64.0	43.0	43.0
Rake	54.0	-126.0	140.0	-40.0
M_0	1.8E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	13.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.209			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	27 (9 stations)			





Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 TUR6	109.6	-164.7	0.001
2 TUR6	109.6	-164.7	0.0
3 TUR6	109.6	-164.7	0.0
4 TUR3	120.6	-117.2	0.001
5 TUR3	120.6	-117.2	0.0
6 TUR3	120.6	-117.2	0.0
7 TUR8	127.8	172.5	0.001
8 TUR8	127.8	172.5	0.0
9 TUR8	127.8	172.5	0.0
10 TUR2	137.8	-104.8	0.0
11 TUR2	137.8	-104.8	0.0
12 TUR2	137.8	-104.8	0.0
13 TUR5	164.1	-129.0	0.0
14 TUR5	164.1	-129.0	0.0
15 TUR5	164.1	-129.0	0.0
16 TUR1	165.9	-84.8	0.0
17 TUR1	165.9	-84.8	0.0
18 TUR1	165.9	-84.8	0.0
19 SAMO	171.0	-99.3	0.0
20 SAMO	171.0	-99.3	0.0
21 SAMO	171.0	-99.3	0.0
22 TUR7	175.3	-143.0	0.0
23 TUR7	175.3	-143.0	0.0
24 TUR7	175.3	-143.0	0.0
25 RHON	186.0	-161.2	0.0
26 RHON	186.0	-161.2	0.0
27 RHON	186.0	-161.2	0.0



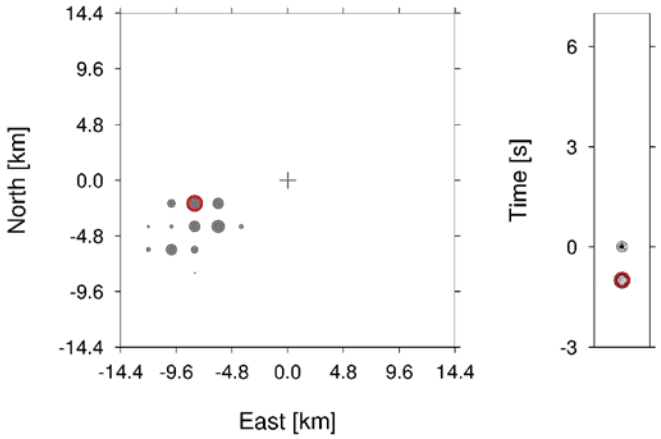
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.96 N 28.75 E
Strike	89.0 328.0
Dip	64.0 43.0
Rake	-126.0 -40.0
M_0	1.8E+15Nm
M_w	4.0
Depth	13.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.374
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



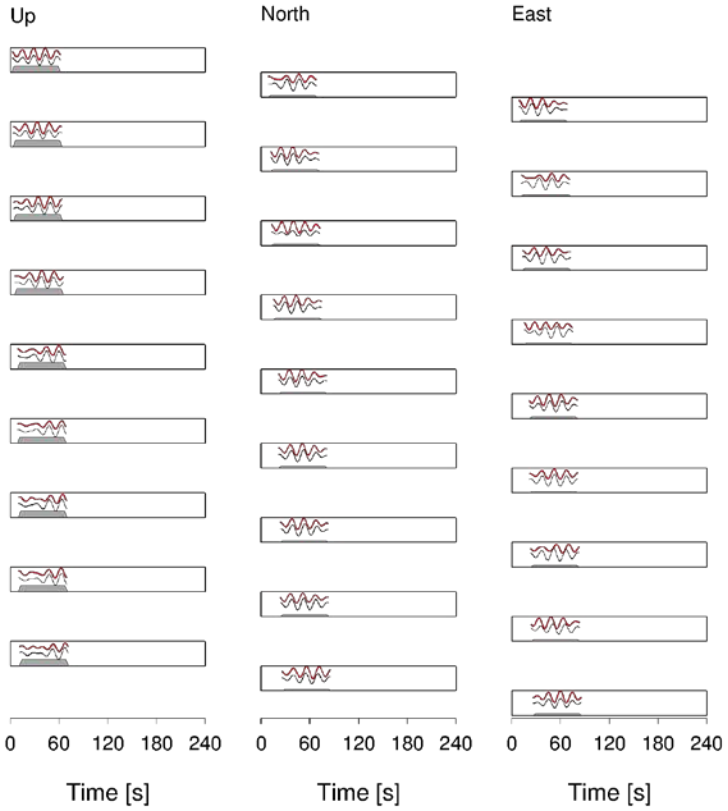
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR6 109.6 -164.7 0.001
2 TUR6 109.6 -164.7 0.0
3 TUR6 109.6 -164.7 0.0
4 TUR3 120.6 -117.2 0.001
5 TUR3 120.6 -117.2 0.0
6 TUR3 120.6 -117.2 0.0
7 TUR8 127.8 172.5 0.001
8 TUR8 127.8 172.5 0.0
9 TUR8 127.8 172.5 0.0
10 TUR2 137.8 -104.8 0.0
11 TUR2 137.8 -104.8 0.0
12 TUR2 137.8 -104.8 0.0
13 TUR5 164.1 -129.0 0.0
14 TUR5 164.1 -129.0 0.0
15 TUR5 164.1 -129.0 0.0
16 TUR1 165.9 -84.8 0.0
17 TUR1 165.9 -84.8 0.0
18 TUR1 165.9 -84.8 0.0
19 SAMO 171.0 -99.3 0.0
20 SAMO 171.0 -99.3 0.0
21 SAMO 171.0 -99.3 0.0
22 TUR7 175.3 -143.0 0.0
23 TUR7 175.3 -143.0 0.0
24 TUR7 175.3 -143.0 0.0
25 RHON 186.0 -161.2 0.0
26 RHON 186.0 -161.2 0.0
27 RHON 186.0 -161.2 0.0

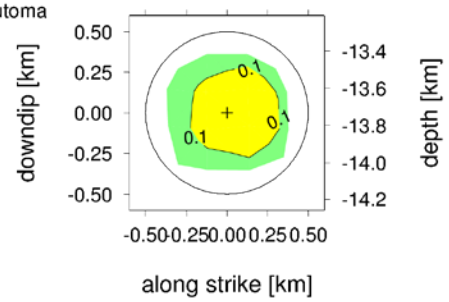


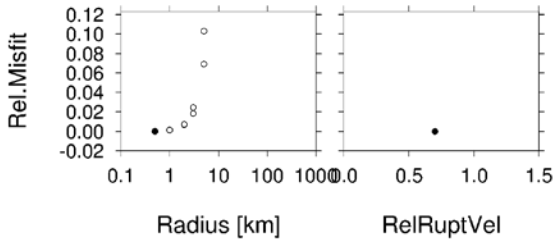
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

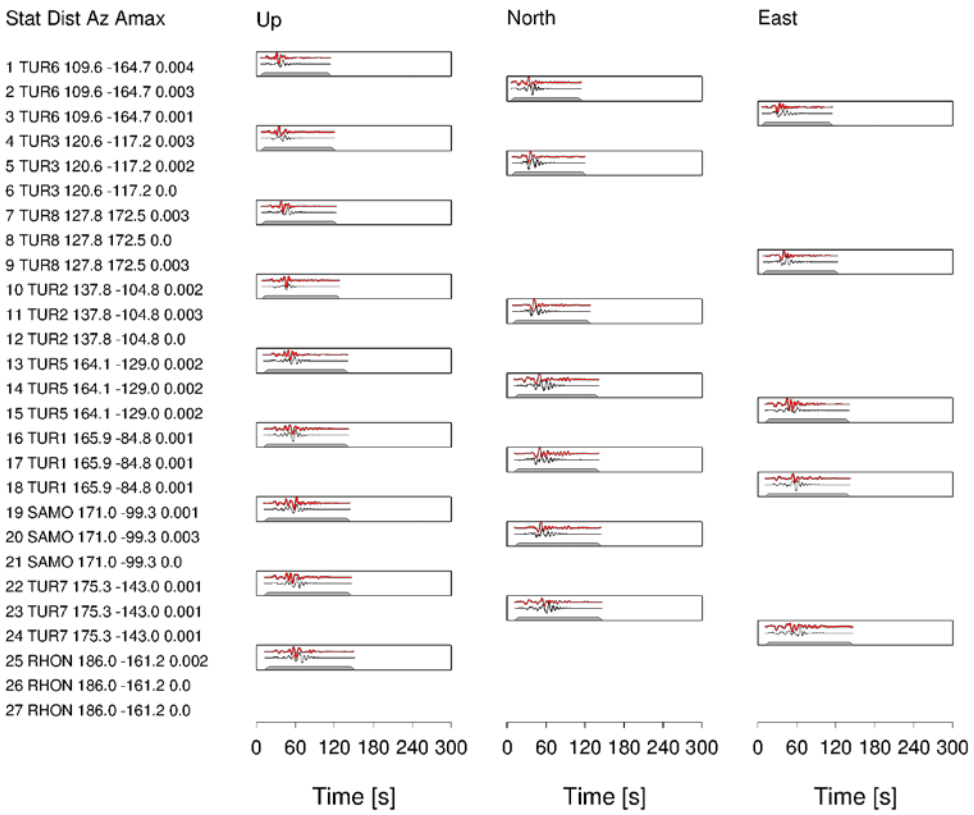
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.96 N 28.75 E		
Strike	89.0		
Dip	64.0		
Rake	-126.0		
M_0	1.8E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	13.7km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.031m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.353		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms



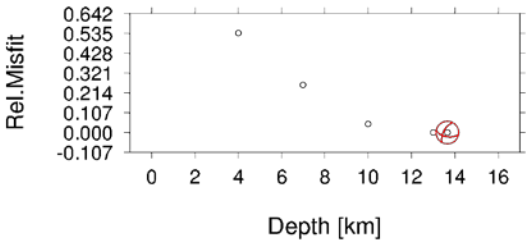
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

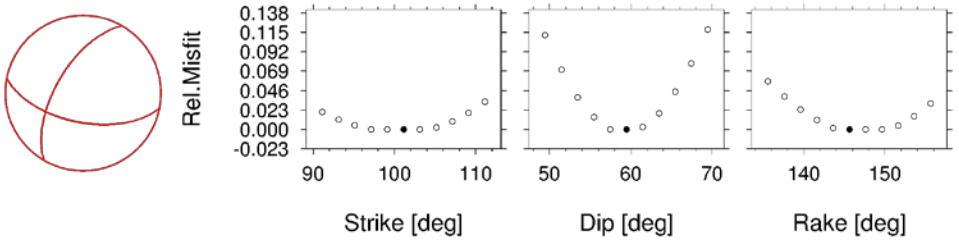
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060610 11:08:27

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.0 N 26.51 E			
Strike	101.0	101.0	210.0	210.0
Dip	59.0	59.0	61.0	61.0
Rake	146.0	-34.0	36.0	-144.0
M_0	1.69E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	13.6km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.386			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	27 (9 stations)			

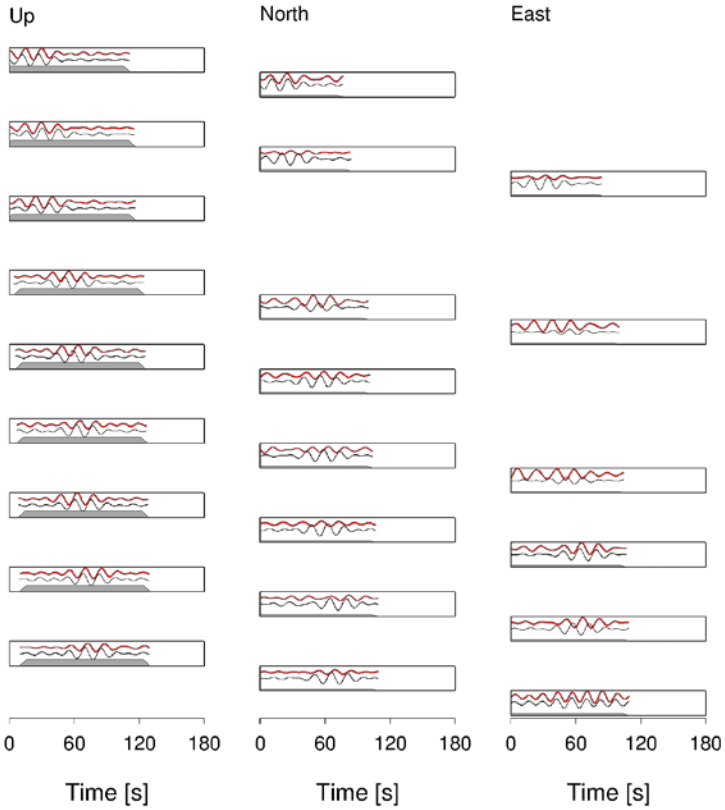




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 58.0 38.7 0.001
2 KASO 58.0 38.7 0.0
3 KASO 58.0 38.7 0.0
4 NPS 86.9 -70.4 0.0
5 NPS 86.9 -70.4 0.0
6 NPS 86.9 -70.4 0.0
7 KAPA 90.4 38.5 0.001
8 KAPA 90.4 38.5 0.0
9 KAPA 90.4 38.5 0.0
10 SIVA 155.5 -88.9 0.0
11 SIVA 155.5 -88.9 0.0
12 SIVA 155.5 -88.9 0.0
13 RHOS 162.8 46.1 0.0
14 RHOS 162.8 46.1 0.0
15 RHOS 162.8 46.1 0.0
16 TILO 174.8 25.9 0.0
17 TILO 174.8 25.9 0.0
18 TILO 174.8 25.9 0.0
19 RETH 186.7 -79.5 0.0
20 RETH 186.7 -79.5 0.0
21 RETH 186.7 -79.5 0.0
22 KOSI 197.0 11.3 0.0
23 KOSI 197.0 11.3 0.0
24 KOSI 197.0 11.3 0.0
25 ARG 198.4 46.7 0.0
26 ARG 198.4 46.7 0.0
27 ARG 198.4 46.7 0.0



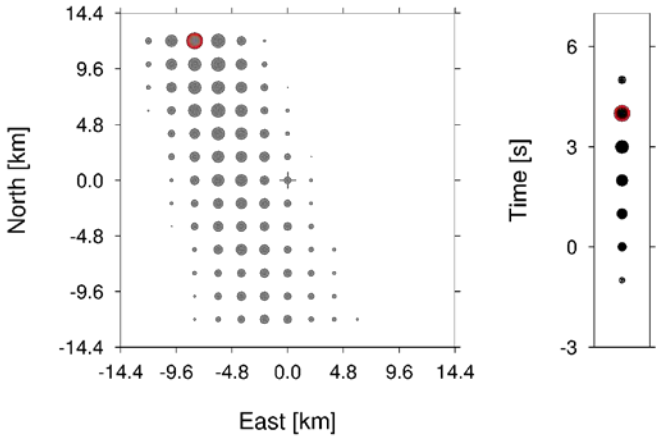
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

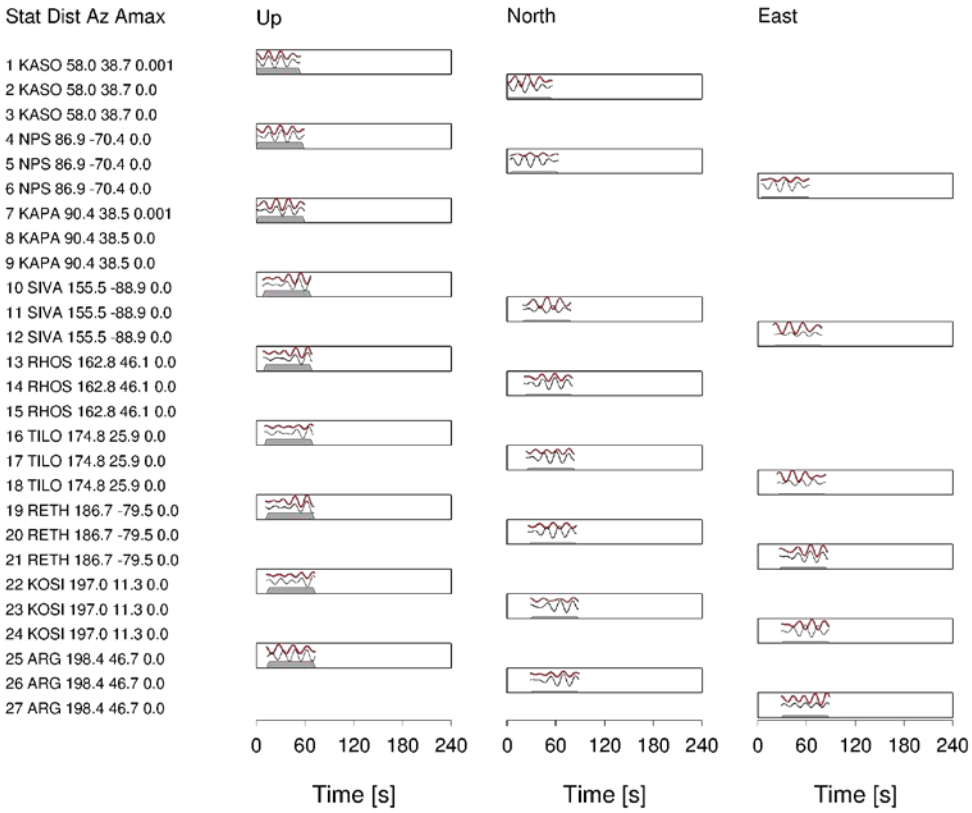
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.0 N 26.51 E
Strike	101.0 210.0
Dip	59.0 61.0
Rake	146.0 36.0
M_0	1.69E+15Nm
M_w	4.0
Depth	13.6km
Duration	0.4s
Misfit	0.802
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



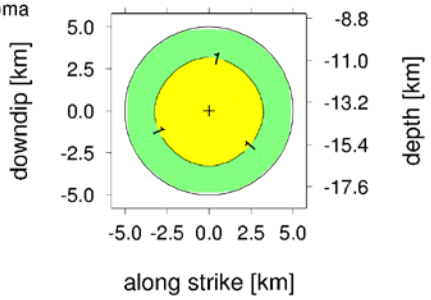
Fit of Seismograms



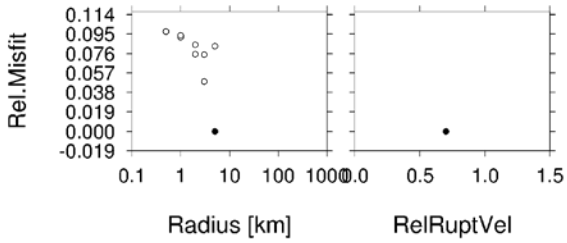
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

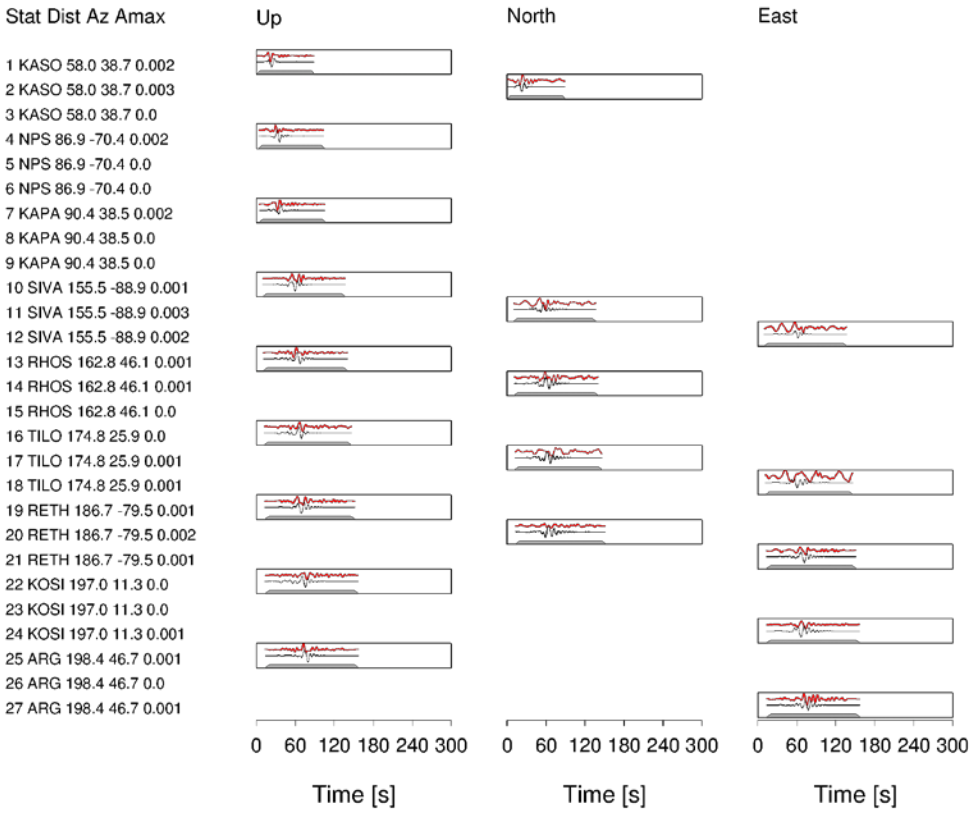
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.0 N 26.51 E		
Strike	210.0		
Dip	61.0		
Rake	36.0		
M_0	1.69E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	13.6km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.557		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

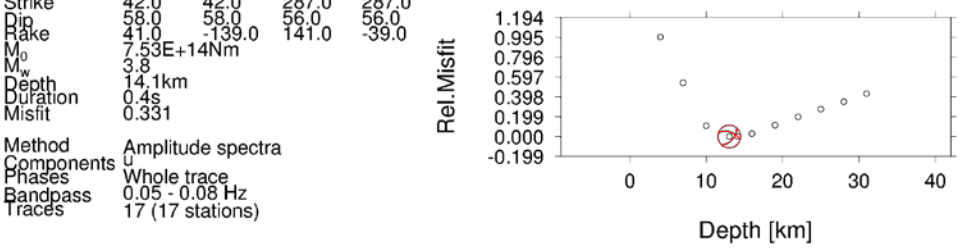
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

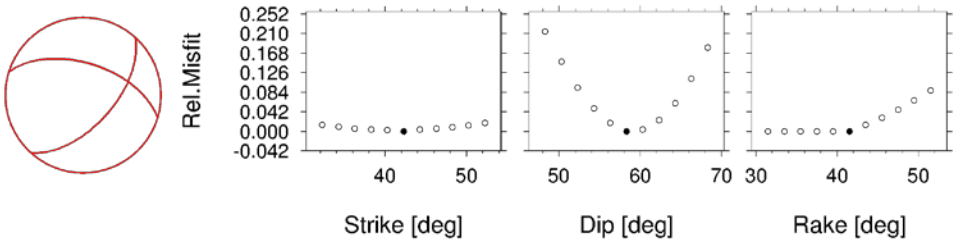
20060610 11:18:35

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

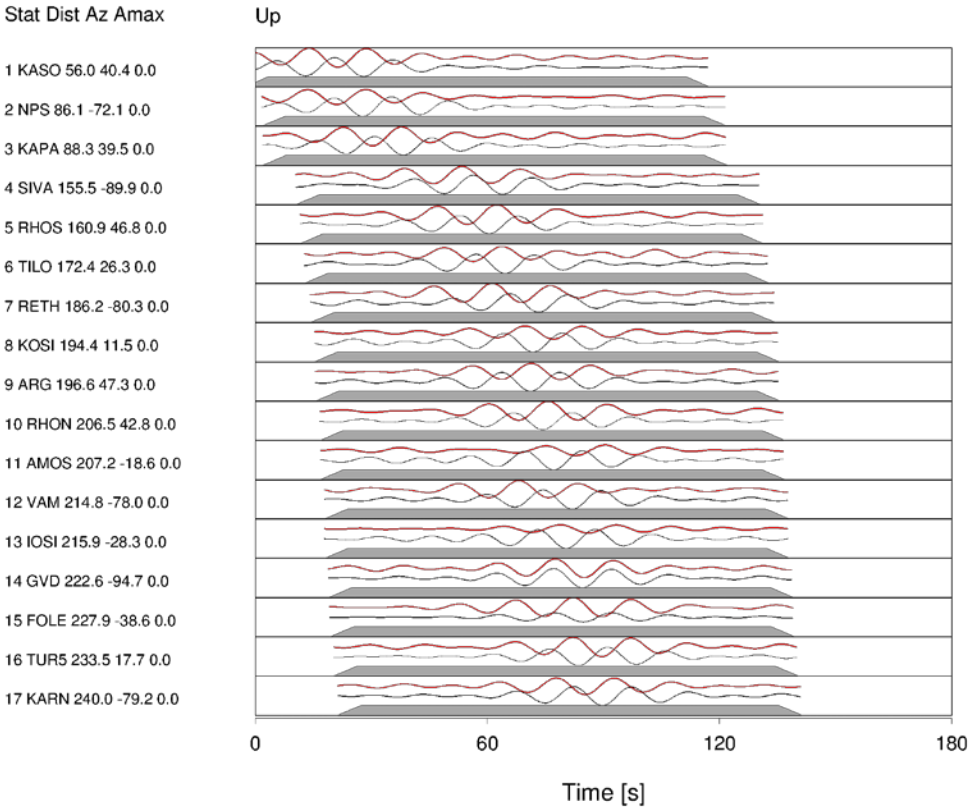
Lat Lon	35.02 N 26.51 E			
Strike	42.0	42.0	287.0	287.0
Dip	58.0	58.0	56.0	56.0
Rake	41.0	-139.0	141.0	-39.0
M_0	7.53E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	14.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.331			

Method Amplitude spectra
Components U
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 17 (17 stations)





Fit of Seismograms



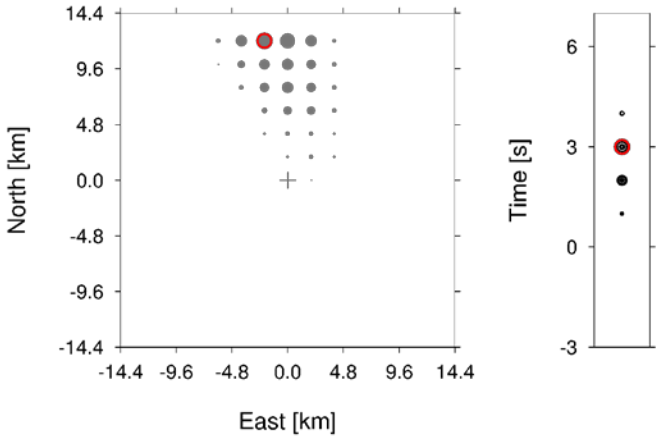
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

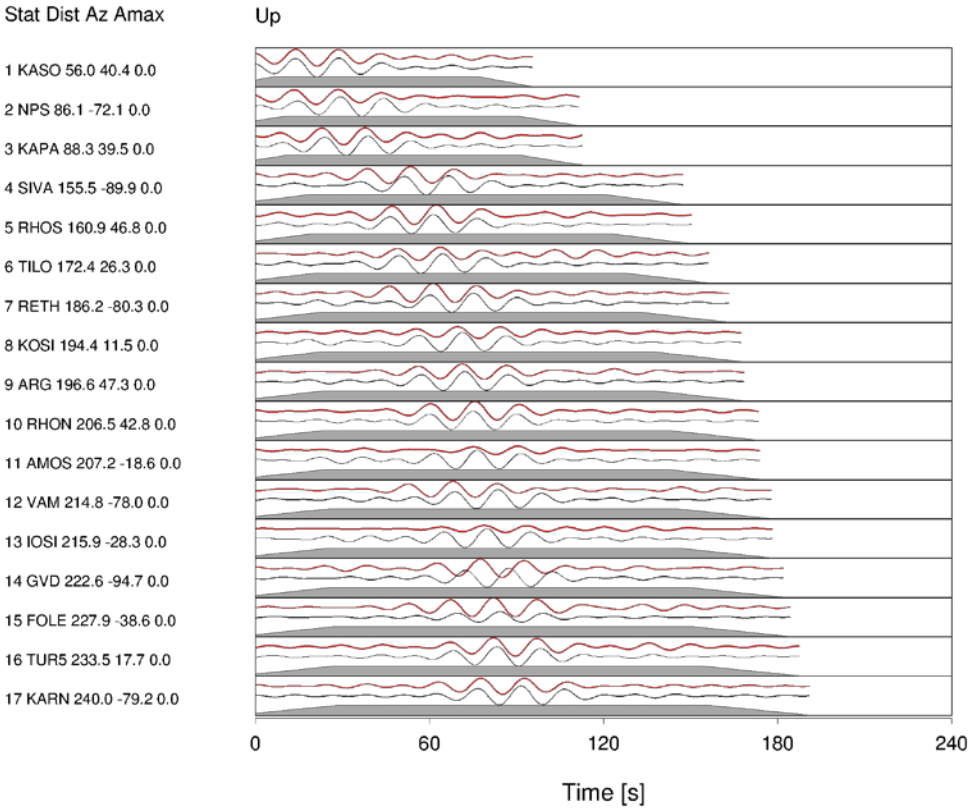
Event	EGELADOS	
Lat Lon	35.02 N	26.51 E
Strike	42.0	287.0
Dip	58.0	56.0
Rake	-139.0	-39.0
M_0	7.53E+14Nm	
M_w	3.8	
Depth	14.1km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.756	
Method	Time domain	
Components	u	
Phases	Whole trace	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	17 (17 stations)	



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

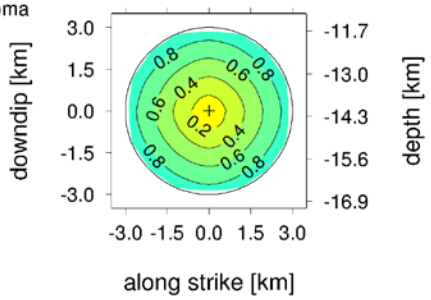


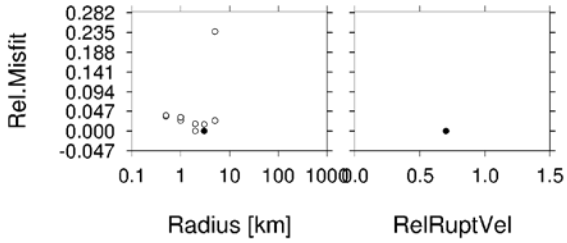
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

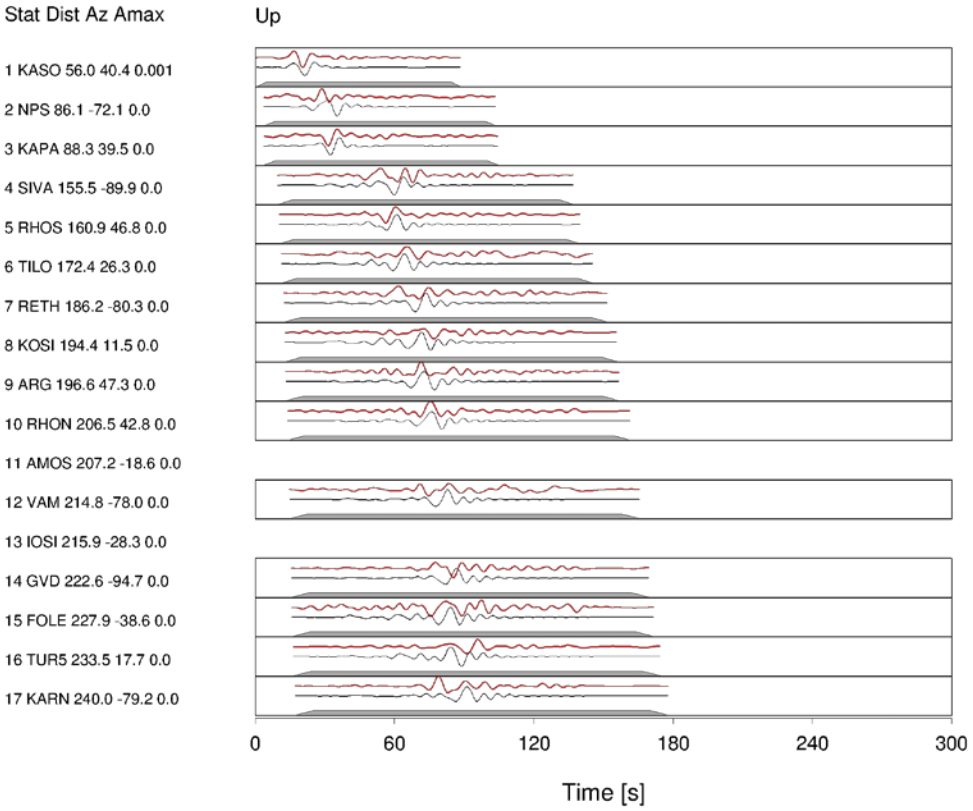
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.02 N 26.51 E		
Strike	42.0		
Dip	58.0		
Rake	-139.0		
M_0	7.53E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	14.1km	Duration	1.6+0.9s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.375		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	17 (17 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

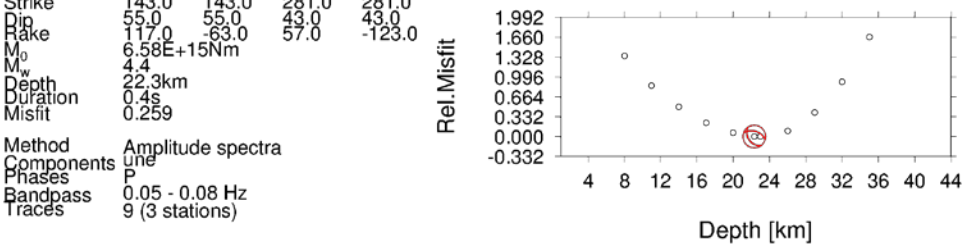
20060612 02:01:51

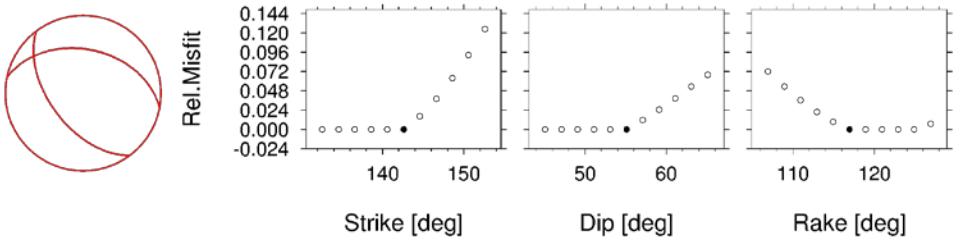
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.6 N 21.65 E			
Strike	143.0	143.0	281.0	281.0
Dip	55.0	55.0	43.0	43.0
Rake	117.0	-63.0	57.0	-123.0

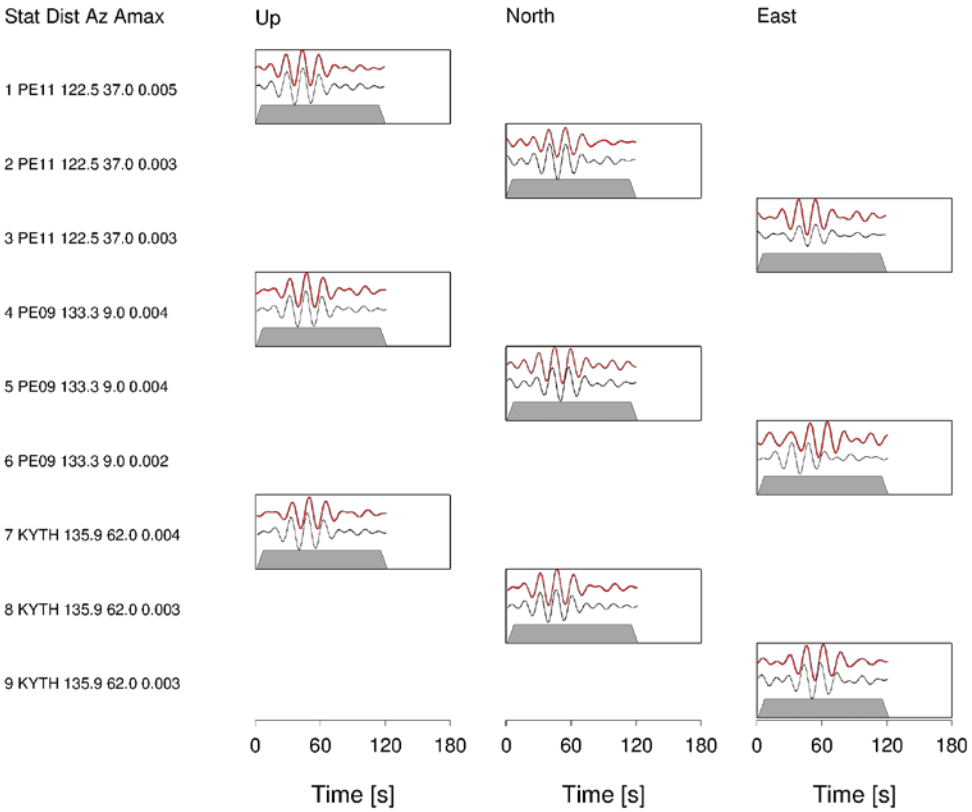
M_0 6.58E+15Nm
M_w 4.4
Depth 22.3km
Duration 0.4s
Misfit 0.259

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (3 stations)





Fit of Seismograms



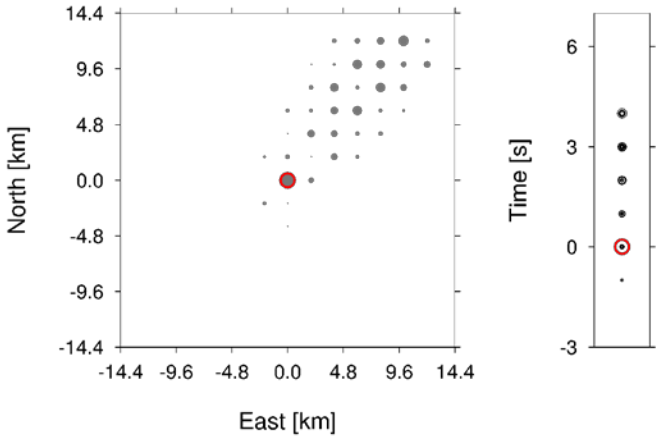
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

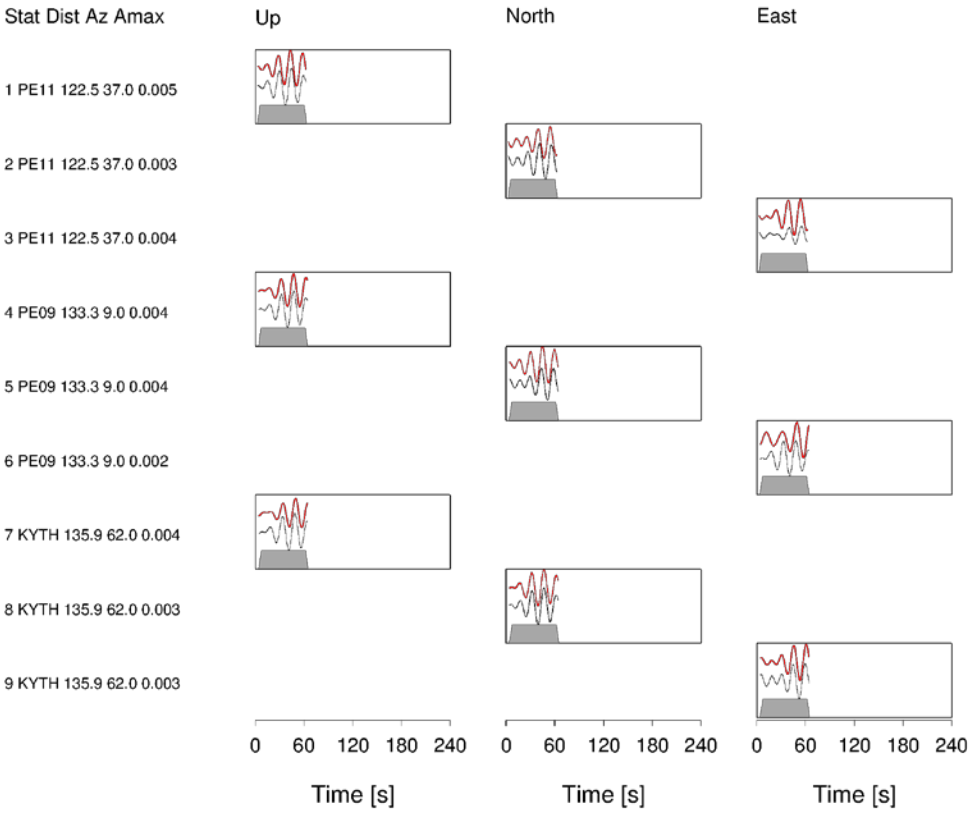
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.6 N 21.65 E
Strike	143.0 281.0
Dip	55.0 43.0
Rake	117.0 57.0
M_0	6.58E+15Nm
M_w	4.4
Depth	22.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.448
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



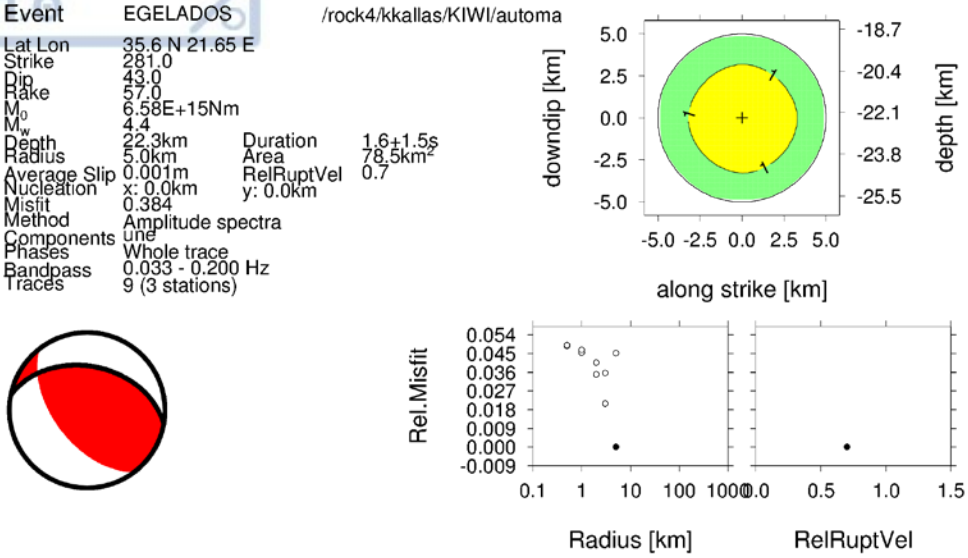
Fit of Seismograms



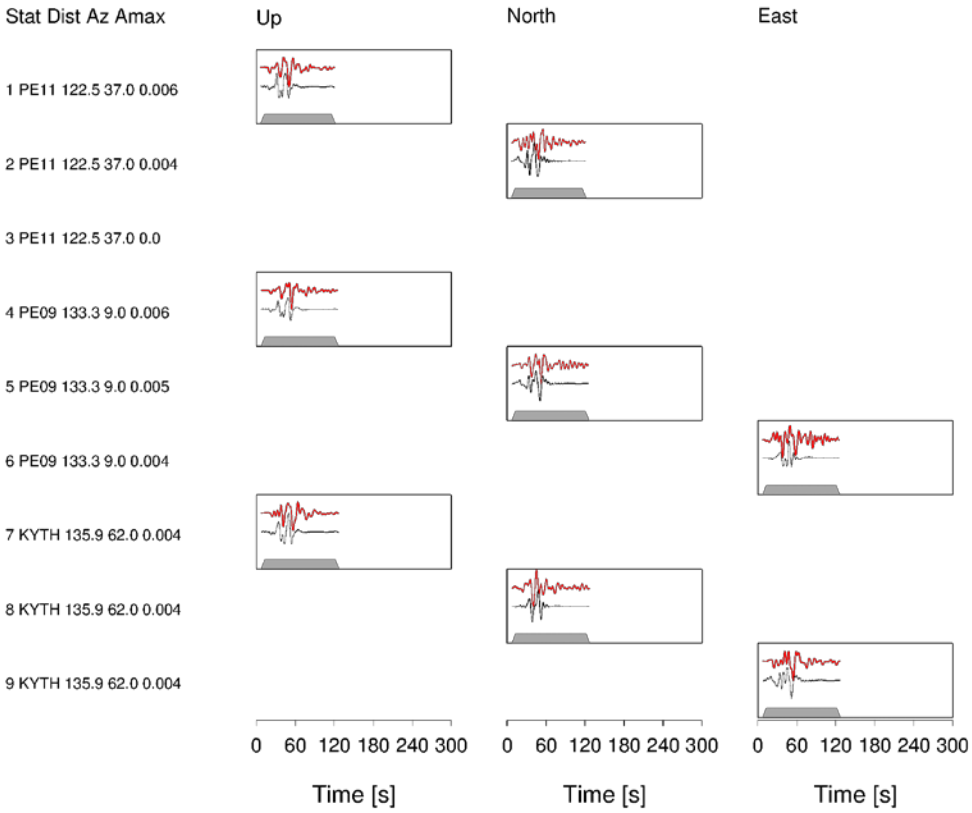
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.6 N 21.65 E		
Strike	281.0		
Dip	43.0		
Rake	57.0		
M_0	6.58E+15Nm		
M_w	4.4		
Depth	22.3km	Duration	1.6±1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.384		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		



Fit of Seismograms



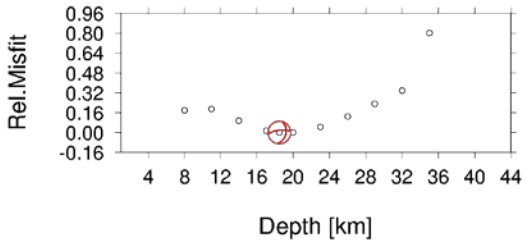
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

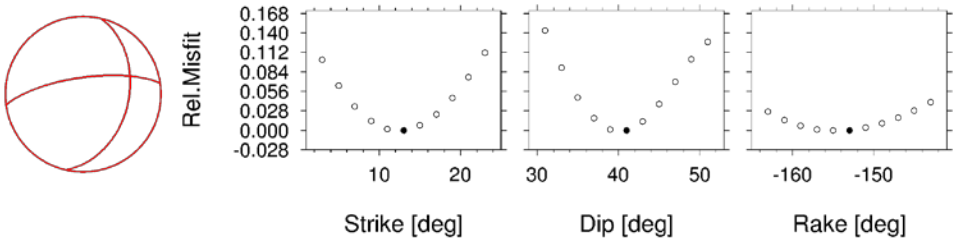
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060626 00:51:43

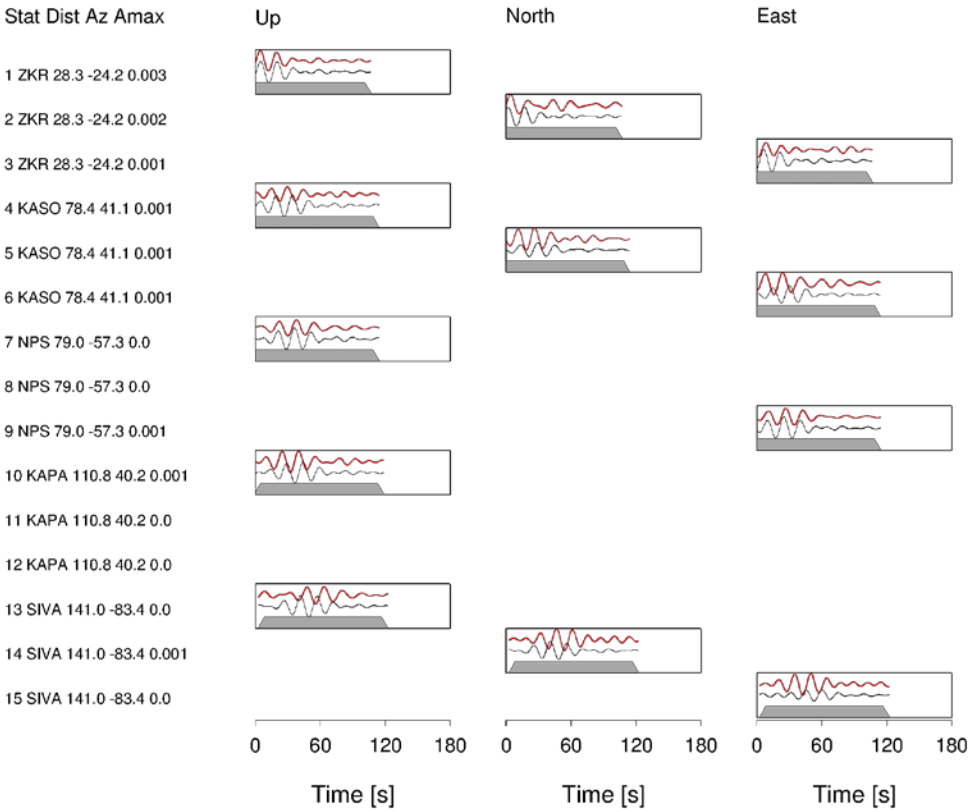
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.88 N 26.34 E			
Strike	13.0	13.0	262.0	262.0
Dip	41.0	41.0	73.0	73.0
Rake	-153.0	27.0	-52.0	128.0
M_0	2.2E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	18.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.368			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



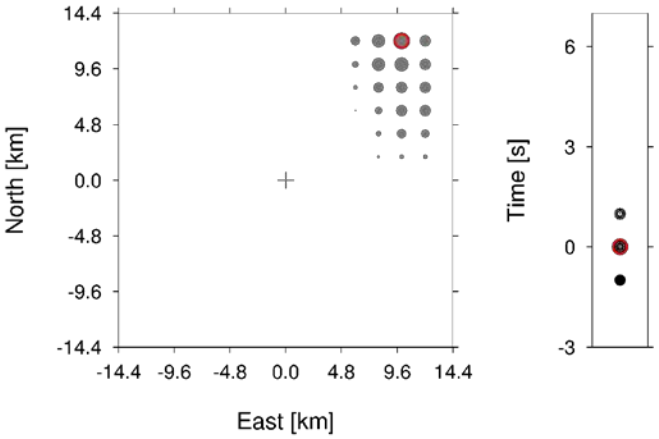
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

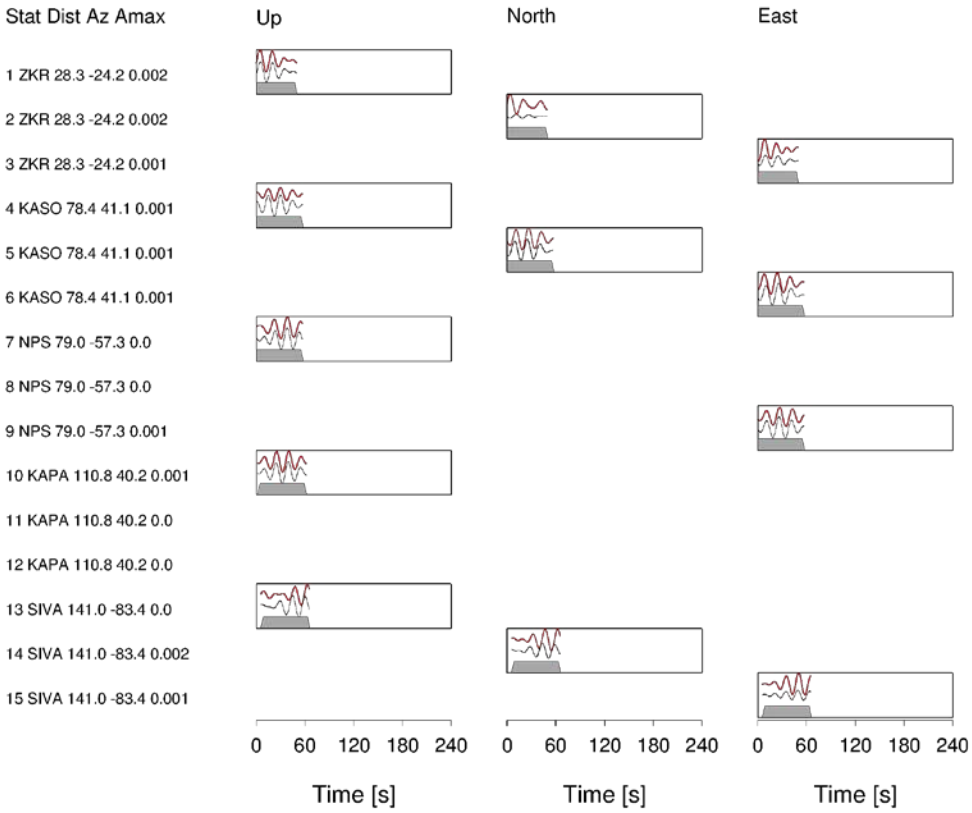
Event	EGELADOS	
Lat Lon	34.88 N 26.34 E	
Strike	13.0	262.0
Dip	41.0	73.0
Rake	-153.0	-52.0
M_0	2.2E+15Nm	
M_w	4.1	
Depth	18.4km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.708	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	15 (5 stations)	



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

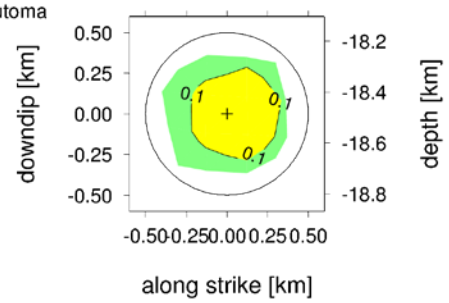


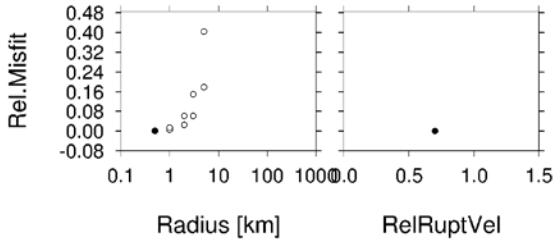
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

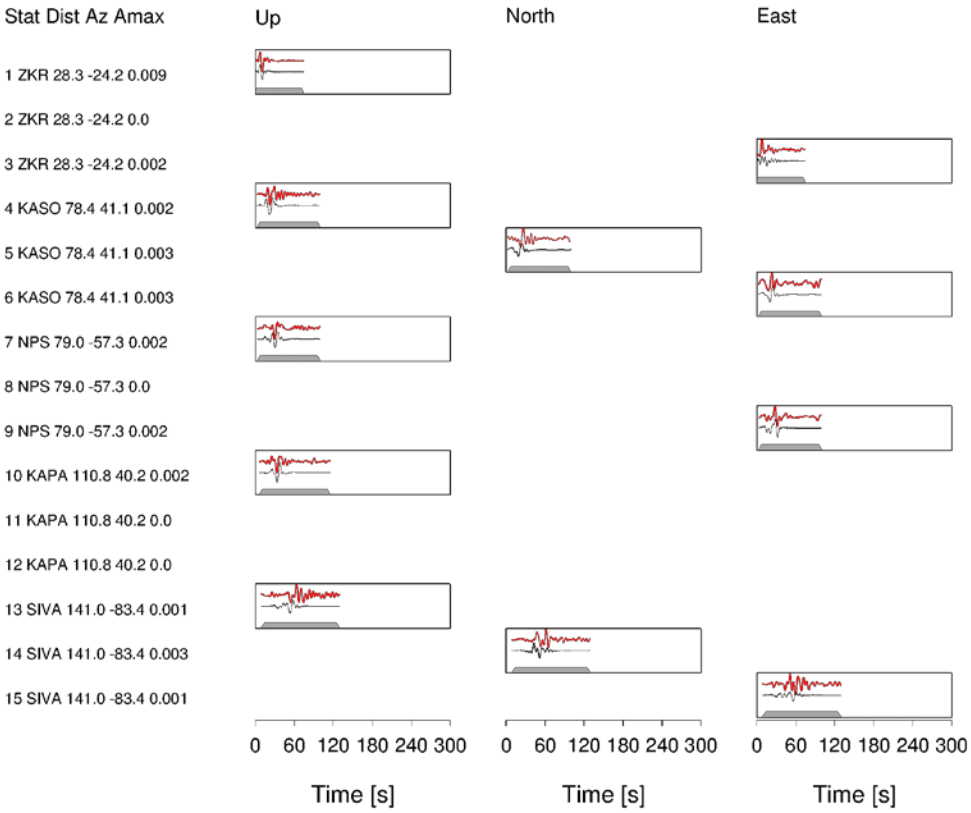
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.88 N 26.34 E		
Strike	13.0		
Dip	41.0		
Rake	-153.0		
M_0	2.2E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	18.4km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.038m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.382		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

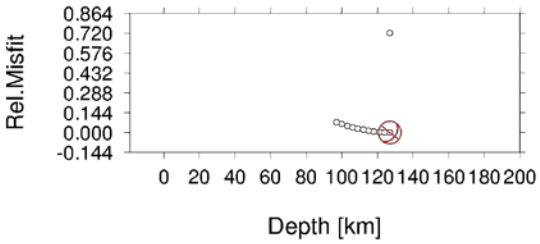
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060709 03:12:54

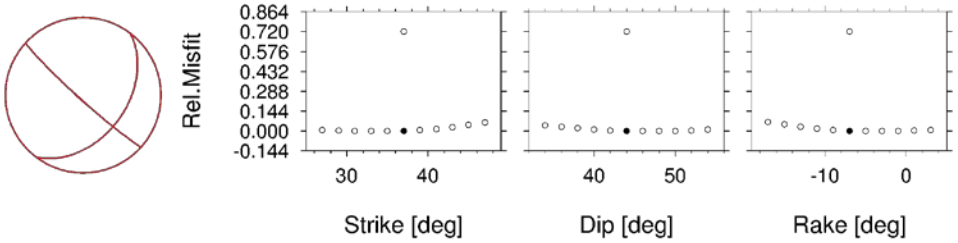
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.46 N 27.24 E			
Strike	37.0	37.0	132.0	132.0
Dip	44.0	44.0	85.0	85.0
Rake	-7.0	173.0	-134.0	46.0

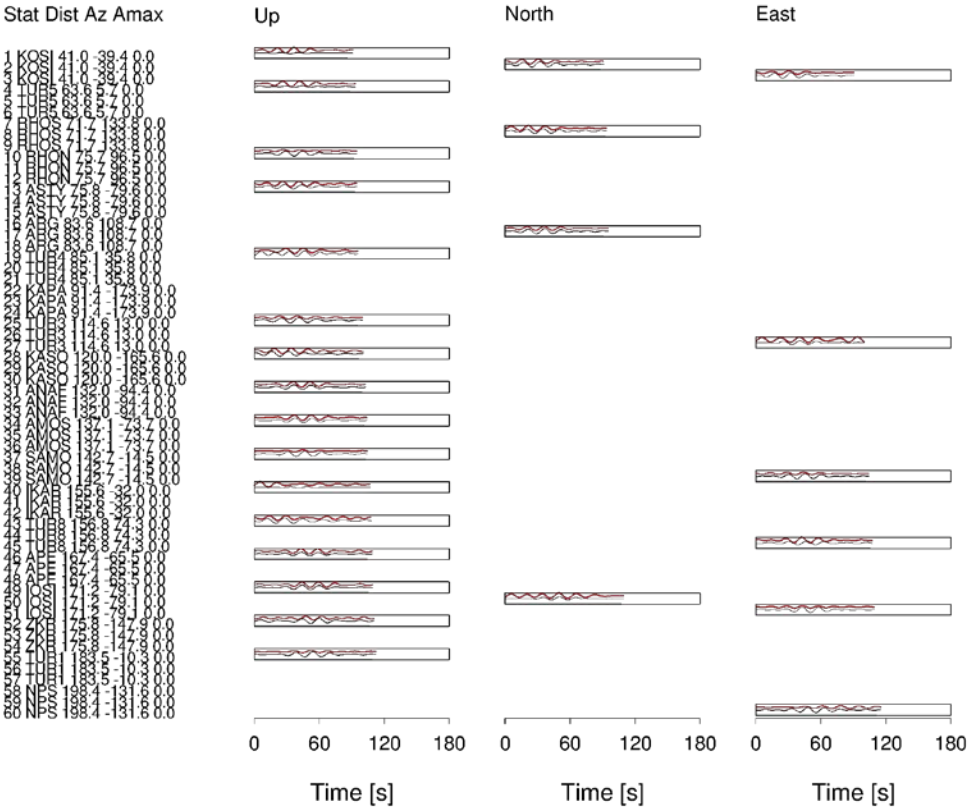
M_0 4.58E+15Nm
M_w 4.3
Depth 127.0km
Duration 0.4s
Misfit 0.572

Method Amplitude spectra
Components une
Phases S
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 60 (20 stations)





Fit of Seismograms



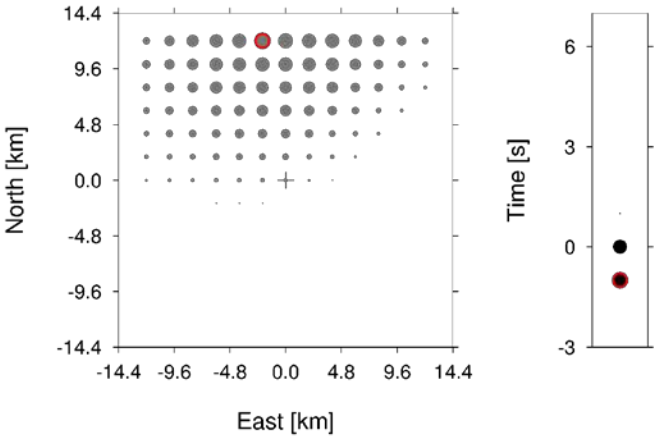
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

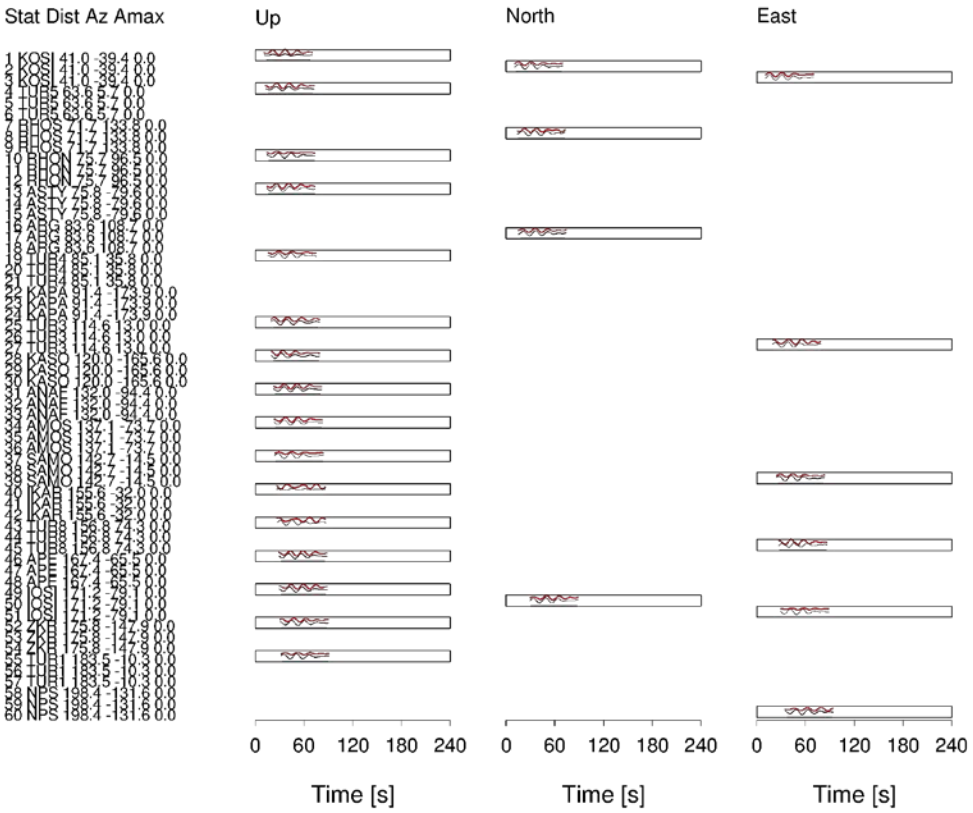
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.46 N 27.24 E
Strike	37.0 132.0
Dip	44.0 85.0
Rake	-7.0 -134.0
M_0	4.58E+15Nm
M_w	4.3
Depth	127.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.809
Method	Time domain
Components	une
Phases	S
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	60 (20 stations)

/rock4/kkallas/KIWI/automa





Fit of Seismograms



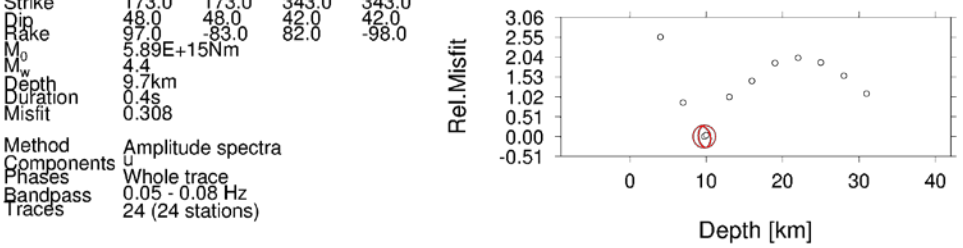
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

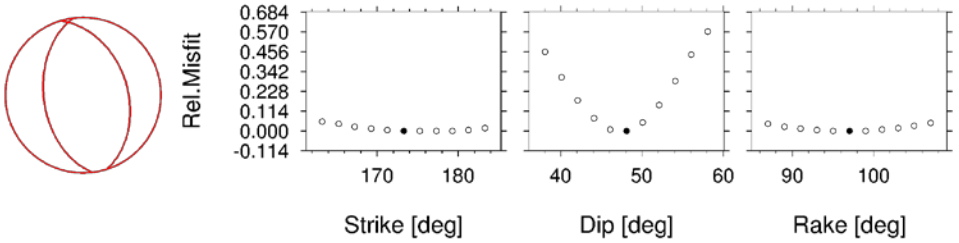
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060713 15:13:43

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.83 N 27.34 E			
Strike	173.0	173.0	343.0	343.0
Dip	48.0	48.0	42.0	42.0
Rake	97.0	-83.0	82.0	-98.0
M_0	5.89E+15Nm			
M_w	4.4			
Depth	9.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.308			

Method Amplitude spectra
Components u
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 24 (24 stations)

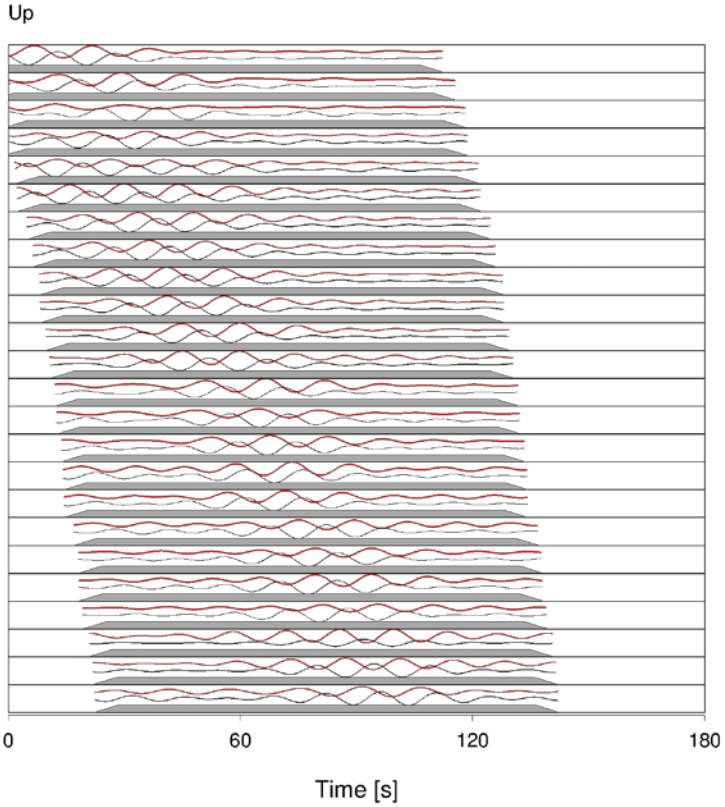




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 28.9 -139.1 0.005
2 RHOS 46.8 65.3 0.001
3 KASO 61.2 -140.3 0.001
4 TILO 64.4 1.8 0.002
5 ARG 81.8 58.7 0.002
6 RHON 89.6 47.4 0.002
7 KOSI 106.8 -19.2 0.002
8 ASTY 117.7 -45.1 0.002
9 ZKR 130.1 -127.7 0.002
10 TUR5 132.4 -1.1 0.002
11 TUR4 143.9 16.4 0.002
12 ANAF 152.6 -67.1 0.002
13 TUR6 162.7 36.0 0.001
14 NPS 169.6 -111.6 0.001
15 AMOS 177.1 -52.5 0.001
16 TUR8 180.2 51.8 0.001
17 TUR3 181.6 5.3 0.001
18 IOSI 204.2 -60.1 0.001
19 SAMO 212.1 -12.1 0.001
20 APE 212.7 -49.3 0.001
21 IKAR 221.0 -24.4 0.001
22 FOLE 234.9 -67.4 0.002
23 ANPA 242.9 -56.1 0.001
24 SIVA 247.6 -110.8 0.001



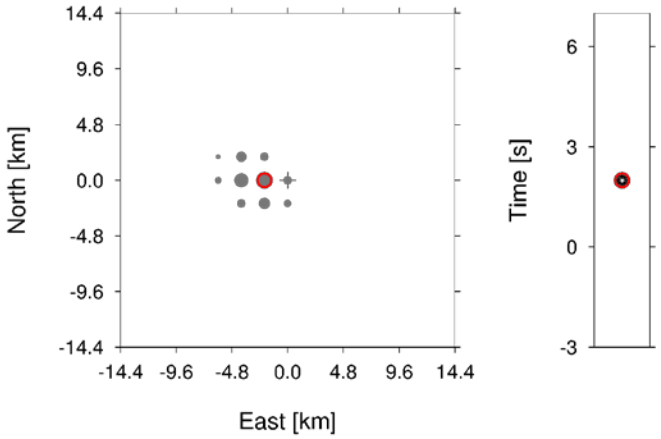
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.83 N 27.34 E
Strike	173.0 343.0
Dip	48.0 42.0
Rake	-83.0 -98.0
M_0	5.89E+15Nm
M_w	4.4
Depth	9.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.492
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	24 (24 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa

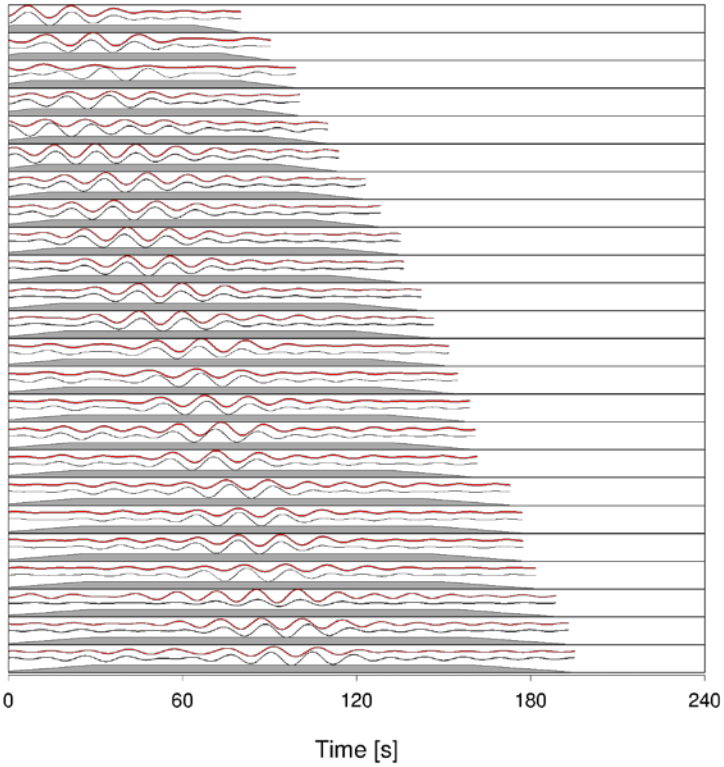


Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KAPA 28.9 -139.1 0.005
2 RHOS 46.8 65.3 0.001
3 KASO 61.2 -140.3 0.001
4 TILO 64.4 1.8 0.001
5 ARG 81.8 58.7 0.002
6 RHON 89.6 47.4 0.002
7 KOSI 106.8 -19.2 0.002
8 ASTY 117.7 -45.1 0.002
9 ZKR 130.1 -127.7 0.002
10 TUR5 132.4 -1.1 0.002
11 TUR4 143.9 16.4 0.002
12 ANAF 152.6 -67.1 0.002
13 TUR6 162.7 36.0 0.001
14 NPS 169.6 -111.6 0.001
15 AMOS 177.1 -52.5 0.001
16 TUR8 180.2 51.8 0.001
17 TUR3 181.6 5.3 0.001
18 IOSI 204.2 -60.1 0.001
19 SAMO 212.1 -12.1 0.001
20 APE 212.7 -49.3 0.001
21 IKAR 221.0 -24.4 0.001
22 FOLE 234.9 -67.4 0.002
23 ANPA 242.9 -56.1 0.001
24 SIVA 247.6 -110.8 0.001

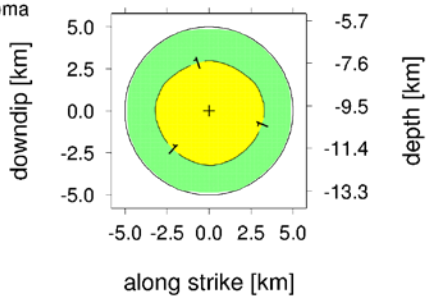
Up



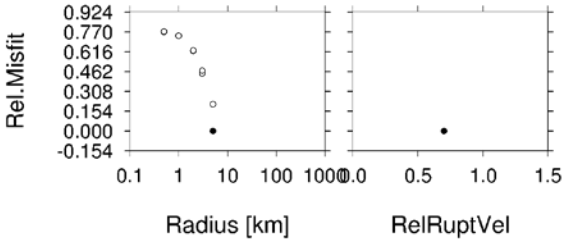
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

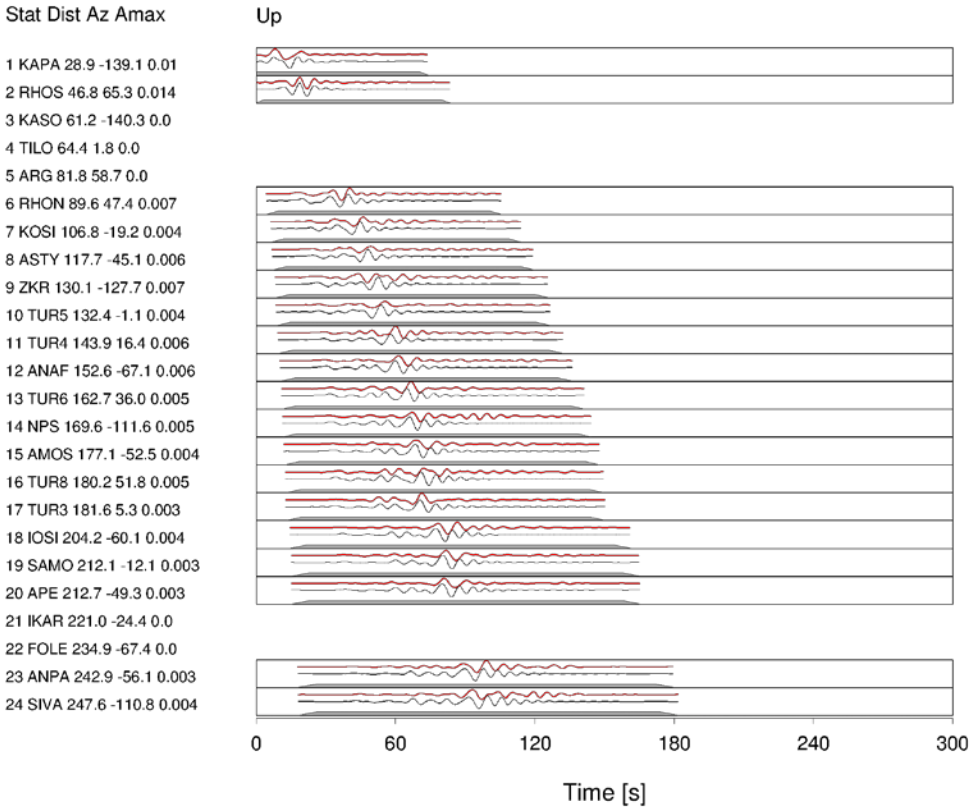
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.83 N 27.34 E		
Strike	173.0		
Dip	48.0		
Rake	-83.0		
M_0	5.89E+15Nm		
M_w	4.4		
Depth	9.7km	Duration	1.6+1.7s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.41		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	24 (24 stations)		







Fit of Seismograms

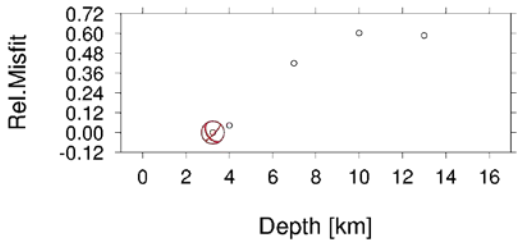


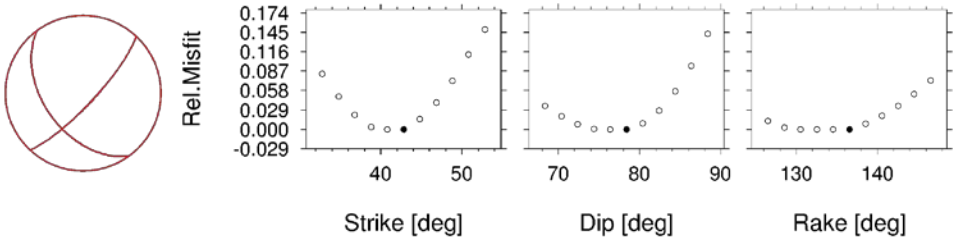
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060720 15:57:39

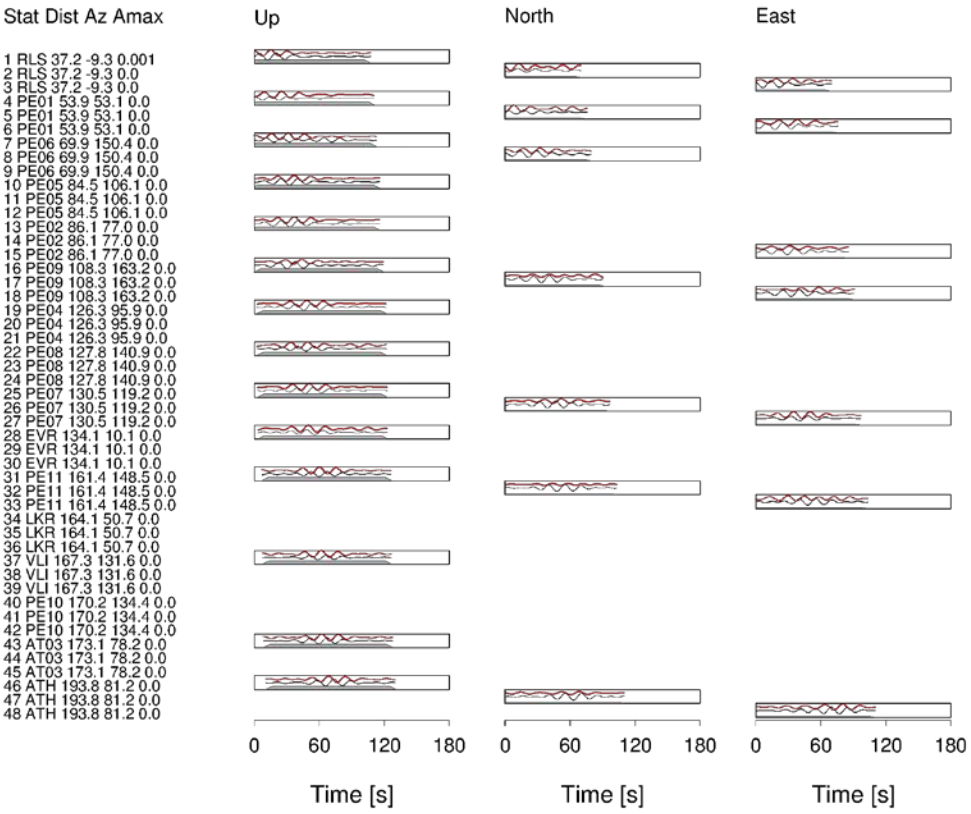
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.72 N 21.53 E			
Strike	43.0	43.0	144.0	144.0
Dip	78.0	78.0	48.0	48.0
Rake	137.0	-43.0	16.0	-164.0
M_0	1.04E+15Nm			
M_w	3.9			
Depth	3.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.394			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	48 (16 stations)			





Fit of Seismograms



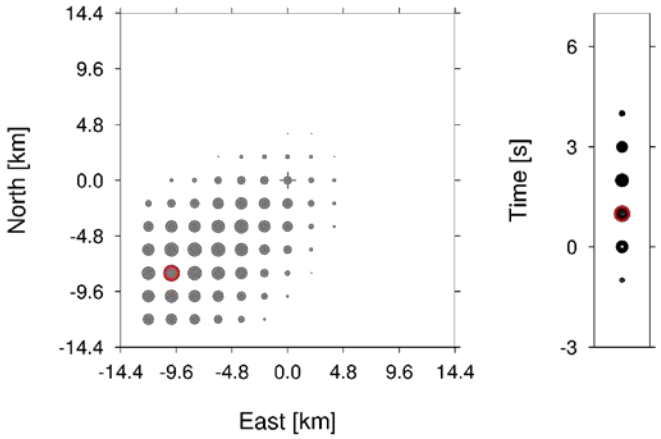
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.72 N 21.53 E
Strike	43.0 144.0
Dip	78.0 48.0
Rake	-43.0 -164.0
M_0	1.04E+15Nm
M_w	3.9
Depth	3.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.847
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	48 (16 stations)



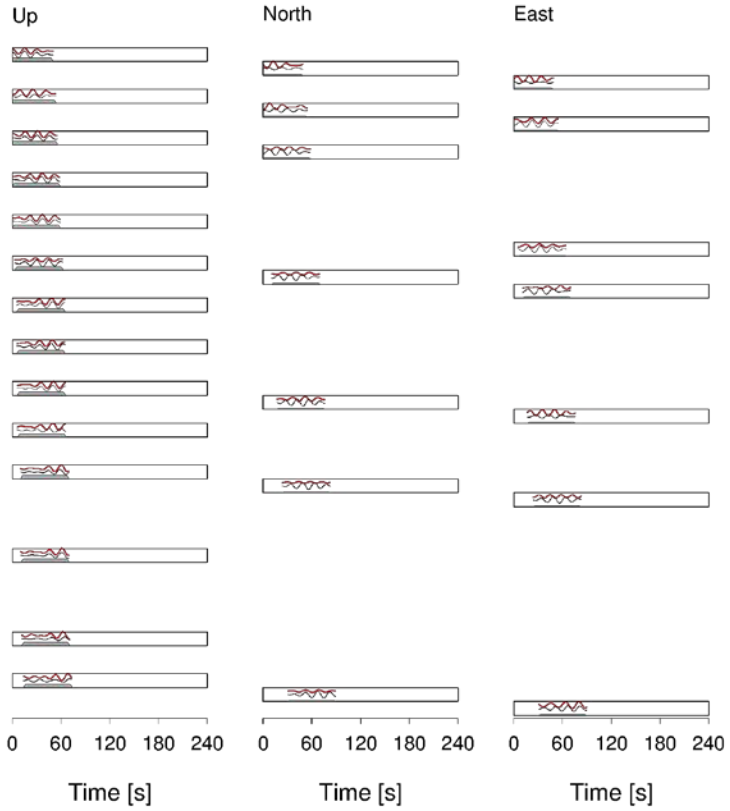
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

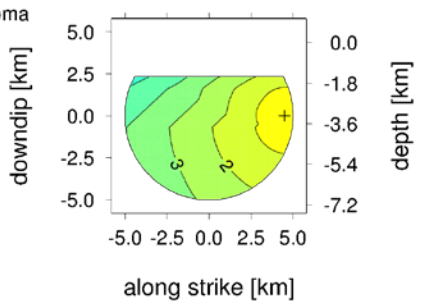
1 RLS 37.2 -9.3 0.001
2 RLS 37.2 -9.3 0.0
3 RLS 37.2 -9.3 0.0
4 PE01 53.9 53.1 0.0
5 PE01 53.9 53.1 0.0
6 PE01 53.9 53.1 0.0
7 PE06 69.9 150.4 0.0
8 PE06 69.9 150.4 0.0
9 PE06 69.9 150.4 0.0
10 PE05 84.5 106.1 0.0
11 PE05 84.5 106.1 0.0
12 PE05 84.5 106.1 0.0
13 PE02 86.1 77.0 0.0
14 PE02 86.1 77.0 0.0
15 PE02 86.1 77.0 0.0
16 PE09 108.3 163.2 0.0
17 PE09 108.3 163.2 0.0
18 PE09 108.3 163.2 0.0
19 PE04 126.3 95.9 0.0
20 PE04 126.3 95.9 0.0
21 PE04 126.3 95.9 0.0
22 PE08 127.8 140.9 0.0
23 PE08 127.8 140.9 0.0
24 PE08 127.8 140.9 0.0
25 PE07 130.5 119.2 0.0
26 PE07 130.5 119.2 0.0
27 PE07 130.5 119.2 0.0
28 EVR 134.1 10.1 0.0
29 EVR 134.1 10.1 0.0
30 EVR 134.1 10.1 0.0
31 PE11 161.4 148.5 0.0
32 PE11 161.4 148.5 0.0
33 PE11 161.4 148.5 0.0
34 LKR 164.1 50.7 0.0
35 LKR 164.1 50.7 0.0
36 LKR 164.1 50.7 0.0
37 VLI 167.3 131.6 0.0
38 VLI 167.3 131.6 0.0
39 VLI 167.3 131.6 0.0
40 PE10 170.2 134.4 0.0
41 PE10 170.2 134.4 0.0
42 PE10 170.2 134.4 0.0
43 AT03 173.1 78.2 0.0
44 AT03 173.1 78.2 0.0
45 AT03 173.1 78.2 0.0
46 ATH 193.8 81.2 0.0
47 ATH 193.8 81.2 0.0
48 ATH 193.8 81.2 0.0



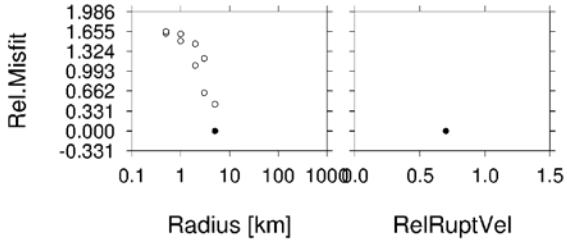
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.72 N 21.53 E		
Strike	144.0		
Dip	48.0		
Rake	-164.0		
M_0	1.04E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	3.2km	Duration	1.6+5.2s
Radius	5.0km	Area	62.0km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.7		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	48 (16 stations)		



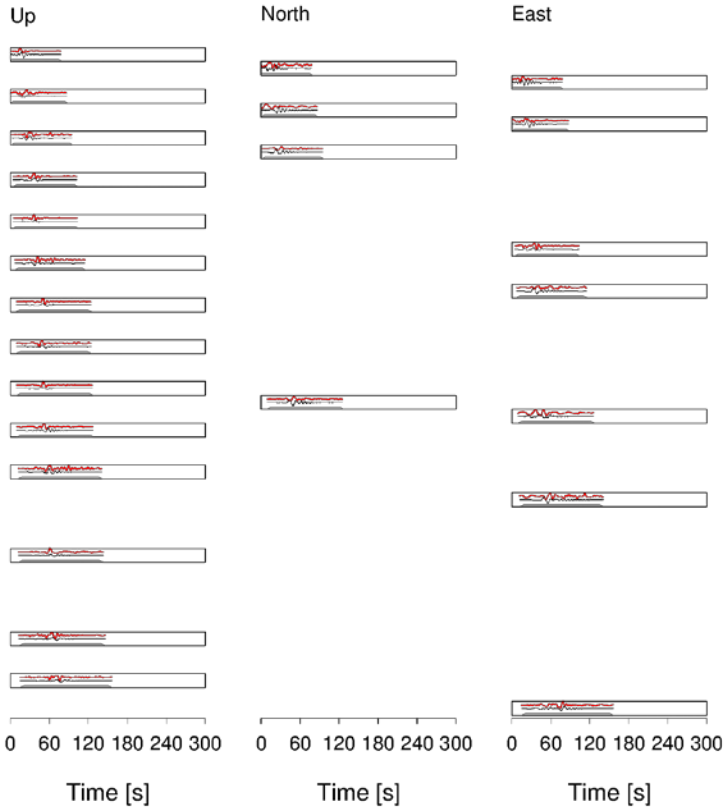




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 RLS 37.2 -9.3 0.002
2 RLS 37.2 -9.3 0.001
3 RLS 37.2 -9.3 0.002
4 PE01 53.9 53.1 0.001
5 PE01 53.9 53.1 0.003
6 PE01 53.9 53.1 0.002
7 PE06 69.9 150.4 0.0
8 PE06 69.9 150.4 0.001
9 PE06 69.9 150.4 0.0
10 PE05 84.5 106.1 0.001
11 PE05 84.5 106.1 0.0
12 PE05 84.5 106.1 0.0
13 PE02 86.1 77.0 0.002
14 PE02 86.1 77.0 0.0
15 PE02 86.1 77.0 0.001
16 PE09 108.3 163.2 0.0
17 PE09 108.3 163.2 0.0
18 PE09 108.3 163.2 0.001
19 PE04 126.3 95.9 0.001
20 PE04 126.3 95.9 0.0
21 PE04 126.3 95.9 0.0
22 PE08 127.8 140.9 0.0
23 PE08 127.8 140.9 0.0
24 PE08 127.8 140.9 0.0
25 PE07 130.5 119.2 0.001
26 PE07 130.5 119.2 0.001
27 PE07 130.5 119.2 0.0
28 EVR 134.1 10.1 0.001
29 EVR 134.1 10.1 0.0
30 EVR 134.1 10.1 0.0
31 PE11 161.4 148.5 0.0
32 PE11 161.4 148.5 0.0
33 PE11 161.4 148.5 0.001
34 LKR 164.1 50.7 0.0
35 LKR 164.1 50.7 0.0
36 LKR 164.1 50.7 0.0
37 VLI 167.3 131.6 0.001
38 VLI 167.3 131.6 0.0
39 VLI 167.3 131.6 0.0
40 PE10 170.2 134.4 0.0
41 PE10 170.2 134.4 0.0
42 PE10 170.2 134.4 0.0
43 AT03 173.1 78.2 0.0
44 AT03 173.1 78.2 0.0
45 AT03 173.1 78.2 0.0
46 ATH 193.8 81.2 0.0
47 ATH 193.8 81.2 0.0
48 ATH 193.8 81.2 0.0

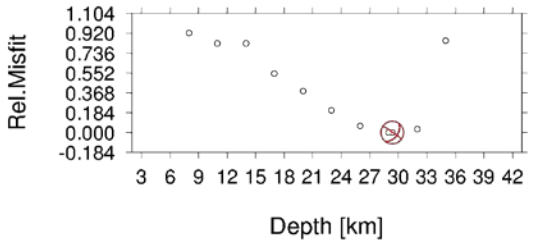


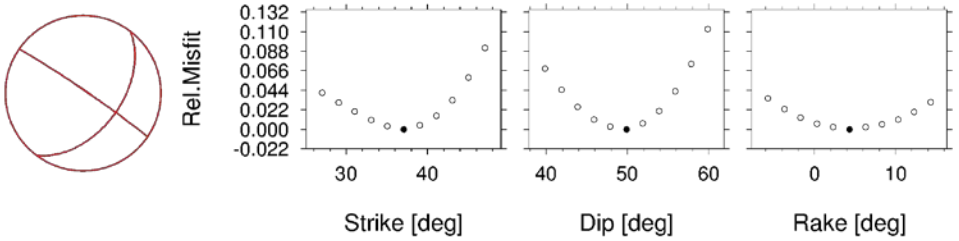
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060726 22:12:36

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.39 N 22.11 E			
Strike	37.0	37.0	304.0	304.0
Dip	50.0	50.0	87.0	87.0
Rake	4.0	-176.0	140.0	-40.0
M_0	3.81E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	29.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.291			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	39 (13 stations)			

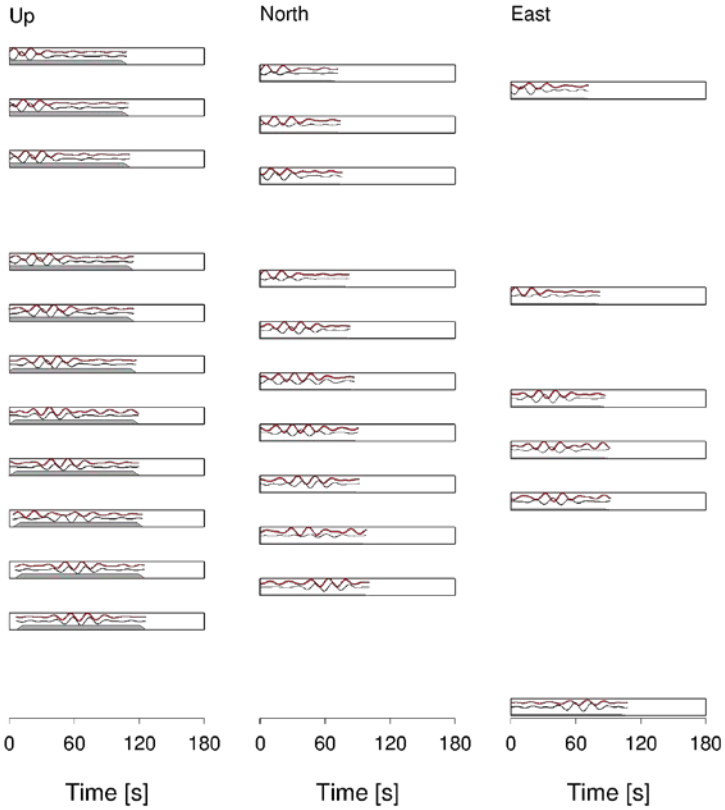




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 PE11 33.9 73.4 0.0
2 PE11 33.9 73.4 0.0
3 PE11 33.9 73.4 0.0
4 PE09 48.3 -24.7 0.0
5 PE09 48.3 -24.7 0.0
6 PE09 48.3 -24.7 0.0
7 PE08 56.3 31.0 0.0
8 PE08 56.3 31.0 0.0
9 PE08 56.3 31.0 0.0
10 PE10 75.4 68.1 0.0
11 PE10 75.4 68.1 0.0
12 PE10 75.4 68.1 0.0
13 KYTH 82.4 107.5 0.0
14 KYTH 82.4 107.5 0.0
15 KYTH 82.4 107.5 0.0
16 PE06 88.3 -10.9 0.0
17 PE06 88.3 -10.9 0.0
18 PE06 88.3 -10.9 0.0
19 PE07 104.3 36.7 0.0
20 PE07 104.3 36.7 0.0
21 PE07 104.3 36.7 0.0
22 AKYT 121.7 118.5 0.0
23 AKYT 121.7 118.5 0.0
24 AKYT 121.7 118.5 0.0
25 PE05 127.4 13.5 0.0
26 PE05 127.4 13.5 0.0
27 PE05 127.4 13.5 0.0
28 PE04 153.2 29.0 0.0
29 PE04 153.2 29.0 0.0
30 PE04 153.2 29.0 0.0
31 PE02 169.6 11.1 0.0
32 PE02 169.6 11.1 0.0
33 PE02 169.6 11.1 0.0
34 PE01 179.9 -2.4 0.0
35 PE01 179.9 -2.4 0.0
36 PE01 179.9 -2.4 0.0
37 KARN 196.6 123.7 0.0
38 KARN 196.6 123.7 0.0
39 KARN 196.6 123.7 0.0



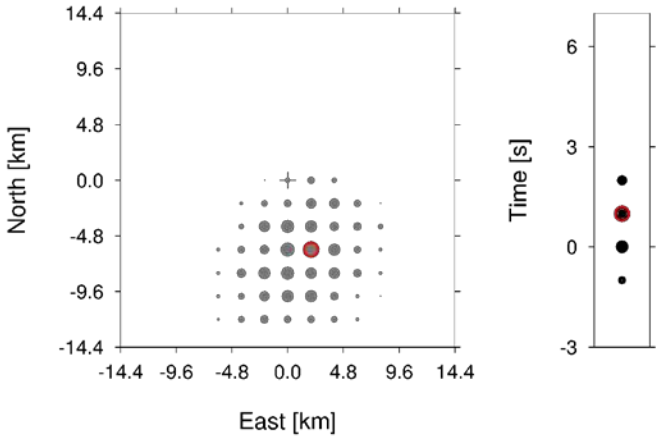
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	36.39 N 22.11 E
Strike	37.0 304.0
Dip	50.0 87.0
Rake	-176.0 -40.0
M_0	3.81E+14Nm
M_w	3.6
Depth	29.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.546
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	39 (13 stations)



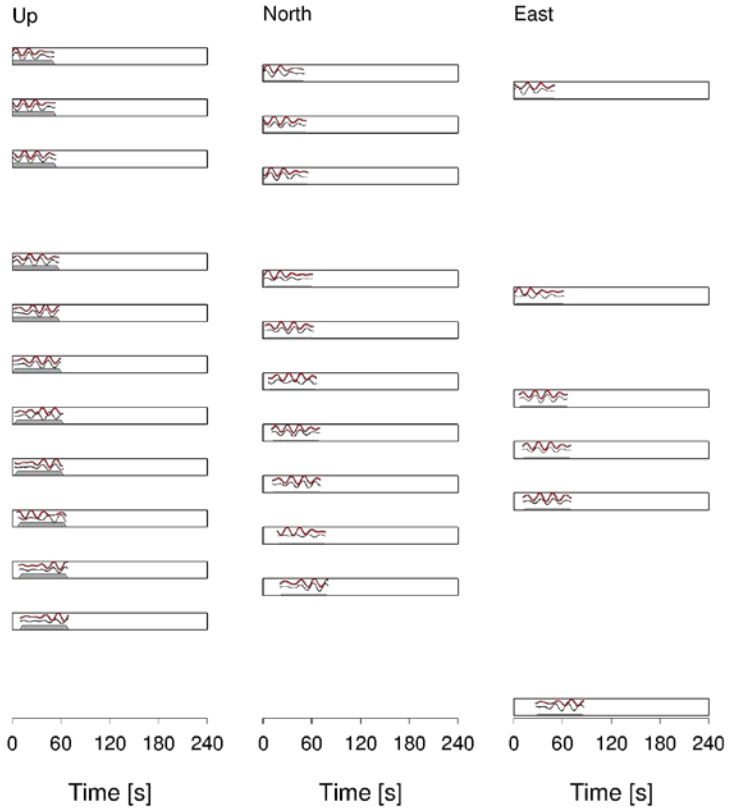
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

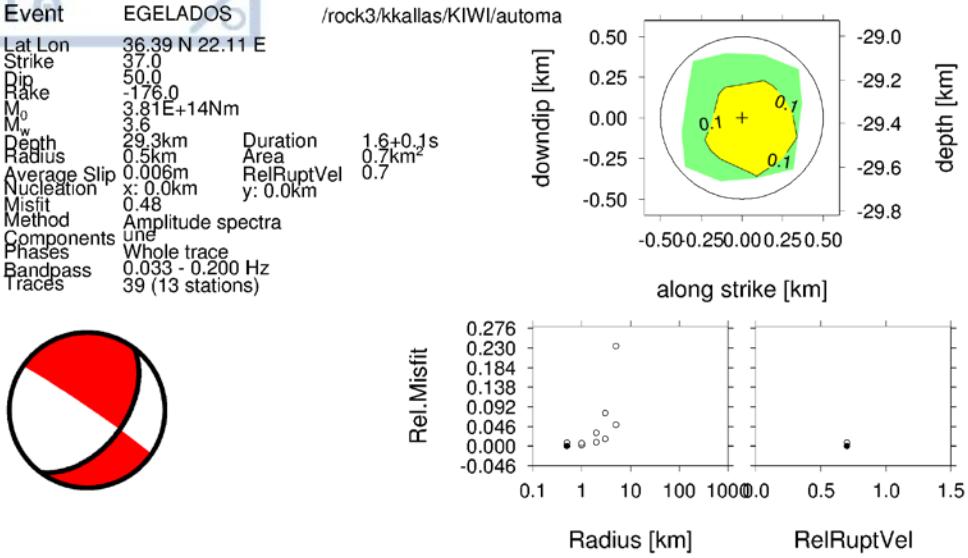
1 PE11 33.9 73.4 0.0
2 PE11 33.9 73.4 0.0
3 PE11 33.9 73.4 0.0
4 PE09 48.3 -24.7 0.0
5 PE09 48.3 -24.7 0.0
6 PE09 48.3 -24.7 0.0
7 PE08 56.3 31.0 0.0
8 PE08 56.3 31.0 0.0
9 PE08 56.3 31.0 0.0
10 PE10 75.4 68.1 0.0
11 PE10 75.4 68.1 0.0
12 PE10 75.4 68.1 0.0
13 KYTH 82.4 107.5 0.0
14 KYTH 82.4 107.5 0.0
15 KYTH 82.4 107.5 0.0
16 PE06 88.3 -10.9 0.0
17 PE06 88.3 -10.9 0.0
18 PE06 88.3 -10.9 0.0
19 PE07 104.3 36.7 0.0
20 PE07 104.3 36.7 0.0
21 PE07 104.3 36.7 0.0
22 AKYT 121.7 118.5 0.0
23 AKYT 121.7 118.5 0.0
24 AKYT 121.7 118.5 0.0
25 PE05 127.4 13.5 0.0
26 PE05 127.4 13.5 0.0
27 PE05 127.4 13.5 0.0
28 PE04 153.2 29.0 0.0
29 PE04 153.2 29.0 0.0
30 PE04 153.2 29.0 0.0
31 PE02 169.6 11.1 0.0
32 PE02 169.6 11.1 0.0
33 PE02 169.6 11.1 0.0
34 PE01 179.9 -2.4 0.0
35 PE01 179.9 -2.4 0.0
36 PE01 179.9 -2.4 0.0
37 KARN 196.6 123.7 0.0
38 KARN 196.6 123.7 0.0
39 KARN 196.6 123.7 0.0



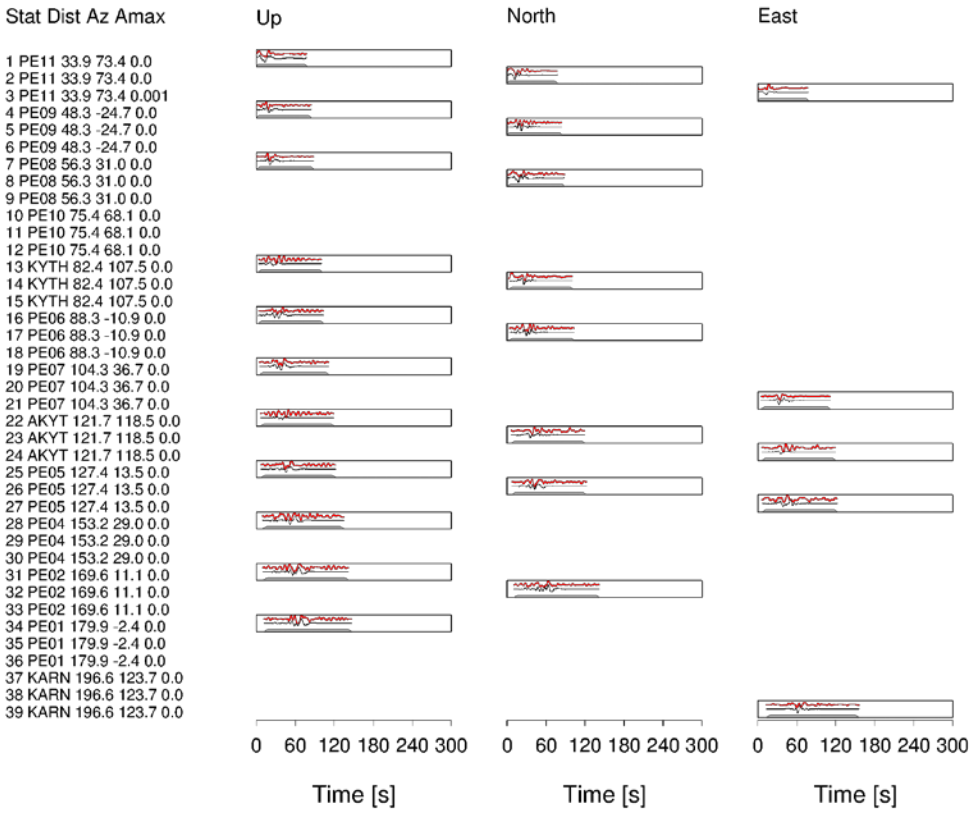
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.39 N 22.11 E		
Strike	37.0		
Dip	50.0		
Rake	-176.0		
M_0	3.81E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	29.3km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.006m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.48		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	39 (13 stations)		



Fit of Seismograms



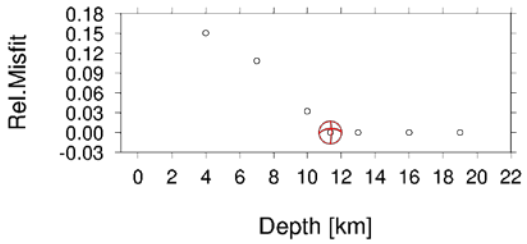
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

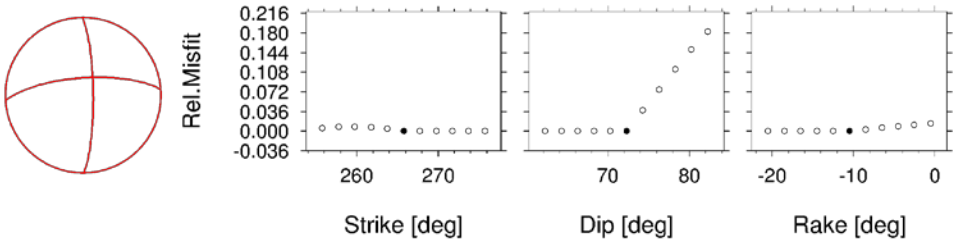
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060730 00:42:59

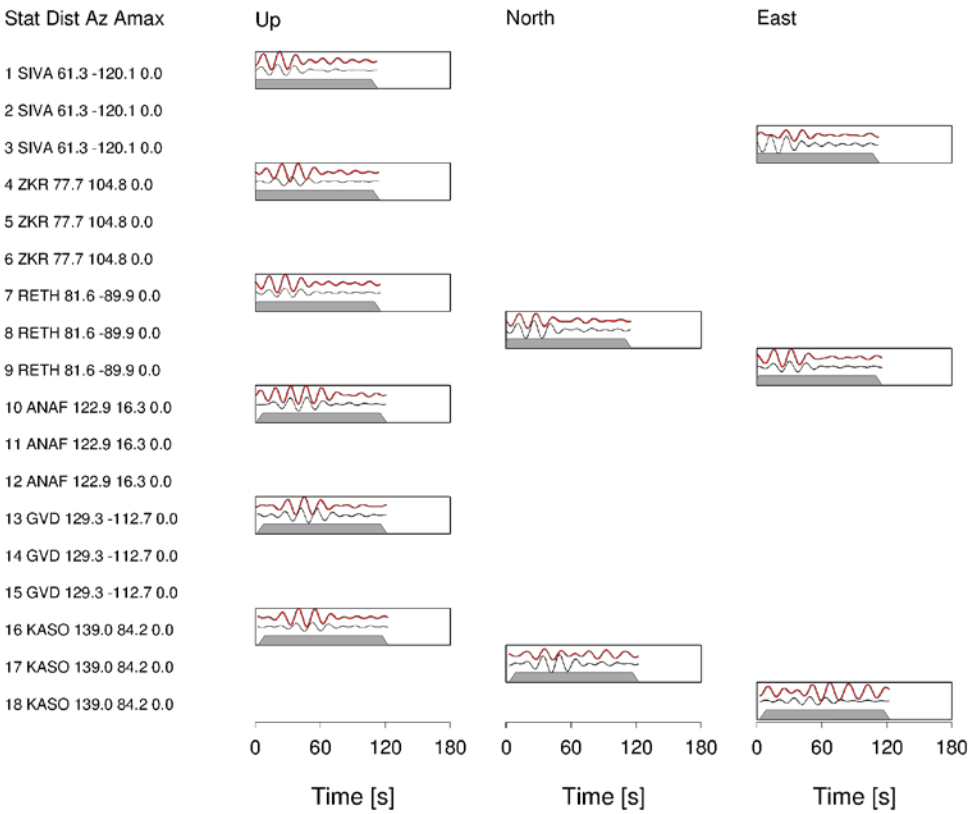
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.29 N 25.39 E			
Strike	266.0	266.0	359.0	359.0
Dip	72.0	72.0	80.0	80.0
Rake	-11.0	169.0	-162.0	18.0
M_0	6.07E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	11.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.631			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	18 (6 stations)			





Fit of Seismograms



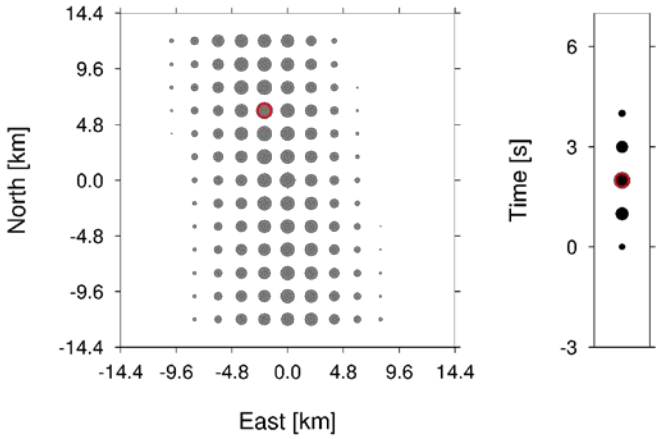
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

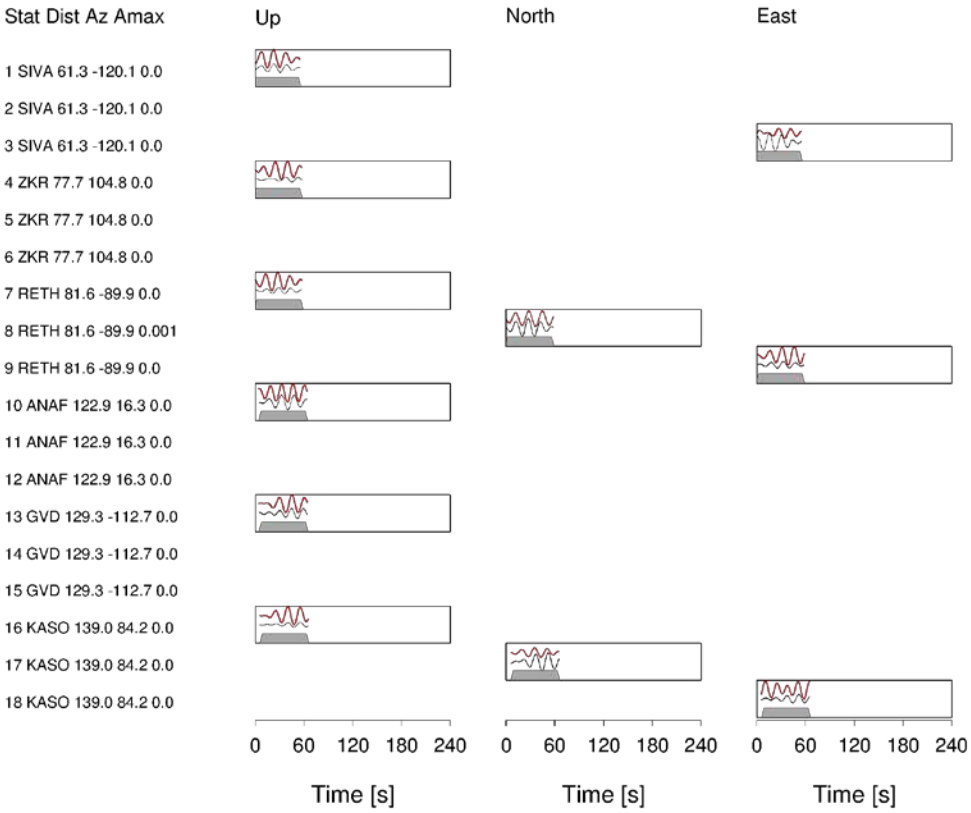
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.29 N 25.39 E
Strike	266.0 359.0
Dip	72.0 80.0
Rake	-11.0 -162.0
M_0	6.07E+14Nm
M_w	3.7
Depth	11.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.792
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (6 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



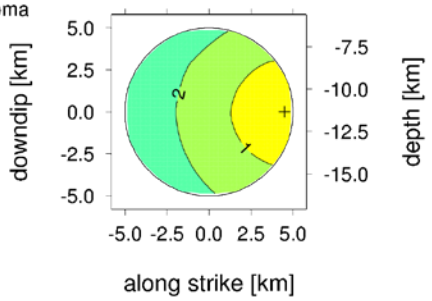
Fit of Seismograms



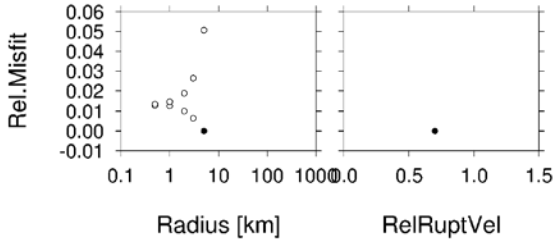
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

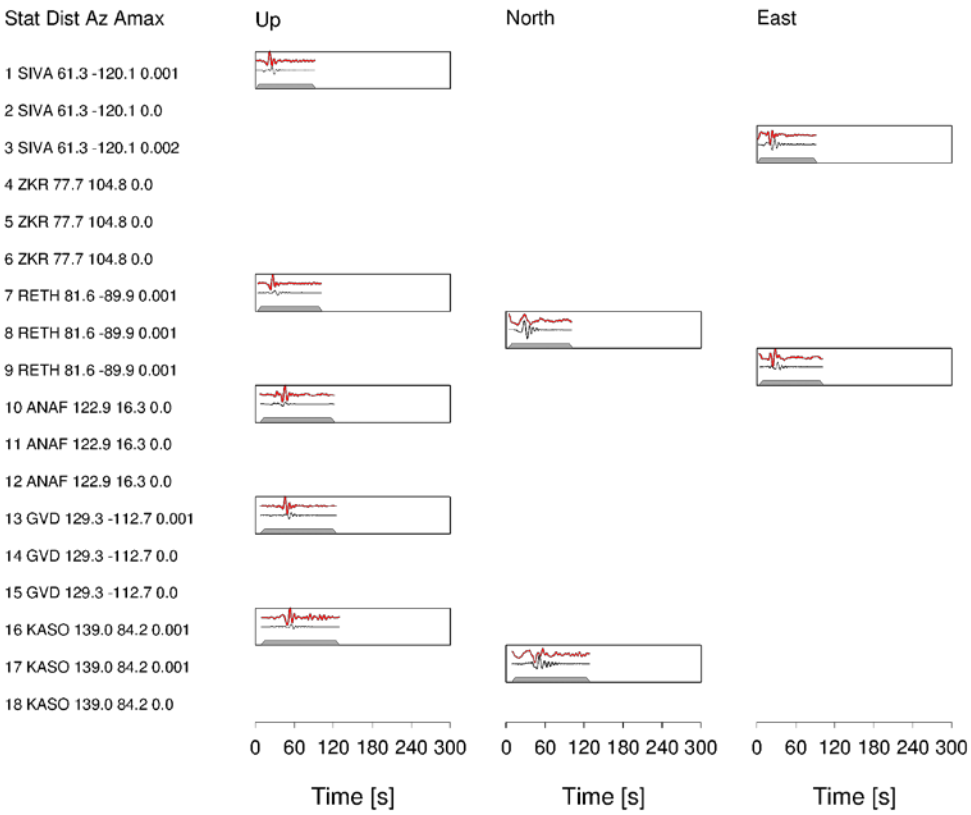
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.29 N 25.39 E		
Strike	359.0		
Dip	80.0		
Rake	-162.0		
M_0	6.07E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	11.3km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.669		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (6 stations)		







Fit of Seismograms



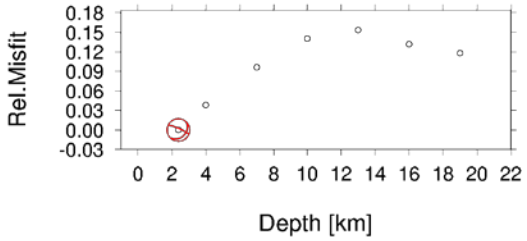
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

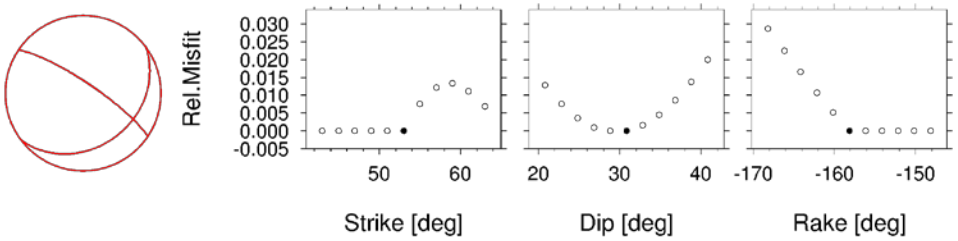
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20060808 18:56:22

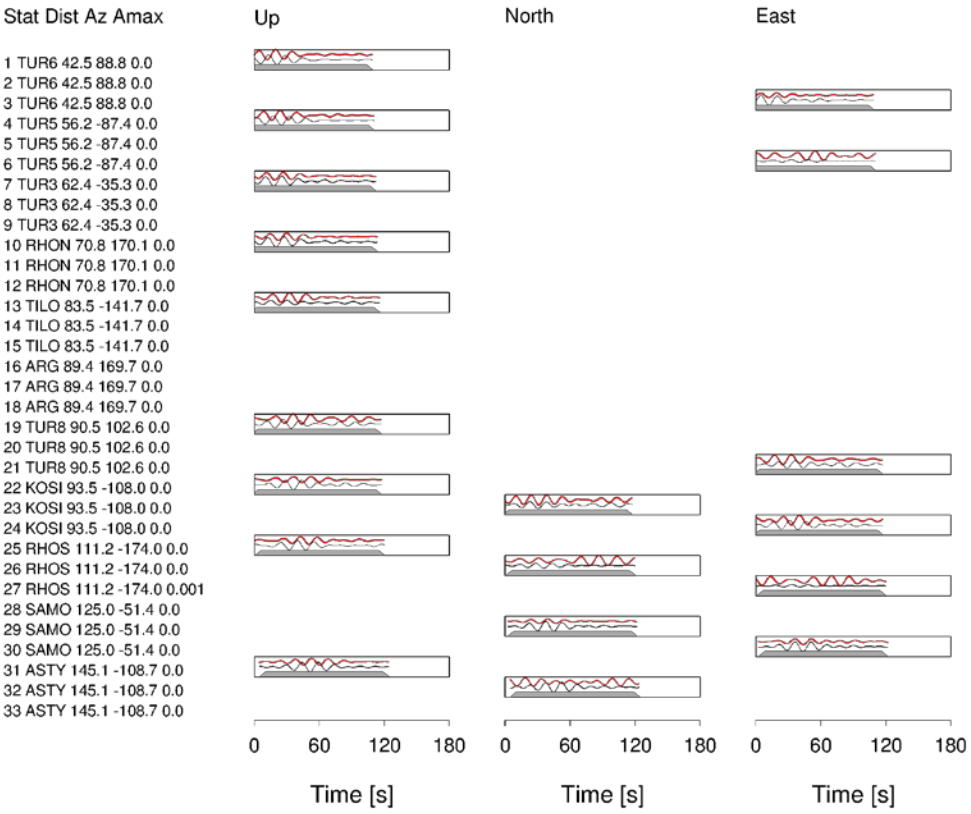
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.0 N 27.94 E			
Strike	53.0	53.0	304.0	304.0
Dip	31.0	31.0	79.0	79.0
Rake	-158.0	22.0	-61.0	119.0
M_0	4.28E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	2.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.818			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	33 (11 stations)			





Fit of Seismograms



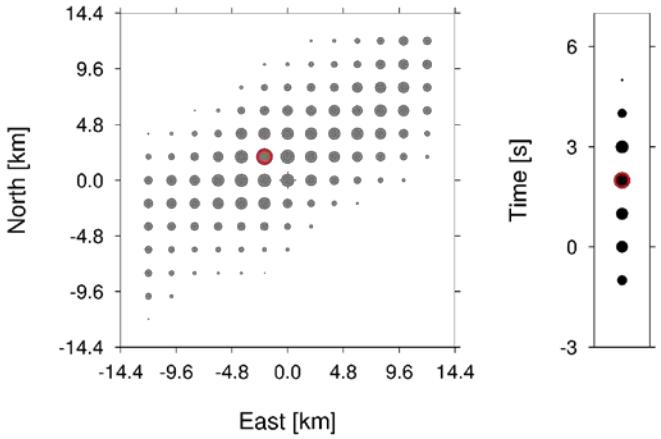
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

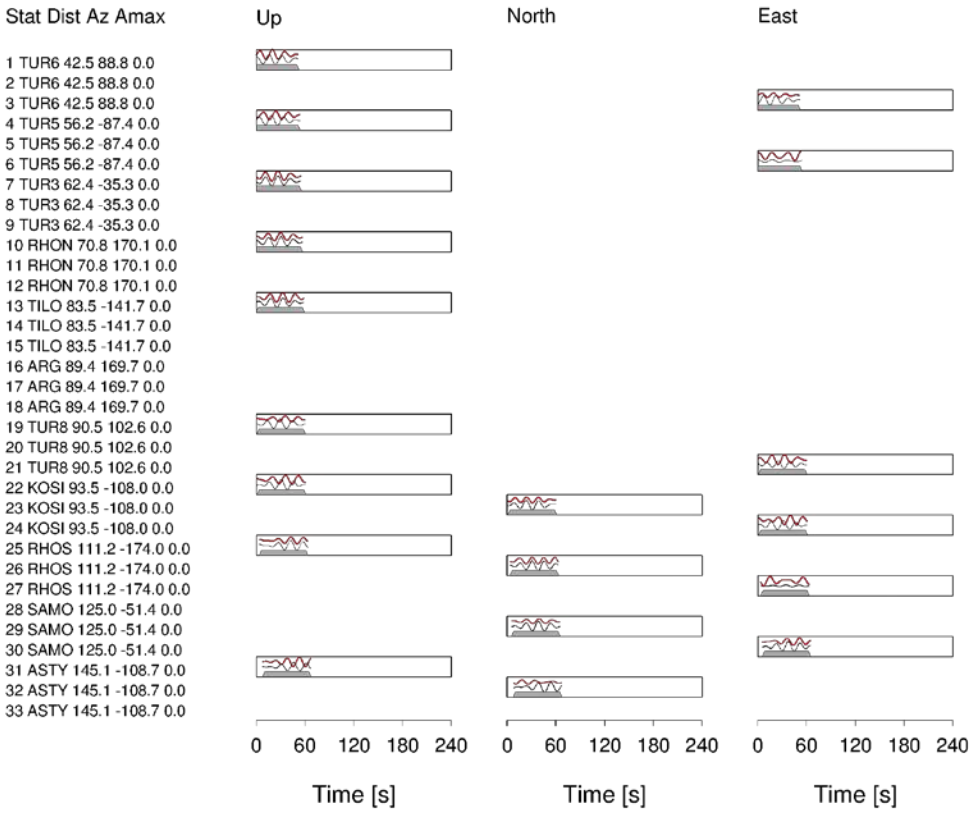
Event	EGELADOS
Lat Lon	37.0 N 27.94 E
Strike	53.0 304.0
Dip	31.0 79.0
Rake	-158.0 -61.0
M_0	4.28E+14Nm
M_w	3.6
Depth	2.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.997
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	33 (11 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

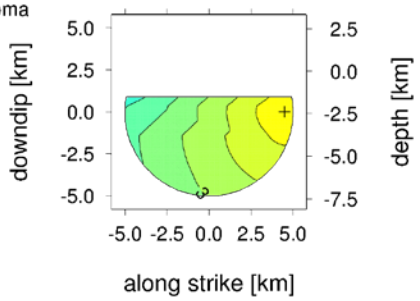


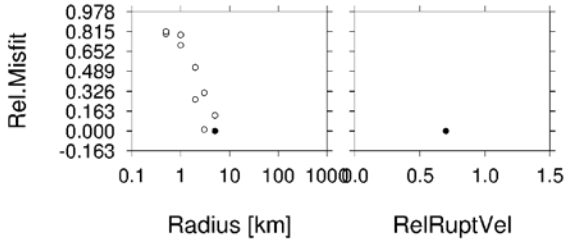
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

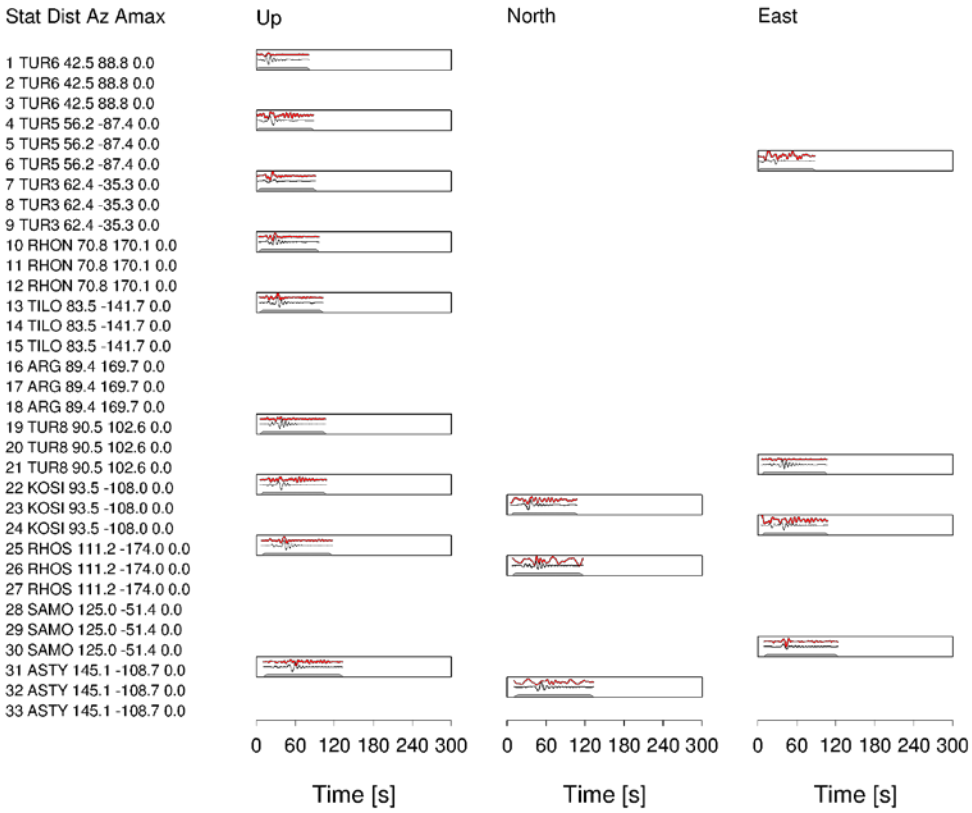
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.0 N 27.94 E		
Strike	304.0		
Dip	79.0		
Rake	-61.0		
M_0	4.28E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	2.3km	Duration	1.6+5.3s
Radius	5.0km	Area	48.3km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.696		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	33 (11 stations)		







Fit of Seismograms

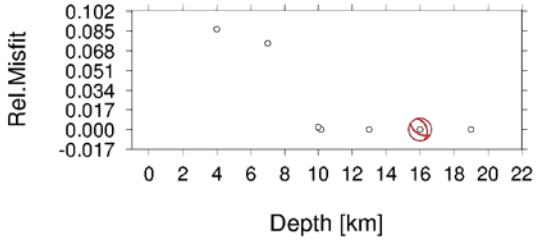


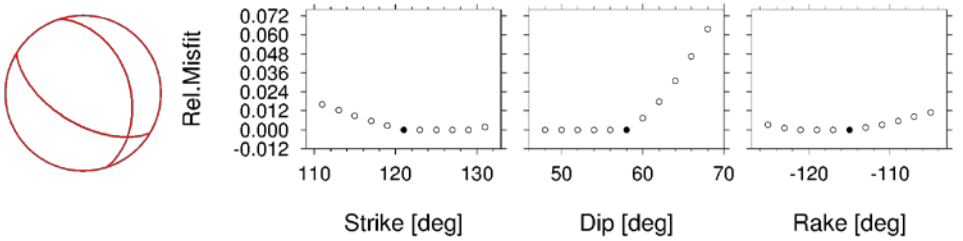
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

20060808 19:20:35

Event	EGELADOS		/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.7 N 25.42 E			
Strike	121.0	121.0	342.0	342.0
Dip	58.0	58.0	40.0	40.0
Rake	-115.0	65.0	-56.0	124.0
M_0	5.36E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	10.1km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.69			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	48 (16 stations)			

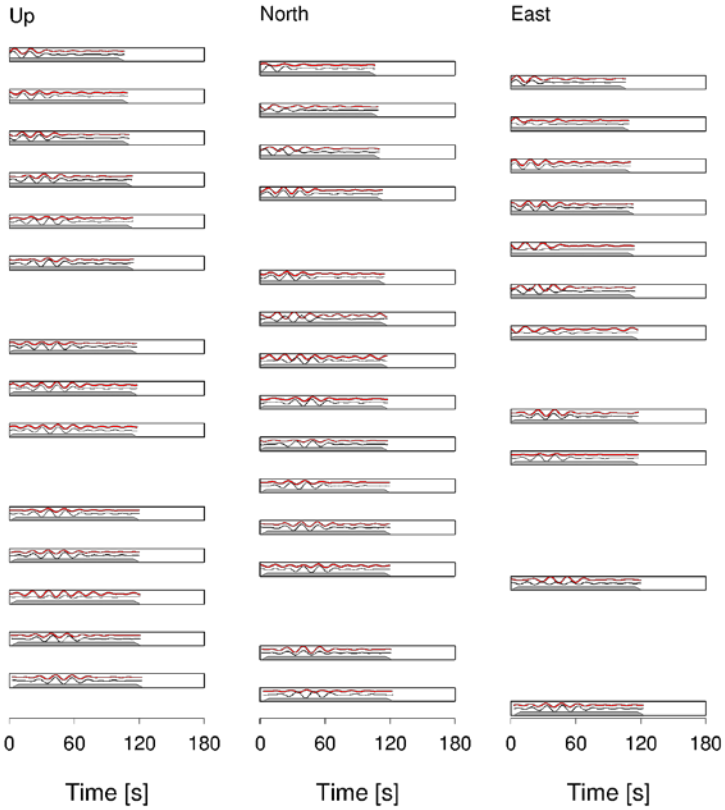




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 MYKO 25.0 -171.3 0.0
2 MYKO 25.0 -171.3 0.001
3 MYKO 25.0 -171.3 0.0
4 ANDR 44.6 -70.7 0.0
5 ANDR 44.6 -70.7 0.001
6 ANDR 44.6 -70.7 0.0
7 SYRO 52.0 -121.8 0.0
8 SYRO 52.0 -121.8 0.0
9 SYRO 52.0 -121.8 0.0
10 APE 71.0 172.6 0.0
11 APE 71.0 172.6 0.0
12 APE 71.0 172.6 0.0
13 IKAR 77.7 94.7 0.0
14 IKAR 77.7 94.7 0.0
15 IKAR 77.7 94.7 0.001
16 ANPA 80.8 -157.3 0.0
17 ANPA 80.8 -157.3 0.0
18 ANPA 80.8 -157.3 0.0
19 AT01 100.1 -66.6 0.0
20 AT01 100.1 -66.6 0.0
21 AT01 100.1 -66.6 0.0
22 SERI 102.9 -125.7 0.0
23 SERI 102.9 -125.7 0.0
24 SERI 102.9 -125.7 0.0
25 AMOS 105.3 163.2 0.0
26 AMOS 105.3 163.2 0.0
27 AMOS 105.3 163.2 0.0
28 IOSI 107.8 -176.9 0.0
29 IOSI 107.8 -176.9 0.0
30 IOSI 107.8 -176.9 0.0
31 AT04 121.4 -88.5 0.0
32 AT04 121.4 -88.5 0.0
33 AT04 121.4 -88.5 0.0
34 SAMO 124.3 89.6 0.0
35 SAMO 124.3 89.6 0.0
36 SAMO 124.3 89.6 0.0
37 KIMO 126.5 -142.8 0.0
38 KIMO 126.5 -142.8 0.0
39 KIMO 126.5 -142.8 0.0
40 FOLE 128.4 -159.3 0.0
41 FOLE 128.4 -159.3 0.0
42 FOLE 128.4 -159.3 0.0
43 TUR1 133.5 71.0 0.0
44 TUR1 133.5 71.0 0.0
45 TUR1 133.5 71.0 0.0
46 AT02 142.6 -74.0 0.0
47 AT02 142.6 -74.0 0.0
48 AT02 142.6 -74.0 0.0



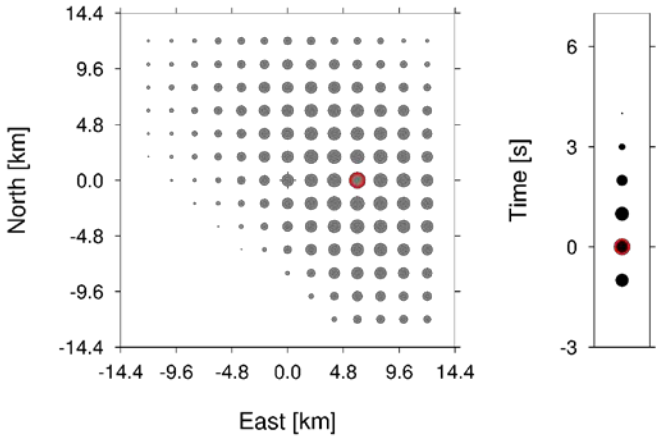
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.7 N 25.42 E
Strike	121.0 342.0
Dip	58.0 40.0
Rake	-115.0 -56.0
M_0	5.36E+14Nm
M_w	3.7
Depth	10.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.953
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	48 (16 stations)



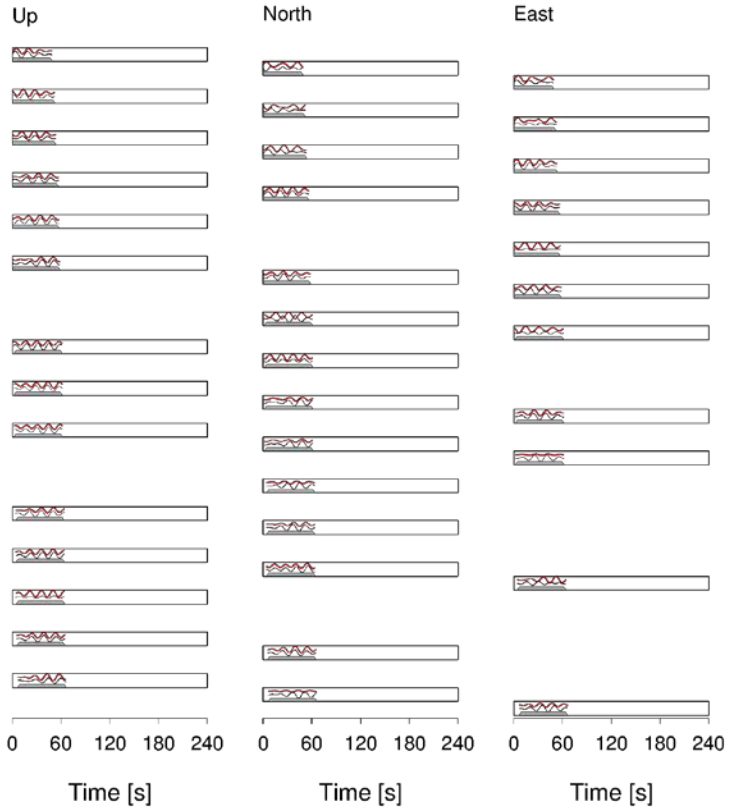
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

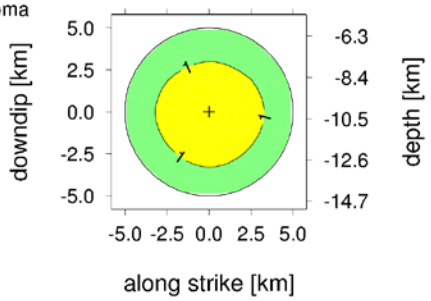
1 MYKO 25.0 -171.3 0.0
2 MYKO 25.0 -171.3 0.0
3 MYKO 25.0 -171.3 0.0
4 ANDR 44.6 -70.7 0.0
5 ANDR 44.6 -70.7 0.001
6 ANDR 44.6 -70.7 0.0
7 SYRO 52.0 -121.8 0.0
8 SYRO 52.0 -121.8 0.0
9 SYRO 52.0 -121.8 0.0
10 APE 71.0 172.6 0.0
11 APE 71.0 172.6 0.0
12 APE 71.0 172.6 0.0
13 IKAR 77.7 94.7 0.0
14 IKAR 77.7 94.7 0.0
15 IKAR 77.7 94.7 0.001
16 ANPA 80.8 -157.3 0.0
17 ANPA 80.8 -157.3 0.0
18 ANPA 80.8 -157.3 0.0
19 AT01 100.1 -66.6 0.0
20 AT01 100.1 -66.6 0.0
21 AT01 100.1 -66.6 0.0
22 SERI 102.9 -125.7 0.0
23 SERI 102.9 -125.7 0.0
24 SERI 102.9 -125.7 0.0
25 AMOS 105.3 163.2 0.0
26 AMOS 105.3 163.2 0.0
27 AMOS 105.3 163.2 0.0
28 IOSI 107.8 -176.9 0.0
29 IOSI 107.8 -176.9 0.0
30 IOSI 107.8 -176.9 0.0
31 AT04 121.4 -88.5 0.0
32 AT04 121.4 -88.5 0.0
33 AT04 121.4 -88.5 0.0
34 SAMO 124.3 89.6 0.0
35 SAMO 124.3 89.6 0.0
36 SAMO 124.3 89.6 0.0
37 KIMO 126.5 -142.8 0.0
38 KIMO 126.5 -142.8 0.0
39 KIMO 126.5 -142.8 0.0
40 FOLE 128.4 -159.3 0.0
41 FOLE 128.4 -159.3 0.0
42 FOLE 128.4 -159.3 0.0
43 TUR1 133.5 71.0 0.0
44 TUR1 133.5 71.0 0.0
45 TUR1 133.5 71.0 0.0
46 AT02 142.6 -74.0 0.0
47 AT02 142.6 -74.0 0.0
48 AT02 142.6 -74.0 0.0



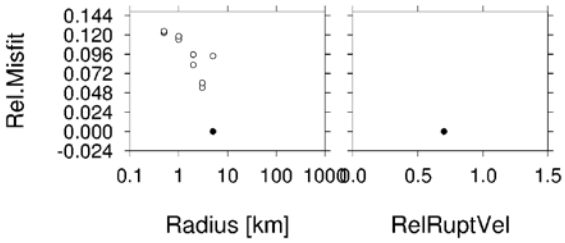
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.7 N 25.42 E		
Strike	121.0		
Dip	58.0		
Rake	-115.0		
M_0	5.36E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	10.1km	Duration	1.6+1.7s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.506		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	48 (16 stations)		



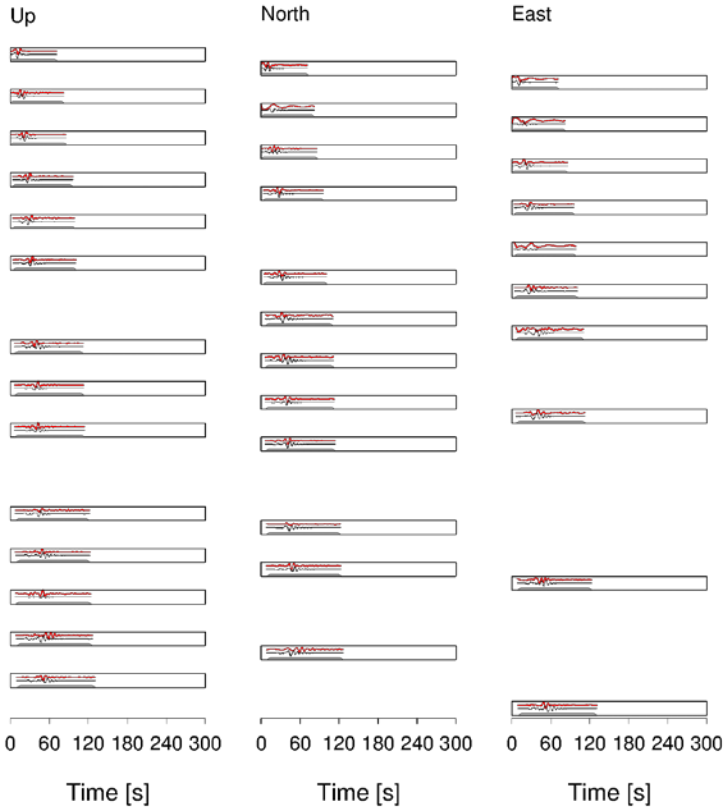




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 MYKO 25.0 -171.3 0.002
2 MYKO 25.0 -171.3 0.002
3 MYKO 25.0 -171.3 0.001
4 ANDR 44.6 -70.7 0.0
5 ANDR 44.6 -70.7 0.002
6 ANDR 44.6 -70.7 0.001
7 SYRO 52.0 -121.8 0.001
8 SYRO 52.0 -121.8 0.001
9 SYRO 52.0 -121.8 0.001
10 APE 71.0 172.6 0.001
11 APE 71.0 172.6 0.001
12 APE 71.0 172.6 0.001
13 IKAR 77.7 94.7 0.0
14 IKAR 77.7 94.7 0.0
15 IKAR 77.7 94.7 0.002
16 ANPA 80.8 -157.3 0.001
17 ANPA 80.8 -157.3 0.001
18 ANPA 80.8 -157.3 0.0
19 AT01 100.1 -66.6 0.0
20 AT01 100.1 -66.6 0.0
21 AT01 100.1 -66.6 0.0
22 SERI 102.9 -125.7 0.0
23 SERI 102.9 -125.7 0.0
24 SERI 102.9 -125.7 0.0
25 AMOS 105.3 163.2 0.001
26 AMOS 105.3 163.2 0.0
27 AMOS 105.3 163.2 0.0
28 IOSI 107.8 -176.9 0.001
29 IOSI 107.8 -176.9 0.0
30 IOSI 107.8 -176.9 0.0
31 AT04 121.4 -88.5 0.0
32 AT04 121.4 -88.5 0.0
33 AT04 121.4 -88.5 0.0
34 SAMO 124.3 89.6 0.0
35 SAMO 124.3 89.6 0.0
36 SAMO 124.3 89.6 0.0
37 KIMO 126.5 -142.8 0.0
38 KIMO 126.5 -142.8 0.001
39 KIMO 126.5 -142.8 0.0
40 FOLE 128.4 -159.3 0.002
41 FOLE 128.4 -159.3 0.0
42 FOLE 128.4 -159.3 0.0
43 TUR1 133.5 71.0 0.0
44 TUR1 133.5 71.0 0.0
45 TUR1 133.5 71.0 0.0
46 AT02 142.6 -74.0 0.0
47 AT02 142.6 -74.0 0.0
48 AT02 142.6 -74.0 0.0



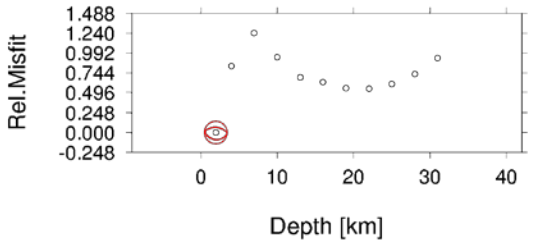
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

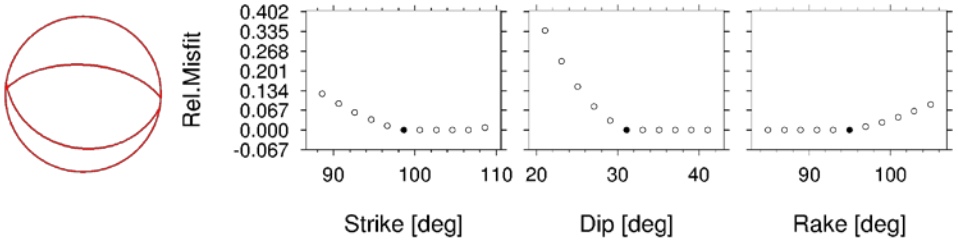
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060809 09:18:17

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

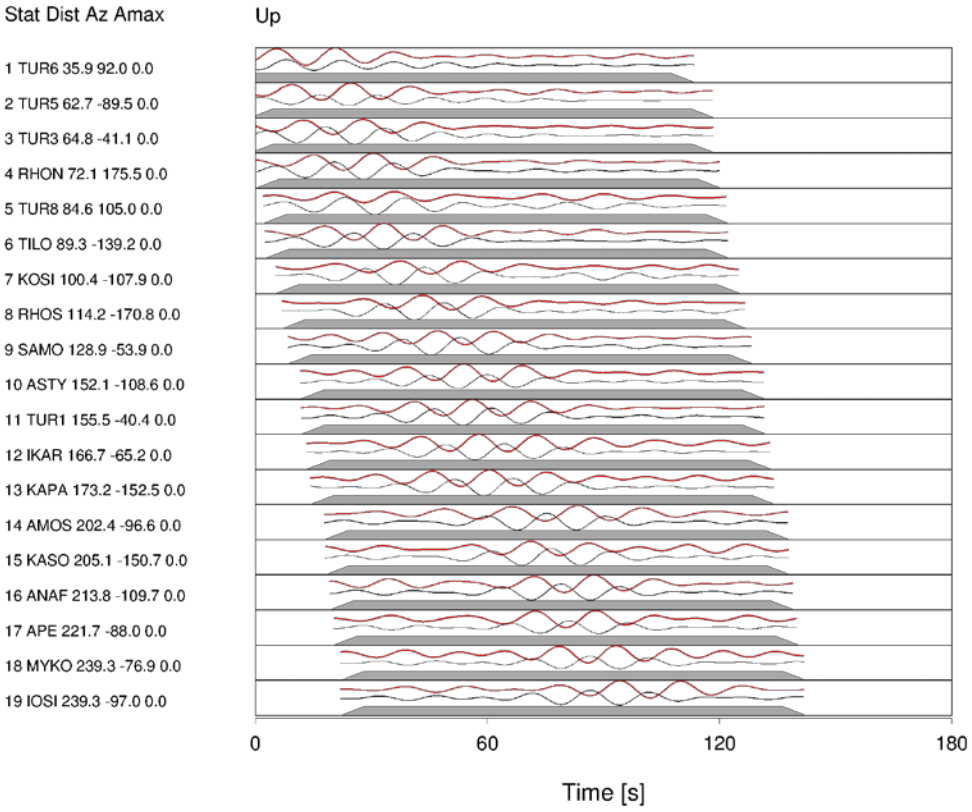
Lat Lon	37.02 N 28.02 E			
Strike	99.0	99.0	273.0	273.0
Dip	31.0	31.0	59.0	59.0
Rake	95.0	-85.0	87.0	-93.0
M_0	3.97E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	1.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.305			

Method Amplitude spectra
Components u
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 19 (19 stations)





Fit of Seismograms



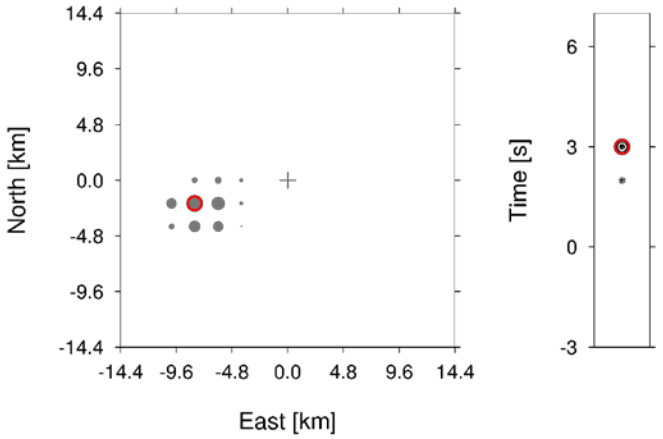
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	37.02 N	28.02 E
Strike	99.0	273.0
Dip	31.0	59.0
Rake	-85.0	-93.0
M_0	3.97E+14Nm	
M_w	3.6	
Depth	1.9km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.408	
Method	Time domain	
Components	u	
Phases	Whole trace	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	19 (19 stations)	

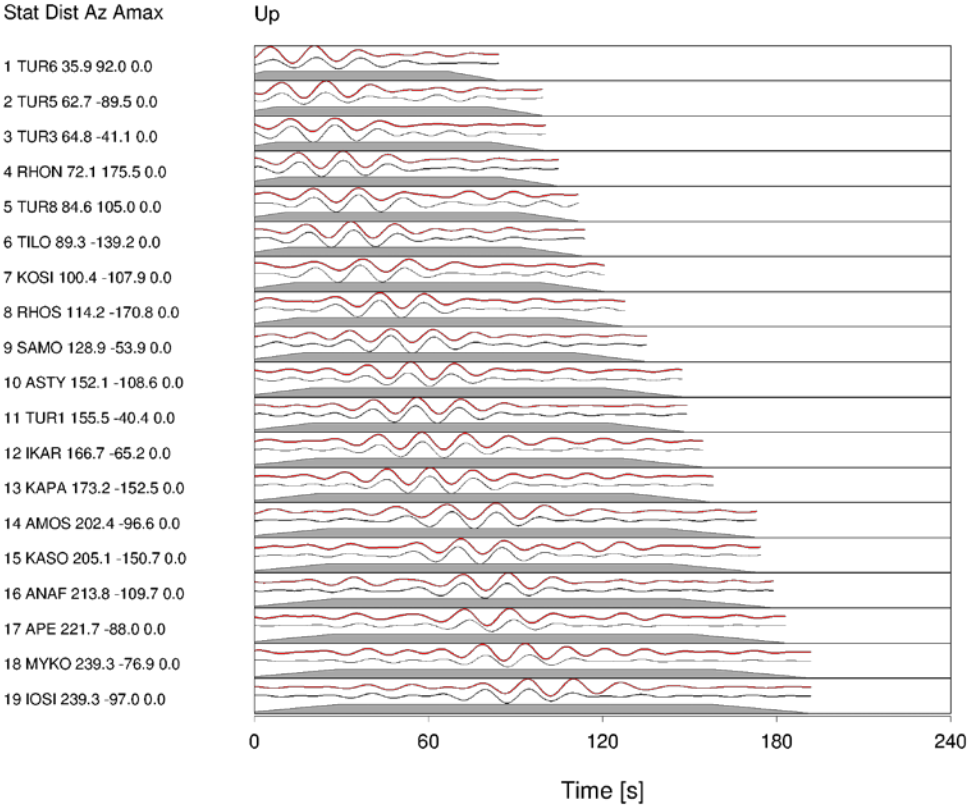


/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

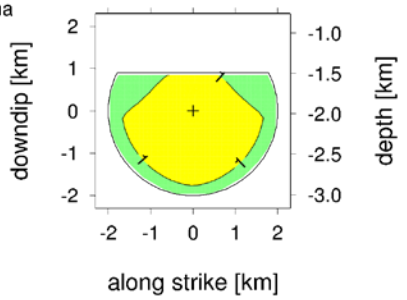
Stat Dist Az Amax



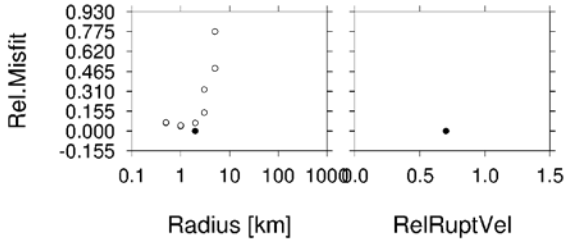
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

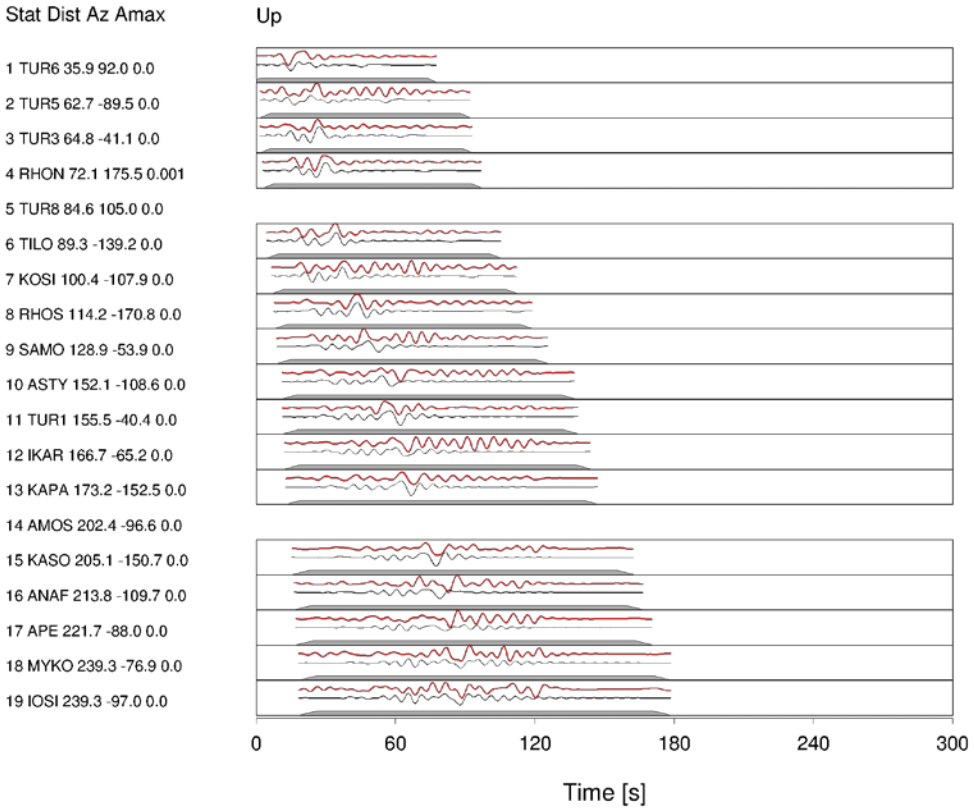
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.02 N 28.02 E		
Strike	99.0		
Dip	31.0		
Rake	-85.0		
M_0	3.97E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	1.9km	Duration	1.6+1.6s
Radius	2.0km	Area	9.7km^2
Average Slip	0.003m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.382		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	19 (19 stations)		







Fit of Seismograms

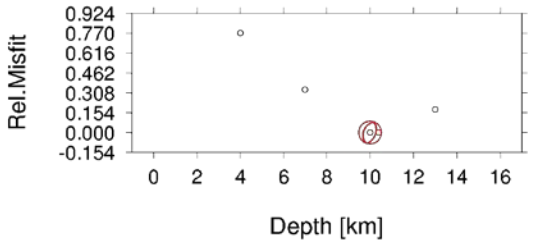


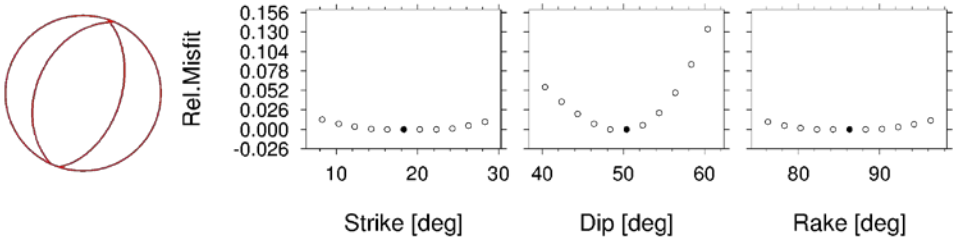
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060810 11:01:48

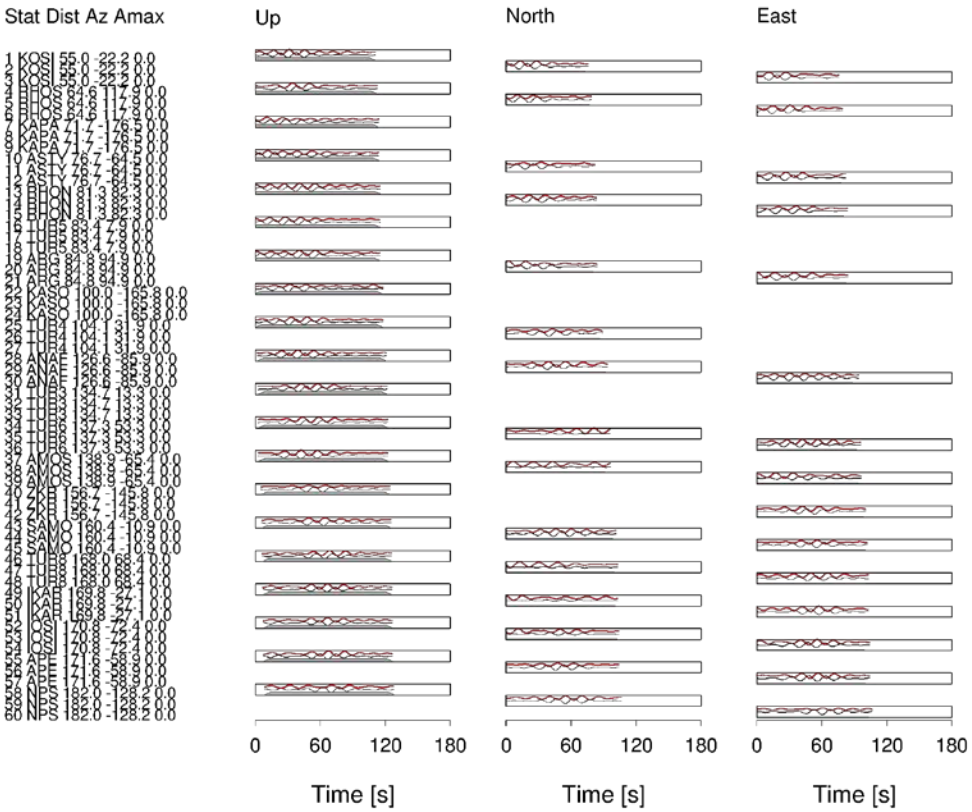
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.28 N 27.18 E			
Strike	18.0	18.0	204.0	204.0
Dip	50.0	50.0	40.0	40.0
Rake	86.0	-94.0	94.0	-86.0
M_0	7.36E+14Nm			
M_w	3.8			
Depth	10.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.53			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	60 (20 stations)			





Fit of Seismograms



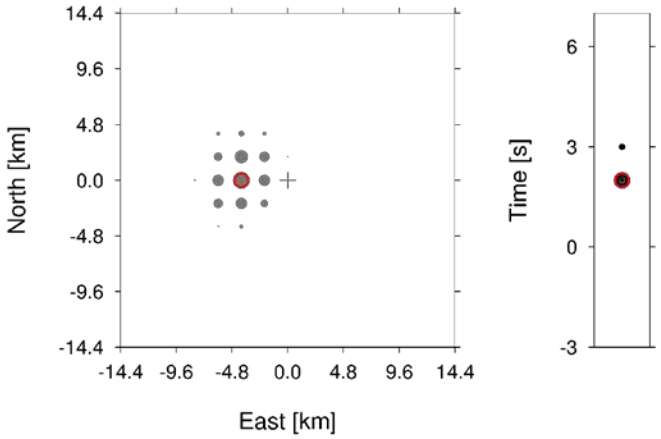
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

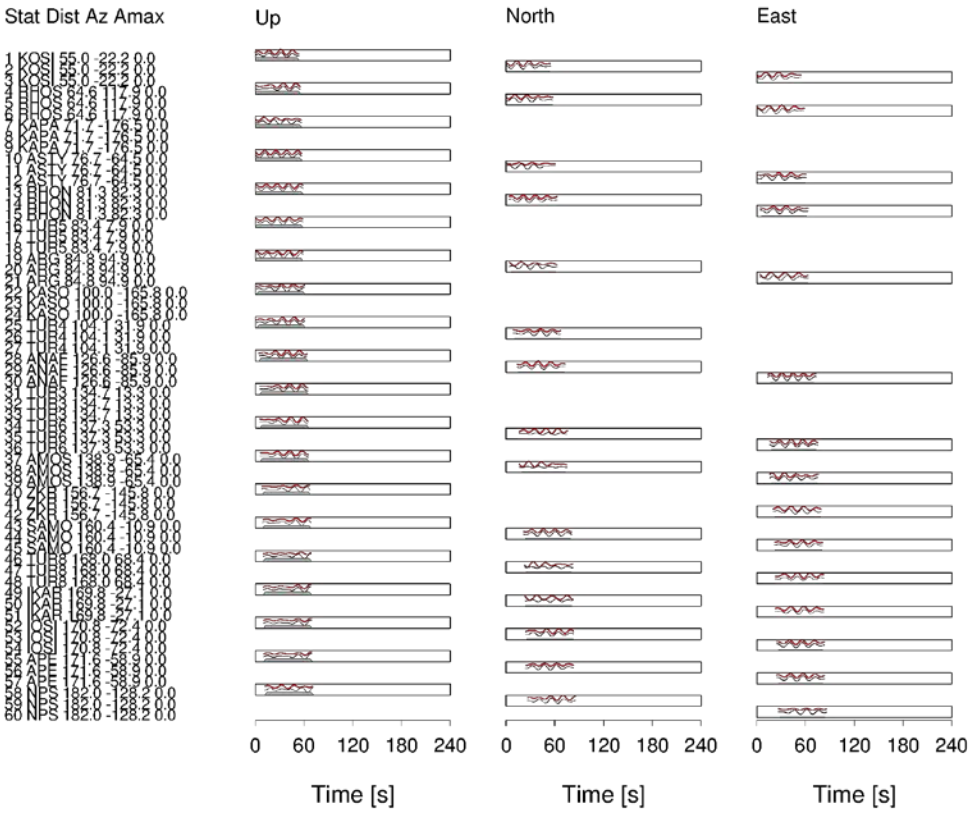
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.28 N 27.18 E
Strike	18.0 204.0
Dip	50.0 40.0
Rake	-94.0 -86.0
M_0	7.36E+14Nm
M_w	3.8
Depth	10.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.594
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	60 (20 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

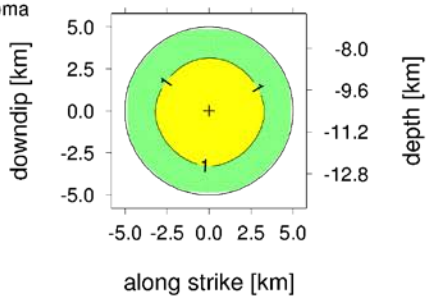


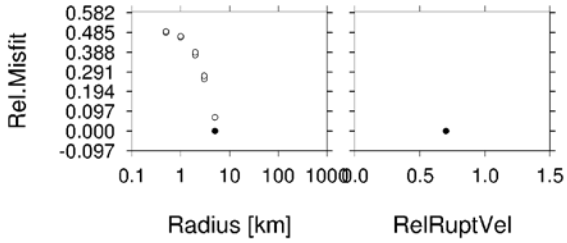
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

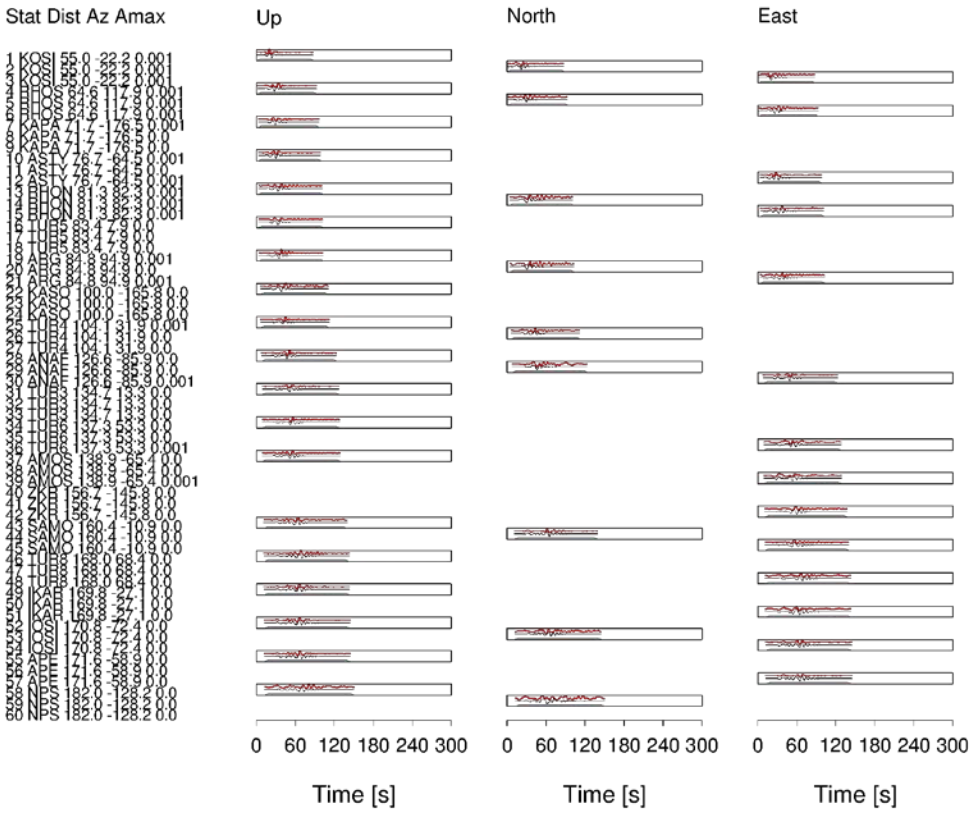
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.28 N 27.18 E		
Strike	204.0		
Dip	40.0		
Rake	-86.0		
M_0	7.36E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	10.3km	Duration	1.6+1.6s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.419		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	60 (20 stations)		







Fit of Seismograms

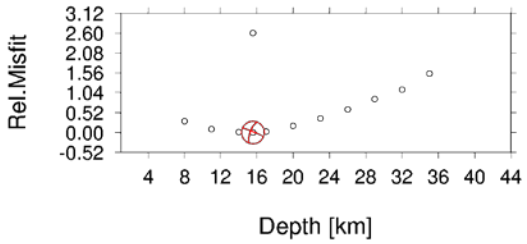


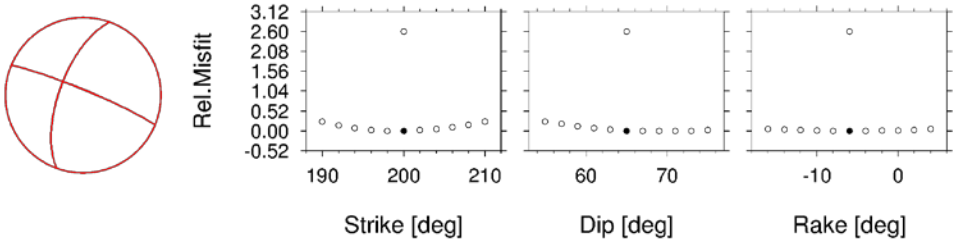
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060813 10:35:12

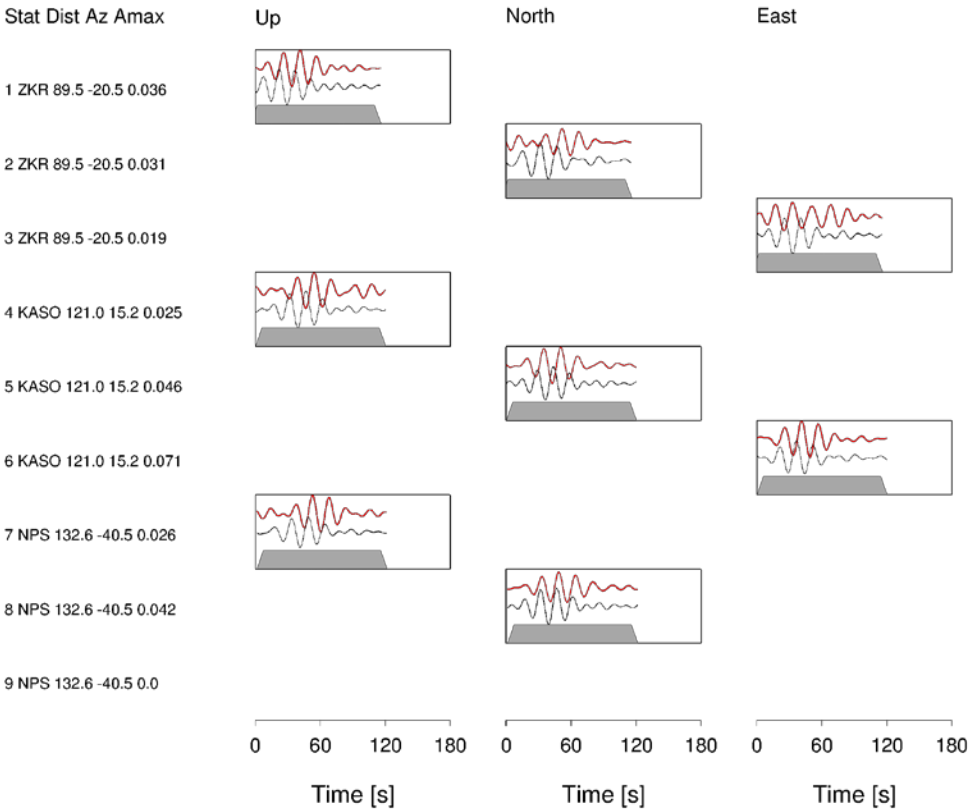
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.36 N 26.56 E			
Strike	200.0	200.0	293.0	293.0
Dip	65.0	65.0	85.0	85.0
Rake	-6.0	174.0	-155.0	25.0
M_0	6.54E+16Nm			
M_w	5.1			
Depth	15.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.277			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	9 (3 stations)			





Fit of Seismograms



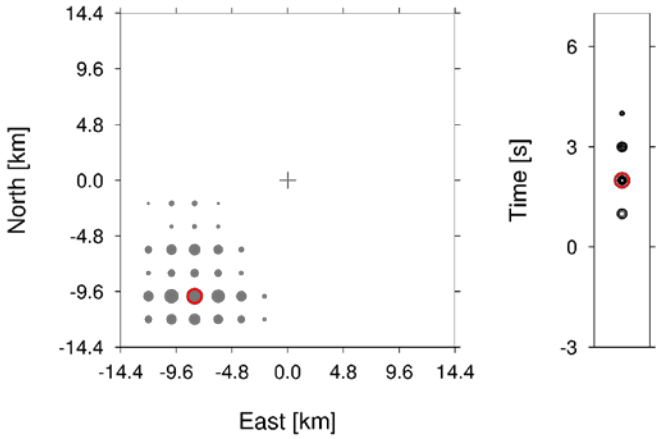
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

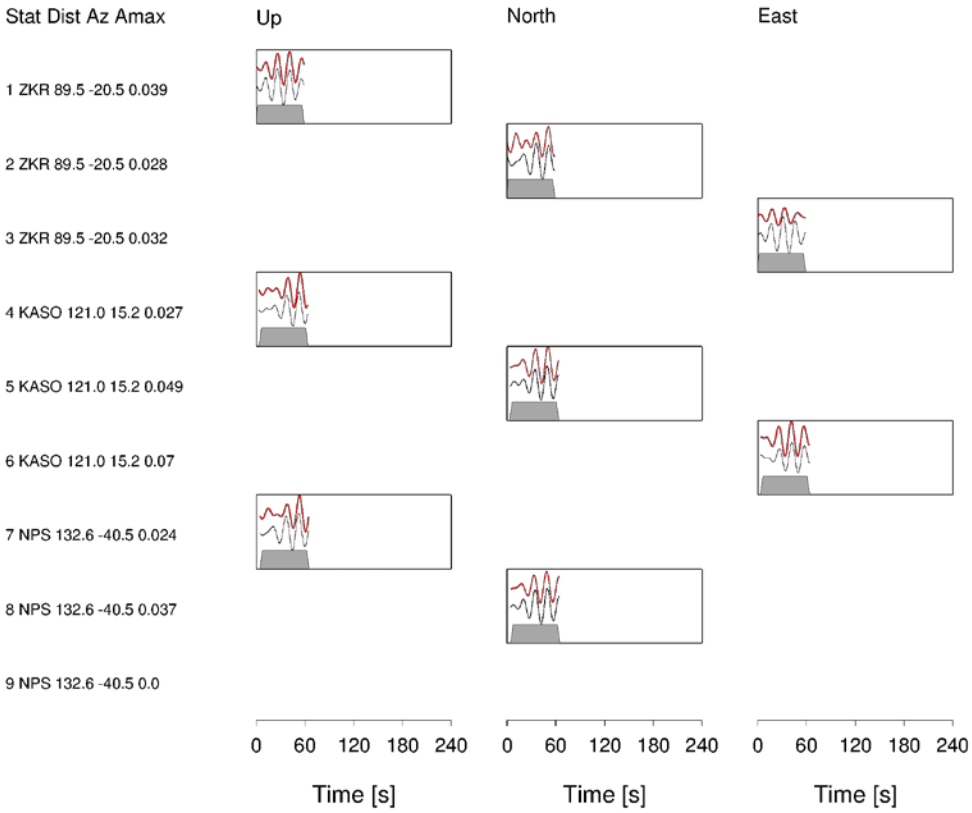
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.36 N 26.56 E
Strike	200.0 293.0
Dip	65.0 85.0
Rake	-6.0 -155.0
M_0	6.54E+16Nm
M_w	5.1
Depth	15.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.468
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



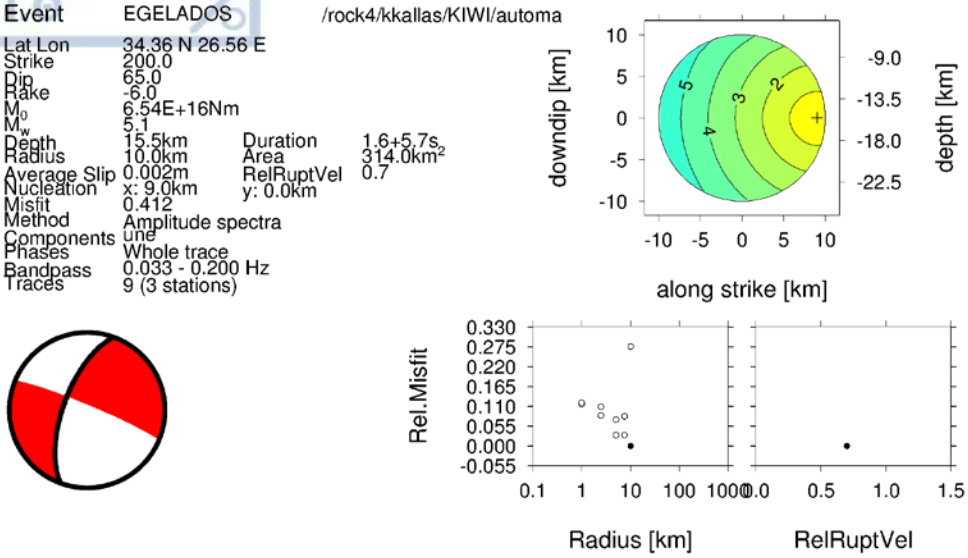
Fit of Seismograms



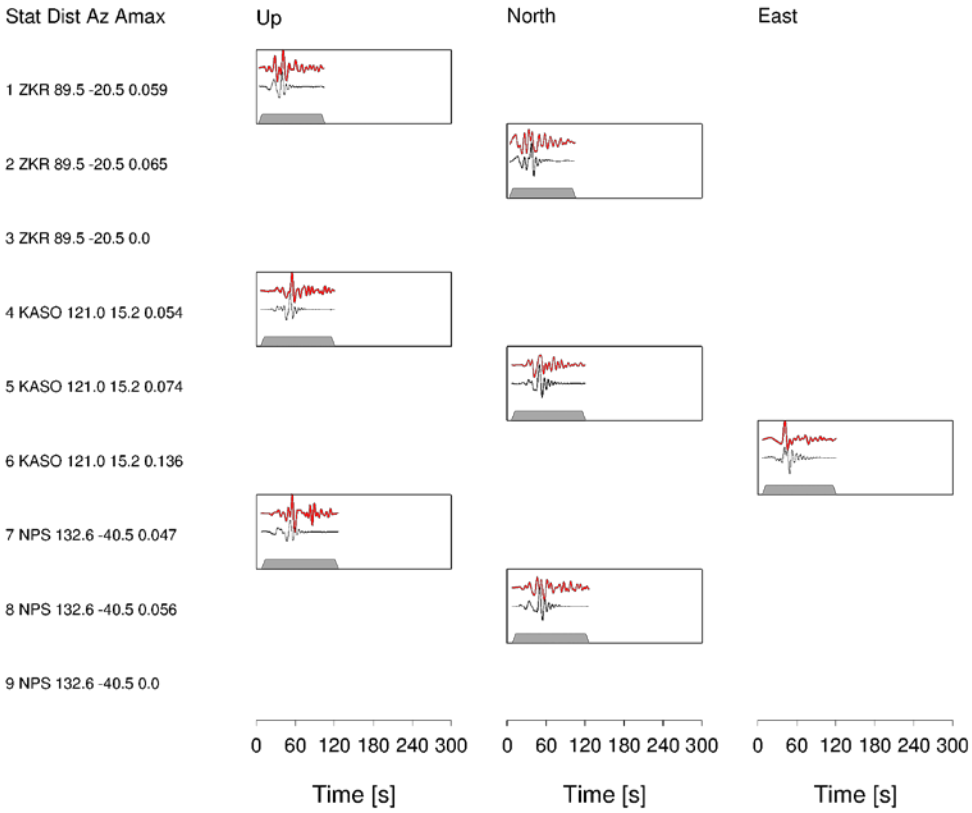
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.36 N 26.56 E		
Strike	200.0		
Dip	65.0		
Rake	-6.0		
M_0	6.54E+16Nm		
M_w	5.1		
Depth	15.5km	Duration	1.6+5.7s
Radius	10.0km	Area	314.0km²
Average Slip	0.002m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 9.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.412		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		



Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

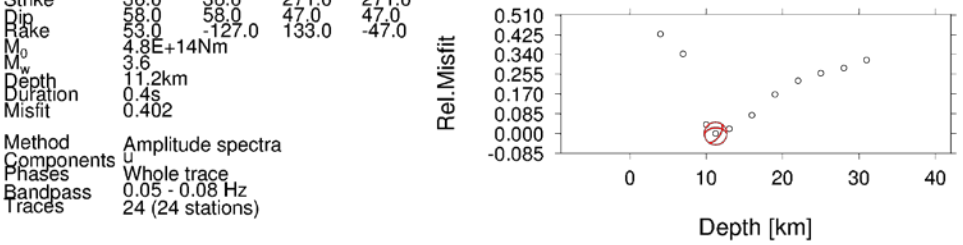
20060814 02:16:12

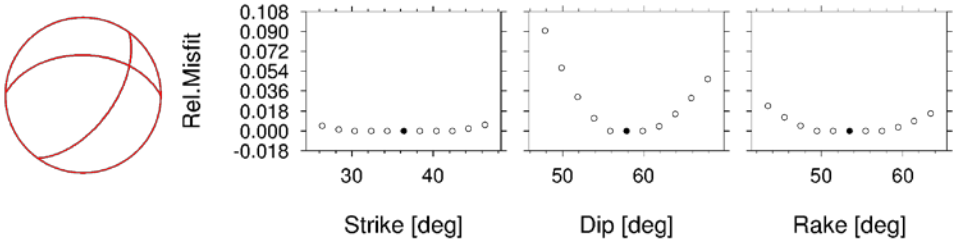
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.36 N 25.35 E			
Strike	36.0	36.0	271.0	271.0
Dip	58.0	58.0	47.0	47.0
Rake	53.0	-127.0	133.0	-47.0

M_0 4.8E+14Nm
M_w 3.6
Depth 11.2km
Duration 0.4s
Misfit 0.402

Method Amplitude spectra
Components u
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 24 (24 stations)

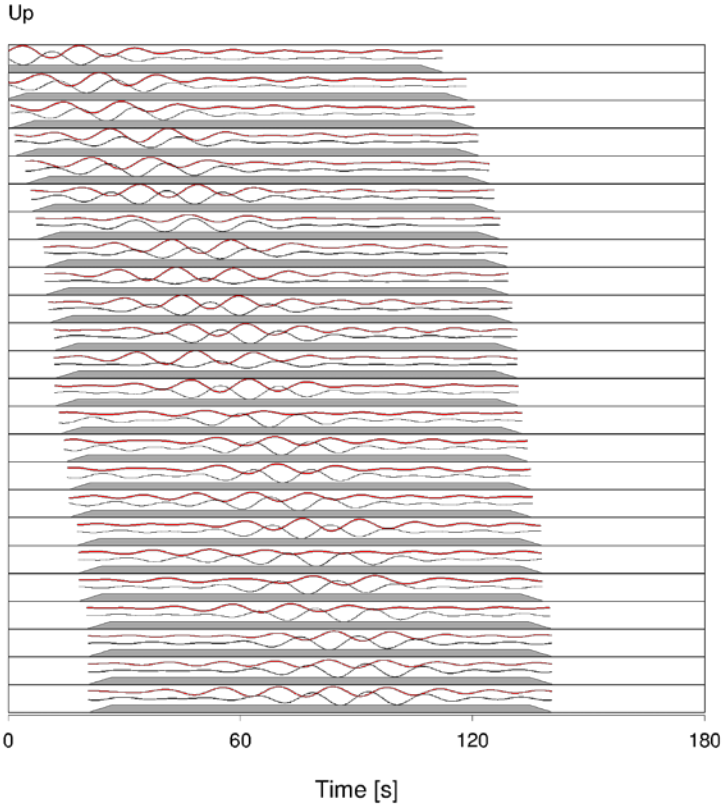




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 NPS 26.0 114.7 0.0
2 SIVA 62.3 -127.6 0.0
3 RETH 78.2 -95.2 0.0
4 ZKR 83.3 108.9 0.0
5 VAM 104.8 -86.8 0.0
6 ANAF 117.1 18.9 0.0
7 GVD 129.0 -116.3 0.0
8 KASO 142.1 87.2 0.0
9 FOLE 145.2 -15.3 0.0
10 IOSI 152.4 0.3 0.0
11 AMOS 163.5 13.0 0.0
12 KAPA 164.9 78.6 0.0
13 ASTY 165.5 34.8 0.0
14 KIMO 174.0 -23.6 0.0
15 ANPA 187.1 -7.5 0.0
16 APE 190.3 4.7 0.0
17 AKYT 194.2 -72.4 0.0
18 KOSI 210.6 42.5 0.0
19 SERI 214.3 -20.9 0.0
20 TILO 216.6 56.5 0.0
21 KYTH 231.8 -66.4 0.0
22 RHOS 234.7 71.2 0.0
23 MYKO 235.4 0.6 0.0
24 SYRO 235.6 -9.1 0.0



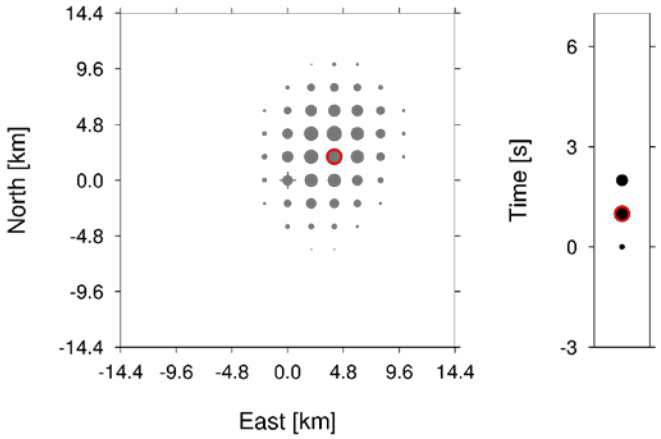
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.36 N 25.35 E
Strike	36.0 271.0
Dip	58.0 47.0
Rake	-127.0 -47.0
M_0	4.8E+14Nm
M_w	3.6
Depth	11.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.791
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	24 (24 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa

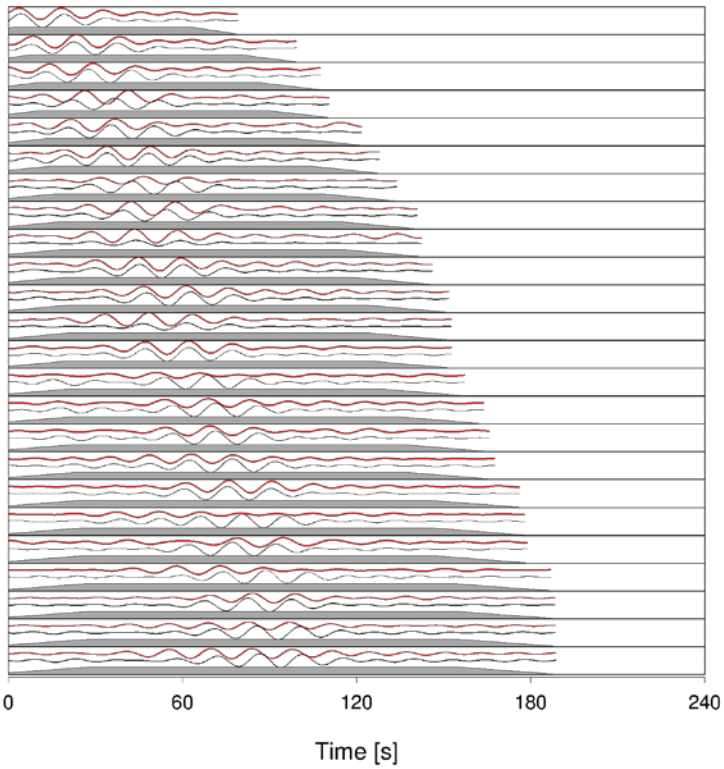


Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 NPS 26.0 114.7 0.0
2 SIVA 62.3 -127.6 0.0
3 RETH 78.2 -95.2 0.0
4 ZKR 83.3 108.9 0.0
5 VAM 104.8 -86.8 0.0
6 ANAF 117.1 18.9 0.0
7 GVD 129.0 -116.3 0.0
8 KASO 142.1 87.2 0.0
9 FOLE 145.2 -15.3 0.0
10 IOSI 152.4 0.3 0.0
11 AMOS 163.5 13.0 0.0
12 KAPA 164.9 78.6 0.0
13 ASTY 165.5 34.8 0.0
14 KIMO 174.0 -23.6 0.0
15 ANPA 187.1 -7.5 0.0
16 APE 190.3 4.7 0.0
17 AKYT 194.2 -72.4 0.0
18 KOSI 210.6 42.5 0.0
19 SERI 214.3 -20.9 0.0
20 TILO 216.6 56.5 0.0
21 KYTH 231.8 -66.4 0.0
22 RHOS 234.7 71.2 0.0
23 MYKO 235.4 0.6 0.0
24 SYRO 235.6 -9.1 0.0

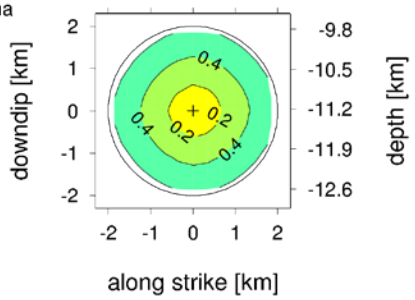
Up



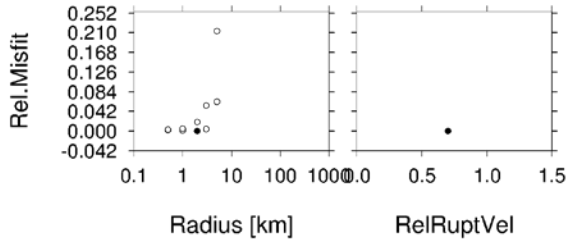
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.36 N 25.35 E		
Strike	271.0		
Dip	47.0		
Rake	-47.0		
M_0	4.8E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	11.2km	Duration	1.6±0.5s
Radius	2.0km	Area	12.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.435		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	24 (24 stations)		



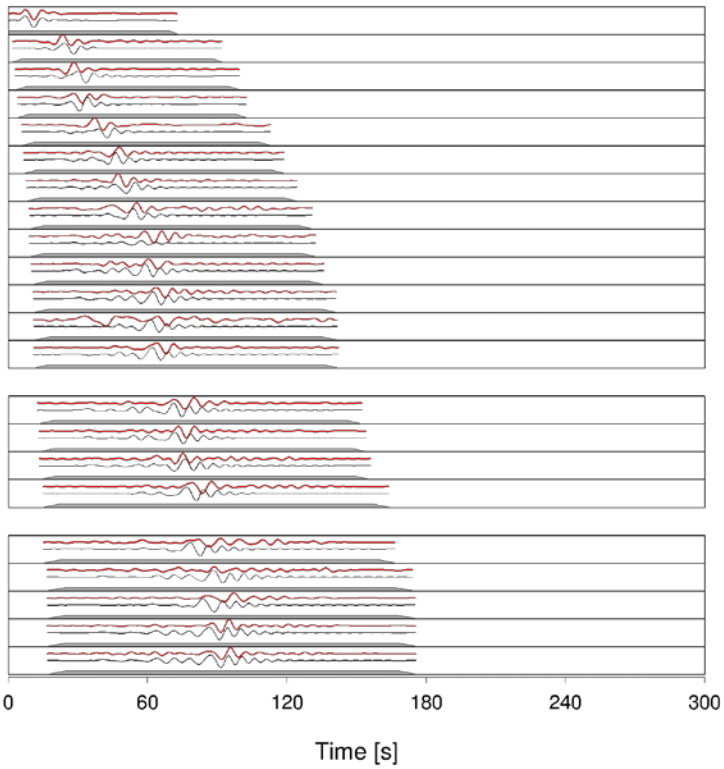




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 NPS 26.0 114.7 0.002
2 SIVA 62.3 -127.6 0.0
3 RETH 78.2 -95.2 0.0
4 ZKR 83.3 108.9 0.0
5 VAM 104.8 -86.8 0.0
6 ANAF 117.1 18.9 0.0
7 GVD 129.0 -116.3 0.0
8 KASO 142.1 87.2 0.0
9 FOLE 145.2 -15.3 0.001
10 IOSI 152.4 0.3 0.0
11 AMOS 163.5 13.0 0.0
12 KAPA 164.9 78.6 0.0
13 ASTY 165.5 34.8 0.0
14 KIMO 174.0 -23.6 0.0
15 ANPA 187.1 -7.5 0.0
16 APE 190.3 4.7 0.0
17 AKYT 194.2 -72.4 0.0
18 KOSI 210.6 42.5 0.0
19 SERI 214.3 -20.9 0.0
20 TILO 216.6 56.5 0.0
21 KYTH 231.8 -66.4 0.0
22 RHOS 234.7 71.2 0.0
23 MYKO 235.4 0.6 0.0
24 SYRO 235.6 -9.1 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

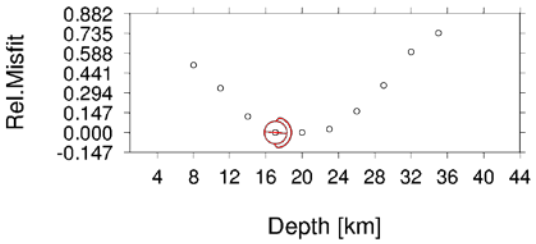
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060816 19:17:51

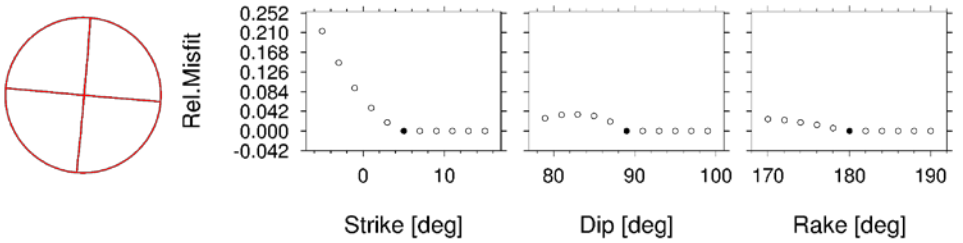
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.26 N 26.49 E			
Strike	5.0	5.0	275.0	275.0
Dip	89.0	89.0	90.0	90.0
Rake	180.0	0.0	-1.0	179.0

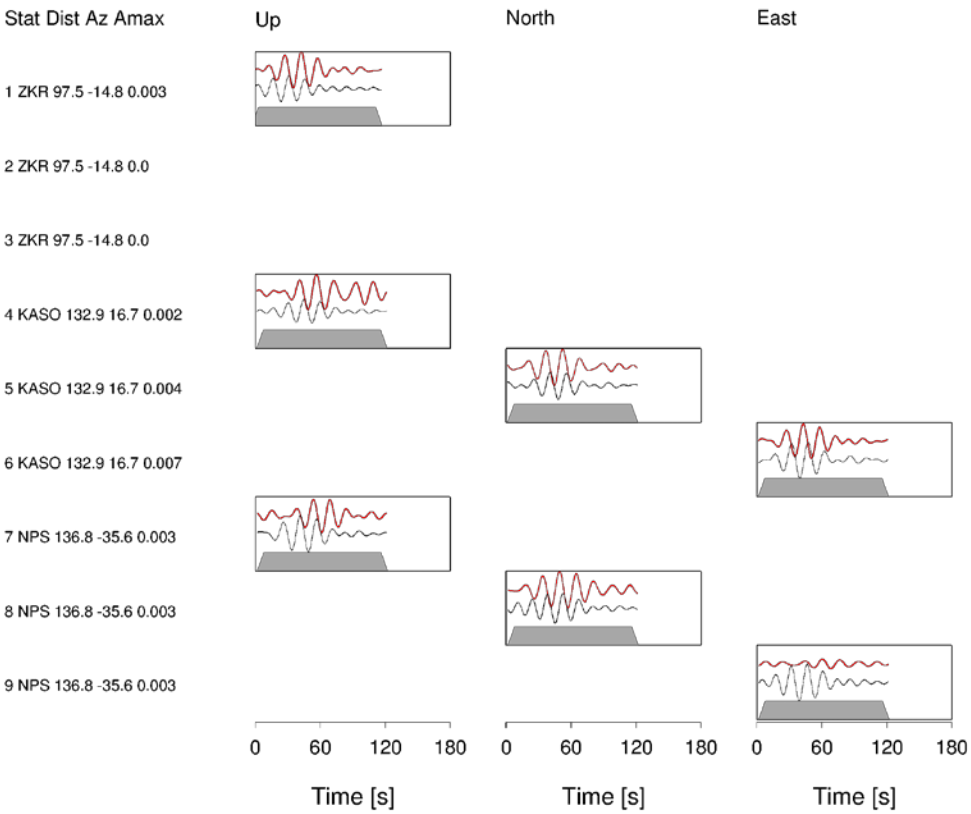
M_0 8.6E+15Nm
M_w 4.5
Depth 17.0km
Duration 0.4s
Misfit 0.433

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (3 stations)





Fit of Seismograms



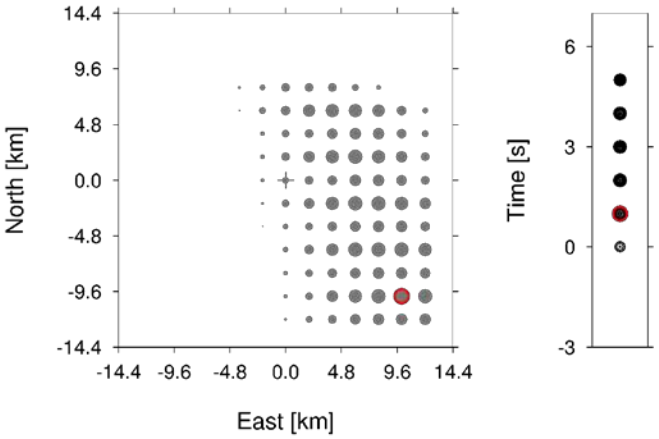
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

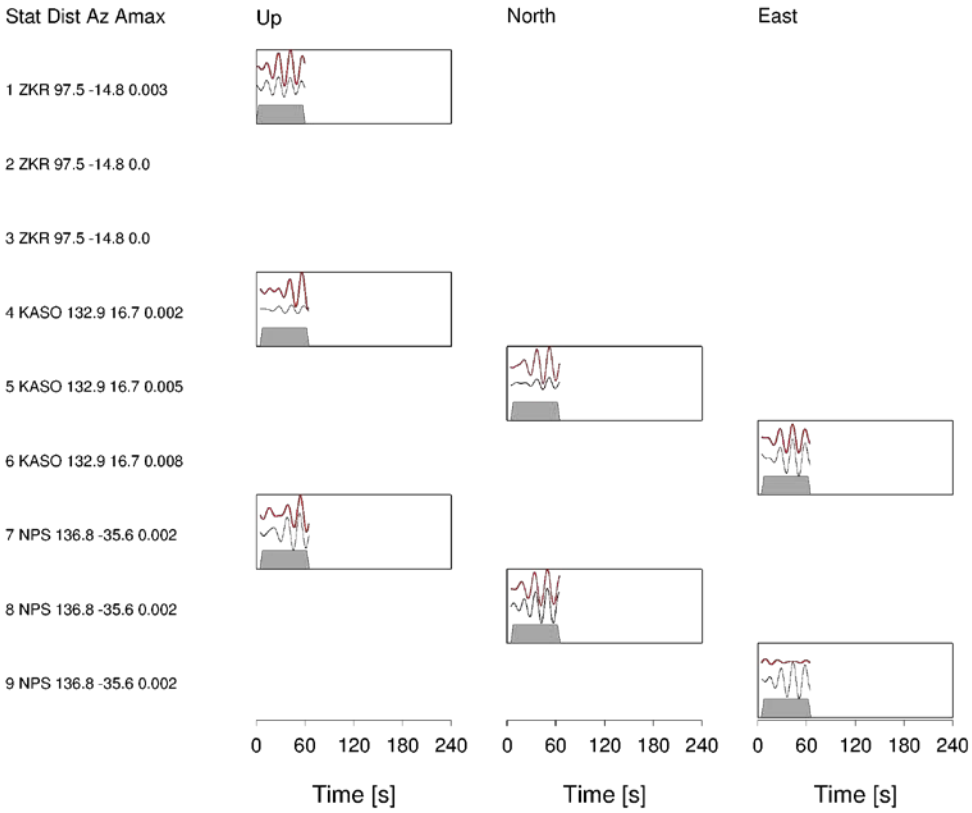
Event	EGELADOS	
Lat Lon	34.26 N	26.49 E
Strike	5.0	275.0
Dip	89.0	90.0
Rake	0.0	179.0
M_0	8.6E+15Nm	
M_w	4.5	
Depth	17.0km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.558	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	P	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	9 (3 stations)	



/rock4/kkallas/KIWI/automa



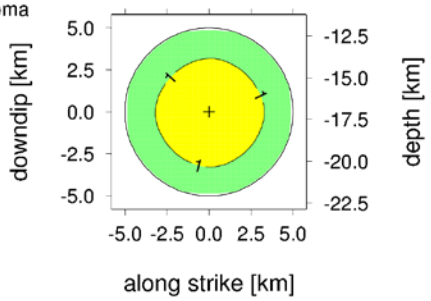
Fit of Seismograms



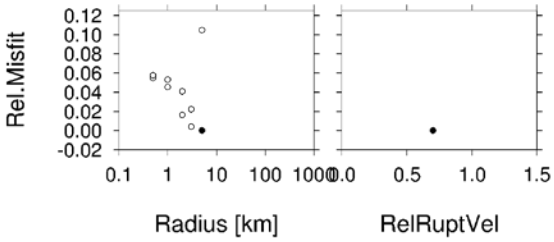
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

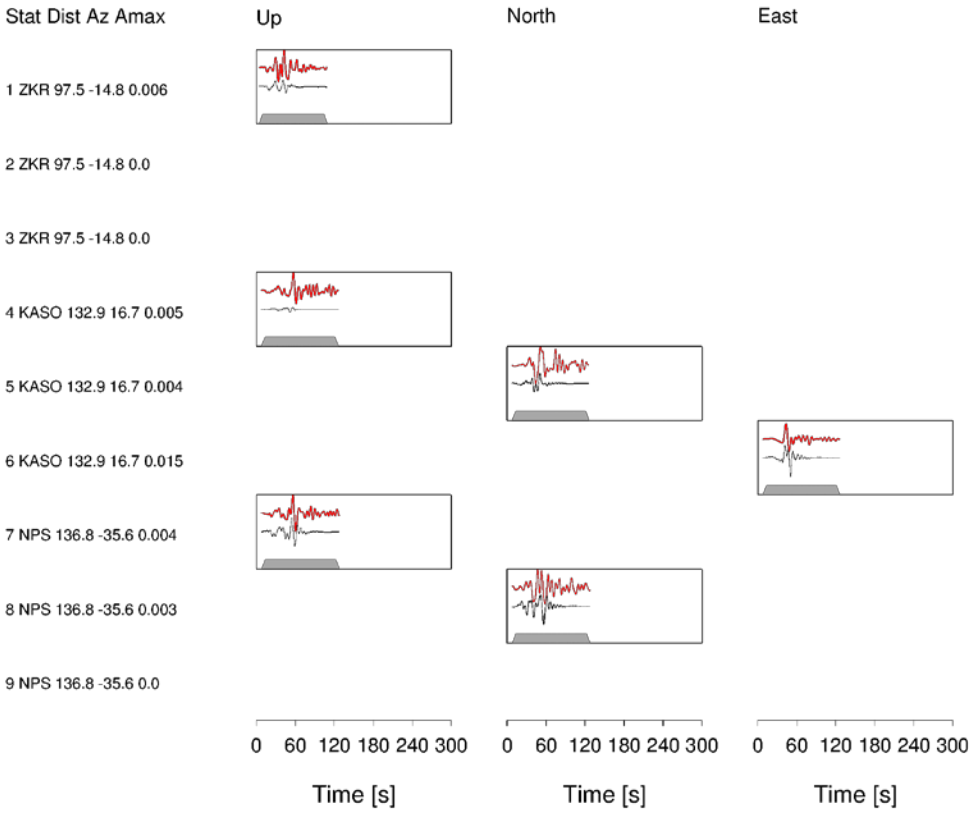
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.26 N 26.49 E		
Strike	5.0		
Dip	89.0		
Rake	0.0		
M_0	8.6E+15Nm		
M_w	4.5		
Depth	17.0km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.526		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms

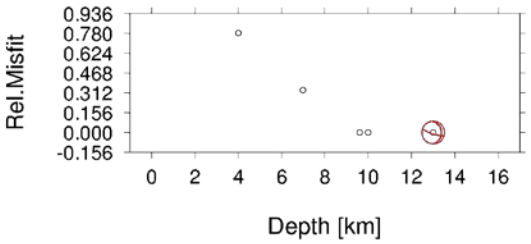


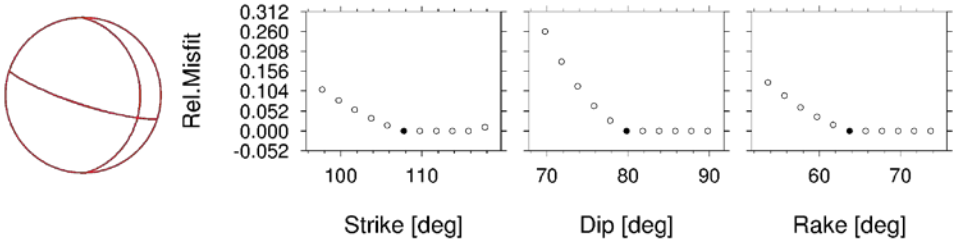
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20060822 09:23:22

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

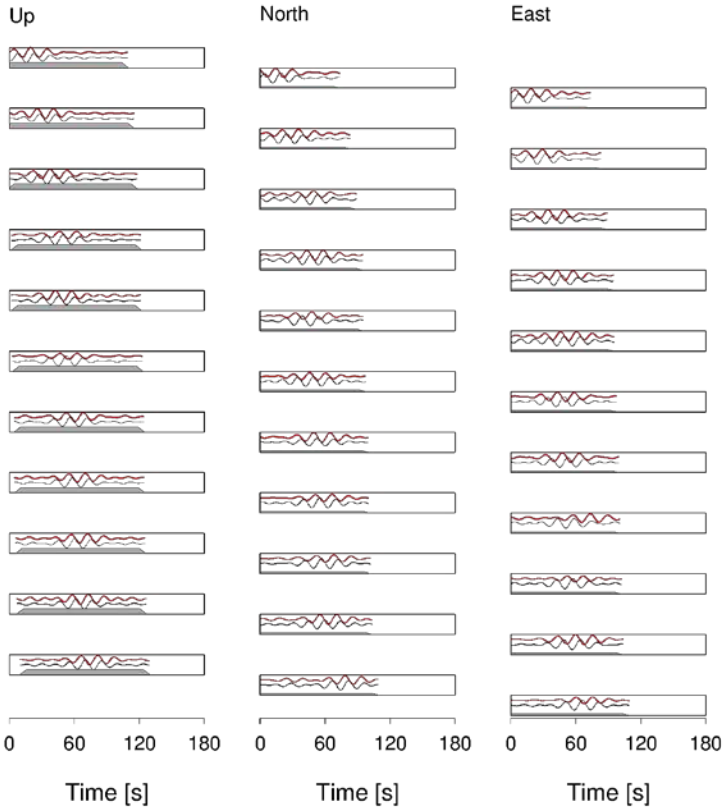
Lat Lon	35.24 N 27.08 E			
Strike	108.0	108.0	358.0	358.0
Dip	80.0	80.0	28.0	28.0
Rake	64.0	-116.0	158.0	-22.0
M_0	1.57E+16Nm			
M_w	4.6			
Depth	9.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.283			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	33 (11 stations)			





Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 KAPA	44.0	6.5	0.021
2 KAPA	44.0	6.5	0.007
3 KAPA	44.0	6.5	0.003
4 ZKR	80.1	-100.2	0.007
5 ZKR	80.1	-100.2	0.002
6 ZKR	80.1	-100.2	0.002
7 RHOS	108.1	37.8	0.015
8 RHOS	108.1	37.8	0.001
9 RHOS	108.1	37.8	0.003
10 TILO	132.5	11.2	0.013
11 TILO	132.5	11.2	0.003
12 TILO	132.5	11.2	0.003
13 NPS	133.7	-88.7	0.004
14 NPS	133.7	-88.7	0.002
15 NPS	133.7	-88.7	0.0
16 ARG	143.2	40.8	0.012
17 ARG	143.2	40.8	0.001
18 ARG	143.2	40.8	0.003
19 RHON	155.0	35.3	0.011
20 RHON	155.0	35.3	0.002
21 RHON	155.0	35.3	0.003
22 ASTY	159.8	-21.9	0.009
23 ASTY	159.8	-21.9	0.002
24 ASTY	159.8	-21.9	0.0
25 KOSI	166.7	-3.9	0.011
26 KOSI	166.7	-3.9	0.002
27 KOSI	166.7	-3.9	0.001
28 ANAF	170.6	-43.1	0.006
29 ANAF	170.6	-43.1	0.001
30 ANAF	170.6	-43.1	0.001
31 TUR5	199.1	5.9	0.01
32 TUR5	199.1	5.9	0.002
33 TUR5	199.1	5.9	0.002



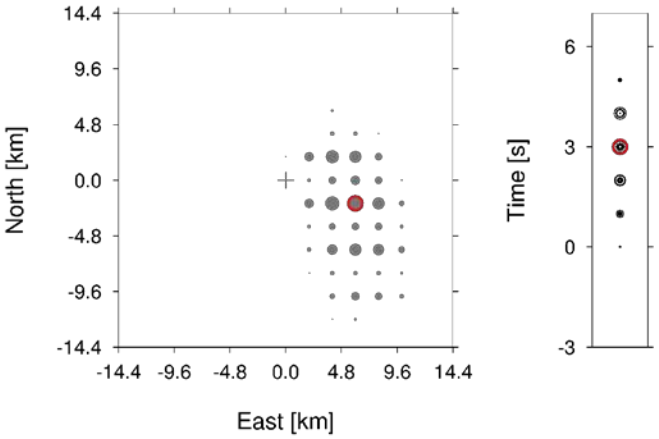
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.24 N 27.08 E
Strike	108.0 358.0
Dip	80.0 28.0
Rake	-116.0 -22.0
M_0	1.57E+16Nm
M_w	4.6
Depth	9.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.4
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	33 (11 stations)



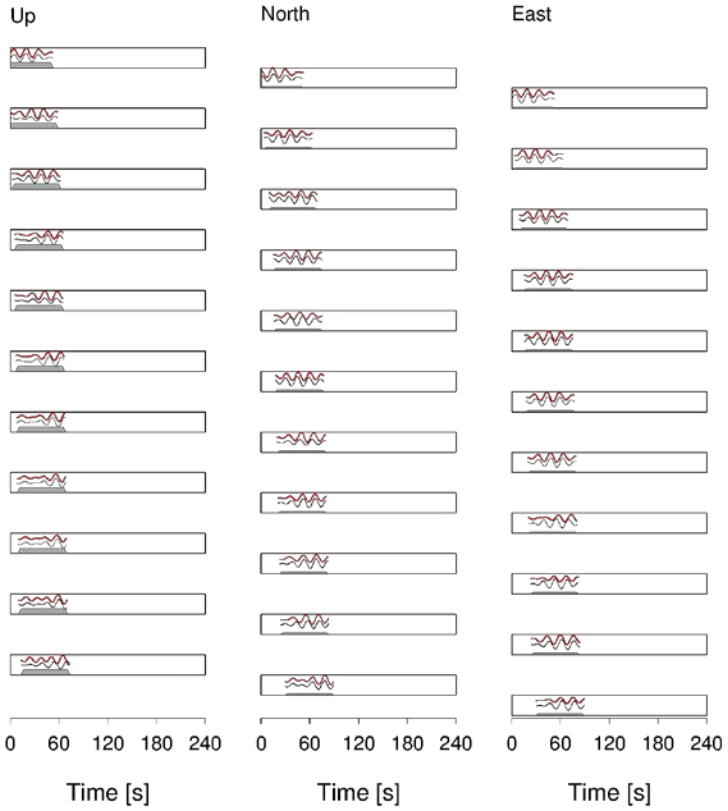
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

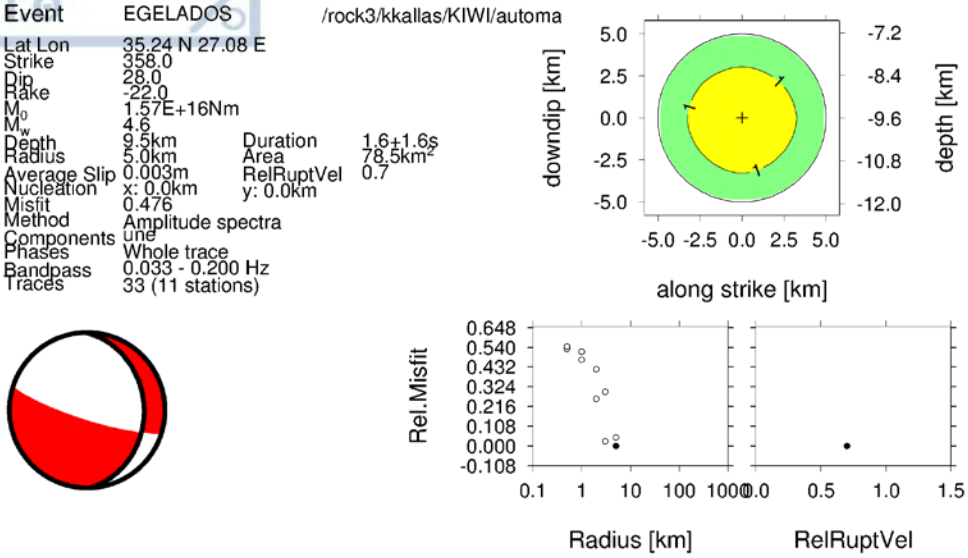
1 KAPA 44.0 6.5 0.021
2 KAPA 44.0 6.5 0.006
3 KAPA 44.0 6.5 0.003
4 ZKR 80.1 -100.2 0.007
5 ZKR 80.1 -100.2 0.003
6 ZKR 80.1 -100.2 0.002
7 RHOS 108.1 37.8 0.015
8 RHOS 108.1 37.8 0.001
9 RHOS 108.1 37.8 0.003
10 TILO 132.5 11.2 0.011
11 TILO 132.5 11.2 0.003
12 TILO 132.5 11.2 0.003
13 NPS 133.7 -88.7 0.004
14 NPS 133.7 -88.7 0.003
15 NPS 133.7 -88.7 0.0
16 ARG 143.2 40.8 0.009
17 ARG 143.2 40.8 0.001
18 ARG 143.2 40.8 0.003
19 RHON 155.0 35.3 0.01
20 RHON 155.0 35.3 0.002
21 RHON 155.0 35.3 0.003
22 ASTY 159.8 -21.9 0.008
23 ASTY 159.8 -21.9 0.002
24 ASTY 159.8 -21.9 0.0
25 KOSI 166.7 -3.9 0.009
26 KOSI 166.7 -3.9 0.002
27 KOSI 166.7 -3.9 0.002
28 ANAF 170.6 -43.1 0.004
29 ANAF 170.6 -43.1 0.001
30 ANAF 170.6 -43.1 0.001
31 TUR5 199.1 5.9 0.002
32 TUR5 199.1 5.9 0.002
33 TUR5 199.1 5.9 0.002



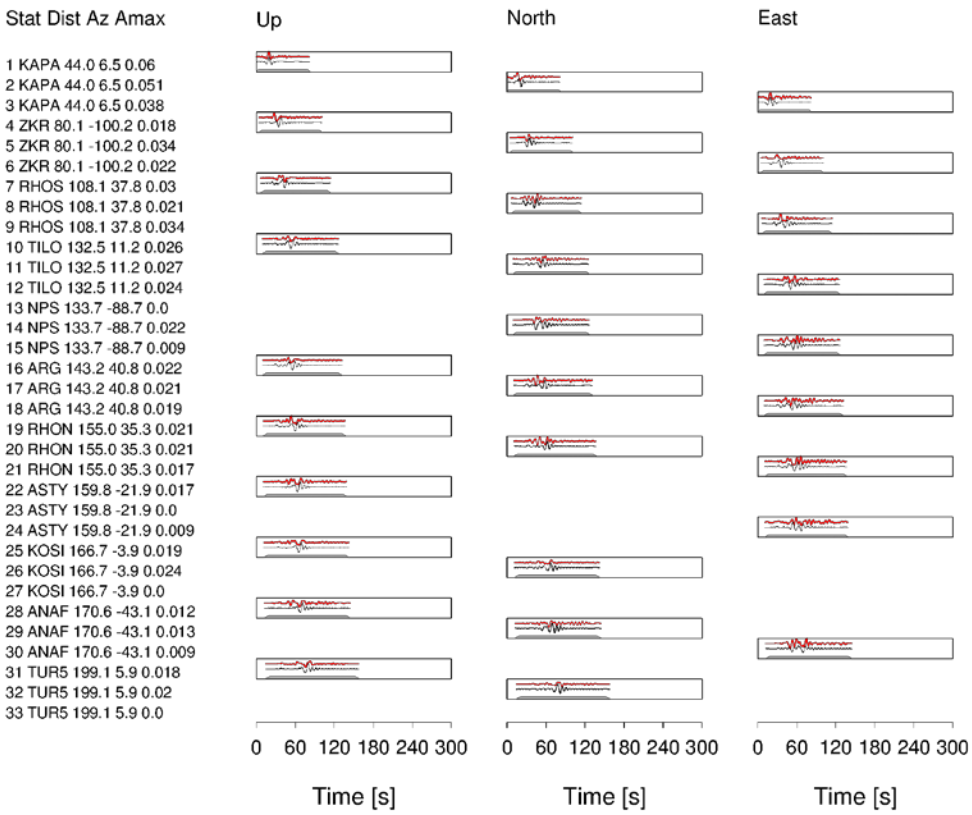
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.24 N 27.08 E		
Strike	358.0		
Dip	28.0		
Rake	-22.0		
M_0	1.57E+16Nm		
M_w	4.6		
Depth	9.5km	Duration	1.6±1.6s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.003m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.476		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	33 (11 stations)		



Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

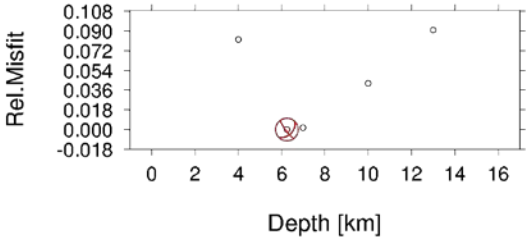
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

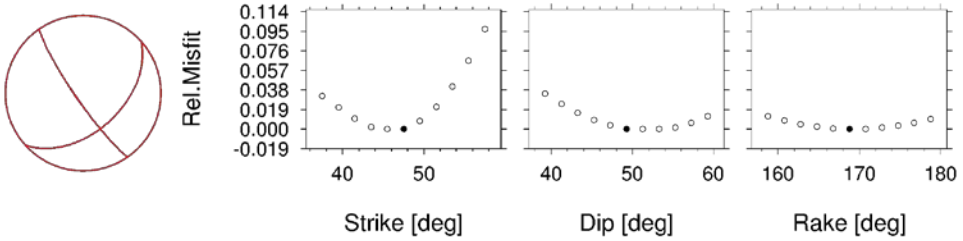
20060907 21:56:07

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

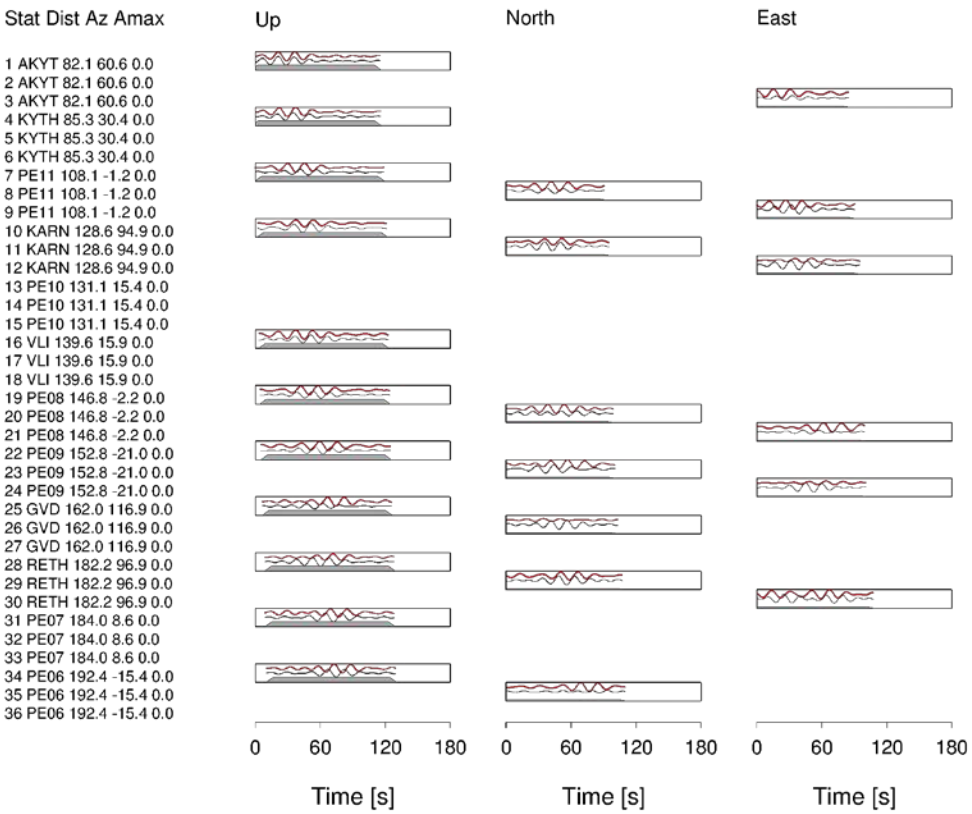
Lat Lon	35.5 N 22.5 E			
Strike	48.0	48.0	145.0	145.0
Dip	49.0	49.0	82.0	82.0
Rake	169.0	-11.0	41.0	-139.0
M_0	4.85E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	6.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.447			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 36 (12 stations)





Fit of Seismograms



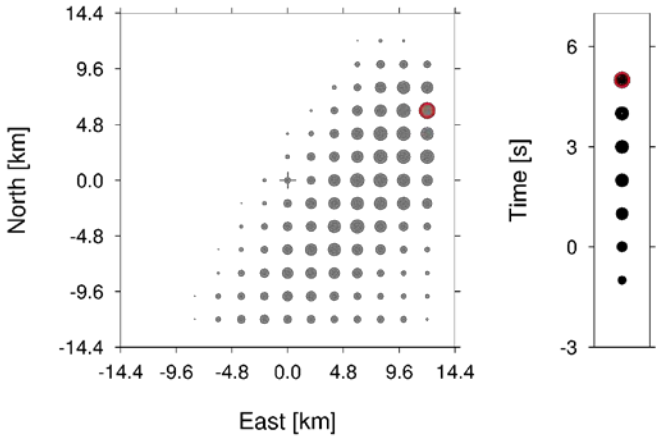
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.5 N 22.5 E
Strike	48.0 145.0
Dip	49.0 82.0
Rake	169.0 41.0
M_0	4.85E+14Nm
M_w	3.6
Depth	6.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.721
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	36 (12 stations)



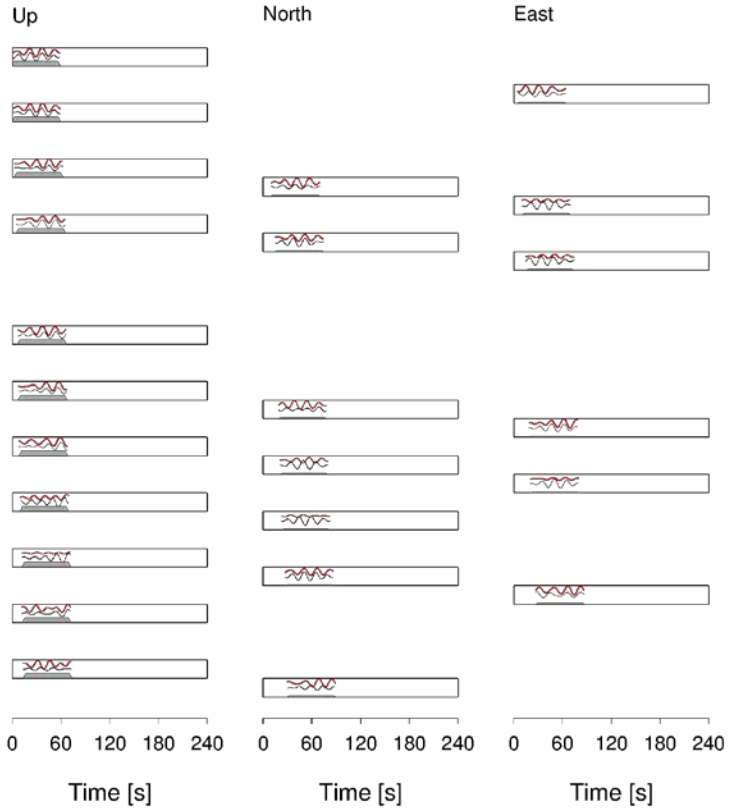
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

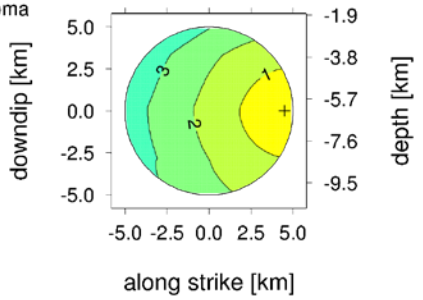
1 AKYT 82.1 60.6 0.0
2 AKYT 82.1 60.6 0.0
3 AKYT 82.1 60.6 0.0
4 KYTH 85.3 30.4 0.0
5 KYTH 85.3 30.4 0.0
6 KYTH 85.3 30.4 0.0
7 PE11 108.1 -1.2 0.0
8 PE11 108.1 -1.2 0.0
9 PE11 108.1 -1.2 0.0
10 KARN 128.6 94.9 0.0
11 KARN 128.6 94.9 0.0
12 KARN 128.6 94.9 0.0
13 PE10 131.1 15.4 0.0
14 PE10 131.1 15.4 0.0
15 PE10 131.1 15.4 0.0
16 VLI 139.6 15.9 0.0
17 VLI 139.6 15.9 0.0
18 VLI 139.6 15.9 0.0
19 PE08 146.8 -2.2 0.0
20 PE08 146.8 -2.2 0.0
21 PE08 146.8 -2.2 0.0
22 PE09 152.8 -21.0 0.0
23 PE09 152.8 -21.0 0.0
24 PE09 152.8 -21.0 0.0
25 GVD 162.0 116.9 0.0
26 GVD 162.0 116.9 0.0
27 GVD 162.0 116.9 0.0
28 RETH 182.2 96.9 0.0
29 RETH 182.2 96.9 0.0
30 RETH 182.2 96.9 0.0
31 PE07 184.0 8.6 0.0
32 PE07 184.0 8.6 0.0
33 PE07 184.0 8.6 0.0
34 PE06 192.4 -15.4 0.0
35 PE06 192.4 -15.4 0.0
36 PE06 192.4 -15.4 0.0



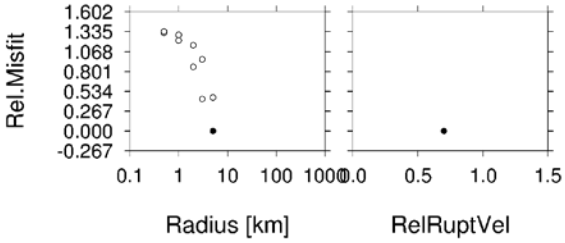
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

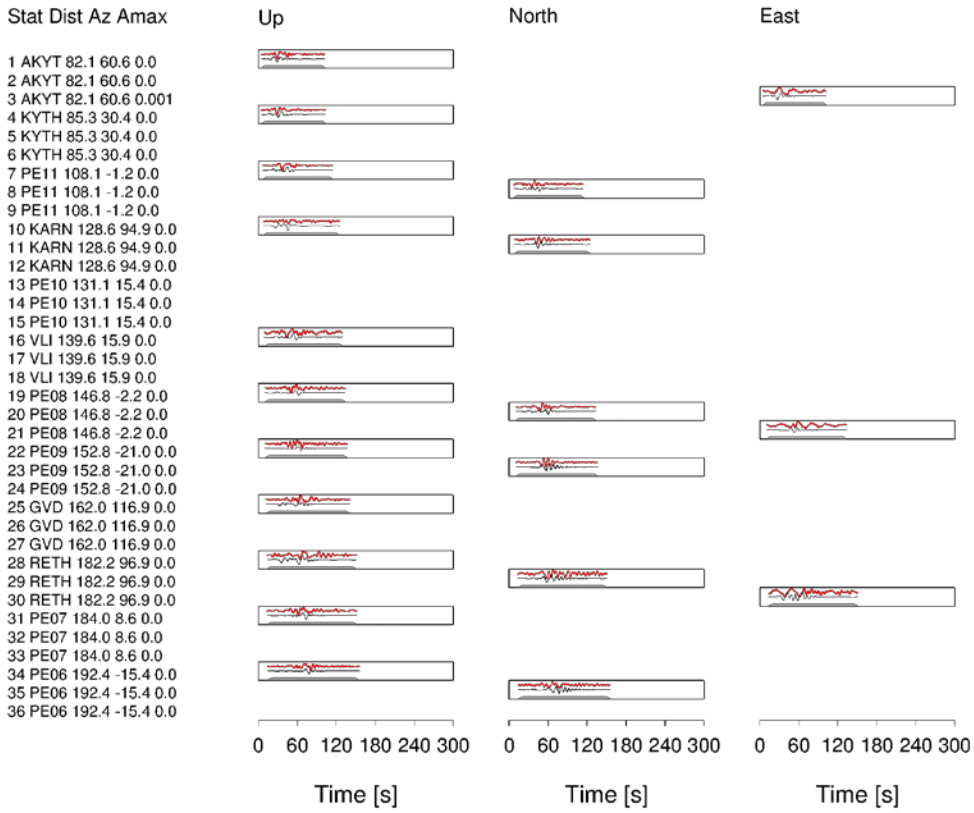
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.5 N 22.5 E		
Strike	48.0		
Dip	49.0		
Rake	169.0		
M_0	4.85E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	6.2km	Duration	1.6±3.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.577		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	36 (12 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

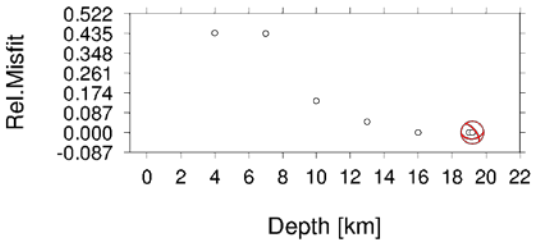
20060918 06:32:32

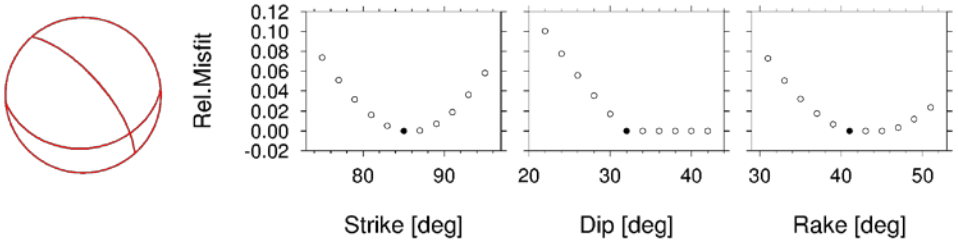
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.65 N 21.8 E			
Strike	85.0	85.0	319.0	319.0
Dip	32.0	32.0	70.0	70.0
Rake	41.0	-139.0	115.0	-65.0

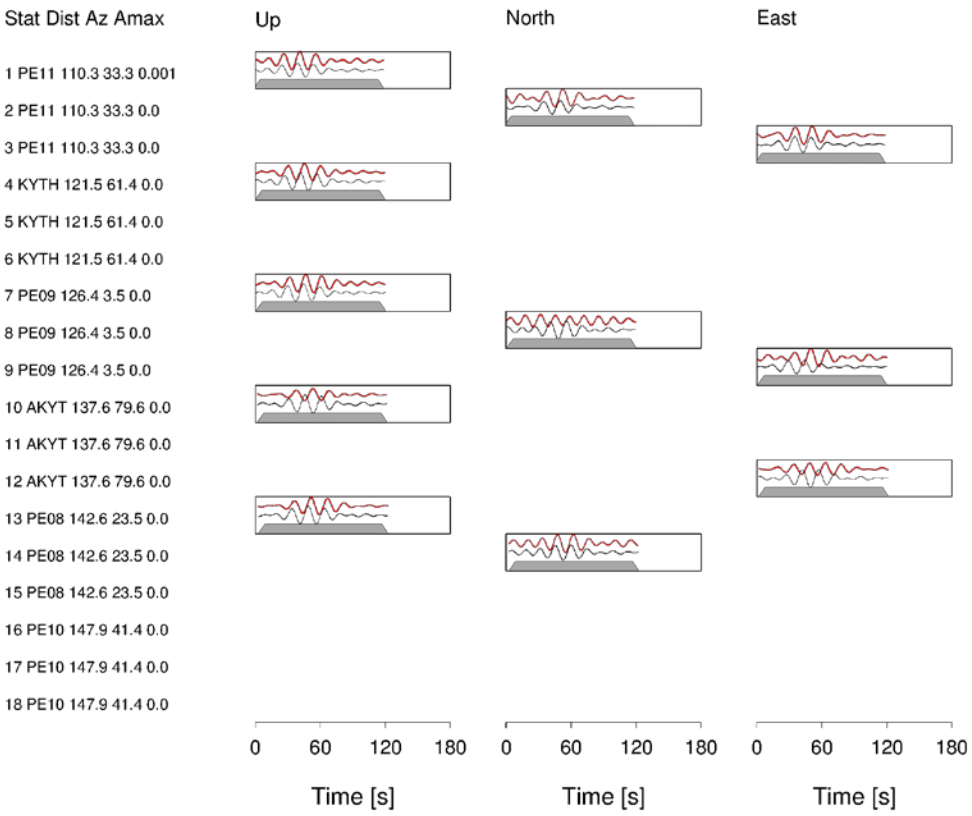
M_0 1.44E+15Nm
M_w 4.0
Depth 19.1km
Duration 0.4s
Misfit 0.315

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 18 (6 stations)





Fit of Seismograms



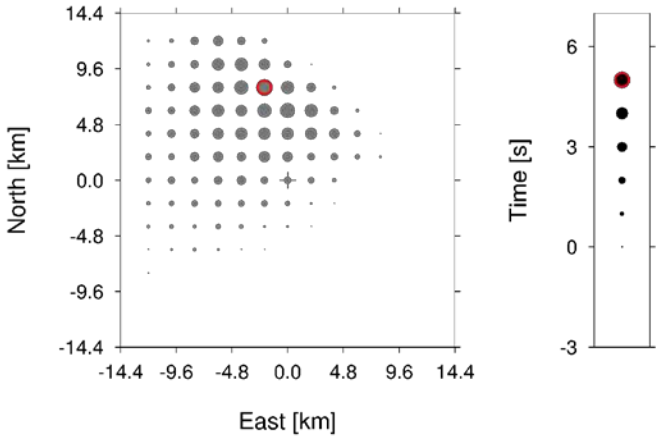
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

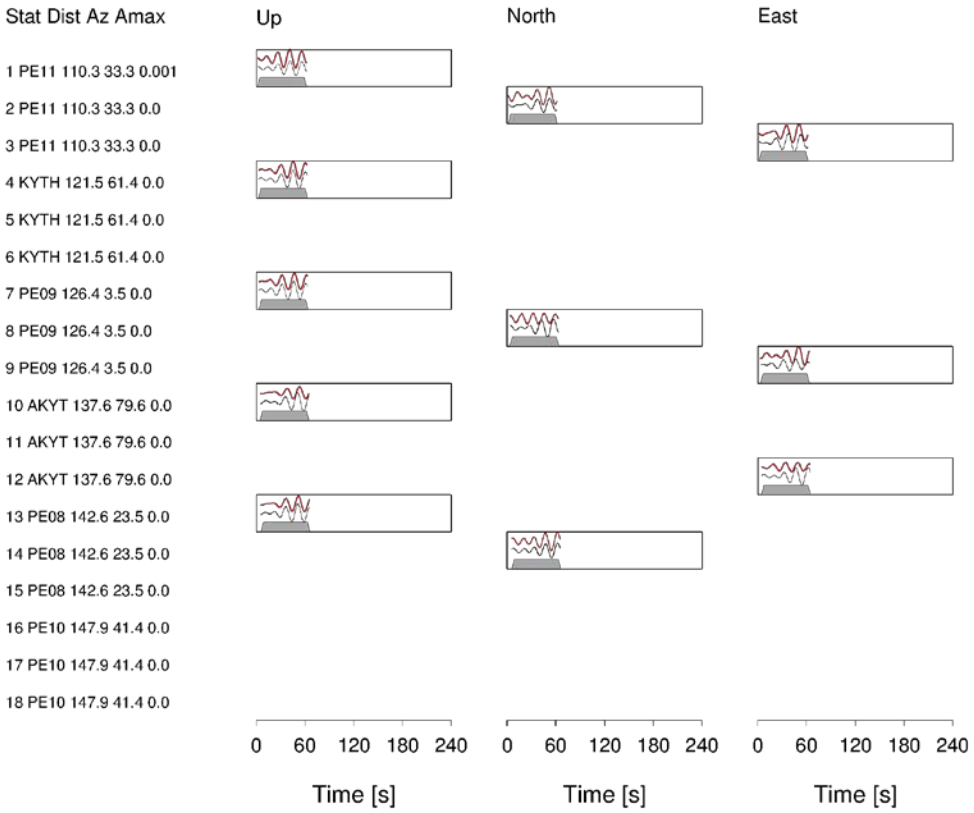
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.65 N 21.8 E
Strike	85.0 319.0
Dip	32.0 70.0
Rake	41.0 115.0
M_0	1.44E+15Nm
M_w	4.0
Depth	19.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.71
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	18 (6 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



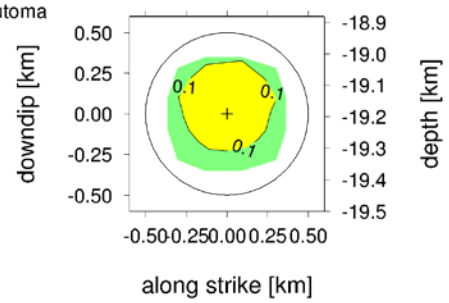
Fit of Seismograms



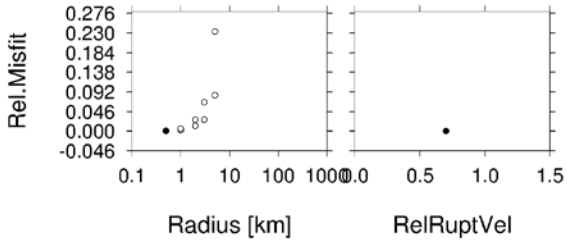
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

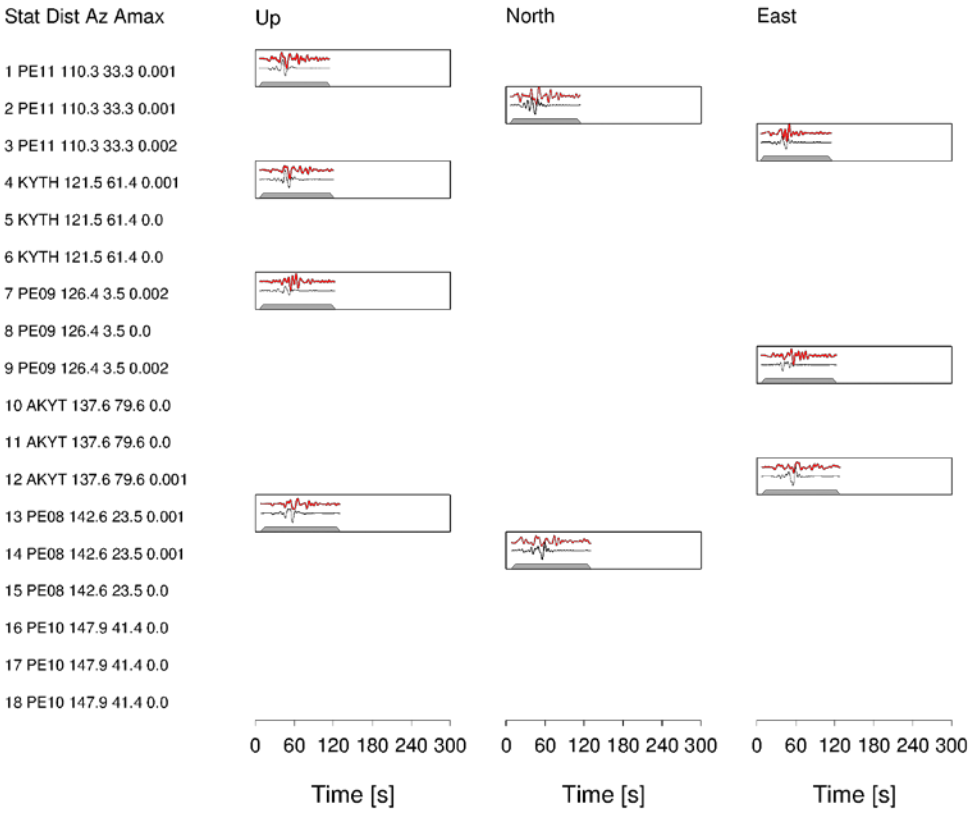
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.65 N 21.8 E		
Strike	85.0		
Dip	32.0		
Rake	41.0		
M_0	1.44E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	19.1km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.025m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.457		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	18 (6 stations)		







Fit of Seismograms



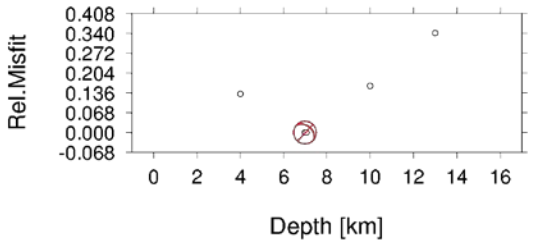
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

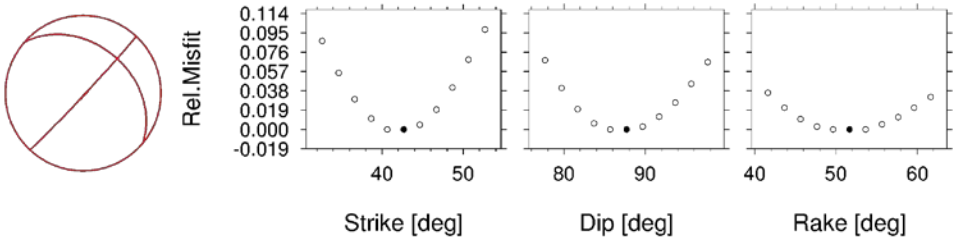
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20061002 04:16:12

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

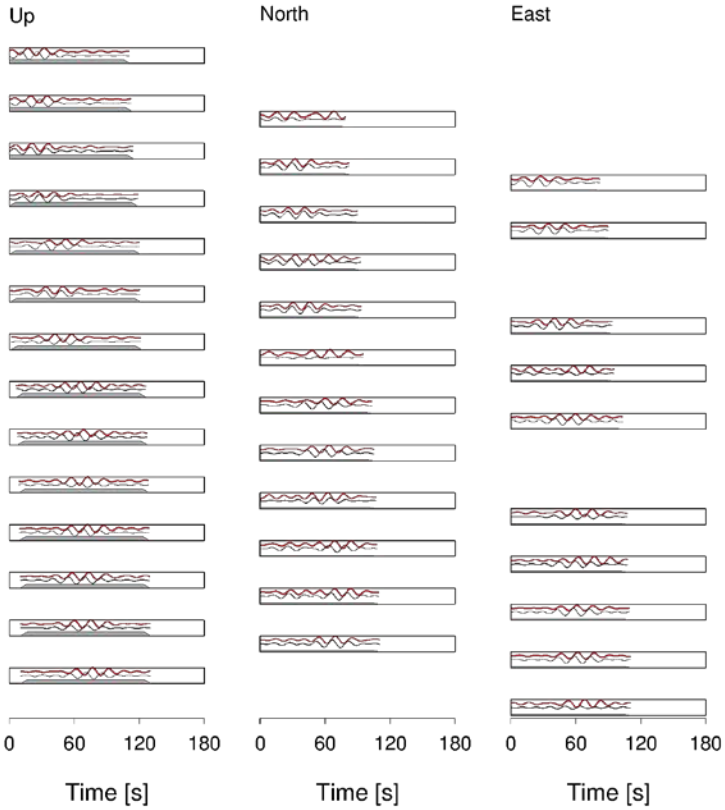
Lat Lon	35.36 N 27.61 E			
Strike	43.0	43.0	310.0	310.0
Dip	88.0	88.0	38.0	38.0
Rake	52.0	-128.0	176.0	-4.0
M_0	2.23E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	7.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.358			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	42 (14 stations)			





Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 KAPA	52.6	-54.4	0.001
2 KAPA	52.6	-54.4	0.0
3 KAPA	52.6	-54.4	0.0
4 KASO	63.4	-85.1	0.001
5 KASO	63.4	-85.1	0.0
6 KASO	63.4	-85.1	0.0
7 RHOS	74.1	14.6	0.001
8 RHOS	74.1	14.6	0.0
9 RHOS	74.1	14.6	0.0
10 ARG	105.1	26.0	0.0
11 ARG	105.1	26.0	0.0
12 ARG	105.1	26.0	0.0
13 TILO	118.6	-10.4	0.001
14 TILO	118.6	-10.4	0.0
15 TILO	118.6	-10.4	0.0
16 RHON	120.3	20.5	0.0
17 RHON	120.3	20.5	0.0
18 RHON	120.3	20.5	0.0
19 ZKR	129.9	-102.0	0.001
20 ZKR	129.9	-102.0	0.0
21 ZKR	129.9	-102.0	0.0
22 KOSI	164.1	-20.9	0.0
23 KOSI	164.1	-20.9	0.0
24 KOSI	164.1	-20.9	0.0
25 ASTY	172.7	-38.3	0.001
26 ASTY	172.7	-38.3	0.0
27 ASTY	172.7	-38.3	0.0
28 NPS	182.0	-93.0	0.001
29 NPS	182.0	-93.0	0.0
30 NPS	182.0	-93.0	0.0
31 TUR5	186.5	-8.0	0.0
32 TUR5	186.5	-8.0	0.0
33 TUR5	186.5	-8.0	0.0
34 TUR4	191.0	5.2	0.0
35 TUR4	191.0	5.2	0.0
36 TUR4	191.0	5.2	0.0
37 TUR6	197.2	21.4	0.0
38 TUR6	197.2	21.4	0.0
39 TUR6	197.2	21.4	0.0
40 ANAF	198.7	-55.7	0.001
41 ANAF	198.7	-55.7	0.0
42 ANAF	198.7	-55.7	0.0



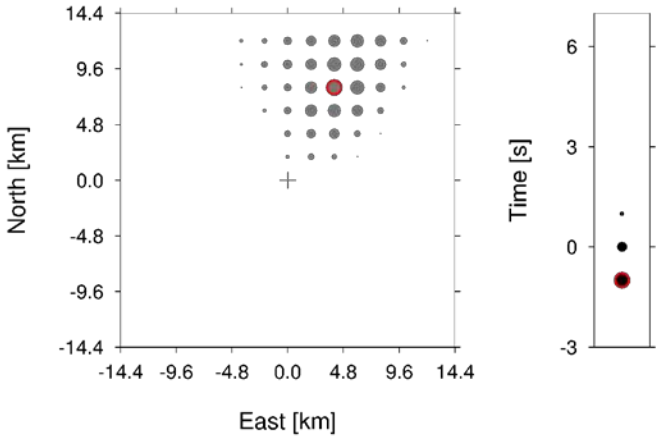
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	35.36 N 27.61 E	
Strike	43.0	310.0
Dip	88.0	38.0
Rake	-128.0	-4.0
M_0	2.23E+15Nm	
M_w	4.1	
Depth	7.0km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.823	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases		
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	42 (14 stations)	



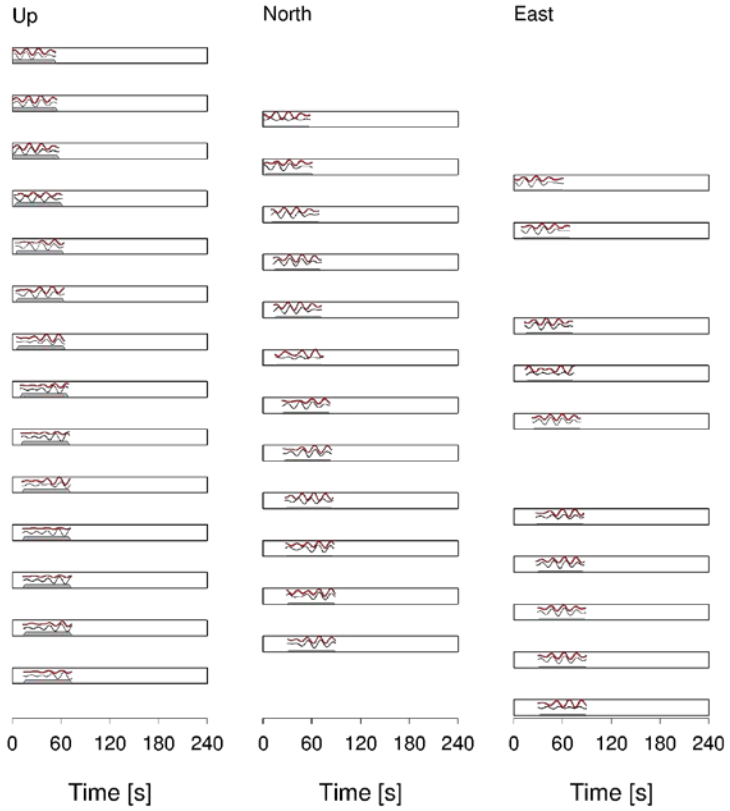
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

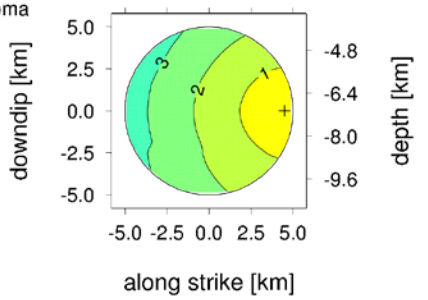
1 KAPA 52.6 -54.4 0.002
2 KAPA 52.6 -54.4 0.0
3 KAPA 52.6 -54.4 0.0
4 KASO 63.4 -85.1 0.001
5 KASO 63.4 -85.1 0.0
6 KASO 63.4 -85.1 0.0
7 RHOS 74.1 14.6 0.001
8 RHOS 74.1 14.6 0.0
9 RHOS 74.1 14.6 0.0
10 ARG 105.1 26.0 0.0
11 ARG 105.1 26.0 0.0
12 ARG 105.1 26.0 0.0
13 TILO 118.6 -10.4 0.001
14 TILO 118.6 -10.4 0.0
15 TILO 118.6 -10.4 0.0
16 RHON 120.3 20.5 0.0
17 RHON 120.3 20.5 0.0
18 RHON 120.3 20.5 0.0
19 ZKR 129.9 -102.0 0.001
20 ZKR 129.9 -102.0 0.0
21 ZKR 129.9 -102.0 0.0
22 KOSI 164.1 -20.9 0.0
23 KOSI 164.1 -20.9 0.0
24 KOSI 164.1 -20.9 0.0
25 ASTY 172.7 -38.3 0.0
26 ASTY 172.7 -38.3 0.0
27 ASTY 172.7 -38.3 0.0
28 NPS 182.0 -93.0 0.0
29 NPS 182.0 -93.0 0.0
30 NPS 182.0 -93.0 0.0
31 TUR5 186.5 -8.0 0.001
32 TUR5 186.5 -8.0 0.0
33 TUR5 186.5 -8.0 0.0
34 TUR4 191.0 5.2 0.0
35 TUR4 191.0 5.2 0.0
36 TUR4 191.0 5.2 0.0
37 TUR6 197.2 21.4 0.0
38 TUR6 197.2 21.4 0.0
39 TUR6 197.2 21.4 0.0
40 ANAF 198.7 -55.7 0.0
41 ANAF 198.7 -55.7 0.0
42 ANAF 198.7 -55.7 0.0



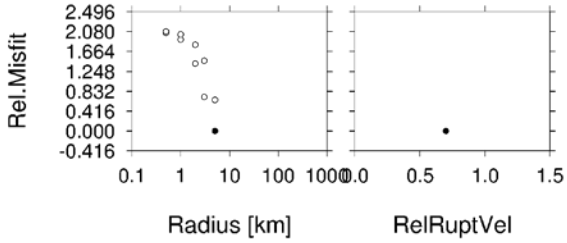
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

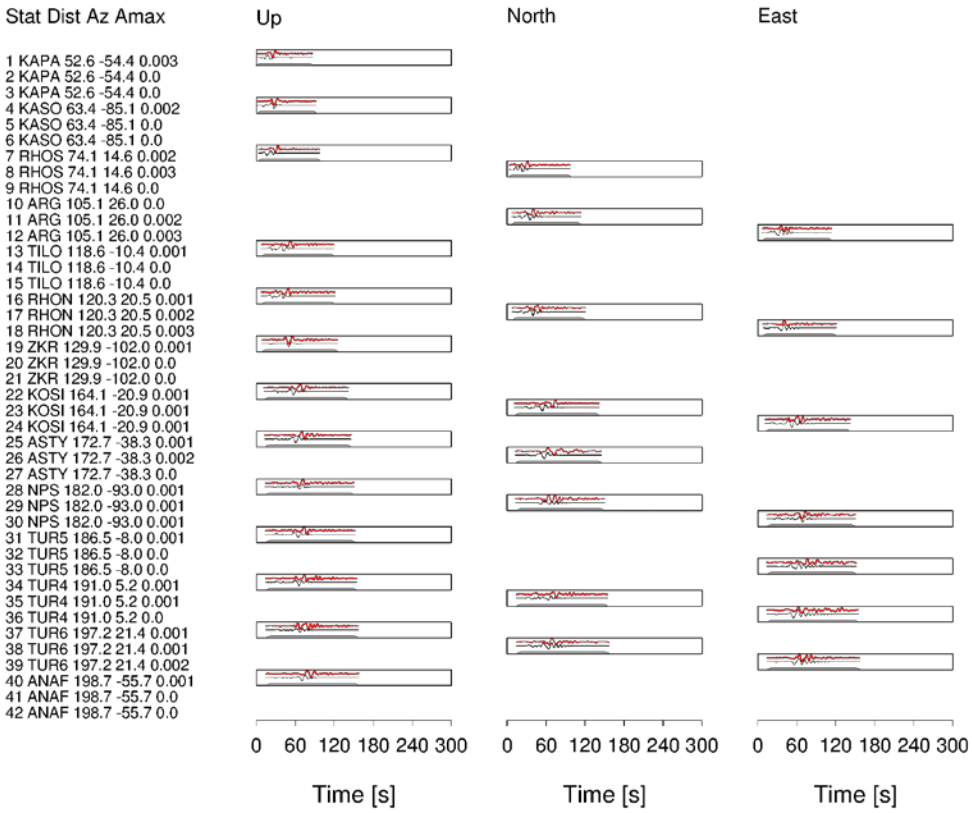
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.36 N 27.61 E		
Strike	310.0		
Dip	38.0		
Rake	-4.0		
M_0	2.23E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	7.0km	Duration	1.6±3.4s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.407		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	42 (14 stations)		







Fit of Seismograms



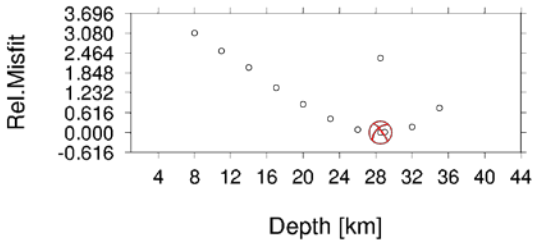
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

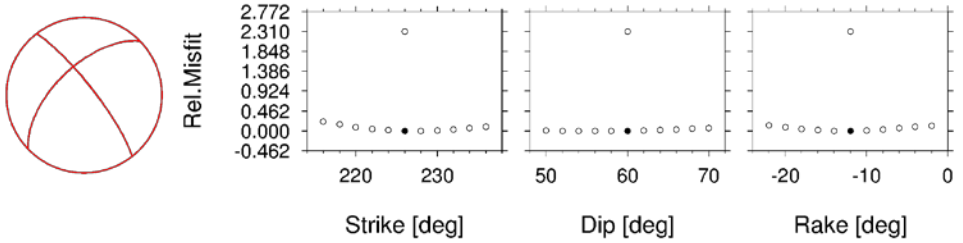
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20061012 13:31:02

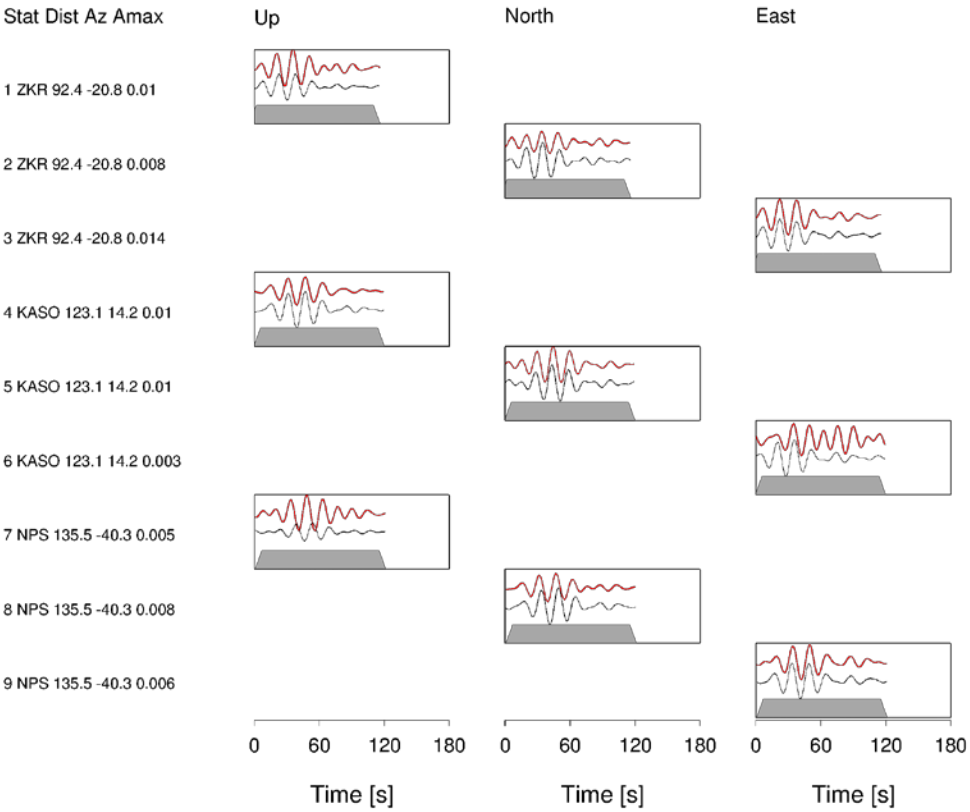
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.33 N 26.57 E			
Strike	226.0	226.0	322.0	322.0
Dip	60.0	60.0	80.0	80.0
Rake	-12.0	168.0	-149.0	31.0
M_0	2.52E+16Nm			
M_w	4.8			
Depth	28.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.3			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	9 (3 stations)			





Fit of Seismograms



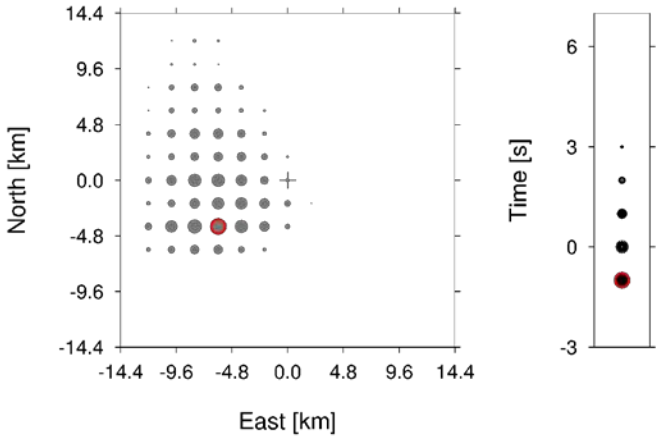
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

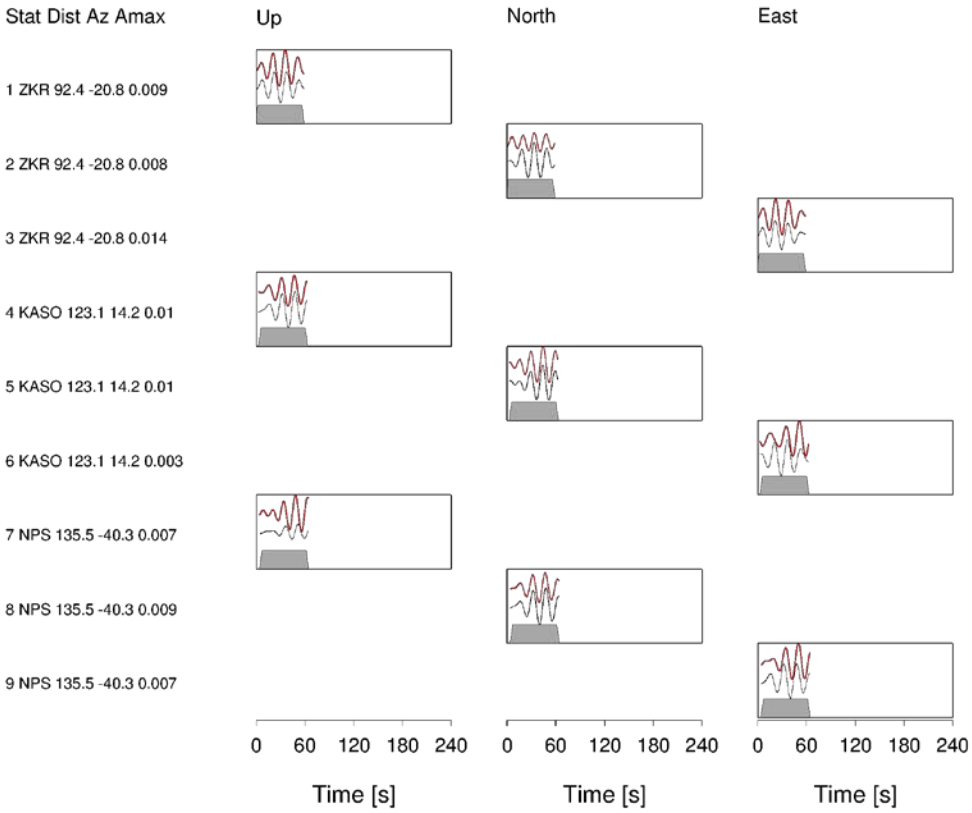
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.33 N 26.57 E
Strike	226.0 322.0
Dip	60.0 80.0
Rake	-12.0 -149.0
M_0	2.52E+16Nm
M_w	4.8
Depth	28.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.534
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



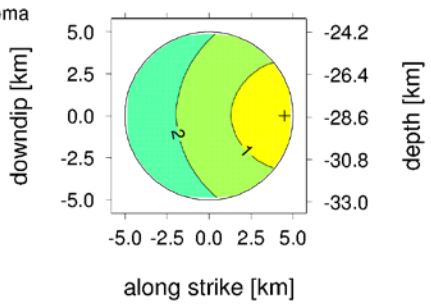
Fit of Seismograms



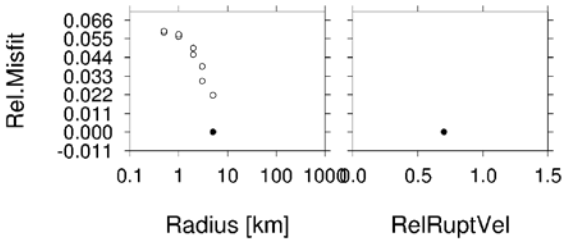
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

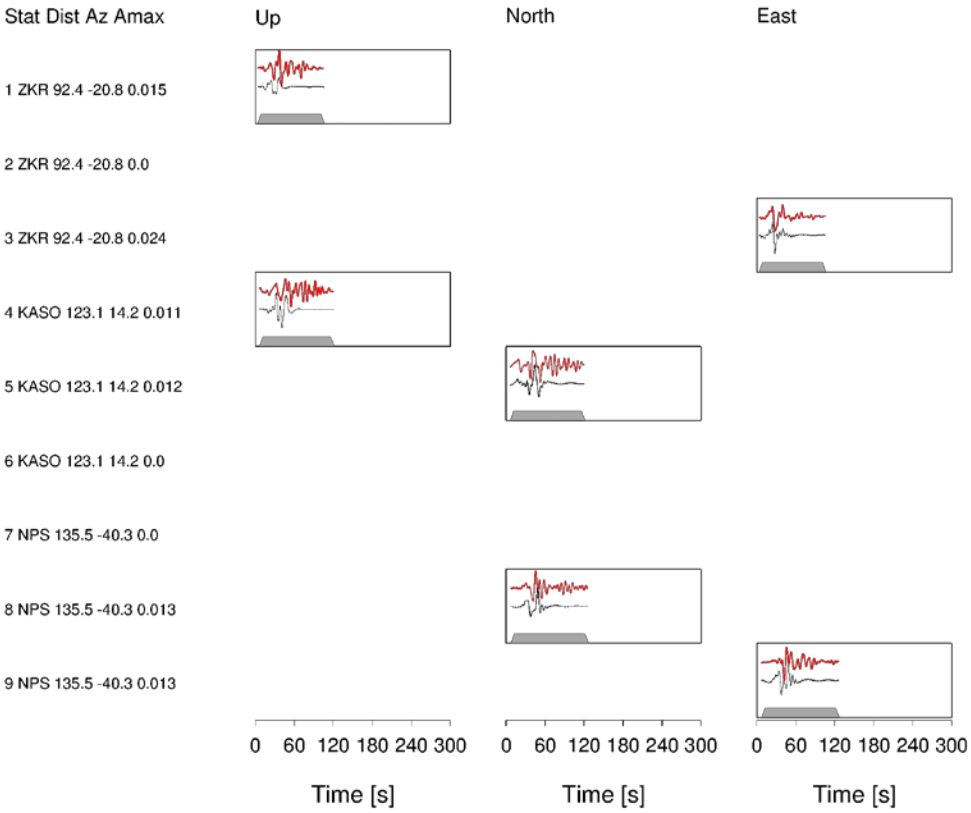
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.33 N 26.57 E		
Strike	226.0		
Dip	60.0		
Rake	-12.0		
M_0	2.52E+16Nm		
M_w	4.8		
Depth	28.5km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.004m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.439		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

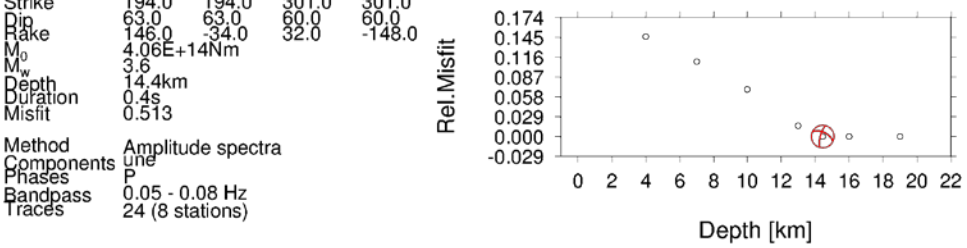
20061021 06:41:12

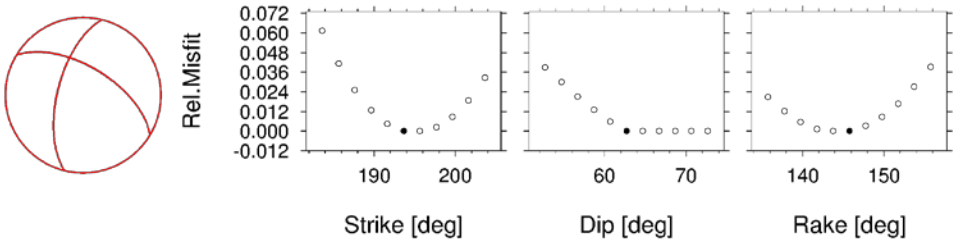
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.56 N 21.36 E			
Strike	194.0	194.0	301.0	301.0
Dip	63.0	63.0	60.0	60.0
Rake	146.0	-34.0	32.0	-148.0

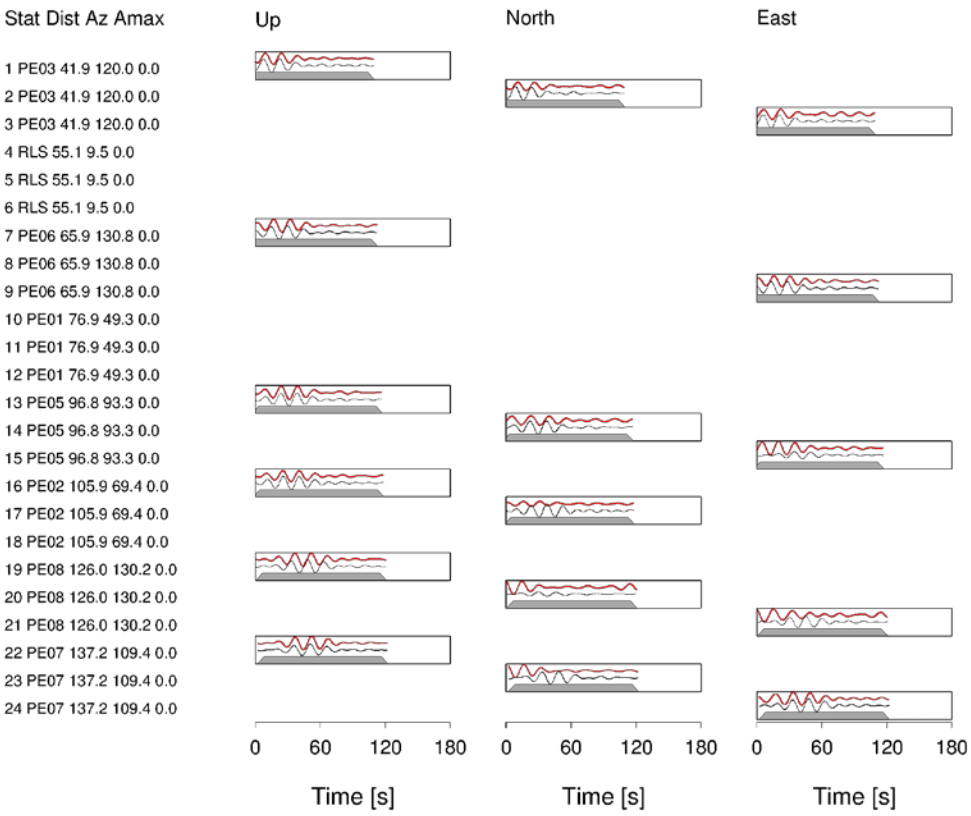
M_0 4.06E+14Nm
M_w 3.6
Depth 14.4km
Duration 0.4s
Misfit 0.513

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 24 (8 stations)





Fit of Seismograms



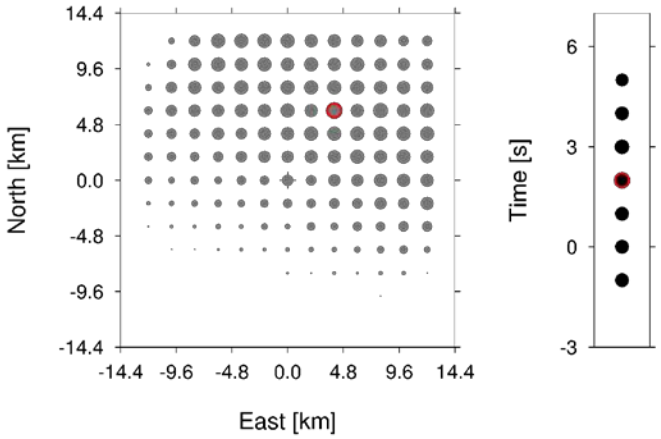
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

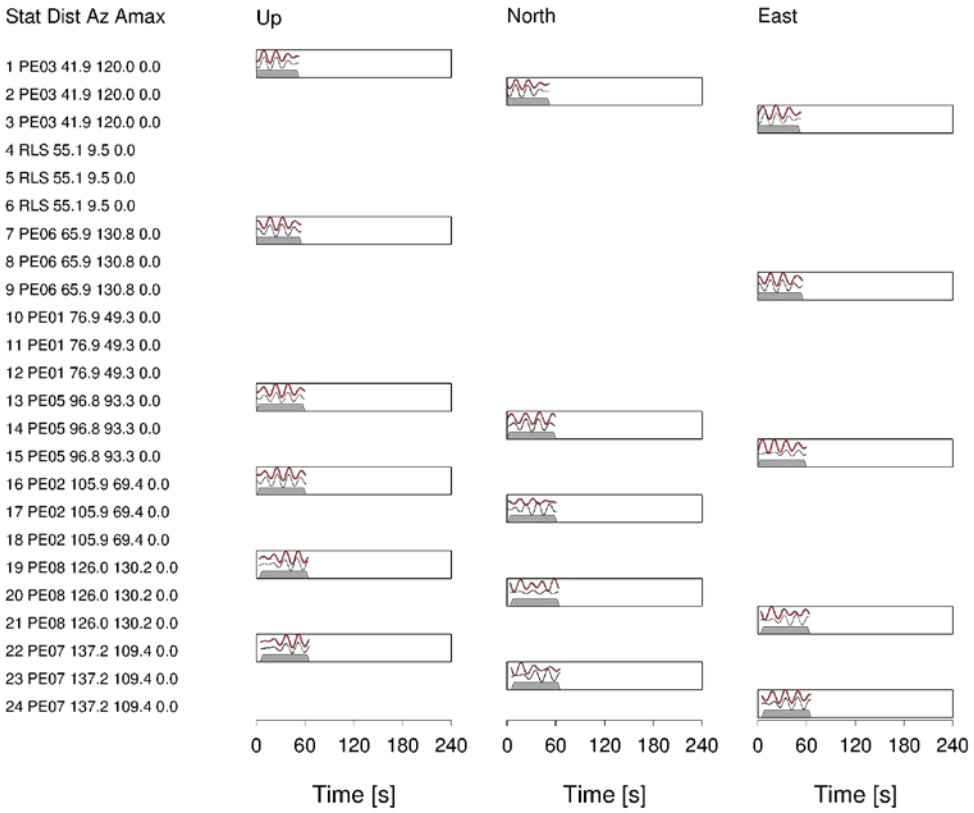
Event	EGELADOS
Lat Lon	37.56 N 21.36 E
Strike	194.0 301.0
Dip	63.0 60.0
Rake	146.0 32.0
M_0	4.06E+14Nm
M_w	3.6
Depth	14.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.724
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	24 (8 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

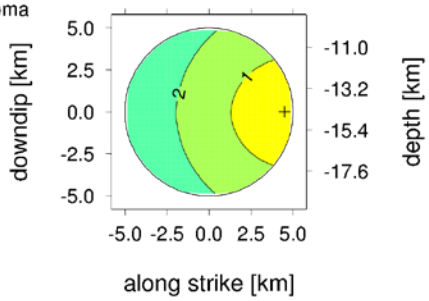


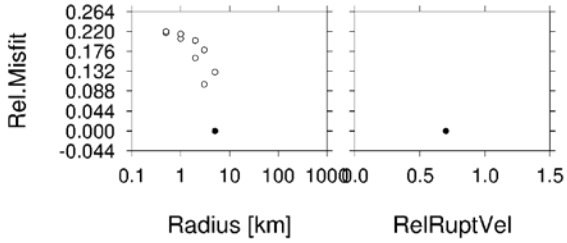
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

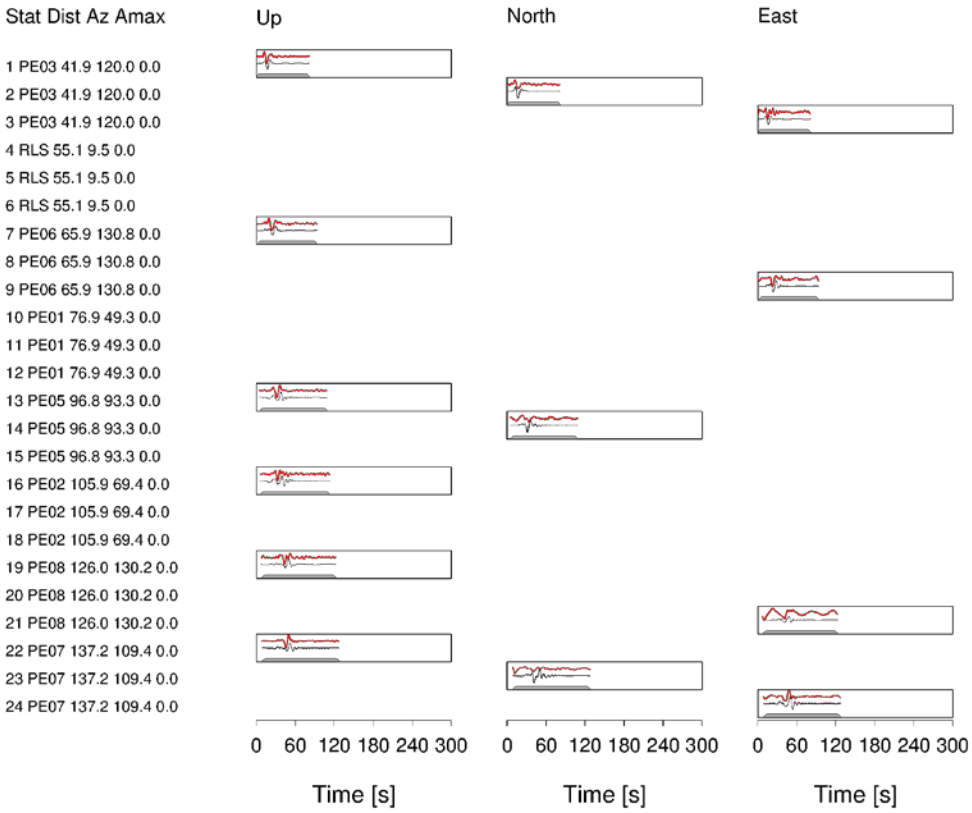
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.56 N 21.36 E		
Strike	194.0		
Dip	63.0		
Rake	146.0		
M_0	4.06E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	14.4km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km²
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.546		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	24 (8 stations)		







Fit of Seismograms

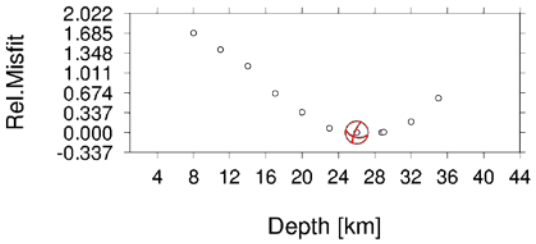


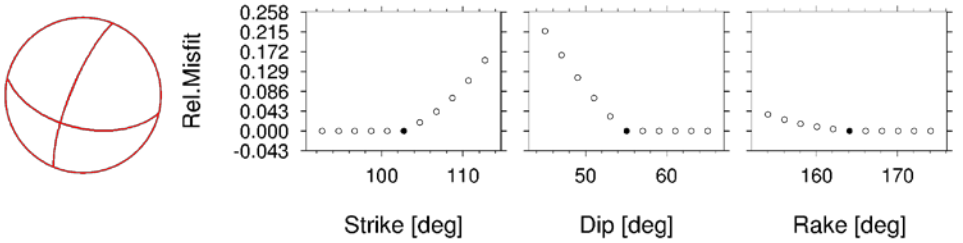
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20061024 03:39:38

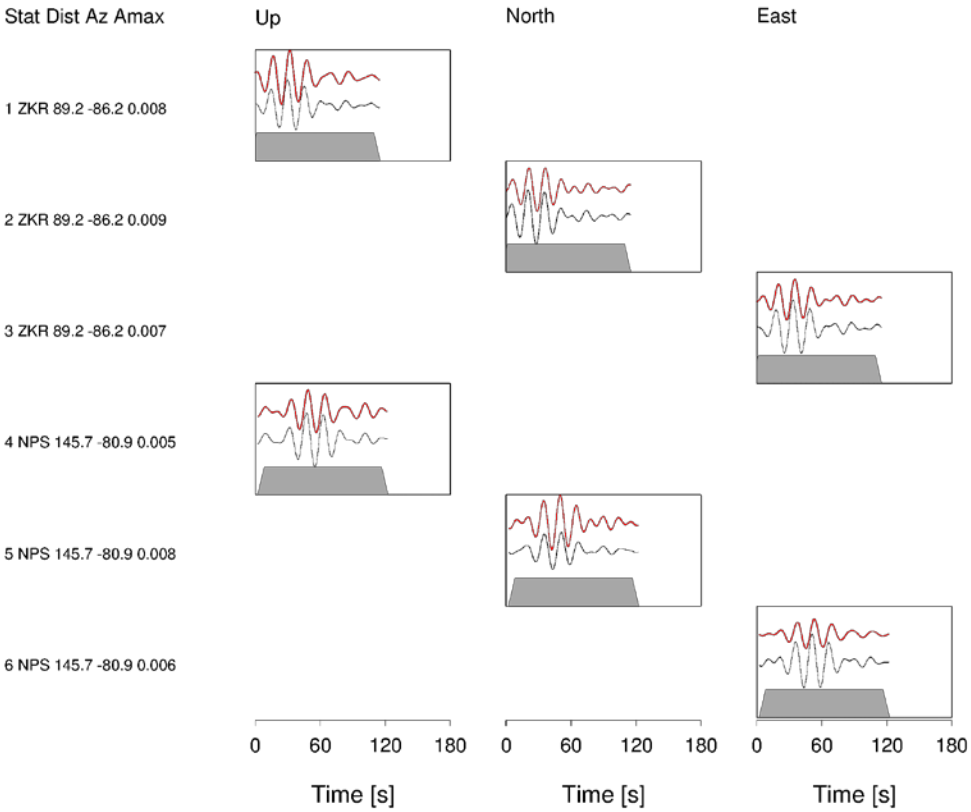
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.06 N 27.19 E			
Strike	103.0	103.0	202.0	202.0
Dip	55.0	55.0	77.0	77.0
Rake	164.0	-16.0	36.0	-144.0
M_0	1.42E+16Nm			
M_w	4.6			
Depth	28.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.348			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	6 (2 stations)			





Fit of Seismograms



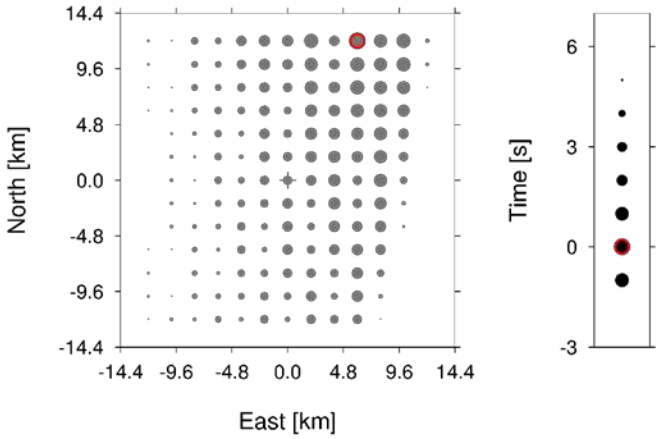
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

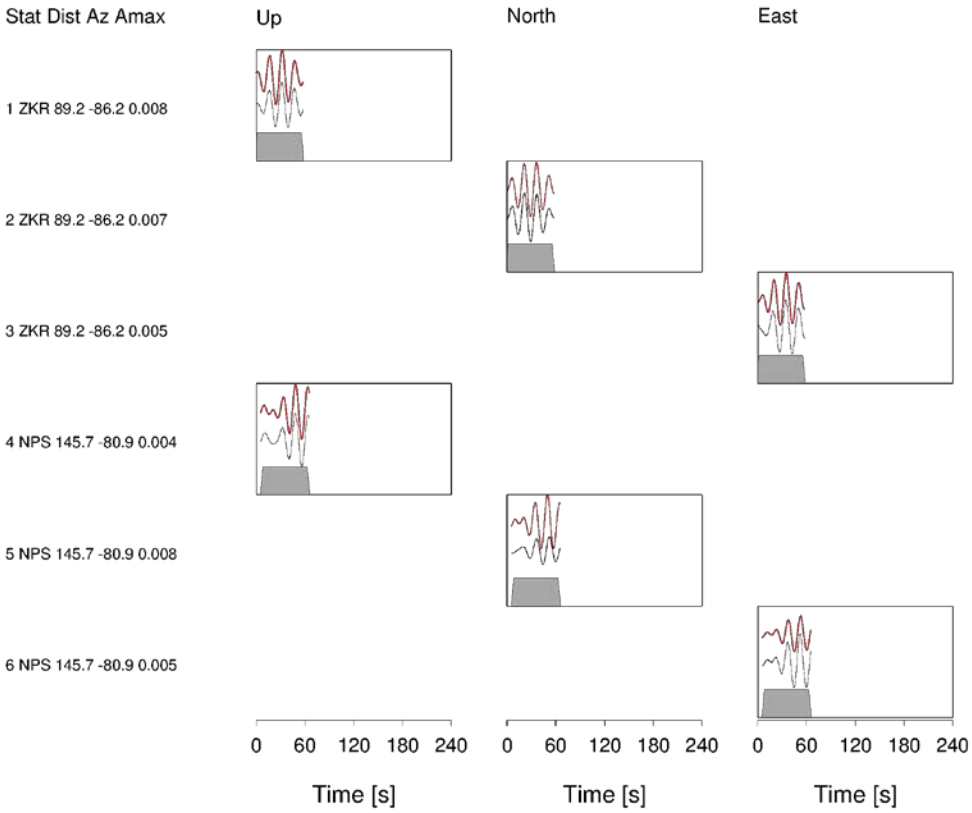
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.06 N 27.19 E
Strike	103.0 202.0
Dip	55.0 77.0
Rake	164.0 36.0
M_0	1.42E+16Nm
M_w	4.6
Depth	28.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.493
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	6 (2 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



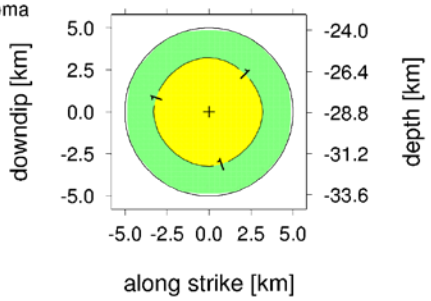
Fit of Seismograms



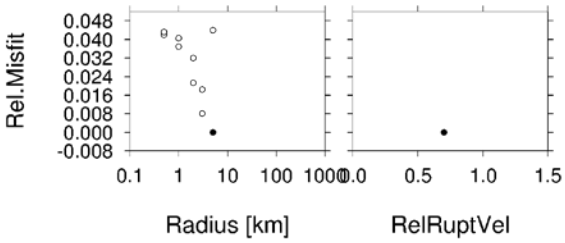
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

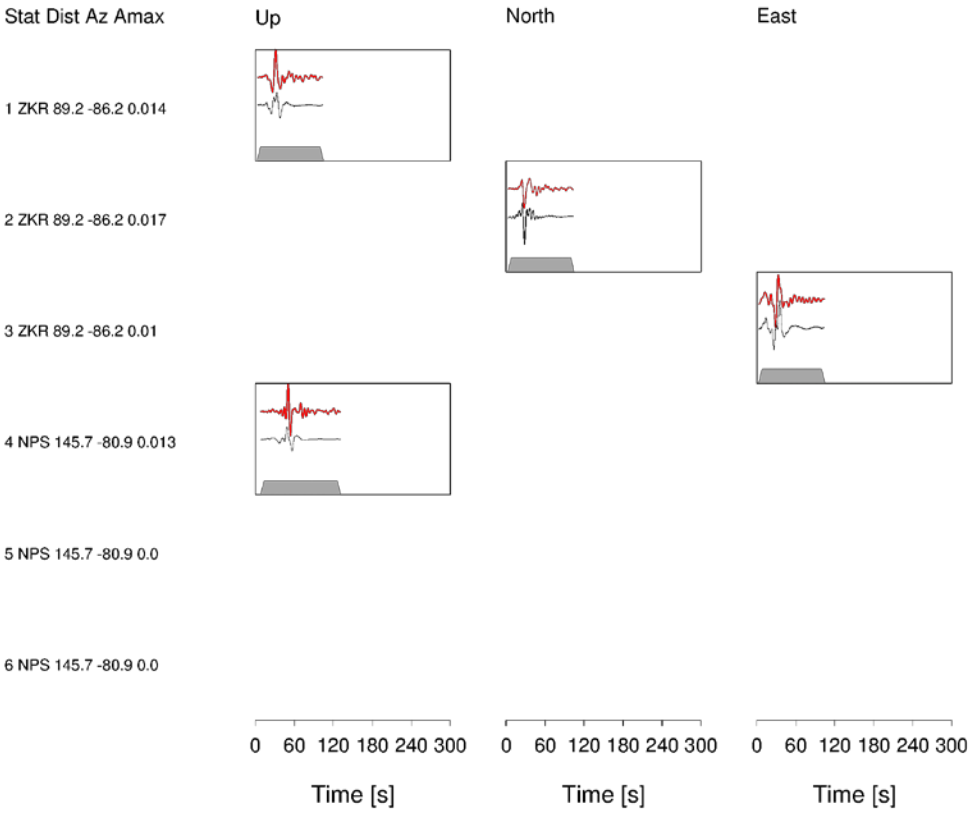
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.06 N 27.19 E		
Strike	202.0		
Dip	77.0		
Rake	36.0		
M_0	1.42E+16Nm		
M_w	4.6		
Depth	28.7km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.002m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.481		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	6 (2 stations)		







Fit of Seismograms



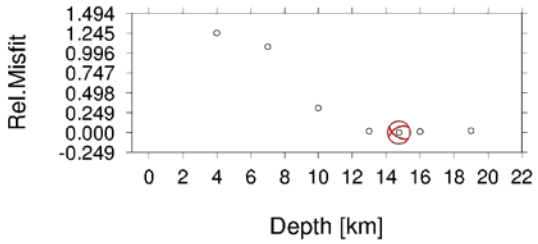
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

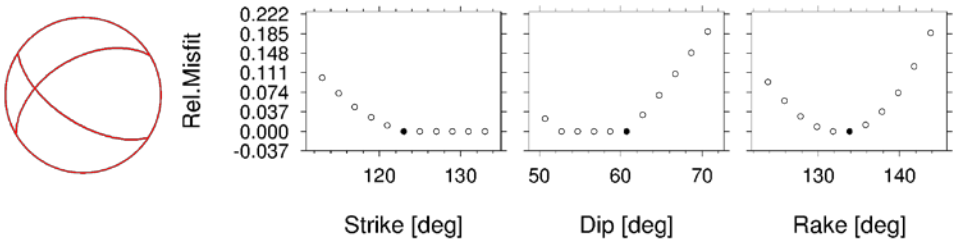
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20061025 06:49:50

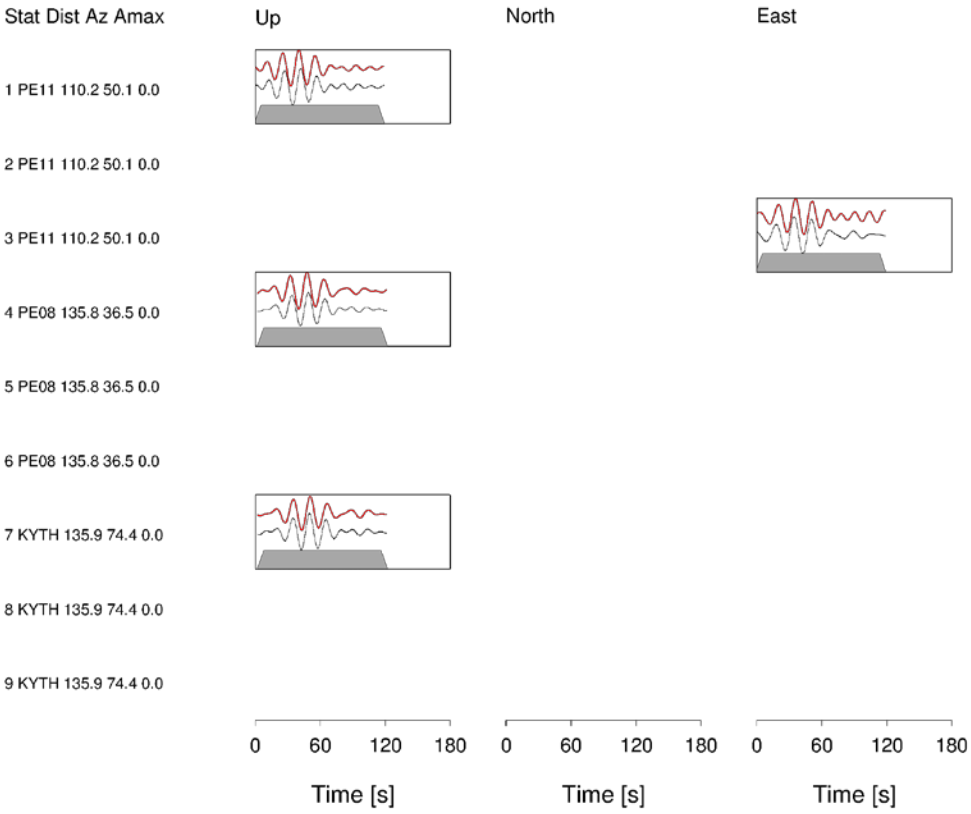
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.85 N 21.53 E			
Strike	123.0	123.0	240.0	240.0
Dip	61.0	61.0	51.0	51.0
Rake	134.0	-46.0	39.0	-141.0
M_0	3.92E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	14.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.217			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	9 (3 stations)			





Fit of Seismograms



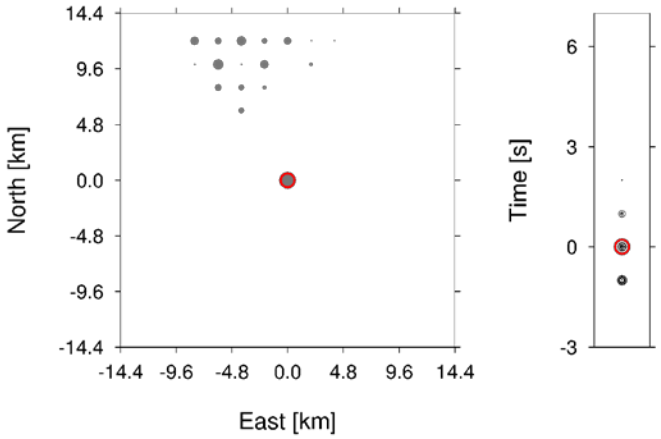
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

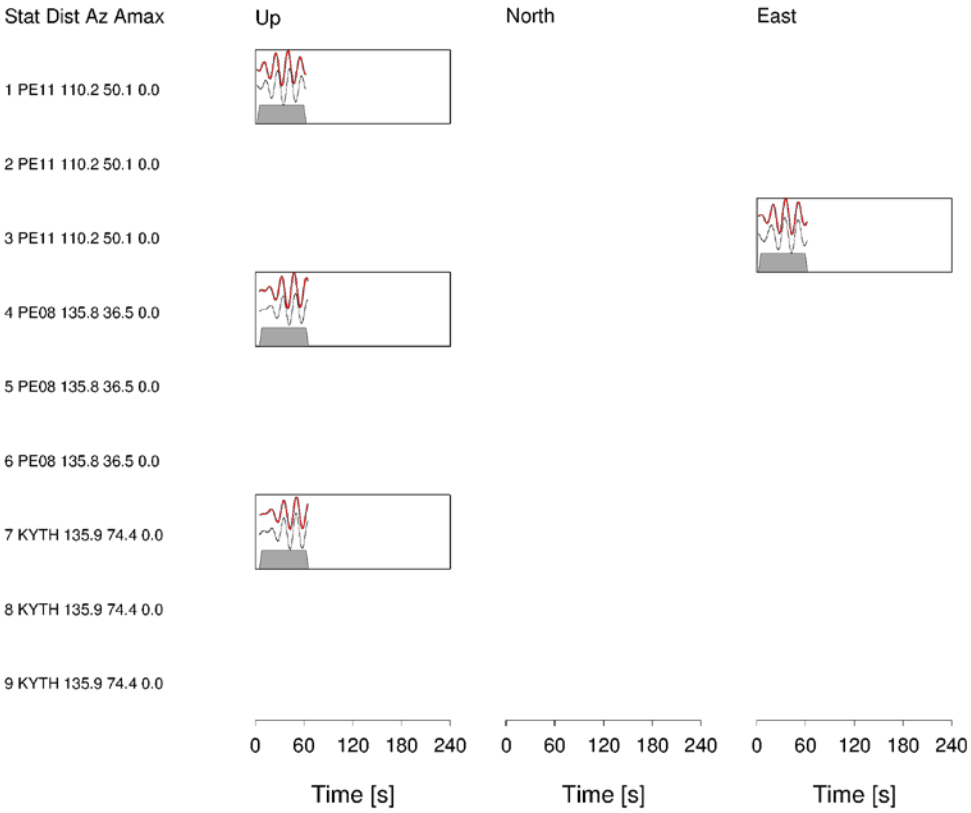
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.85 N 21.53 E
Strike	123.0 240.0
Dip	61.0 51.0
Rake	134.0 39.0
M_0	3.92E+14Nm
M_w	3.6
Depth	14.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.343
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



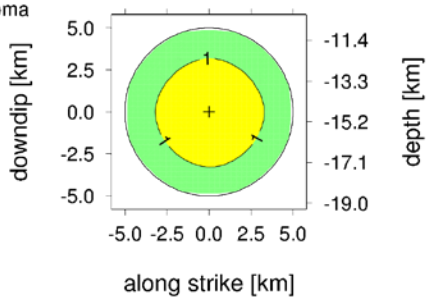
Fit of Seismograms



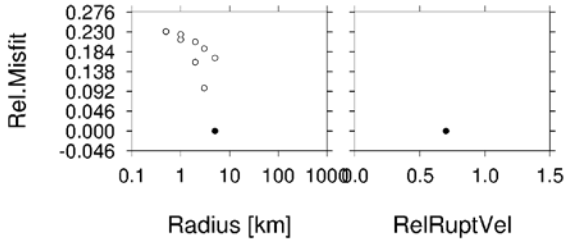
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

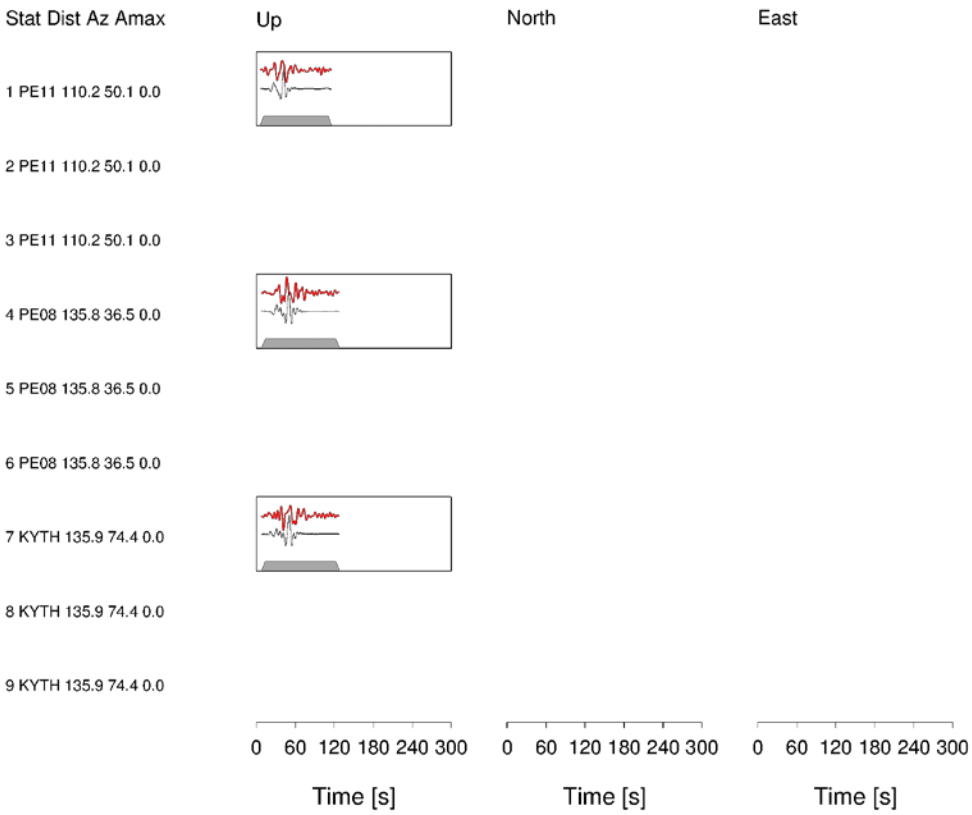
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.85 N 21.53 E		
Strike	240.0		
Dip	51.0		
Rake	39.0		
M_0	3.92E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	14.7km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.355		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

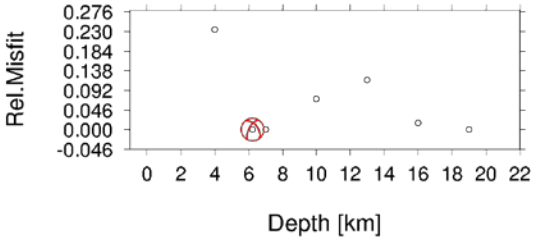
20061030 17:34:40

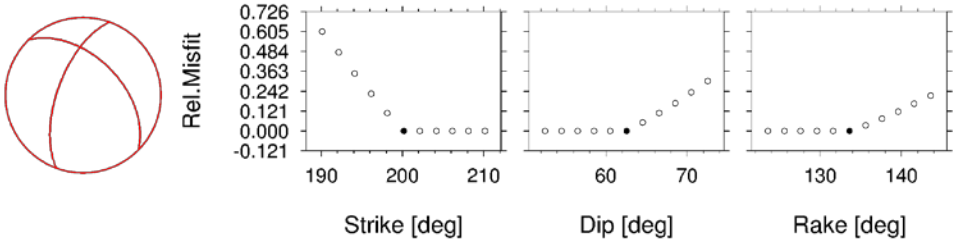
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	37.36 N 26.79 E			
Strike	200.0	200.0	316.0	316.0
Dip	63.0	63.0	50.0	50.0
Rake	134.0	-46.0	37.0	-143.0

M_0 7.81E+14Nm
M_w 3.8
Depth 6.2km
Duration 0.4s
Misfit 0.359

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 27 (9 stations)

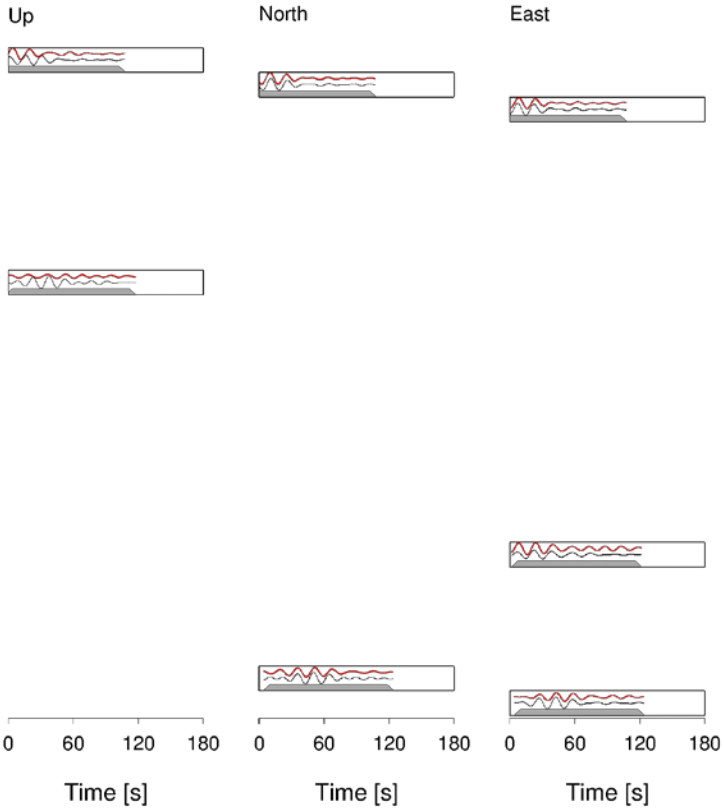




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 SAMO 37.7 6.3 0.0
2 SAMO 37.7 6.3 0.001
3 SAMO 37.7 6.3 0.0
4 IKAR 52.7 -54.0 0.0
5 IKAR 52.7 -54.0 0.0
6 IKAR 52.7 -54.0 0.0
7 KOSI 70.4 168.2 0.0
8 KOSI 70.4 168.2 0.0
9 KOSI 70.4 168.2 0.0
10 ASTY 93.5 -158.8 0.0
11 ASTY 93.5 -158.8 0.0
12 ASTY 93.5 -158.8 0.0
13 AMOS 110.6 -124.6 0.0
14 AMOS 110.6 -124.6 0.0
15 AMOS 110.6 -124.6 0.0
16 TILO 117.2 153.7 0.0
17 TILO 117.2 153.7 0.0
18 TILO 117.2 153.7 0.0
19 MYKO 125.0 -83.6 0.0
20 MYKO 125.0 -83.6 0.0
21 MYKO 125.0 -83.6 0.0
22 ANAF 143.6 -140.9 0.0
23 ANAF 143.6 -140.9 0.0
24 ANAF 143.6 -140.9 0.0
25 IOSI 145.0 -118.5 0.0
26 IOSI 145.0 -118.5 0.0
27 IOSI 145.0 -118.5 0.0

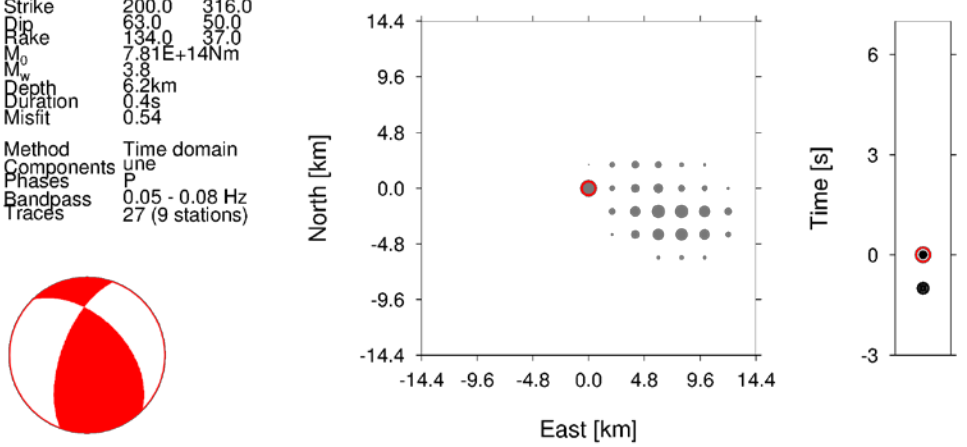


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

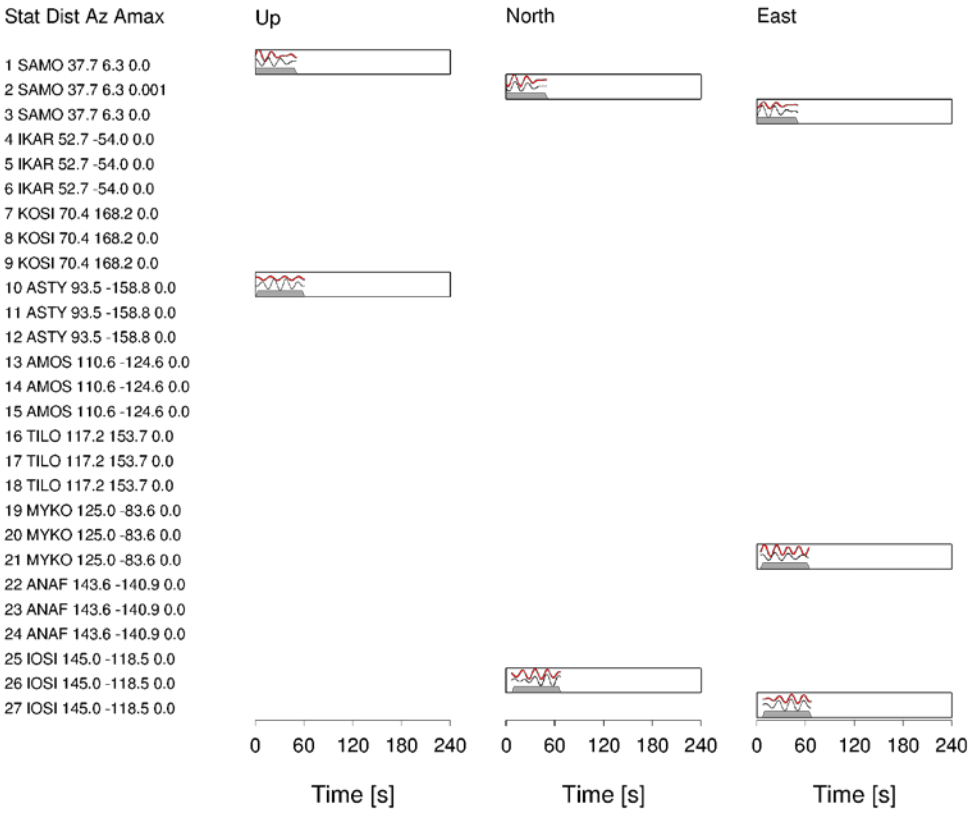
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.36 N 26.79 E
Strike	200.0 316.0
Dip	63.0 50.0
Rake	134.0 37.0
M_0	7.81E+14Nm
M_w	3.8
Depth	6.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.54
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)

/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

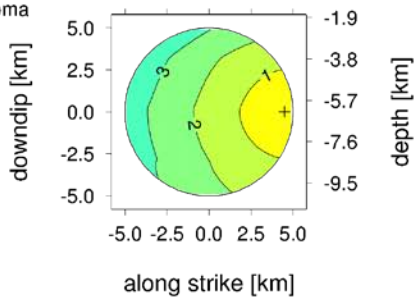


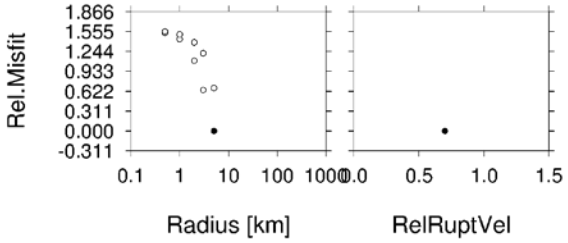
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

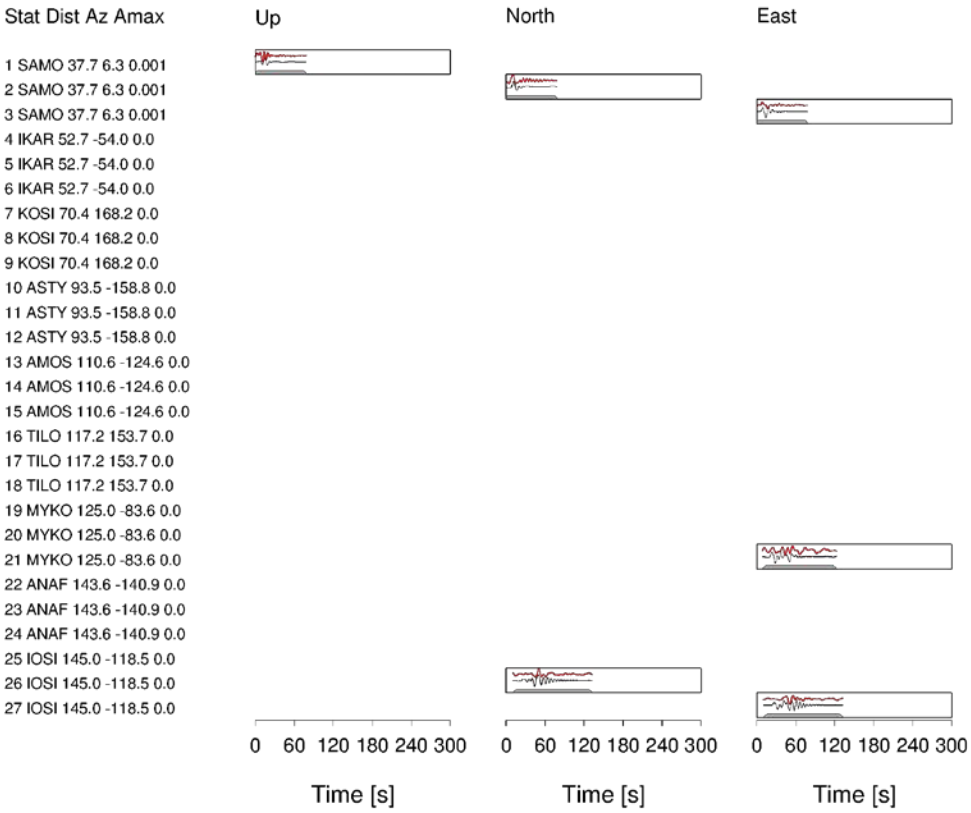
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.36 N 26.79 E		
Strike	316.0		
Dip	50.0		
Rake	37.0		
M_0	7.81E+14Nm		
M_w	3.8		
Depth	6.2km	Duration	1.6+3.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.57		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

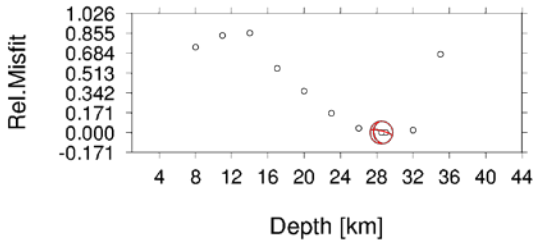
20061116 16:44:24

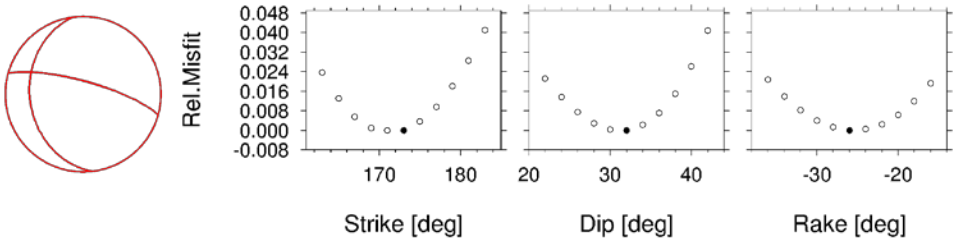
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.14 N 27.86 E			
Strike	173.0	173.0	285.0	285.0
Dip	32.0	32.0	77.0	77.0
Rake	-26.0	154.0	-119.0	61.0

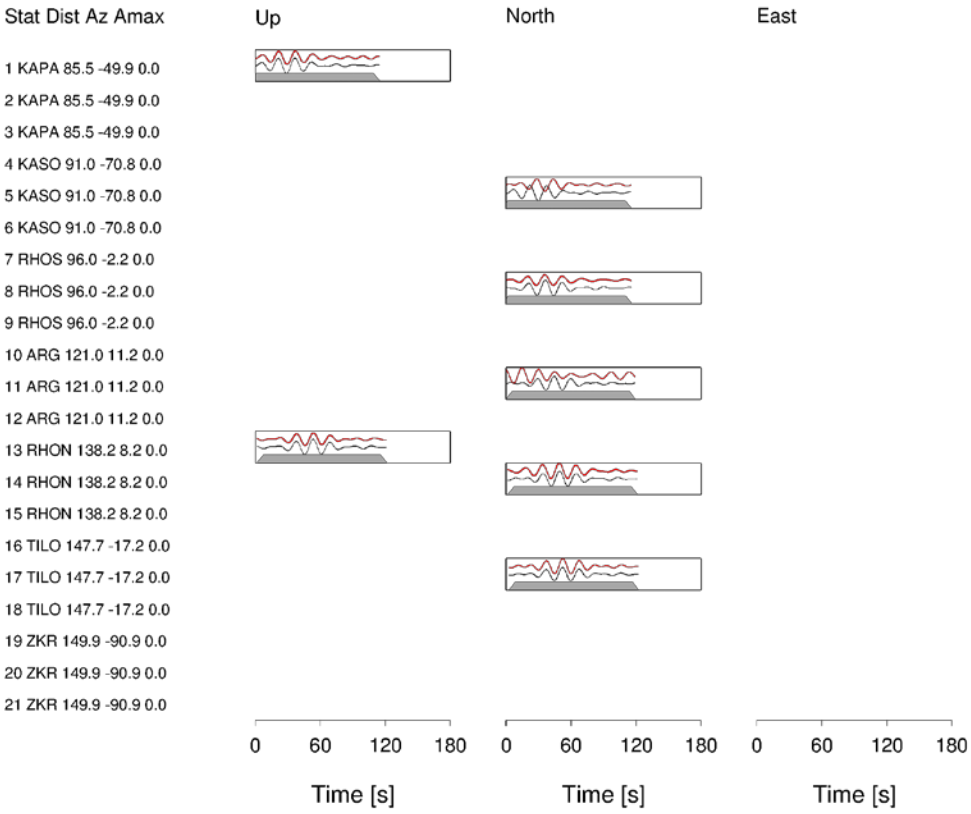
M_0 3.57E+14Nm
M_w 3.6
Depth 28.4km
Duration 0.4s
Misfit 0.363

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 21 (7 stations)





Fit of Seismograms



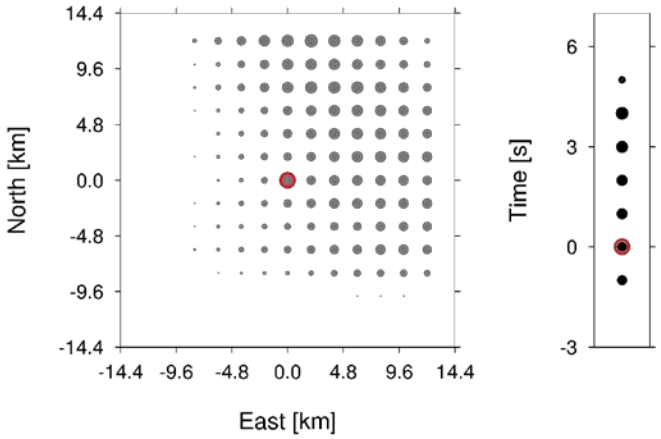
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

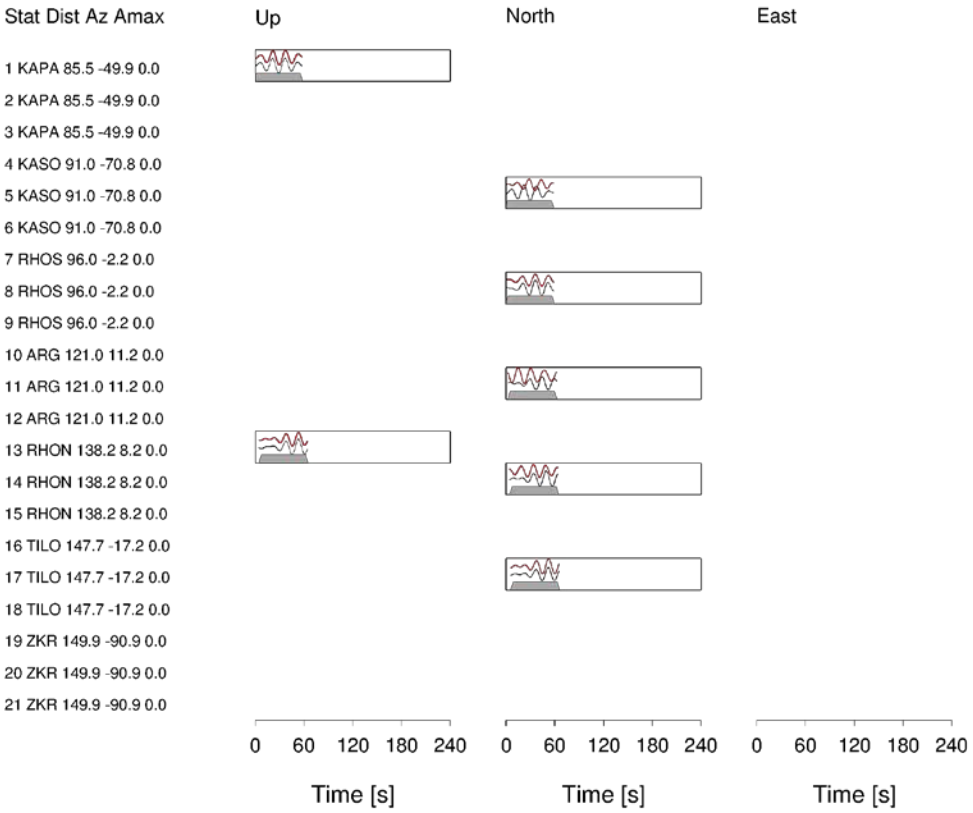
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.14 N 27.86 E
Strike	173.0 285.0
Dip	32.0 77.0
Rake	-26.0 -119.0
M_0	3.57E+14Nm
M_w	3.6
Depth	28.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.741
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



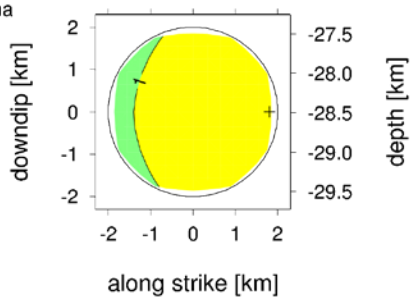
Fit of Seismograms



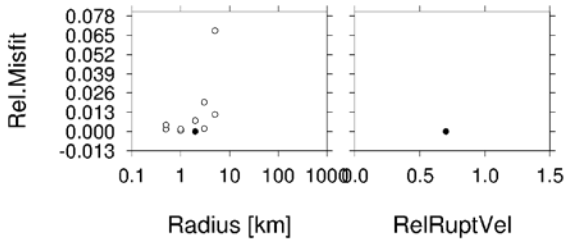
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

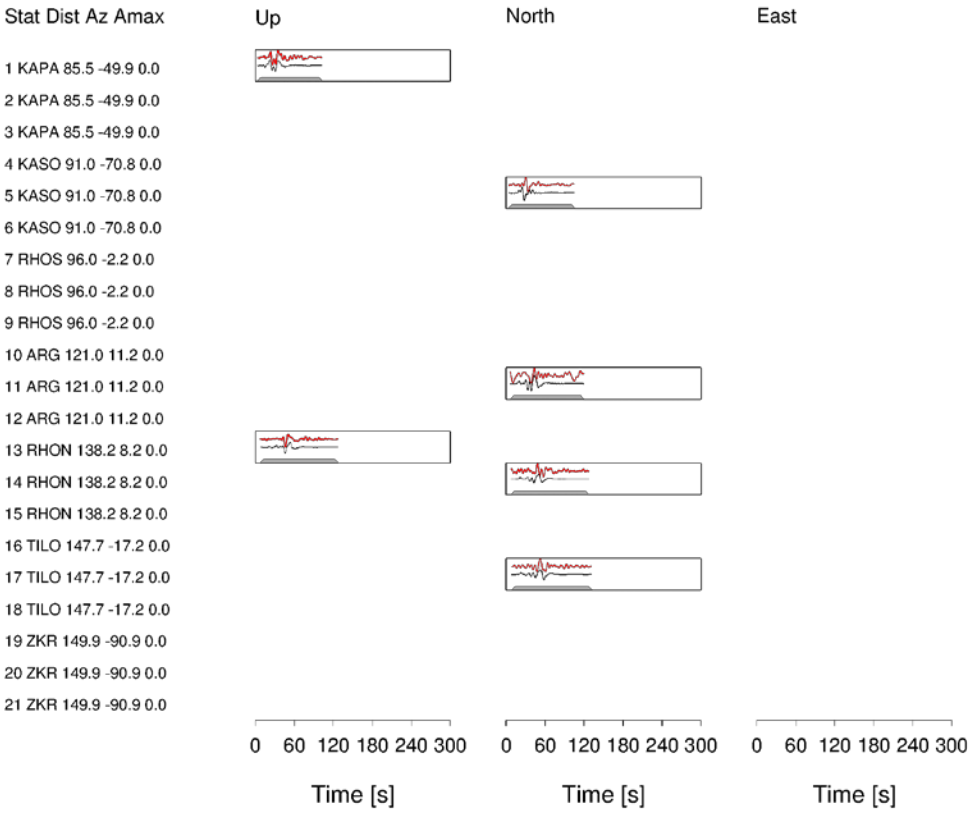
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.14 N 27.86 E		
Strike	173.0		
Dip	32.0		
Rake	-26.0		
M_0	3.57E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	28.4km	Duration	1.6±1.1s
Radius	2.0km	Area	12.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 1.8km	y: 0.0km	
Misfit	0.433		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms



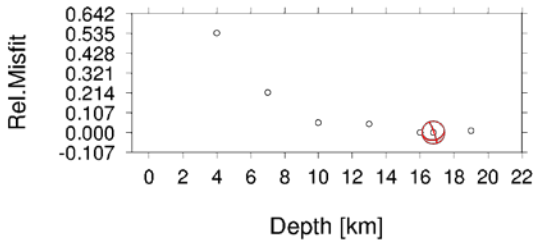
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

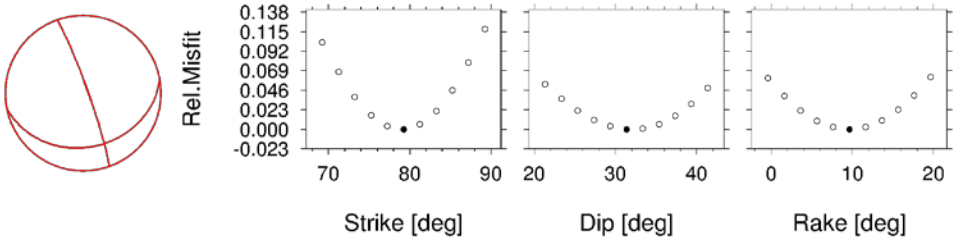
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20061116 18:50:02

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.96 N 23.23 E			
Strike	79.0	79.0	341.0	341.0
Dip	31.0	31.0	85.0	85.0
Rake	10.0	-170.0	121.0	-59.0
M_0	4.17E+14Nm			
M_w	3.6			
Depth	16.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.326			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 48 (16 stations)

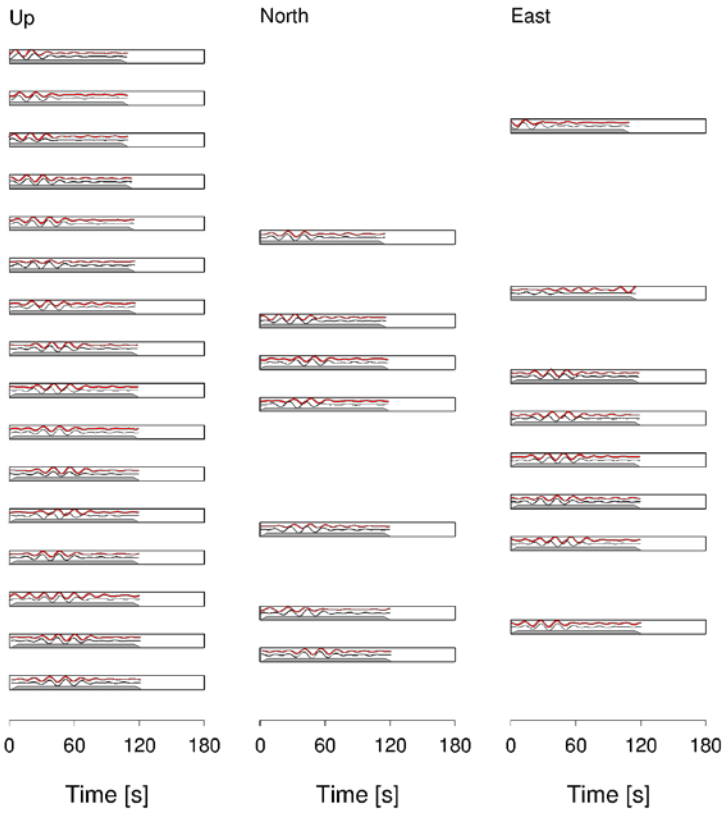




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 PE07 42.1 -60.1 0.0
2 PE07 42.1 -60.1 0.0
3 PE07 42.1 -60.1 0.0
4 PE10 45.7 -139.4 0.0
5 PE10 45.7 -139.4 0.0
6 PE10 45.7 -139.4 0.0
7 IDHR 47.8 2.9 0.0
8 IDHR 47.8 2.9 0.0
9 IDHR 47.8 2.9 0.0
10 PE08 71.7 -101.3 0.0
11 PE08 71.7 -101.3 0.0
12 PE08 71.7 -101.3 0.0
13 PE11 85.5 -128.0 0.0
14 PE11 85.5 -128.0 0.0
15 PE11 85.5 -128.0 0.0
16 KYTH 90.2 -166.0 0.0
17 KYTH 90.2 -166.0 0.0
18 KYTH 90.2 -166.0 0.0
19 PE05 92.2 -47.9 0.0
20 PE05 92.2 -47.9 0.0
21 PE05 92.2 -47.9 0.0
22 AT04 111.6 40.1 0.0
23 AT04 111.6 40.1 0.0
24 AT04 111.6 40.1 0.0
25 SERI 113.7 78.2 0.0
26 SERI 113.7 78.2 0.0
27 SERI 113.7 78.2 0.0
28 PE06 118.6 -77.7 0.0
29 PE06 118.6 -77.7 0.0
30 PE06 118.6 -77.7 0.0
31 AT03 120.2 9.9 0.0
32 AT03 120.2 9.9 0.0
33 AT03 120.2 9.9 0.0
34 KIMO 120.5 98.3 0.0
35 KIMO 120.5 98.3 0.0
36 KIMO 120.5 98.3 0.0
37 AKYT 121.2 177.0 0.0
38 AKYT 121.2 177.0 0.0
39 AKYT 121.2 177.0 0.0
40 PE02 122.8 -31.9 0.0
41 PE02 122.8 -31.9 0.0
42 PE02 122.8 -31.9 0.0
43 AT02 133.0 24.5 0.0
44 AT02 133.0 24.5 0.0
45 AT02 133.0 24.5 0.0
46 PE03 137.6 -69.7 0.0
47 PE03 137.6 -69.7 0.0
48 PE03 137.6 -69.7 0.0



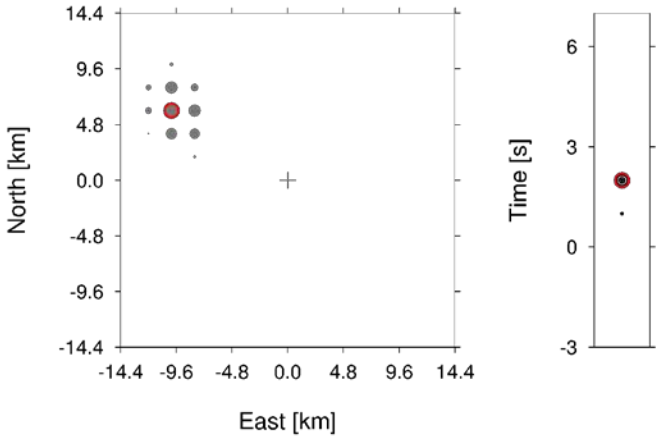
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

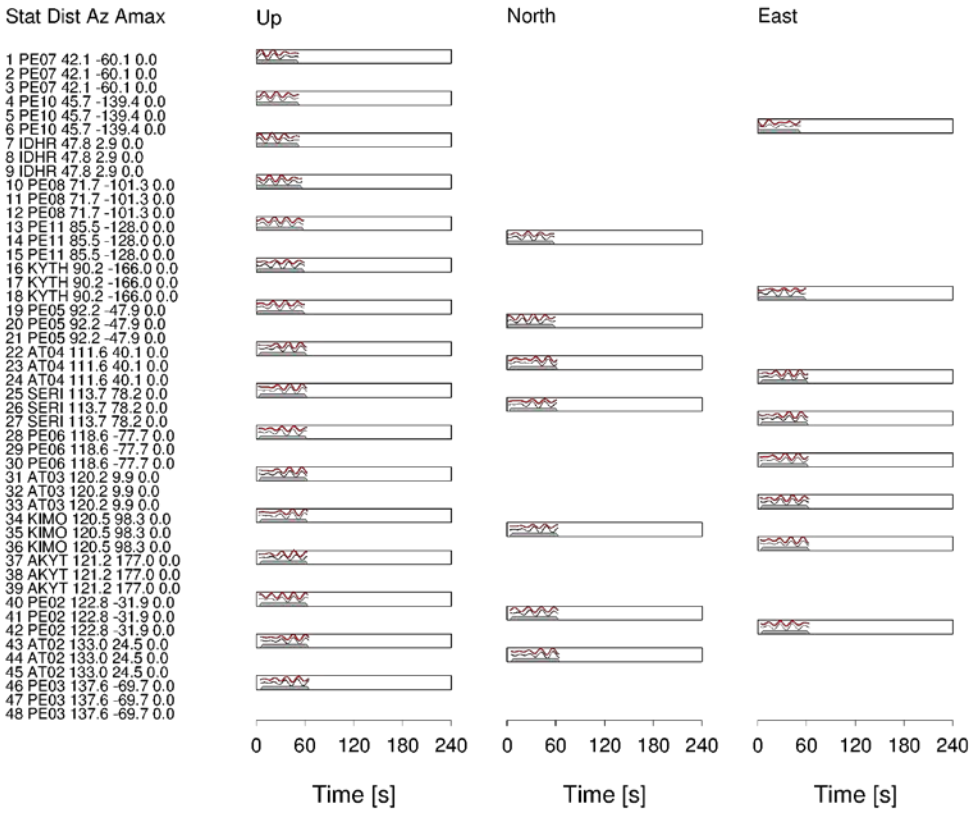
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.96 N 23.23 E
Strike	79.0 341.0
Dip	31.0 85.0
Rake	10.0 121.0
M_0	4.17E+14Nm
M_w	3.6
Depth	16.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.468
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	48 (16 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



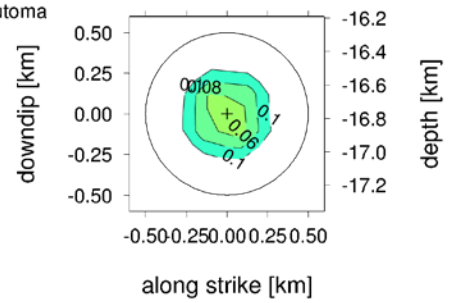
Fit of Seismograms



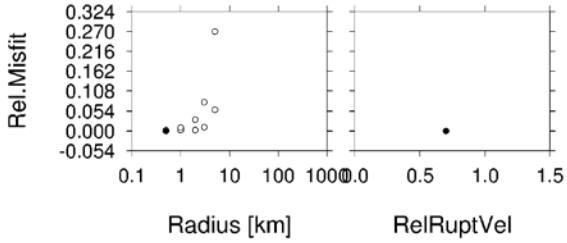
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

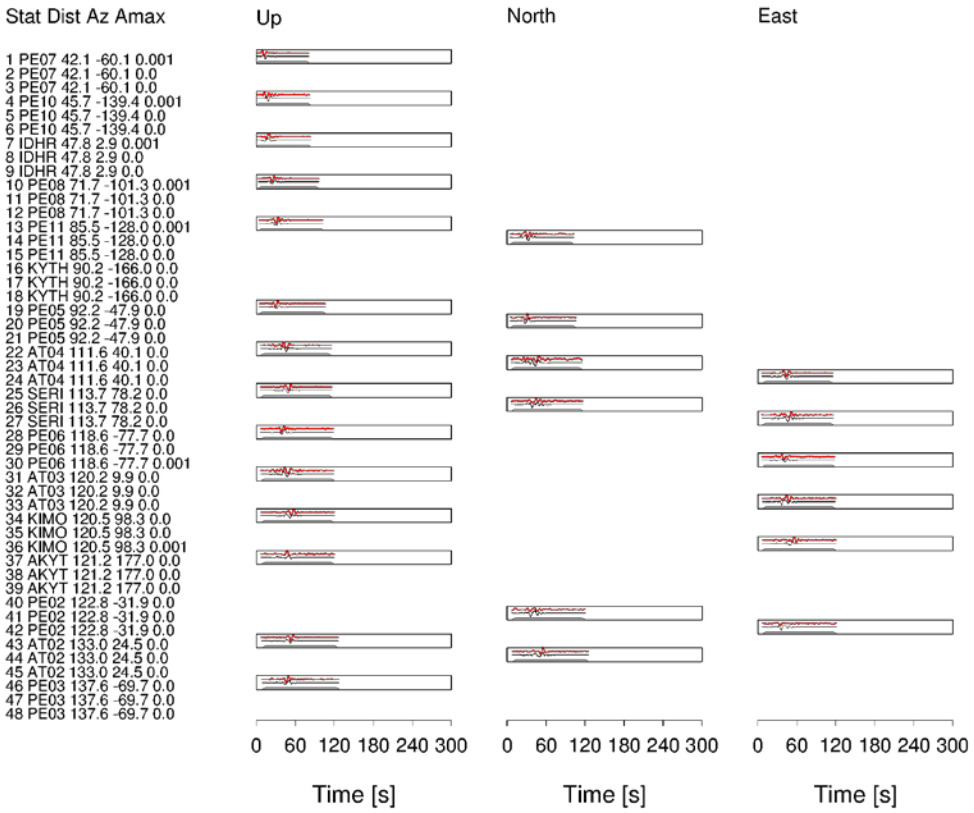
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.96 N 23.23 E		
Strike	341.0		
Dip	85.0		
Rake	121.0		
M_0	4.17E+14Nm		
M_w	3.6		
Depth	16.7km	Duration	1.6+0.0s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.007m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.371		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	48 (16 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

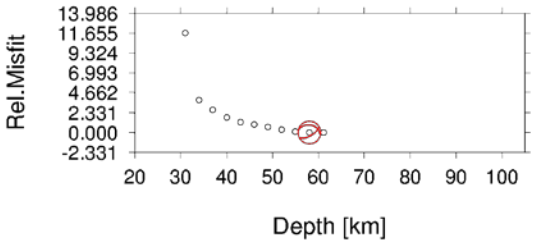
20061122 16:12:46

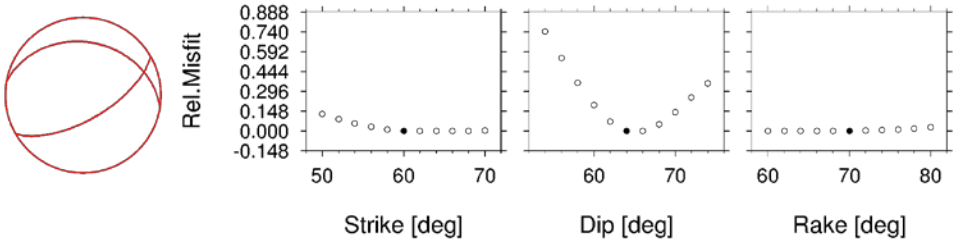
Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.65 N 24.82 E			
Strike	60.0	60.0	280.0	280.0
Dip	64.0	64.0	32.0	32.0
Rake	70.0	-110.0	125.0	-55.0

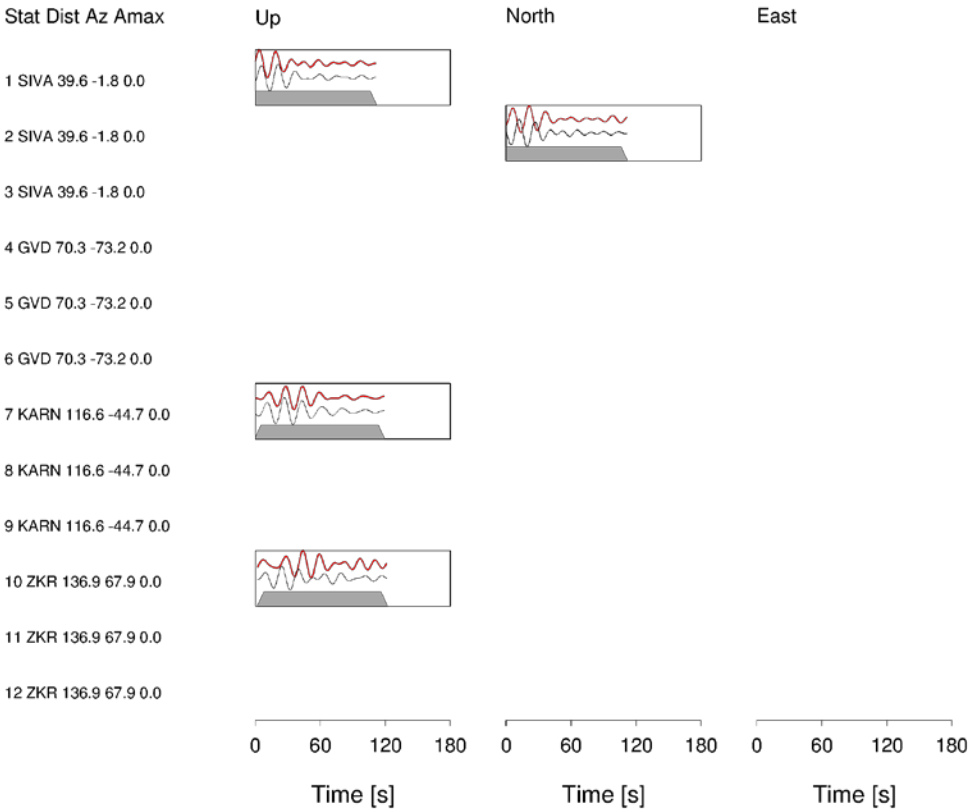
M_0 1.46E+15Nm
M_w 4.0
Depth 61.1km
Duration 0.4s
Misfit 0.194

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 12 (4 stations)





Fit of Seismograms



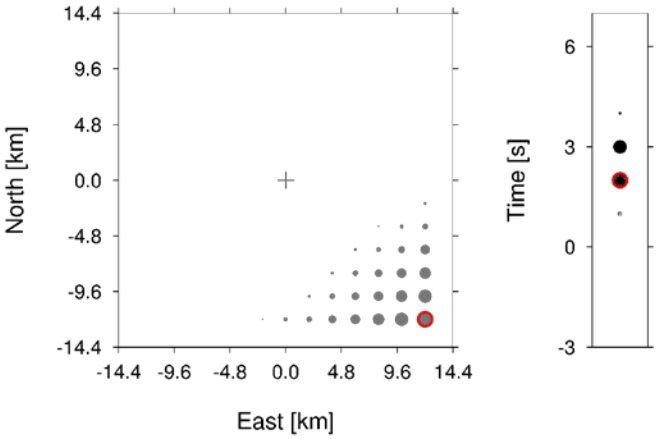
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

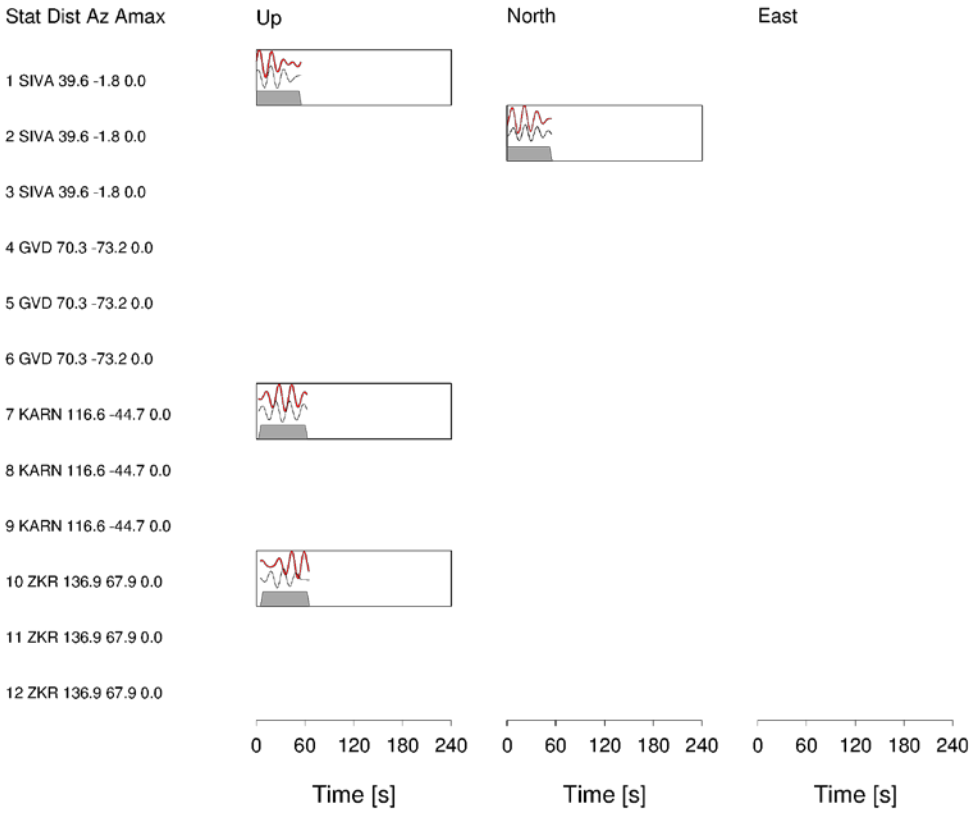
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.65 N 24.82 E
Strike	60.0 280.0
Dip	64.0 32.0
Rake	-110.0 -55.0
M_0	1.46E+15Nm
M_w	4.0
Depth	61.1km
Duration	0.4s
Misfit	0.701
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	12 (4 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

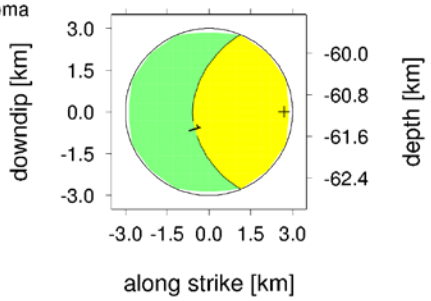


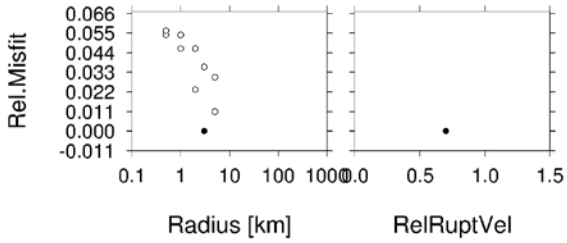
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

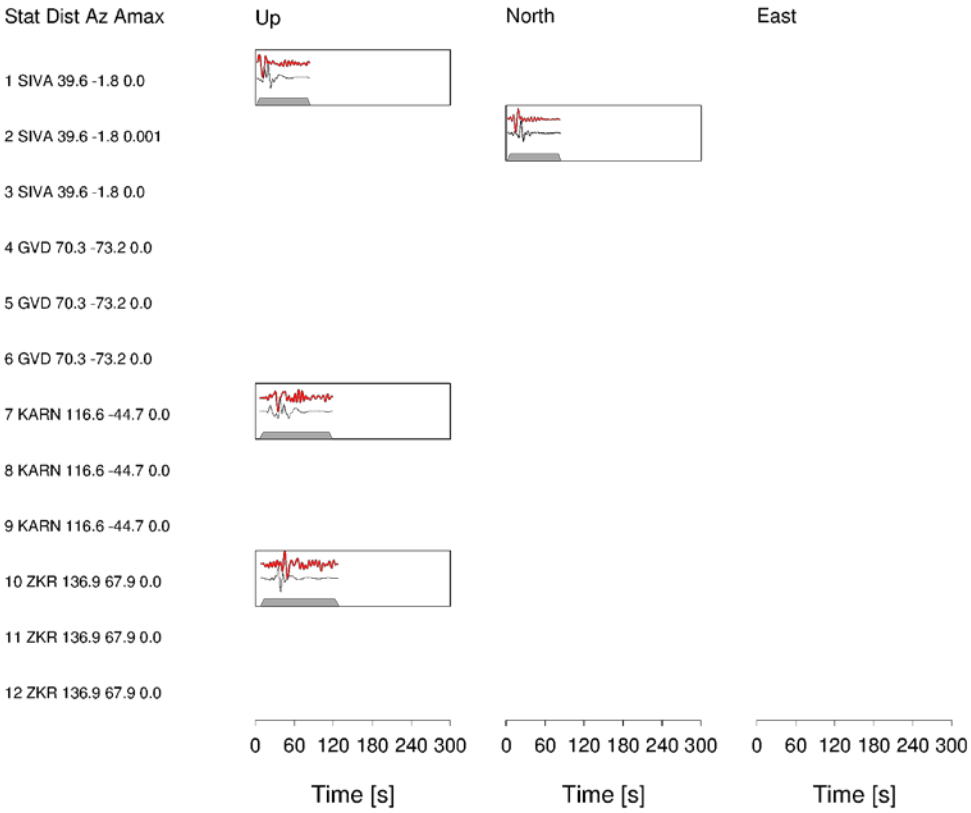
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.65 N 24.82 E		
Strike	280.0		
Dip	32.0		
Rake	-55.0		
M_0	1.46E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	61.1km	Duration	1.6+1.6s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.358		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	12 (4 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

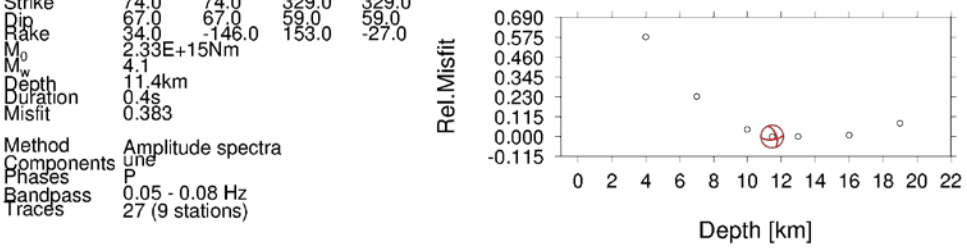
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

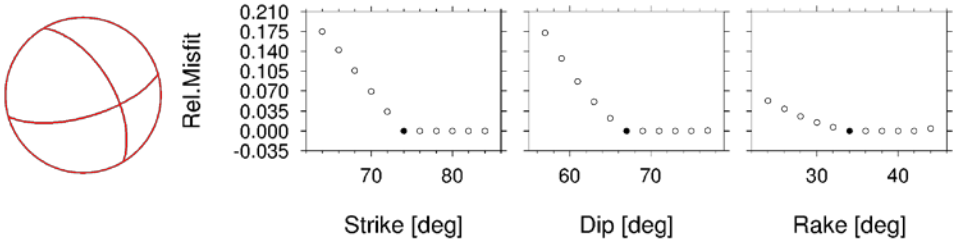
20061124 17:16:57

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

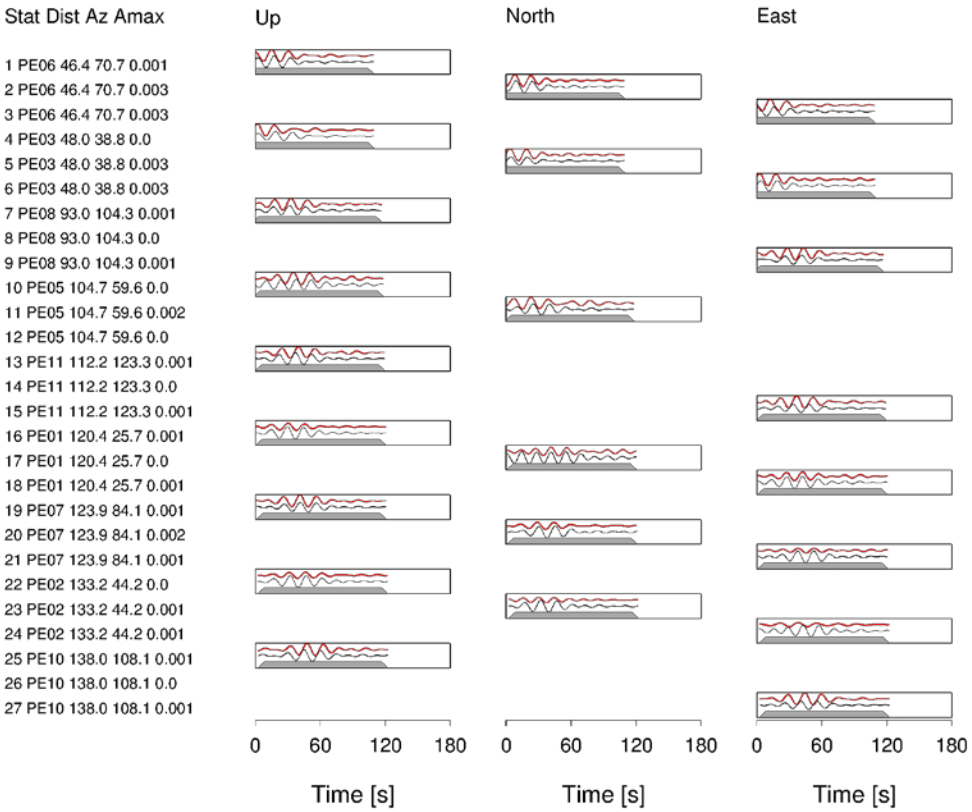
Lat Lon	37.04 N 21.43 E			
Strike	74.0	74.0	329.0	329.0
Dip	67.0	67.0	59.0	59.0
Rake	34.0	-146.0	153.0	-27.0
M_0	2.33E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	11.4km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.383			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 27 (9 stations)





Fit of Seismograms



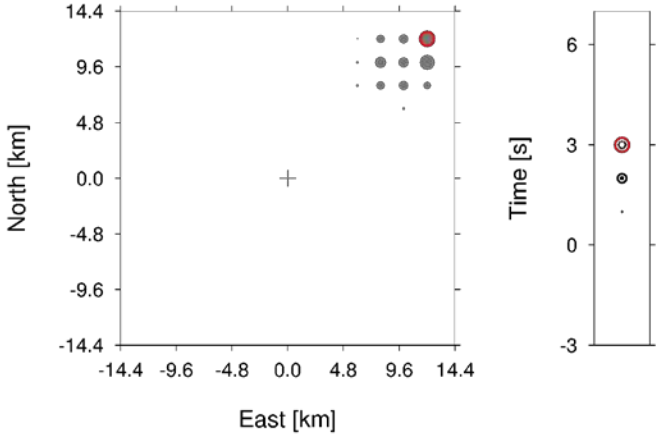
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	37.04 N 21.43 E
Strike	74.0 329.0
Dip	67.0 59.0
Rake	34.0 153.0
M_0	2.33E+15Nm
M_w	4.1
Depth	11.4km
Duration	0.4s
Misfit	0.477
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	27 (9 stations)

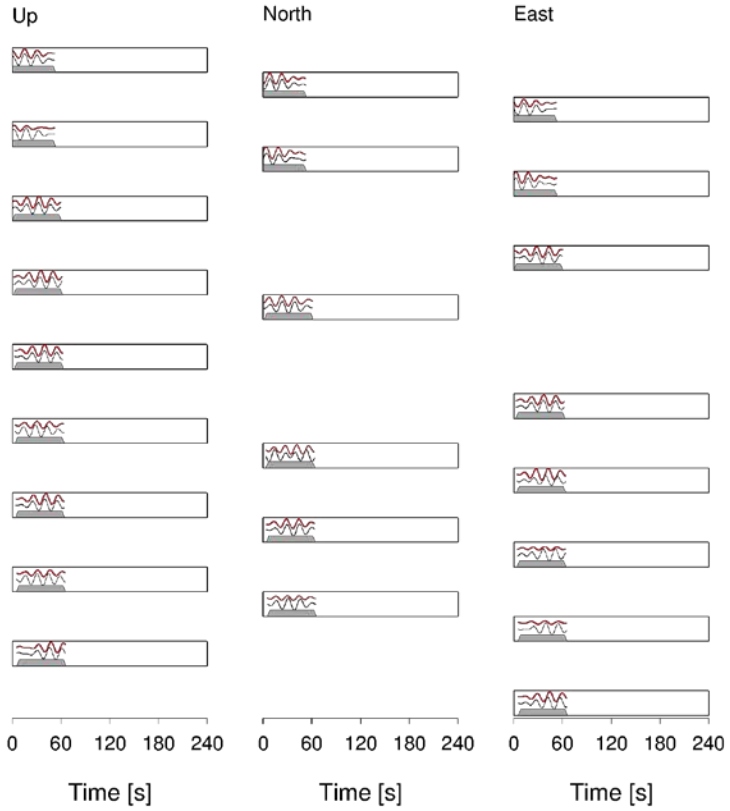


/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE06	46.4	70.7	0.001
2 PE06	46.4	70.7	0.003
3 PE06	46.4	70.7	0.004
4 PE03	48.0	38.8	0.002
5 PE03	48.0	38.8	0.003
6 PE03	48.0	38.8	0.003
7 PE08	93.0	104.3	0.001
8 PE08	93.0	104.3	0.0
9 PE08	93.0	104.3	0.001
10 PE05	104.7	59.6	0.0
11 PE05	104.7	59.6	0.002
12 PE05	104.7	59.6	0.0
13 PE11	112.2	123.3	0.001
14 PE11	112.2	123.3	0.0
15 PE11	112.2	123.3	0.002
16 PE01	120.4	25.7	0.001
17 PE01	120.4	25.7	0.0
18 PE01	120.4	25.7	0.0
19 PE07	123.9	84.1	0.001
20 PE07	123.9	84.1	0.001
21 PE07	123.9	84.1	0.001
22 PE02	133.2	44.2	0.0
23 PE02	133.2	44.2	0.001
24 PE02	133.2	44.2	0.001
25 PE10	138.0	108.1	0.001
26 PE10	138.0	108.1	0.0
27 PE10	138.0	108.1	0.001

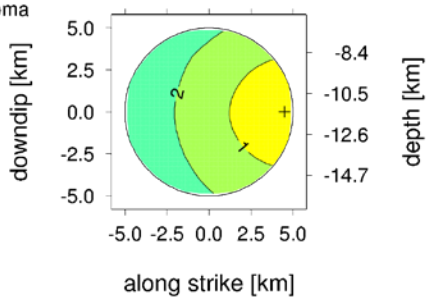


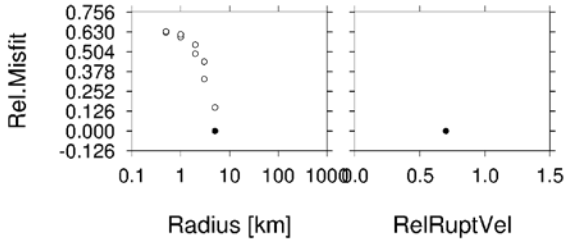
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

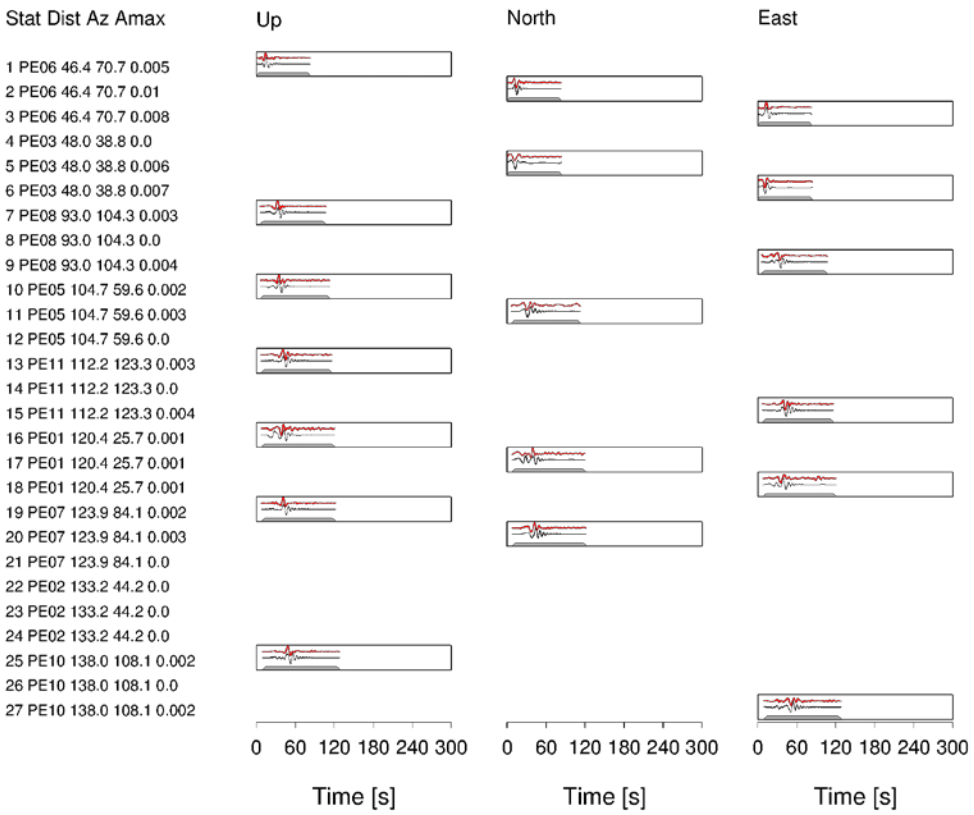
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.04 N 21.43 E		
Strike	329.0		
Dip	59.0		
Rake	153.0		
M_0	2.33E+15Nm		
M_w	4.1		
Depth	11.4km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.328		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	27 (9 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

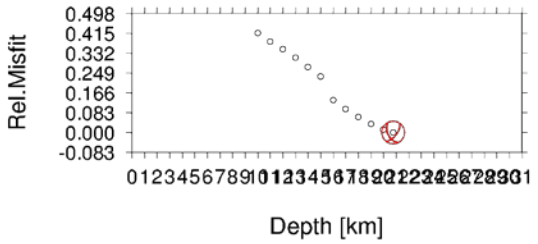
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20061126 17:58:05

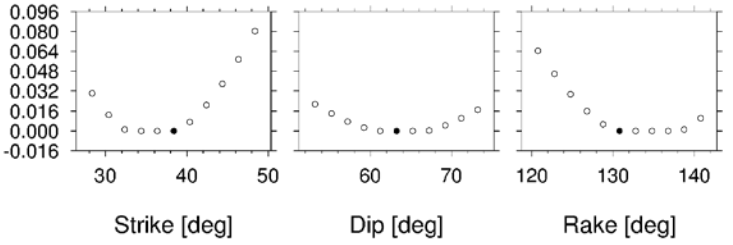
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.4 N 23.29 E			
Strike	38.0	38.0	156.0	156.0
Dip	63.0	63.0	47.0	47.0
Rake	131.0	-49.0	38.0	-142.0
M_0	6.68E+15Nm			
M_w	4.4			
Depth	20.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.395			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 39 (13 stations)



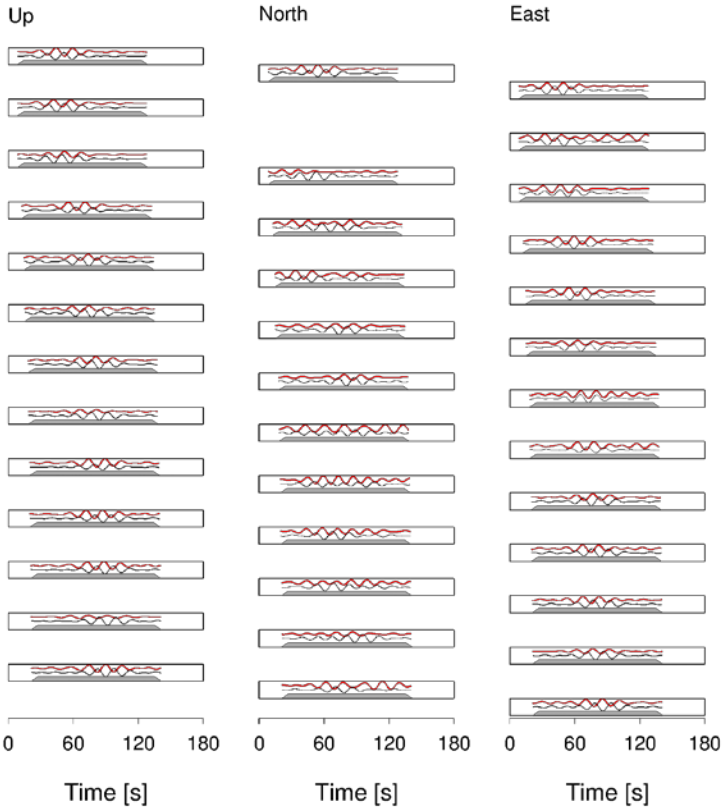




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 PE11 140.7 -31.3 0.004
2 PE11 140.7 -31.3 0.001
3 PE11 140.7 -31.3 0.004
4 PE10 142.4 -14.5 0.003
5 PE10 142.4 -14.5 0.0
6 PE10 142.4 -14.5 0.003
7 SIVA 144.1 106.9 0.004
8 SIVA 144.1 106.9 0.002
9 SIVA 144.1 106.9 0.003
10 PE08 176.0 -25.6 0.003
11 PE08 176.0 -25.6 0.001
12 PE08 176.0 -25.6 0.004
13 KIMO 191.9 36.0 0.001
14 KIMO 191.9 36.0 0.0
15 KIMO 191.9 36.0 0.003
16 PE07 198.1 -12.3 0.002
17 PE07 198.1 -12.3 0.002
18 PE07 198.1 -12.3 0.002
19 IDHR 220.3 -0.9 0.002
20 IDHR 220.3 -0.9 0.002
21 IDHR 220.3 -0.9 0.0
22 SERI 222.0 28.2 0.001
23 SERI 222.0 28.2 0.001
24 SERI 222.0 28.2 0.003
25 PE06 232.3 -31.5 0.003
26 PE06 232.3 -31.5 0.001
27 PE06 232.3 -31.5 0.003
28 IOSI 237.2 50.8 0.002
29 IOSI 237.2 50.8 0.001
30 IOSI 237.2 50.8 0.003
31 ANPA 241.1 40.8 0.001
32 ANPA 241.1 40.8 0.001
33 ANPA 241.1 40.8 0.003
34 PE05 245.8 -17.5 0.002
35 PE05 245.8 -17.5 0.001
36 PE05 245.8 -17.5 0.002
37 ANAF 247.5 63.8 0.001
38 ANAF 247.5 63.8 0.002
39 ANAF 247.5 63.8 0.002



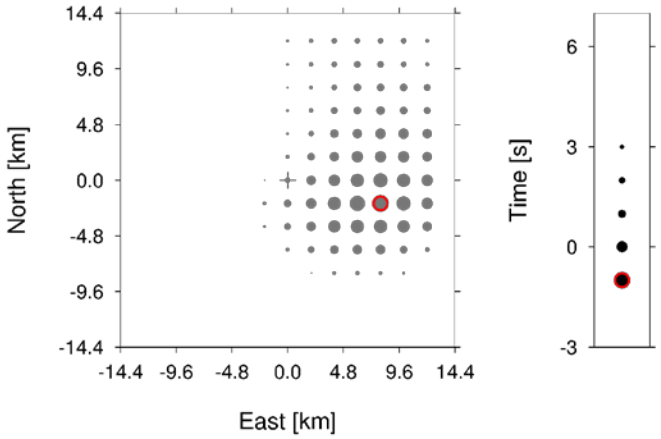
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

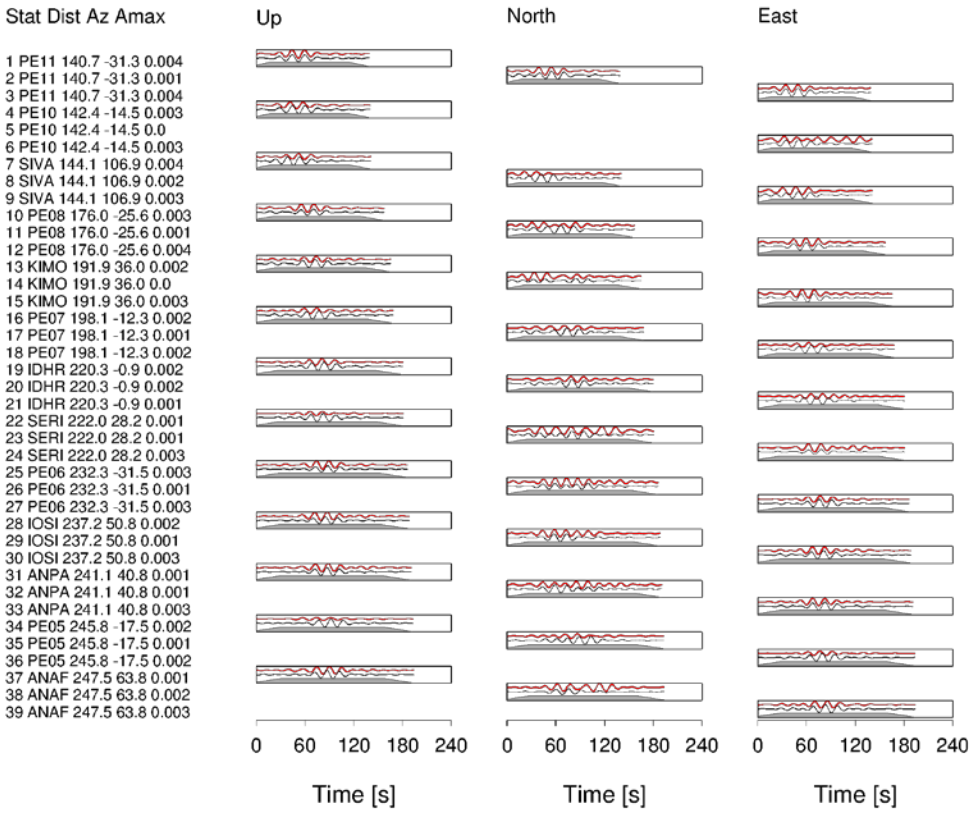
Event	EGELADOS
Lat Lon	35.4 N 23.29 E
Strike	38.0 156.0
Dip	63.0 47.0
Rake	-49.0 -142.0
M_0	6.68E+15Nm
M_w	4.4
Depth	20.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.818
Method	Time domain
Components	une
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	39 (13 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

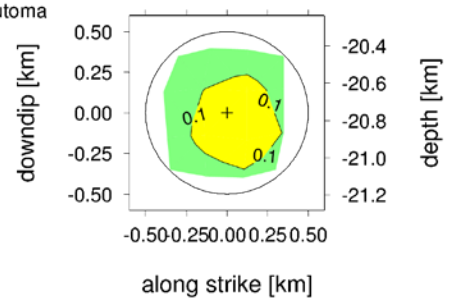


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

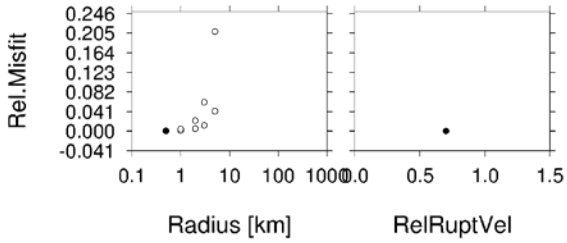
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.4 N 23.29 E
Strike	38.0
Dip	63.0
Rake	-49.0
M_0	6.68E+15Nm
M_w	4.4
Depth	20.7km
Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km
Area	0.7km^2
Average Slip	0.117m
RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km
	y: 0.0km
Misfit	0.492
Method	Amplitude spectra
Components	une
Phases	Whole trace
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz
Traces	39 (13 stations)

/rock3/kkallas/KIWI/automa

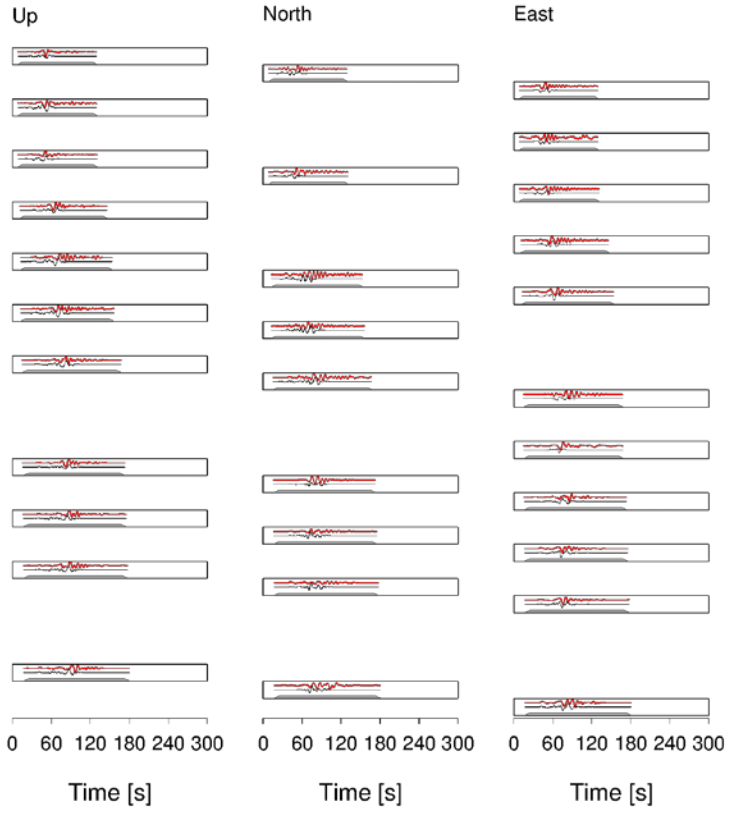






Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE11	140.7	-31.3	0.01
2 PE11	140.7	-31.3	0.008
3 PE11	140.7	-31.3	0.01
4 PE10	142.4	-14.5	0.004
5 PE10	142.4	-14.5	0.0
6 PE10	142.4	-14.5	0.006
7 SIVA	144.1	106.9	0.008
8 SIVA	144.1	106.9	0.008
9 SIVA	144.1	106.9	0.009
10 PE08	176.0	-25.6	0.006
11 PE08	176.0	-25.6	0.0
12 PE08	176.0	-25.6	0.007
13 KIMO	191.9	36.0	0.002
14 KIMO	191.9	36.0	0.003
15 KIMO	191.9	36.0	0.005
16 PE07	198.1	-12.3	0.003
17 PE07	198.1	-12.3	0.003
18 PE07	198.1	-12.3	0.0
19 IDHR	220.3	-0.9	0.003
20 IDHR	220.3	-0.9	0.003
21 IDHR	220.3	-0.9	0.003
22 SERI	222.0	28.2	0.0
23 SERI	222.0	28.2	0.0
24 SERI	222.0	28.2	0.006
25 PE06	232.3	-31.5	0.006
26 PE06	232.3	-31.5	0.008
27 PE06	232.3	-31.5	0.005
28 IOSI	237.2	50.8	0.003
29 IOSI	237.2	50.8	0.005
30 IOSI	237.2	50.8	0.004
31 ANPA	241.1	40.8	0.002
32 ANPA	241.1	40.8	0.004
33 ANPA	241.1	40.8	0.005
34 PE05	245.8	-17.5	0.0
35 PE05	245.8	-17.5	0.0
36 PE05	245.8	-17.5	0.0
37 ANAF	247.5	63.8	0.003
38 ANAF	247.5	63.8	0.006
39 ANAF	247.5	63.8	0.003

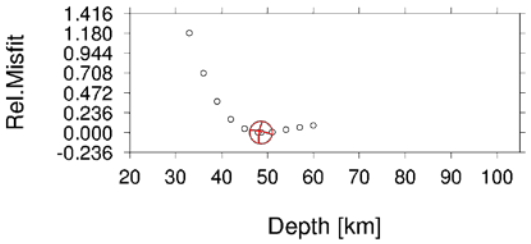


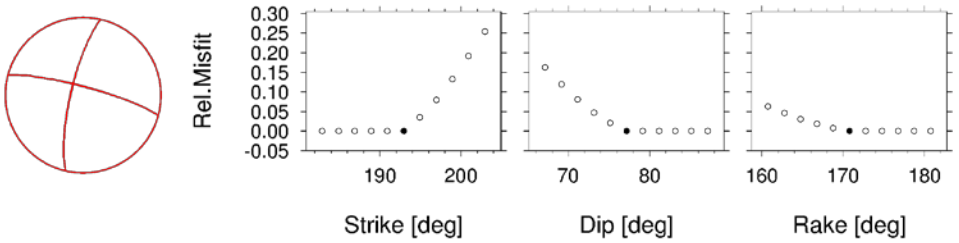
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20061202 10:26:55

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.76 N 26.89 E			
Strike	193.0	193.0	285.0	285.0
Dip	77.0	77.0	81.0	81.0
Rake	171.0	-9.0	13.0	-167.0
M_0	5.28E+16Nm			
M_w	5.0			
Depth	48.5km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.329			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	42 (14 stations)			

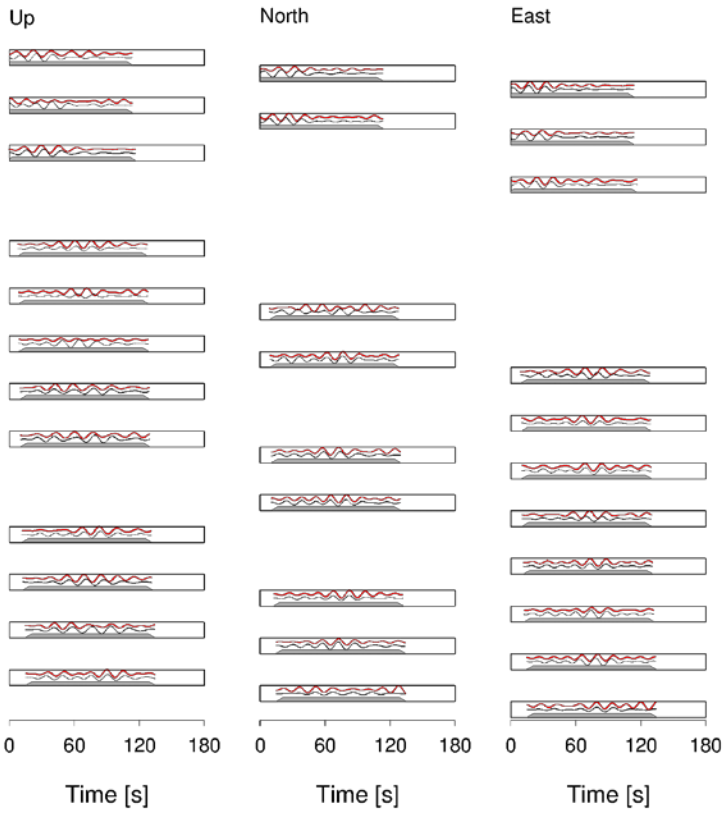




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 71.3 1.3 0.003
2 KASO 71.3 1.3 0.006
3 KASO 71.3 1.3 0.024
4 ZKR 72.9 -57.9 0.002
5 ZKR 72.9 -57.9 0.016
6 ZKR 72.9 -57.9 0.015
7 KAPA 99.1 12.6 0.003
8 KAPA 99.1 12.6 0.0
9 KAPA 99.1 12.6 0.018
10 RHOS 161.4 30.9 0.0
11 RHOS 161.4 30.9 0.0
12 RHOS 161.4 30.9 0.0
13 TILO 187.8 13.0 0.002
14 TILO 187.8 13.0 0.0
15 TILO 187.8 13.0 0.0
16 SIVA 192.6 -81.1 0.002
17 SIVA 192.6 -81.1 0.004
18 SIVA 192.6 -81.1 0.0
19 ARG 195.5 34.3 0.003
20 ARG 195.5 34.3 0.003
21 ARG 195.5 34.3 0.002
22 ANAF 203.3 -29.4 0.003
23 ANAF 203.3 -29.4 0.0
24 ANAF 203.3 -29.4 0.003
25 ASTY 205.6 -12.1 0.002
26 ASTY 205.6 -12.1 0.002
27 ASTY 205.6 -12.1 0.003
28 RHON 208.6 30.6 0.0
29 RHON 208.6 30.6 0.004
30 RHON 208.6 30.6 0.003
31 KOSI 219.2 1.2 0.002
32 KOSI 219.2 1.2 0.0
33 KOSI 219.2 1.2 0.006
34 TUR7 222.9 15.6 0.002
35 TUR7 222.9 15.6 0.003
36 TUR7 222.9 15.6 0.004
37 TUR9 240.0 26.2 0.001
38 TUR9 240.0 26.2 0.003
39 TUR9 240.0 26.2 0.003
40 AMOS 246.8 -23.9 0.002
41 AMOS 246.8 -23.9 0.004
42 AMOS 246.8 -23.9 0.004



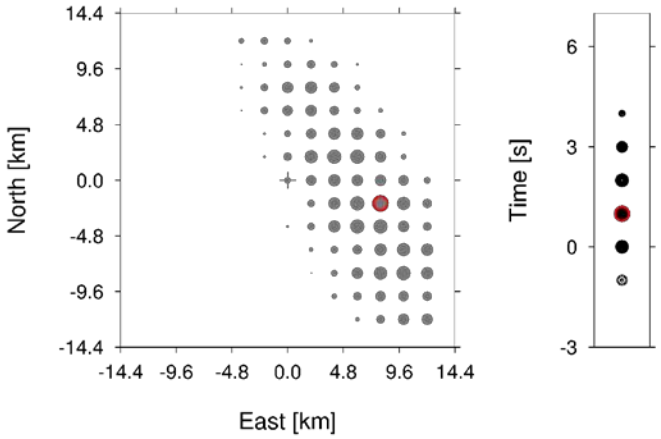
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	34.76 N 26.89 E
Strike	193.0 285.0
Dip	77.0 81.0
Rake	171.0 13.0
M_0	5.28E+16Nm
M_w	5.0
Depth	48.5km
Duration	0.4s
Misfit	0.533
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	42 (14 stations)



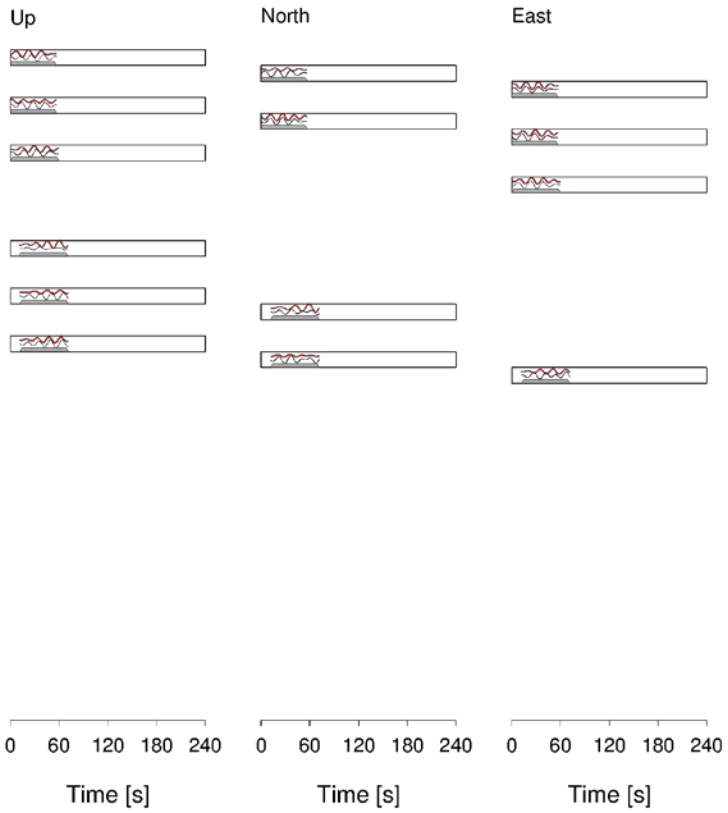
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

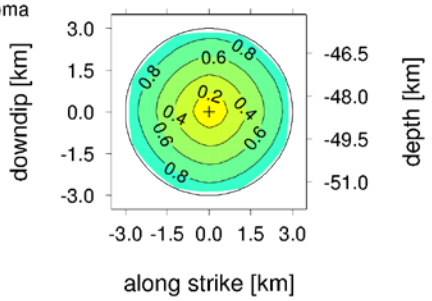
1 KASO 71.3 1.3 0.003
2 KASO 71.3 1.3 0.01
3 KASO 71.3 1.3 0.023
4 ZKR 72.9 -57.9 0.002
5 ZKR 72.9 -57.9 0.017
6 ZKR 72.9 -57.9 0.012
7 KAPA 99.1 12.6 0.004
8 KAPA 99.1 12.6 0.0
9 KAPA 99.1 12.6 0.017
10 RHOS 161.4 30.9 0.0
11 RHOS 161.4 30.9 0.0
12 RHOS 161.4 30.9 0.0
13 TILO 187.8 13.0 0.002
14 TILO 187.8 13.0 0.0
15 TILO 187.8 13.0 0.0
16 SIVA 192.6 -81.1 0.0
17 SIVA 192.6 -81.1 0.004
18 SIVA 192.6 -81.1 0.0
19 ARG 195.5 34.3 0.002
20 ARG 195.5 34.3 0.002
21 ARG 195.5 34.3 0.001
22 ANAF 203.3 -29.4 0.0
23 ANAF 203.3 -29.4 0.0
24 ANAF 203.3 -29.4 0.0
25 ASTY 205.6 -12.1 0.0
26 ASTY 205.6 -12.1 0.0
27 ASTY 205.6 -12.1 0.0
28 RHON 208.6 30.6 0.0
29 RHON 208.6 30.6 0.0
30 RHON 208.6 30.6 0.0
31 KOSI 219.2 1.2 0.0
32 KOSI 219.2 1.2 0.0
33 KOSI 219.2 1.2 0.0
34 TUR7 222.9 15.6 0.0
35 TUR7 222.9 15.6 0.0
36 TUR7 222.9 15.6 0.0
37 TUR9 240.0 26.2 0.0
38 TUR9 240.0 26.2 0.0
39 TUR9 240.0 26.2 0.0
40 AMOS 246.8 -23.9 0.0
41 AMOS 246.8 -23.9 0.0
42 AMOS 246.8 -23.9 0.0



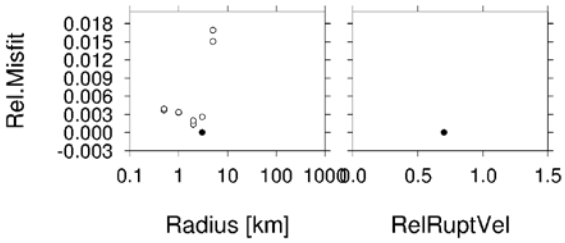
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.76 N 26.89 E		
Strike	193.0		
Dip	77.0		
Rake	171.0		
M_0	5.28E+16Nm		
M_w	5.0		
Depth	48.5km	Duration	1.6+0.9s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.025m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.337		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	42 (14 stations)		

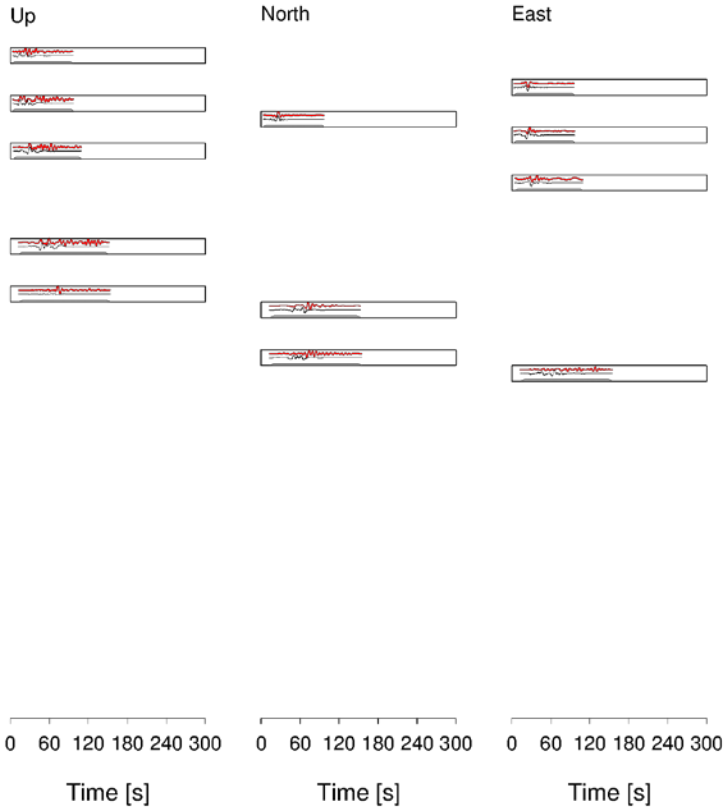






Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 KASO	71.3	1.3	0.012
2 KASO	71.3	1.3	0.0
3 KASO	71.3	1.3	0.059
4 ZKR	72.9	-57.9	0.006
5 ZKR	72.9	-57.9	0.051
6 ZKR	72.9	-57.9	0.025
7 KAPA	99.1	12.6	0.006
8 KAPA	99.1	12.6	0.0
9 KAPA	99.1	12.6	0.044
10 RHOS	161.4	30.9	0.0
11 RHOS	161.4	30.9	0.0
12 RHOS	161.4	30.9	0.0
13 TILO	187.8	13.0	0.003
14 TILO	187.8	13.0	0.0
15 TILO	187.8	13.0	0.0
16 SIVA	192.6	-81.1	0.01
17 SIVA	192.6	-81.1	0.019
18 SIVA	192.6	-81.1	0.0
19 ARG	195.5	34.3	0.0
20 ARG	195.5	34.3	0.014
21 ARG	195.5	34.3	0.01
22 ANAF	203.3	-29.4	0.0
23 ANAF	203.3	-29.4	0.0
24 ANAF	203.3	-29.4	0.0
25 ASTY	205.6	-12.1	0.0
26 ASTY	205.6	-12.1	0.0
27 ASTY	205.6	-12.1	0.0
28 RHON	208.6	30.6	0.0
29 RHON	208.6	30.6	0.0
30 RHON	208.6	30.6	0.0
31 KOSI	219.2	1.2	0.0
32 KOSI	219.2	1.2	0.0
33 KOSI	219.2	1.2	0.0
34 TUR7	222.9	15.6	0.0
35 TUR7	222.9	15.6	0.0
36 TUR7	222.9	15.6	0.0
37 TUR9	240.0	26.2	0.0
38 TUR9	240.0	26.2	0.0
39 TUR9	240.0	26.2	0.0
40 AMOS	246.8	-23.9	0.0
41 AMOS	246.8	-23.9	0.0
42 AMOS	246.8	-23.9	0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

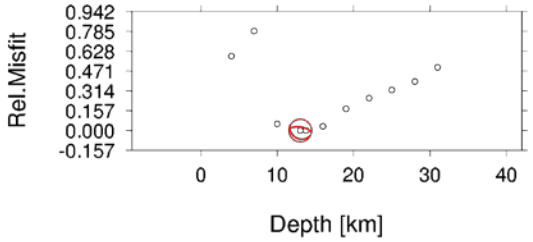
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20061220 19:27:38

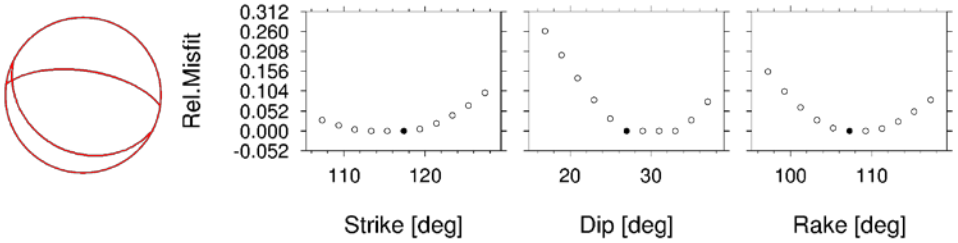
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.85 N 24.14 E			
Strike	117.0	117.0	278.0	278.0
Dip	27.0	27.0	64.0	64.0
Rake	107.0	-73.0	81.0	-99.0

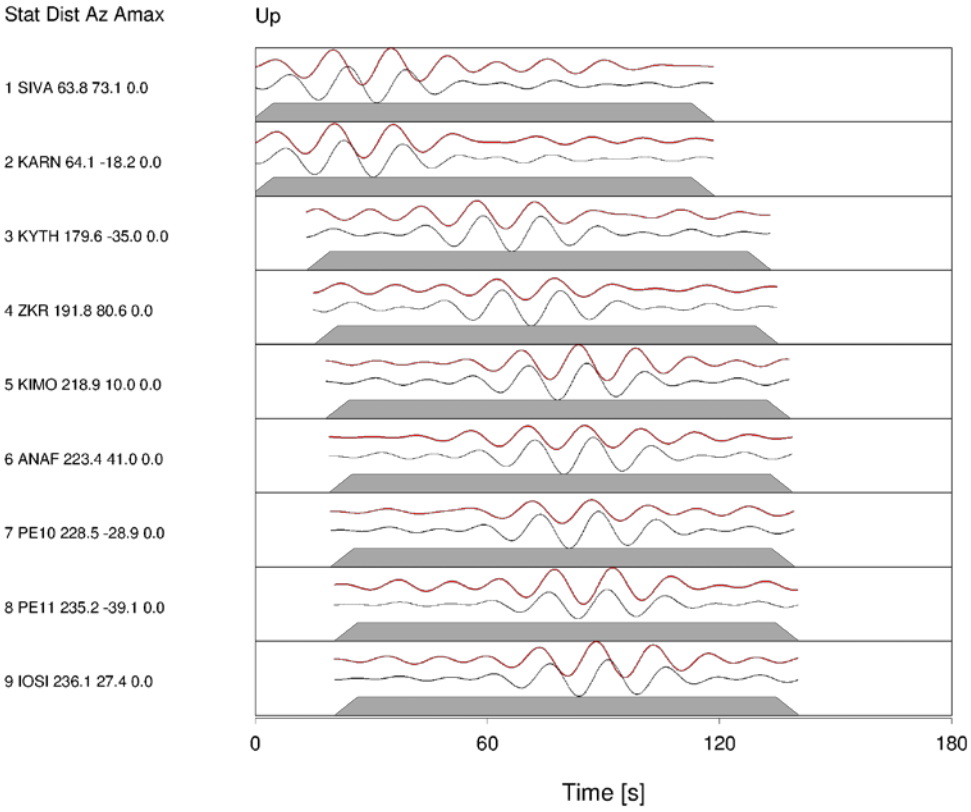
M_0 2.77E+14Nm
M_w 3.5
Depth 13.7km
Duration 0.4s
Misfit 0.267

Method Amplitude spectra
Components U
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (9 stations)





Fit of Seismograms



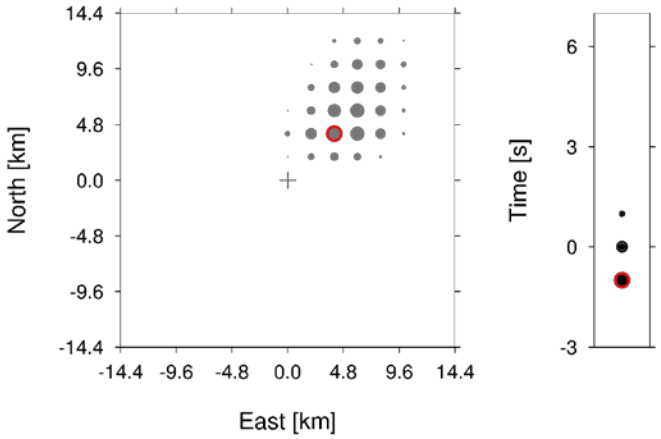
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

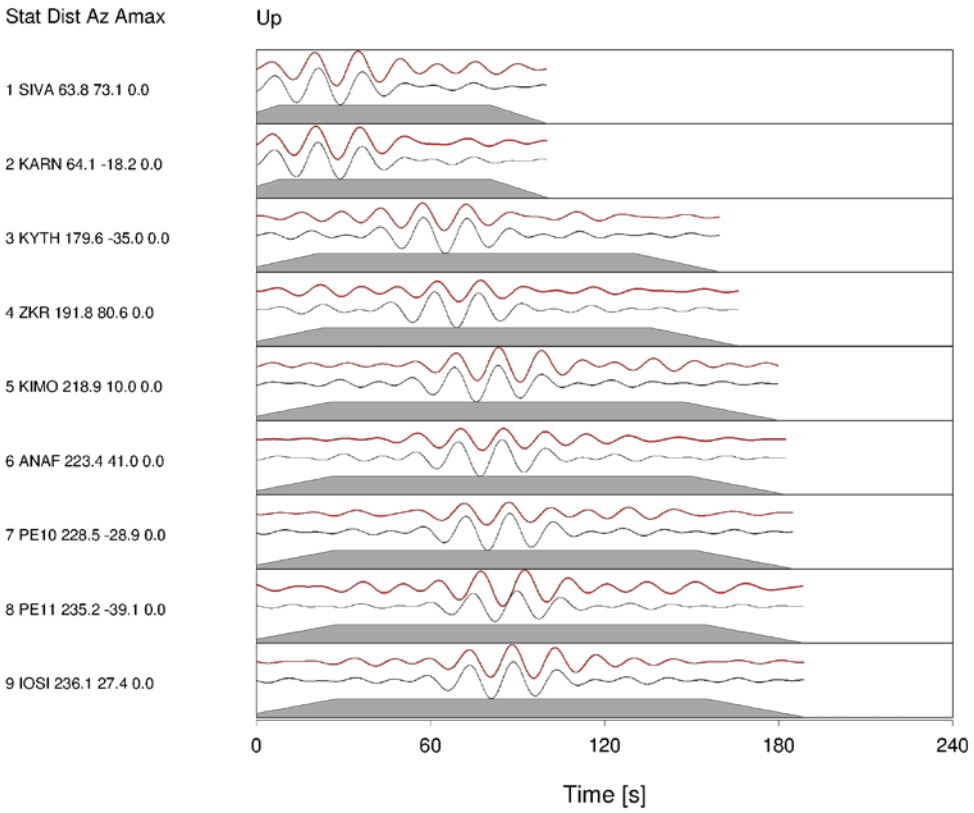
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.85 N 24.14 E
Strike	117.0 278.0
Dip	27.0 64.0
Rake	107.0 81.0
M_0	2.77E+14Nm
M_w	3.5
Depth	13.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.596
Method	Time domain
Components	u
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (9 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



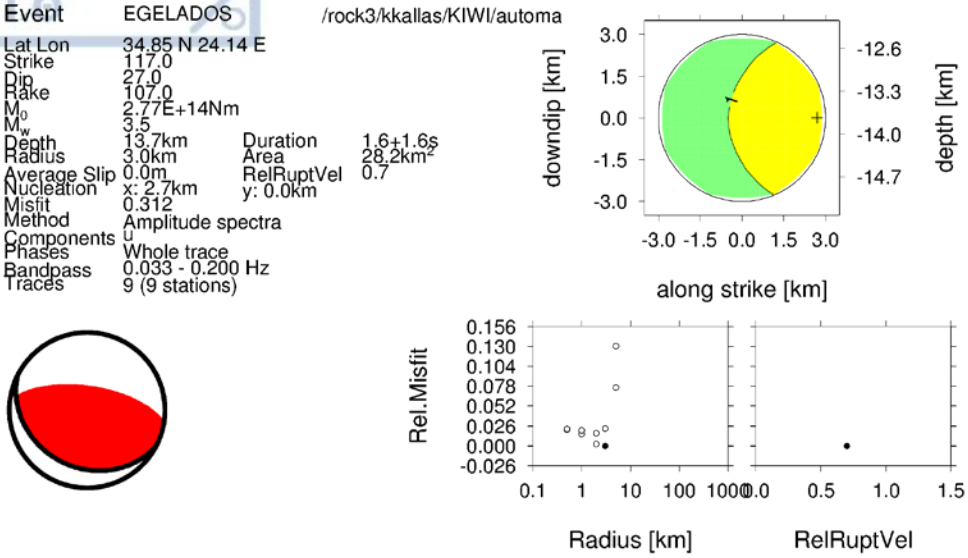
Fit of Seismograms



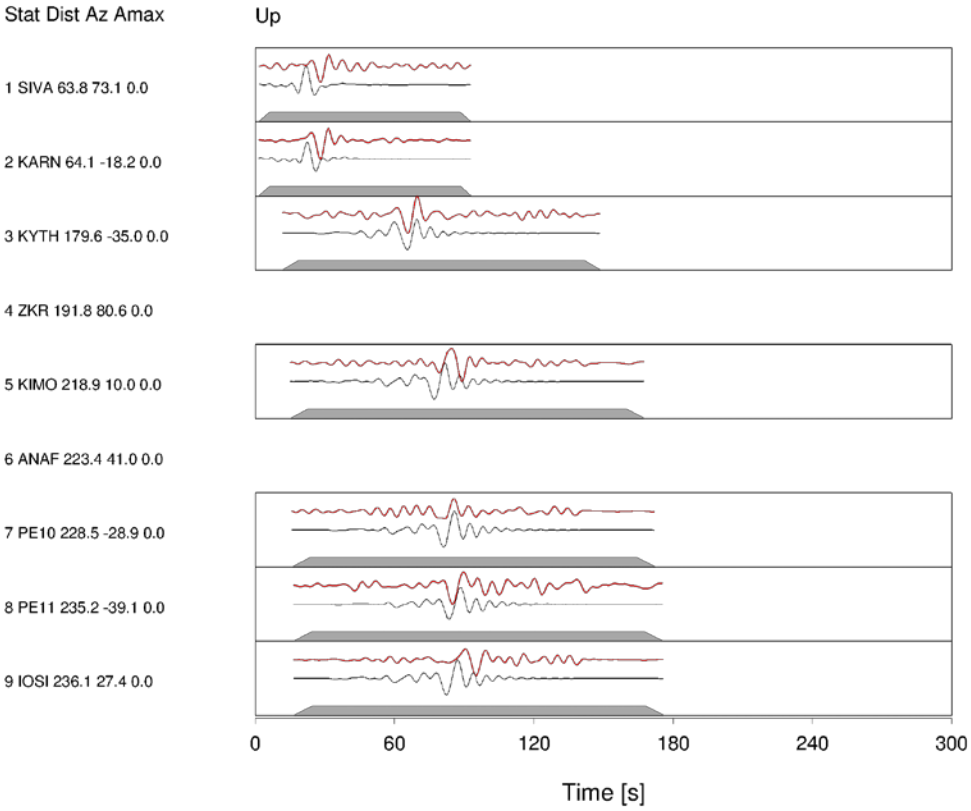
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.85 N 24.14 E		
Strike	117.0		
Dip	27.0		
Rake	107.0		
M_0	2.77E+14Nm		
M_w	3.5		
Depth	13.7km	Duration	1.6+1.6s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.312		
Method	Amplitude spectra		
Components	U		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (9 stations)		



Fit of Seismograms



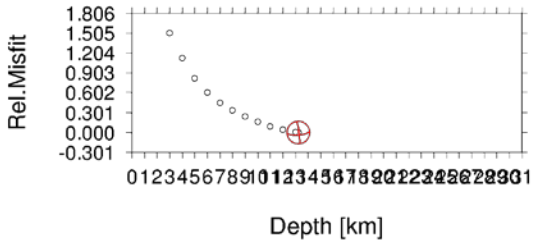
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20061224 10:26:32

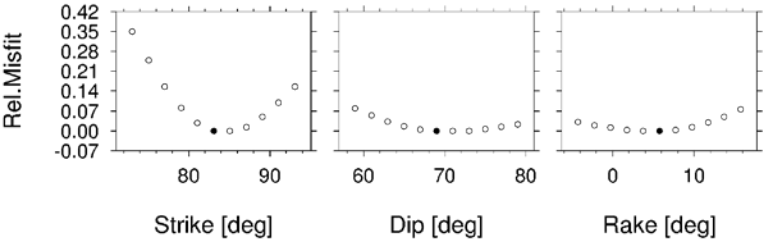
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.27 N 26.88 E			
Strike	83.0	83.0	351.0	351.0
Dip	69.0	69.0	85.0	85.0
Rake	6.0	-174.0	159.0	-21.0
M_0	1.12E+16Nm			
M_w	4.5			
Depth	13.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.354			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 45 (15 stations)



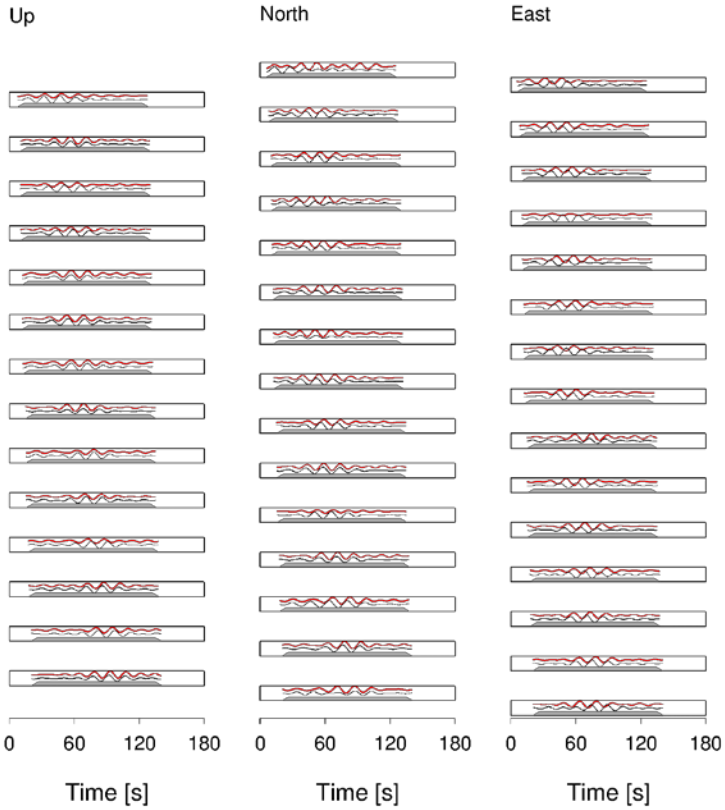




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 RHOS 117.7 45.4 0.0
2 RHOS 117.7 45.4 0.002
3 RHOS 117.7 45.4 0.004
4 TILO 134.3 18.7 0.002
5 TILO 134.3 18.7 0.003
6 TILO 134.3 18.7 0.009
7 ASTY 151.1 -16.2 0.001
8 ASTY 151.1 -16.2 0.004
9 ASTY 151.1 -16.2 0.011
10 ARG 153.3 46.5 0.003
11 ARG 153.3 46.5 0.003
12 ARG 153.3 46.5 0.005
13 ANAF 156.5 -39.2 0.002
14 ANAF 156.5 -39.2 0.007
15 ANAF 156.5 -39.2 0.005
16 KOSI 163.4 2.0 0.001
17 KOSI 163.4 2.0 0.002
18 KOSI 163.4 2.0 0.011
19 RHON 163.7 40.9 0.002
20 RHON 163.7 40.9 0.004
21 RHON 163.7 40.9 0.004
22 TUR7 170.1 20.9 0.001
23 TUR7 170.1 20.9 0.004
24 TUR7 170.1 20.9 0.006
25 SIVA 191.2 -97.9 0.004
26 SIVA 191.2 -97.9 0.011
27 SIVA 191.2 -97.9 0.002
28 TUR9 192.0 33.9 0.002
29 TUR9 192.0 33.9 0.002
30 TUR9 192.0 33.9 0.003
31 AMOS 196.6 -30.3 0.002
32 AMOS 196.6 -30.3 0.005
33 AMOS 196.6 -30.3 0.007
34 IOSI 212.5 -39.7 0.002
35 IOSI 212.5 -39.7 0.004
36 IOSI 212.5 -39.7 0.003
37 TUR4 216.9 22.1 0.001
38 TUR4 216.9 22.1 0.002
39 TUR4 216.9 22.1 0.005
40 APE 233.7 -30.9 0.001
41 APE 233.7 -30.9 0.003
42 APE 233.7 -30.9 0.005
43 TUR6 237.9 35.0 0.002
44 TUR6 237.9 35.0 0.002
45 TUR6 237.9 35.0 0.002



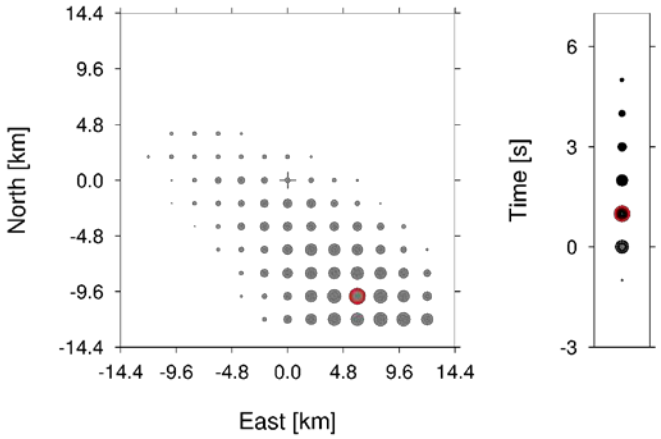
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.27 N 26.88 E
Strike	83.0 351.0
Dip	69.0 85.0
Rake	6.0 159.0
M_0	1.12E+16Nm
M_w	4.5
Depth	13.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.734
Method	Time domain
Components	une
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	45 (15 stations)



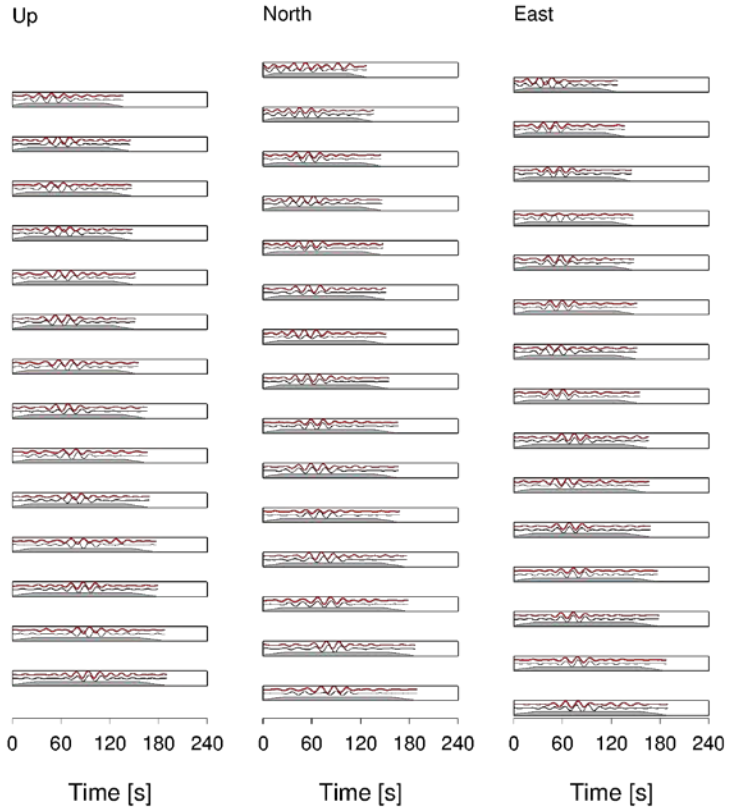
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

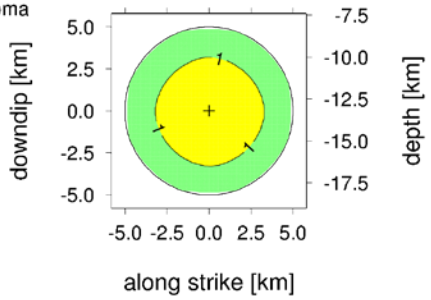
1 RHOS 117.7 45.4 0.0
2 RHOS 117.7 45.4 0.002
3 RHOS 117.7 45.4 0.003
4 TILO 134.3 18.7 0.002
5 TILO 134.3 18.7 0.003
6 TILO 134.3 18.7 0.009
7 ASTY 151.1 -16.2 0.001
8 ASTY 151.1 -16.2 0.004
9 ASTY 151.1 -16.2 0.01
10 ARG 153.3 46.5 0.003
11 ARG 153.3 46.5 0.003
12 ARG 153.3 46.5 0.004
13 ANAF 156.5 -39.2 0.002
14 ANAF 156.5 -39.2 0.007
15 ANAF 156.5 -39.2 0.005
16 KOSI 163.4 2.0 0.001
17 KOSI 163.4 2.0 0.002
18 KOSI 163.4 2.0 0.011
19 RHON 163.7 40.9 0.002
20 RHON 163.7 40.9 0.004
21 RHON 163.7 40.9 0.003
22 TUR7 170.1 20.9 0.001
23 TUR7 170.1 20.9 0.004
24 TUR7 170.1 20.9 0.007
25 SIVA 191.2 -97.9 0.004
26 SIVA 191.2 -97.9 0.011
27 SIVA 191.2 -97.9 0.002
28 TUR9 192.0 33.9 0.002
29 TUR9 192.0 33.9 0.002
30 TUR9 192.0 33.9 0.003
31 AMOS 196.6 -30.3 0.002
32 AMOS 196.6 -30.3 0.004
33 AMOS 196.6 -30.3 0.007
34 IOSI 212.5 -39.7 0.002
35 IOSI 212.5 -39.7 0.004
36 IOSI 212.5 -39.7 0.003
37 TUR4 216.9 22.1 0.001
38 TUR4 216.9 22.1 0.002
39 TUR4 216.9 22.1 0.005
40 APE 233.7 -30.9 0.001
41 APE 233.7 -30.9 0.003
42 APE 233.7 -30.9 0.006
43 TUR6 237.9 35.0 0.002
44 TUR6 237.9 35.0 0.002
45 TUR6 237.9 35.0 0.002



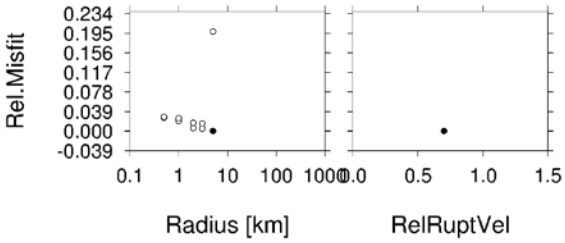
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.27 N 26.88 E		
Strike	351.0		
Dip	85.0		
Rake	159.0		
M_0	1.12E+16Nm		
M_w	4.5		
Depth	13.2km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.454		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	45 (15 stations)		



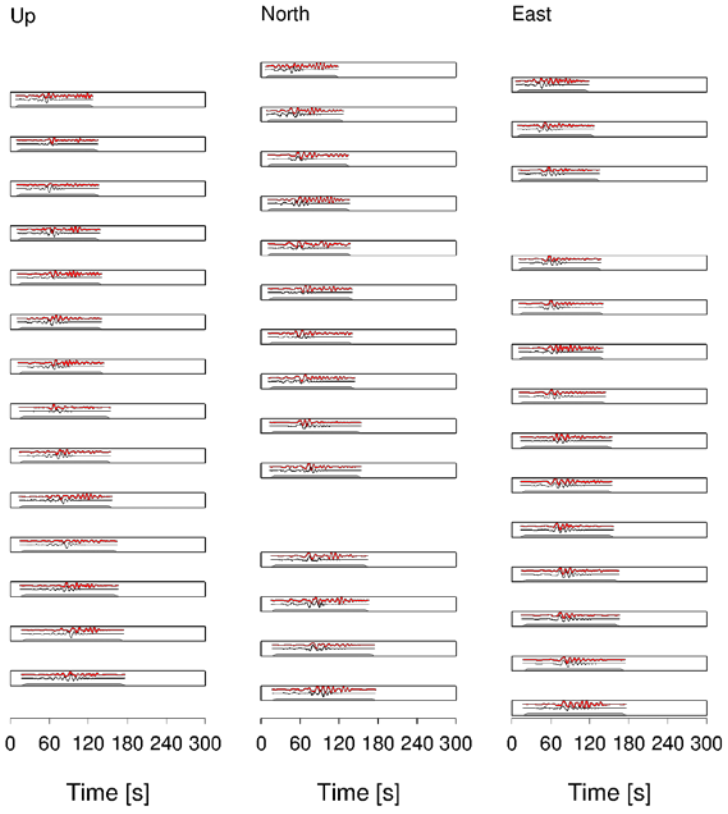




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 RHOS 117.7 45.4 0.0
2 RHOS 117.7 45.4 0.007
3 RHOS 117.7 45.4 0.009
4 TILO 134.3 18.7 0.004
5 TILO 134.3 18.7 0.004
6 TILO 134.3 18.7 0.016
7 ASTY 151.1 -16.2 0.005
8 ASTY 151.1 -16.2 0.008
9 ASTY 151.1 -16.2 0.019
10 ARG 153.3 46.5 0.006
11 ARG 153.3 46.5 0.007
12 ARG 153.3 46.5 0.0
13 ANAF 156.5 -39.2 0.004
14 ANAF 156.5 -39.2 0.009
15 ANAF 156.5 -39.2 0.009
16 KOSI 163.4 2.0 0.004
17 KOSI 163.4 2.0 0.005
18 KOSI 163.4 2.0 0.017
19 RHON 163.7 40.9 0.005
20 RHON 163.7 40.9 0.009
21 RHON 163.7 40.9 0.01
22 TUR7 170.1 20.9 0.004
23 TUR7 170.1 20.9 0.004
24 TUR7 170.1 20.9 0.011
25 SIVA 191.2 -97.9 0.014
26 SIVA 191.2 -97.9 0.021
27 SIVA 191.2 -97.9 0.009
28 TUR9 192.0 33.9 0.004
29 TUR9 192.0 33.9 0.004
30 TUR9 192.0 33.9 0.005
31 AMOS 196.6 -30.3 0.003
32 AMOS 196.6 -30.3 0.0
33 AMOS 196.6 -30.3 0.011
34 IOSI 212.5 -39.7 0.004
35 IOSI 212.5 -39.7 0.005
36 IOSI 212.5 -39.7 0.005
37 TUR4 216.9 22.1 0.004
38 TUR4 216.9 22.1 0.003
39 TUR4 216.9 22.1 0.009
40 APE 233.7 -30.9 0.003
41 APE 233.7 -30.9 0.005
42 APE 233.7 -30.9 0.008
43 TUR6 237.9 35.0 0.004
44 TUR6 237.9 35.0 0.004
45 TUR6 237.9 35.0 0.004



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

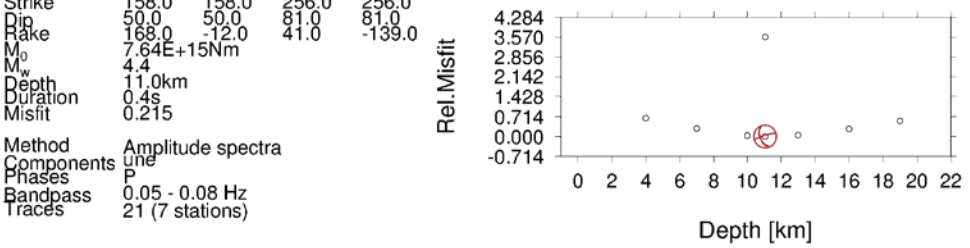
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

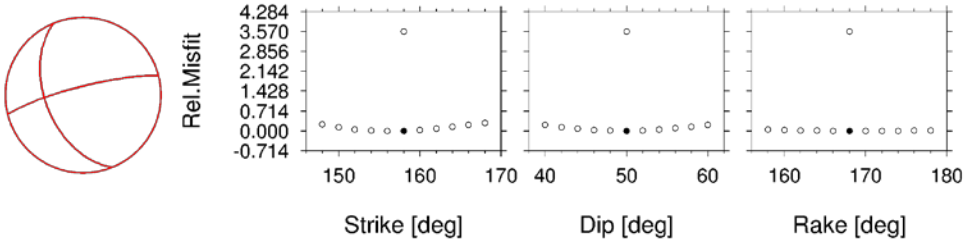
20061225 14:08:55

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

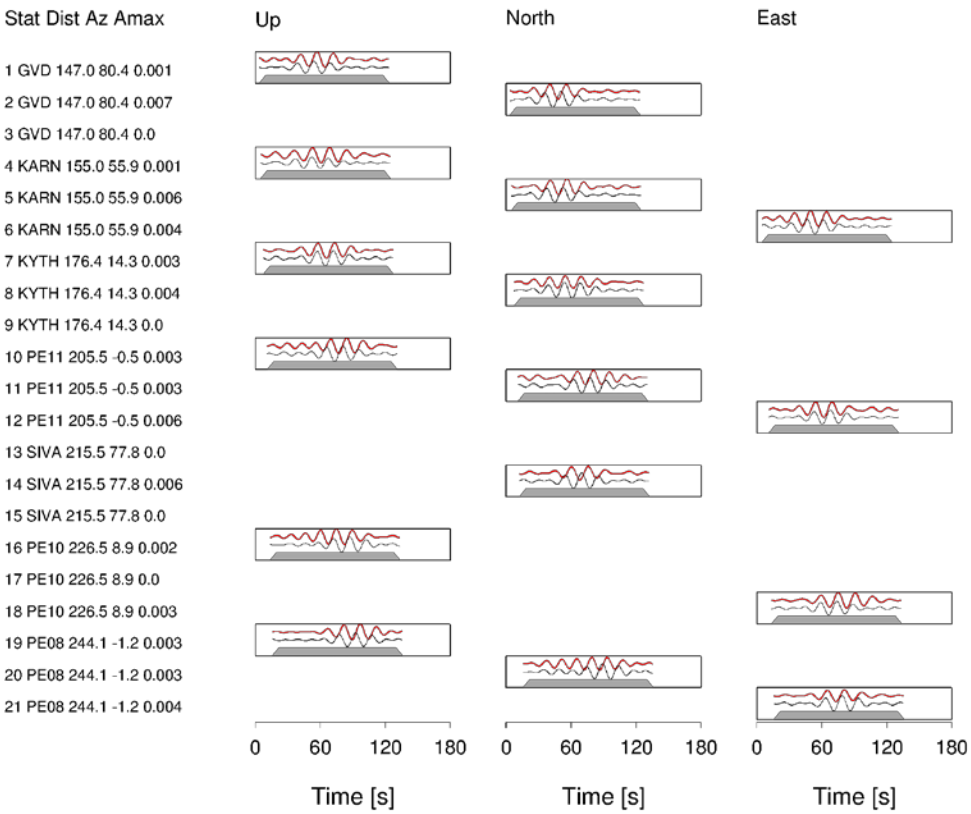
Lat Lon	34.63 N 22.5 E			
Strike	158.0	158.0	256.0	256.0
Dip	50.0	50.0	81.0	81.0
Rake	168.0	-12.0	41.0	-139.0
M_0	7.64E+15Nm			
M_w	4.4			
Depth	11.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.215			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 21 (7 stations)





Fit of Seismograms



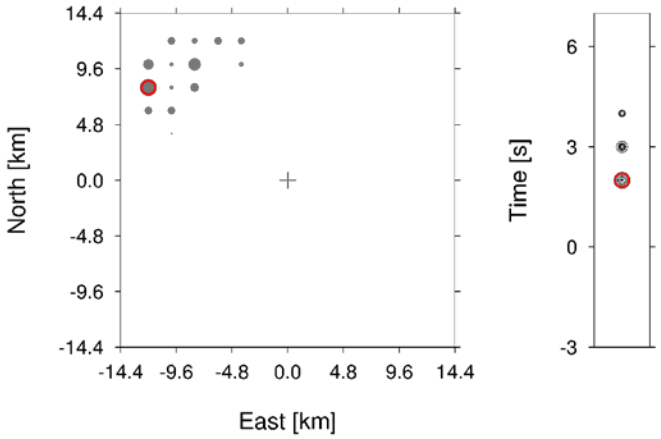
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	34.63 N 22.5 E
Strike	158.0 256.0
Dip	50.0 81.0
Rake	168.0 41.0
M_0	7.64E+15Nm
M_w	4.4
Depth	11.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.292
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	21 (7 stations)



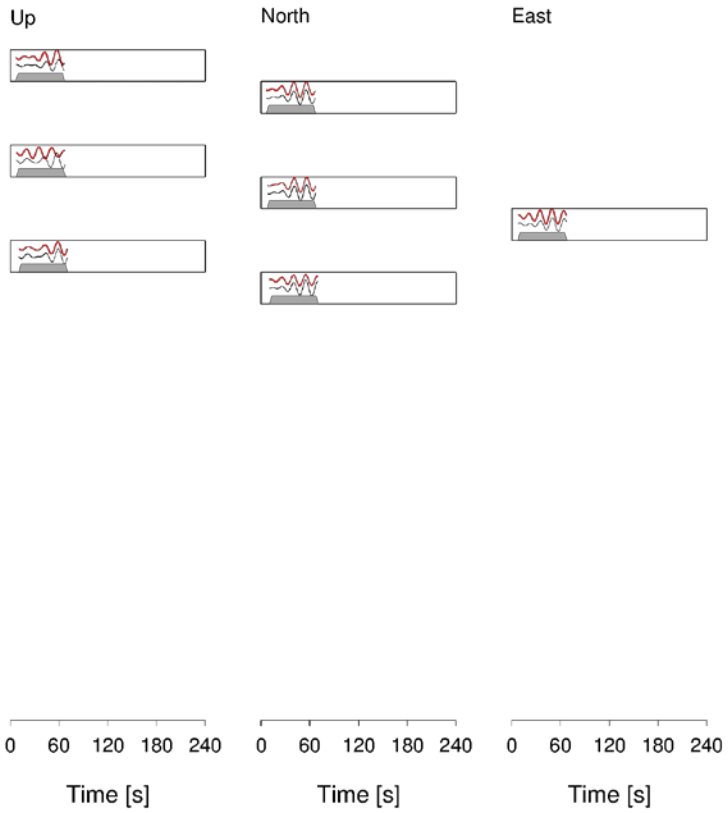
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 GVD 147.0 80.4 0.001
2 GVD 147.0 80.4 0.007
3 GVD 147.0 80.4 0.0
4 KARN 155.0 55.9 0.001
5 KARN 155.0 55.9 0.006
6 KARN 155.0 55.9 0.003
7 KYTH 176.4 14.3 0.003
8 KYTH 176.4 14.3 0.004
9 KYTH 176.4 14.3 0.0
10 PE11 205.5 -0.5 0.0
11 PE11 205.5 -0.5 0.0
12 PE11 205.5 -0.5 0.0
13 SIVA 215.5 77.8 0.0
14 SIVA 215.5 77.8 0.0
15 SIVA 215.5 77.8 0.0
16 PE10 226.5 8.9 0.0
17 PE10 226.5 8.9 0.0
18 PE10 226.5 8.9 0.0
19 PE08 244.1 -1.2 0.0
20 PE08 244.1 -1.2 0.0
21 PE08 244.1 -1.2 0.0

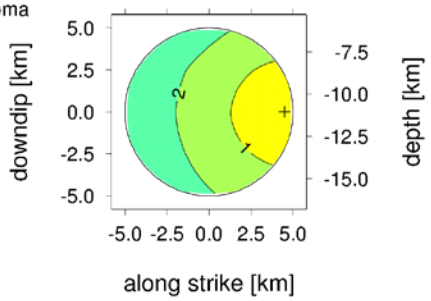


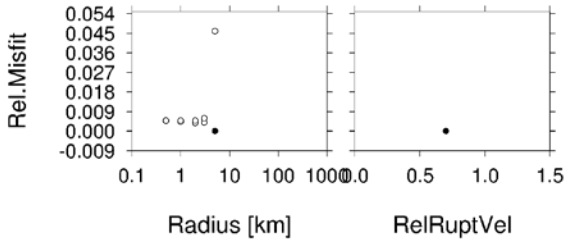
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

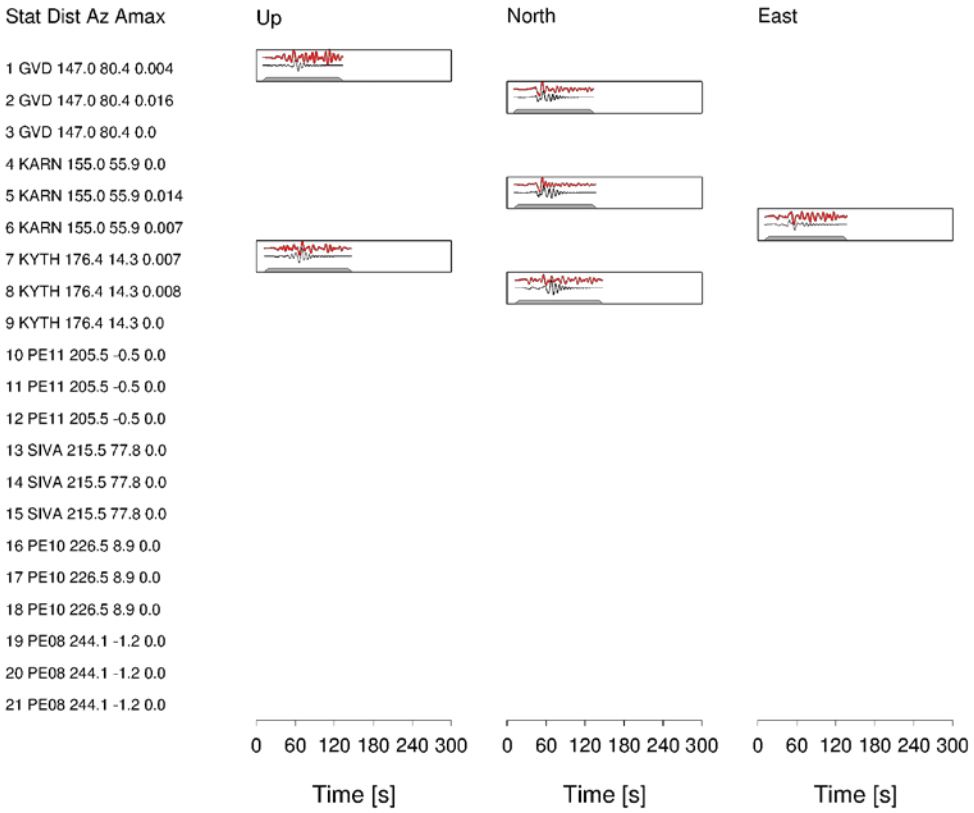
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.63 N 22.5 E		
Strike	256.0		
Dip	81.0		
Rake	41.0		
M_0	7.64E+15Nm		
M_w	4.4		
Depth	11.0km	Duration	1.6±2.8s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.001m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 4.5km	y: 0.0km	
Misfit	0.431		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	21 (7 stations)		







Fit of Seismograms



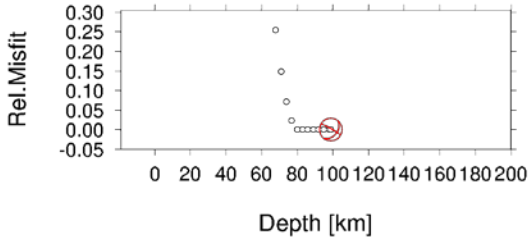
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

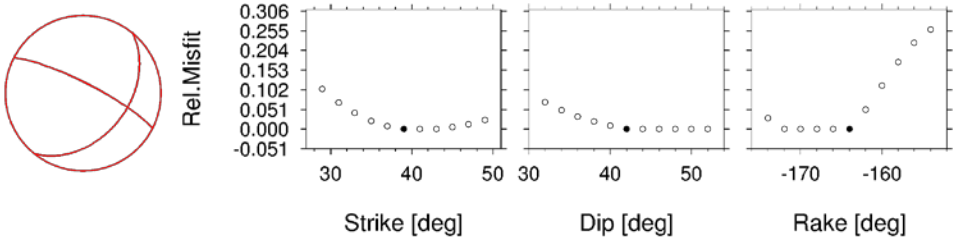
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ
20070117 16:05:33

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

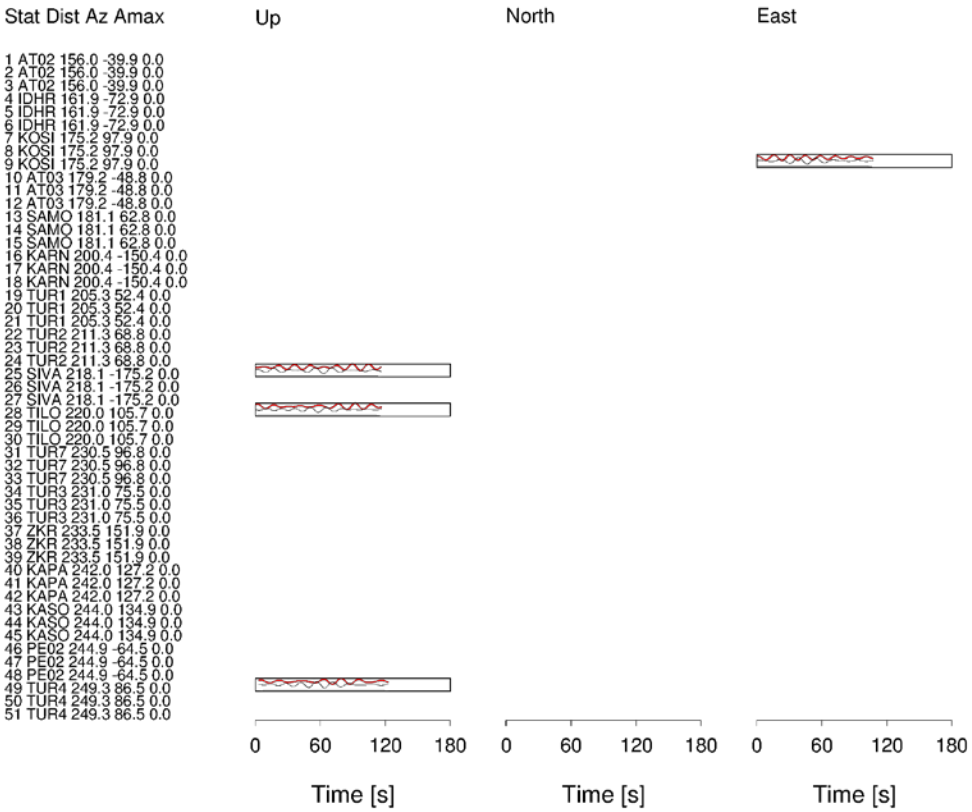
Lat Lon	36.97 N 25.0 E			
Strike	39.0	39.0	297.0	297.0
Dip	42.0	42.0	79.0	79.0
Rake	-164.0	16.0	-49.0	131.0
M_0	2.18E+15Nm			
M_w	4.1			
Depth	98.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.592			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases S
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 51 (17 stations)





Fit of Seismograms



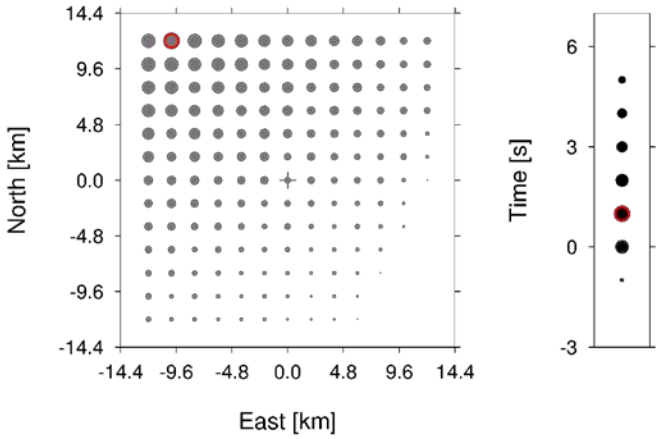
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	36.97 N 25.0 E
Strike	39.0 297.0
Dip	42.0 79.0
Rake	-164.0 -49.0
M_0	2.18E+15Nm
M_w	4.1
Depth	98.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.666
Method	Time domain
Components	une
Phases	S
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	51 (17 stations)



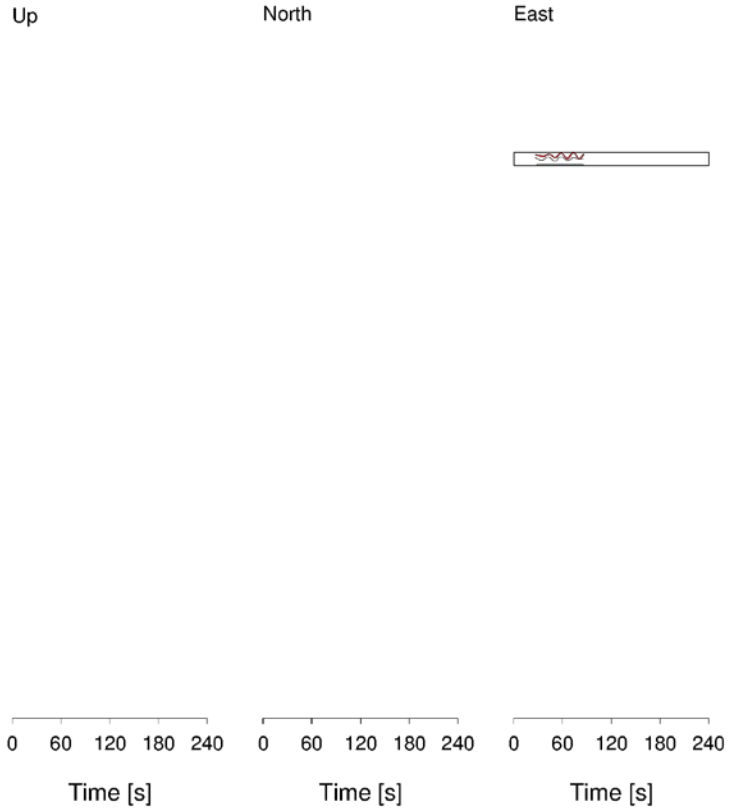
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 AT02 156.0 -39.9 0.0
2 AT02 156.0 -39.9 0.0
3 AT02 156.0 -39.9 0.0
4 IDHR 161.9 -72.9 0.0
5 IDHR 161.9 -72.9 0.0
6 IDHR 161.9 -72.9 0.0
7 KOSI 175.2 97.9 0.0
8 KOSI 175.2 97.9 0.0
9 KOSI 175.2 97.9 0.0
10 AT03 179.2 -48.8 0.0
11 AT03 179.2 -48.8 0.0
12 AT03 179.2 -48.8 0.0
13 SAMO 181.1 62.8 0.0
14 SAMO 181.1 62.8 0.0
15 SAMO 181.1 62.8 0.0
16 KARN 200.4 -150.4 0.0
17 KARN 200.4 -150.4 0.0
18 KARN 200.4 -150.4 0.0
19 TUR1 205.3 52.4 0.0
20 TUR1 205.3 52.4 0.0
21 TUR1 205.3 52.4 0.0
22 TUR2 211.3 68.8 0.0
23 TUR2 211.3 68.8 0.0
24 TUR2 211.3 68.8 0.0
25 SIVA 218.1 -175.2 0.0
26 SIVA 218.1 -175.2 0.0
27 SIVA 218.1 -175.2 0.0
28 TILO 220.0 105.7 0.0
29 TILO 220.0 105.7 0.0
30 TILO 220.0 105.7 0.0
31 TUR7 230.5 96.8 0.0
32 TUR7 230.5 96.8 0.0
33 TUR7 230.5 96.8 0.0
34 TUR3 231.0 75.5 0.0
35 TUR3 231.0 75.5 0.0
36 TUR3 231.0 75.5 0.0
37 ZKR 233.5 151.9 0.0
38 ZKR 233.5 151.9 0.0
39 ZKR 233.5 151.9 0.0
40 KAPA 242.0 127.2 0.0
41 KAPA 242.0 127.2 0.0
42 KAPA 242.0 127.2 0.0
43 KASO 244.0 134.9 0.0
44 KASO 244.0 134.9 0.0
45 KASO 244.0 134.9 0.0
46 PE02 244.9 -64.5 0.0
47 PE02 244.9 -64.5 0.0
48 PE02 244.9 -64.5 0.0
49 TUR4 249.3 86.5 0.0
50 TUR4 249.3 86.5 0.0
51 TUR4 249.3 86.5 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

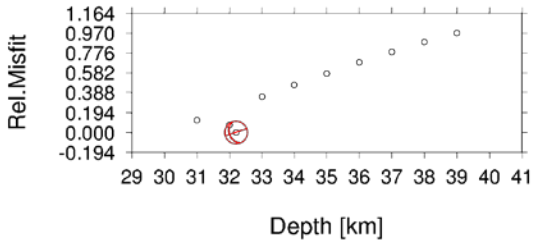
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20070118 22:25:24

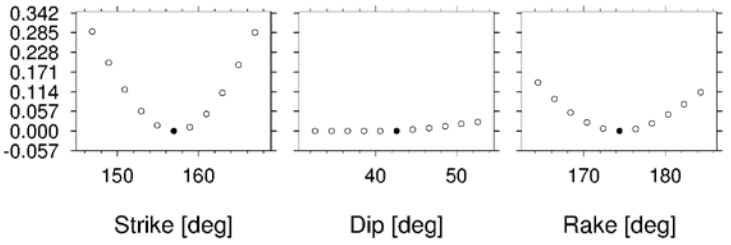
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	34.87 N 22.75 E			
Strike	157.0	157.0	251.0	251.0
Dip	43.0	43.0	86.0	86.0
Rake	174.0	-6.0	48.0	-132.0
M_0	5.67E+16Nm			
M_w	5.0			
Depth	32.2km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.264			

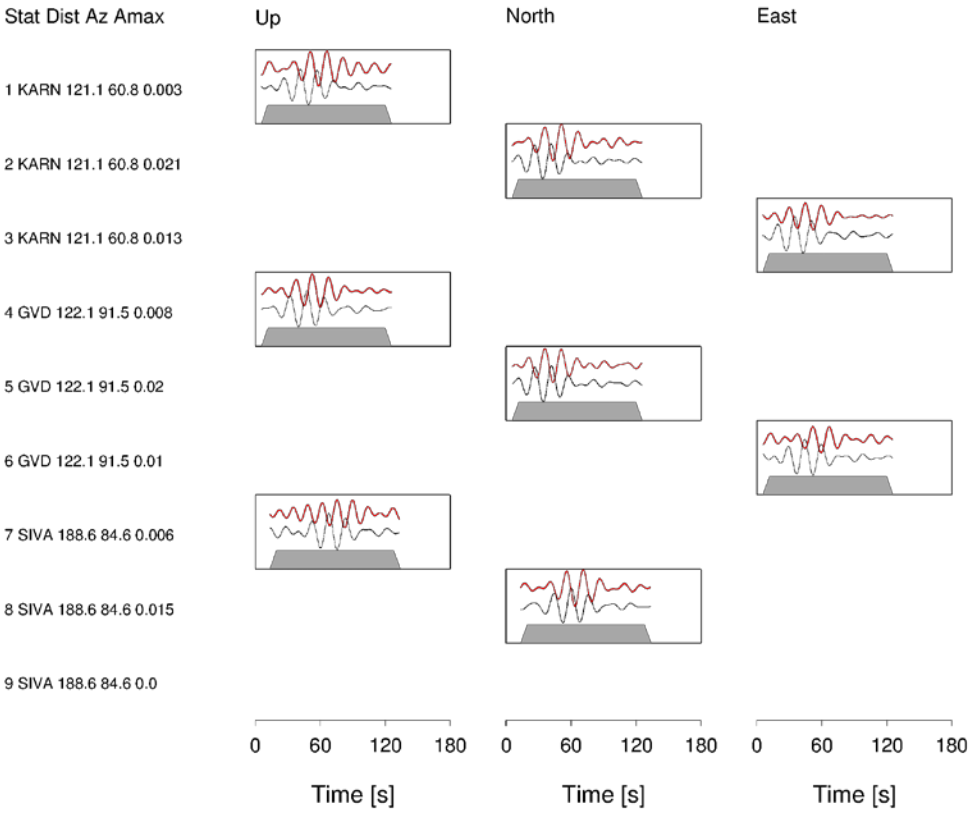
Method Amplitude spectra
Components une
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (3 stations)







Fit of Seismograms



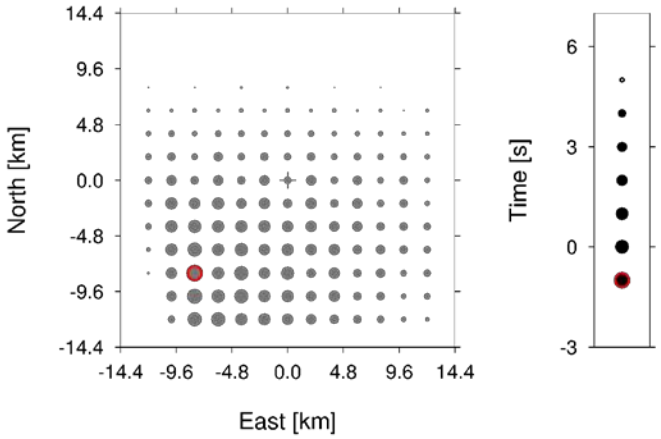
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

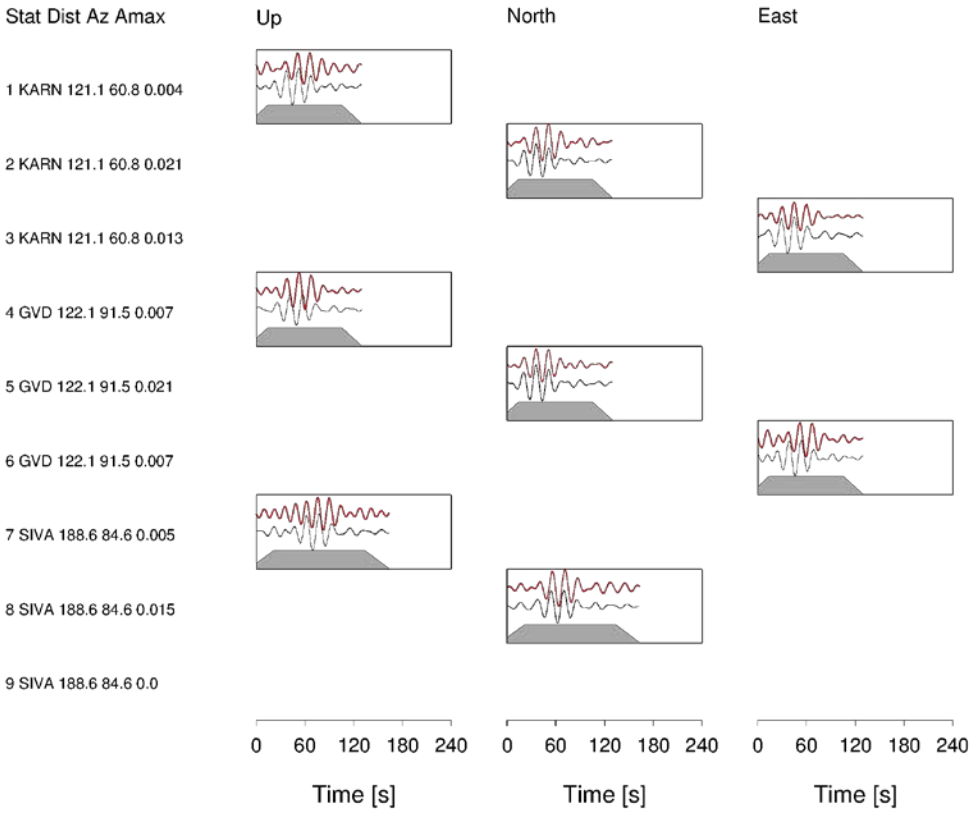
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.87 N 22.75 E
Strike	157.0 251.0
Dip	43.0 86.0
Rake	-6.0 -132.0
M_0	5.67E+16Nm
M_w	5.0
Depth	32.2km
Duration	0.4s
Misfit	0.624
Method	Time domain
Components	une
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



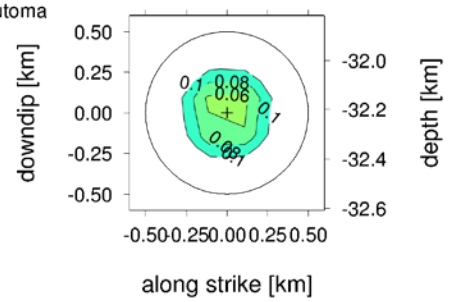
Fit of Seismograms



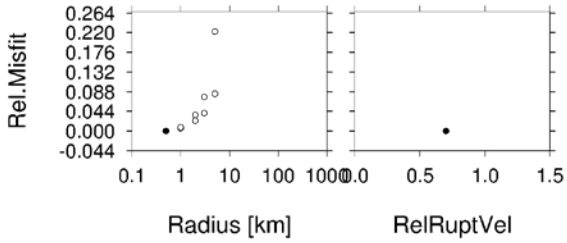
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

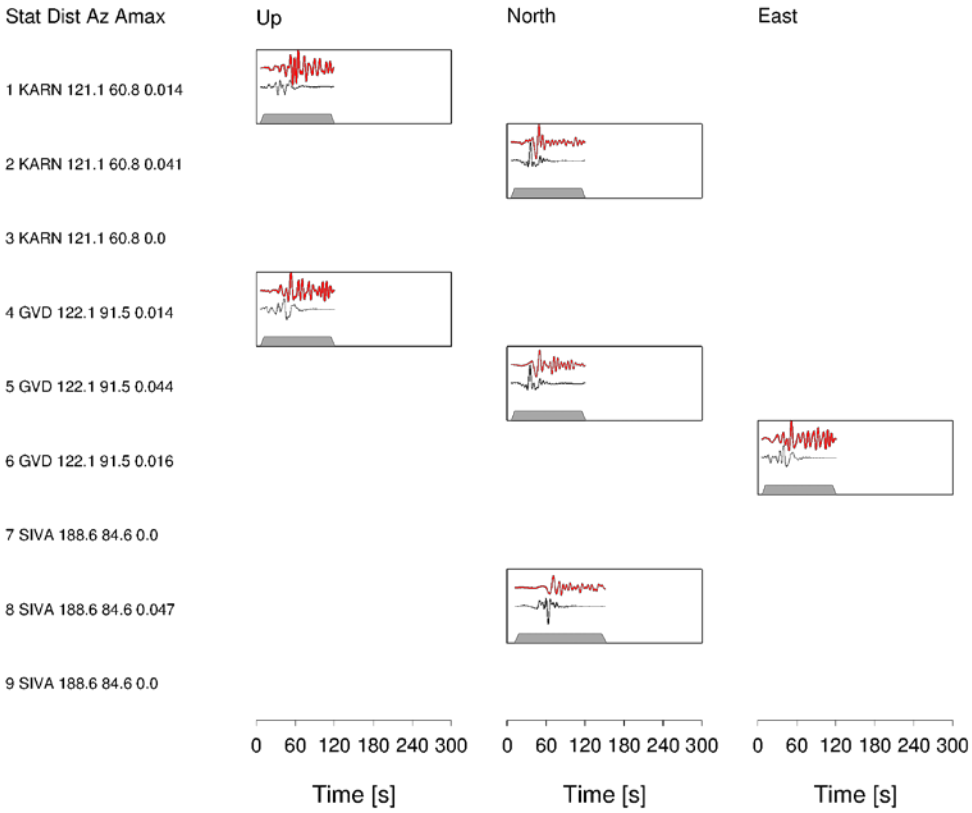
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.87 N 22.75 E		
Strike	157.0		
Dip	43.0		
Rake	-6.0		
M_0	5.67E+16Nm		
M_w	5.0		
Depth	32.2km	Duration	1.6+0.0s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.998m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.387		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

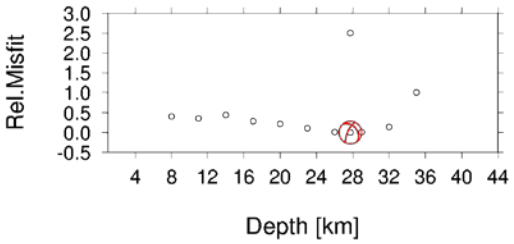
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

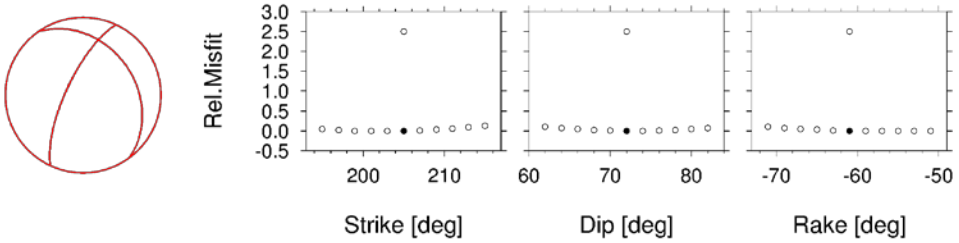
20070125 21:09:45

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

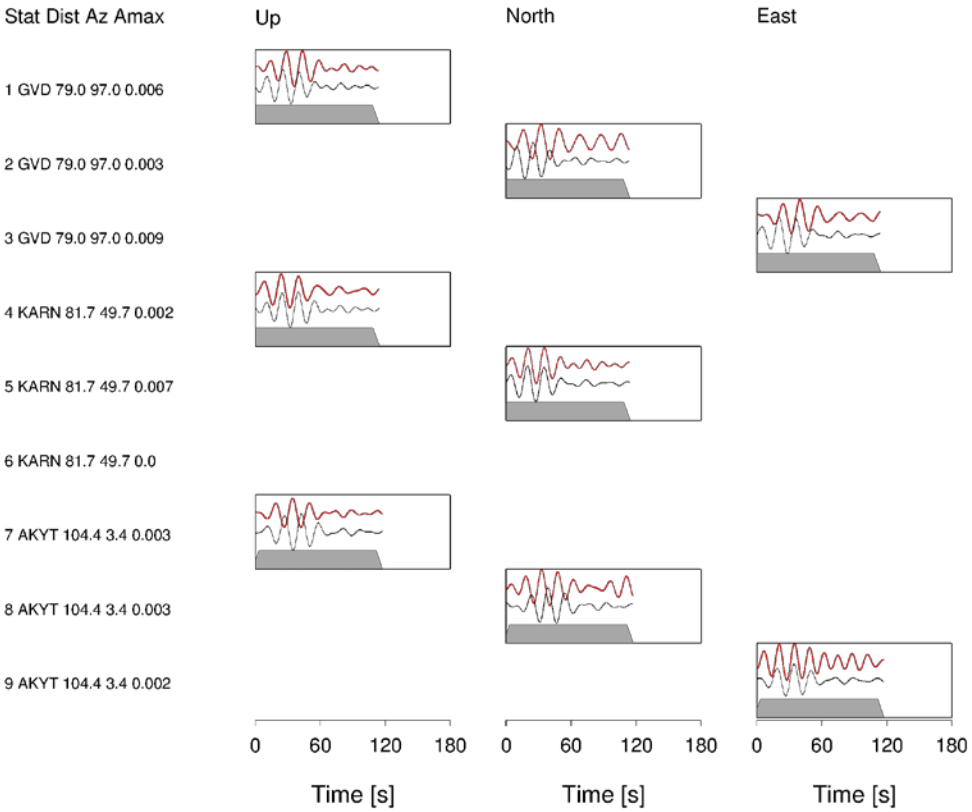
Lat Lon	34.92 N 23.22 E			
Strike	205.0	205.0	324.0	324.0
Dip	72.0	72.0	34.0	34.0
Rake	-61.0	119.0	-146.0	34.0
M_0	1.03E+16Nm			
M_w	4.5			
Depth	27.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.283			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 9 (3 stations)





Fit of Seismograms



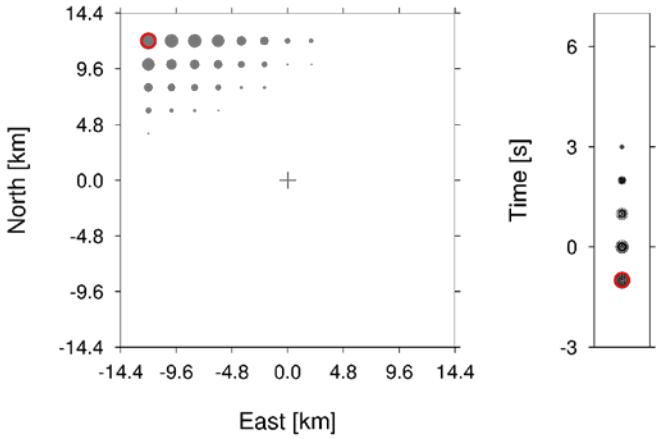
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

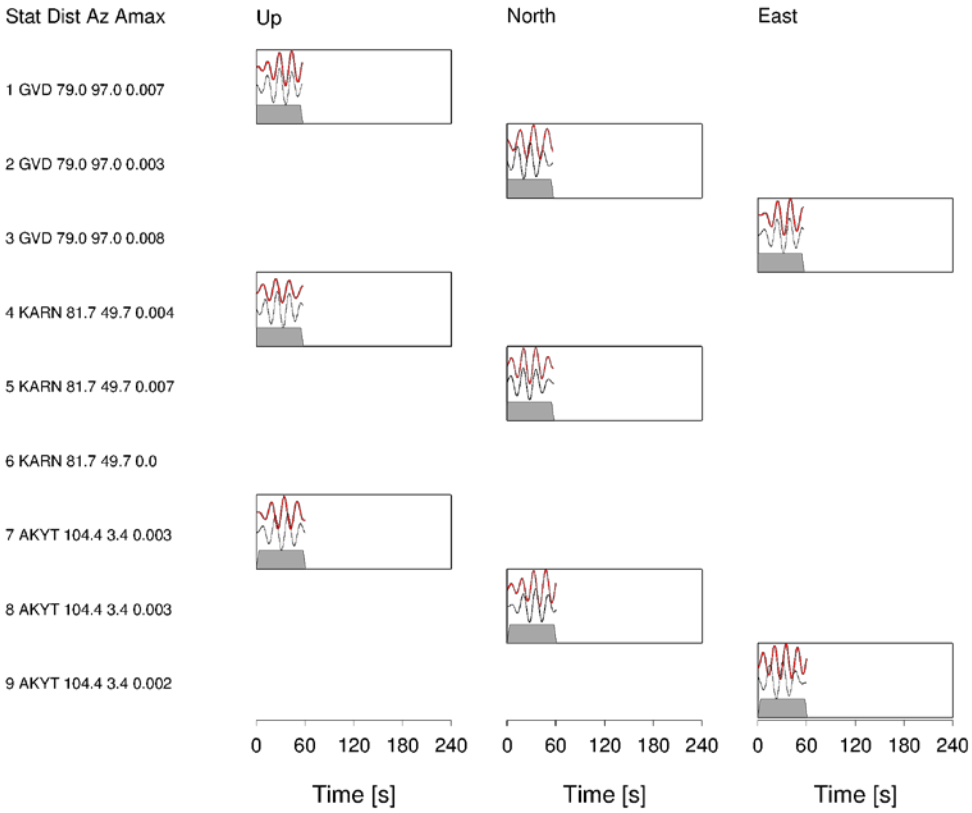
Event	EGELADOS
Lat Lon	34.92 N 23.22 E
Strike	205.0 324.0
Dip	72.0 34.0
Rake	-61.0 -146.0
M_0	1.03E+16Nm
M_w	4.5
Depth	27.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.678
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	9 (3 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



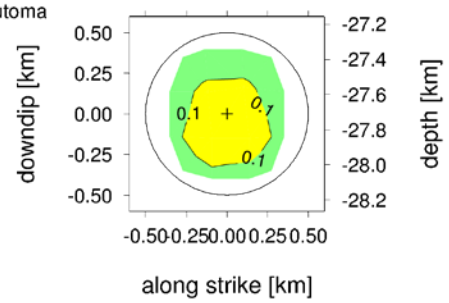
Fit of Seismograms



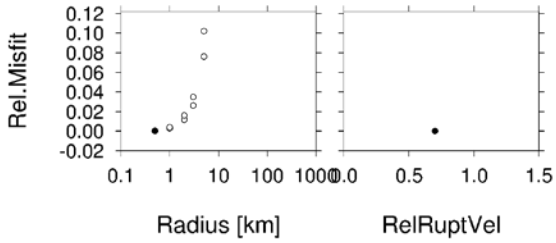
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

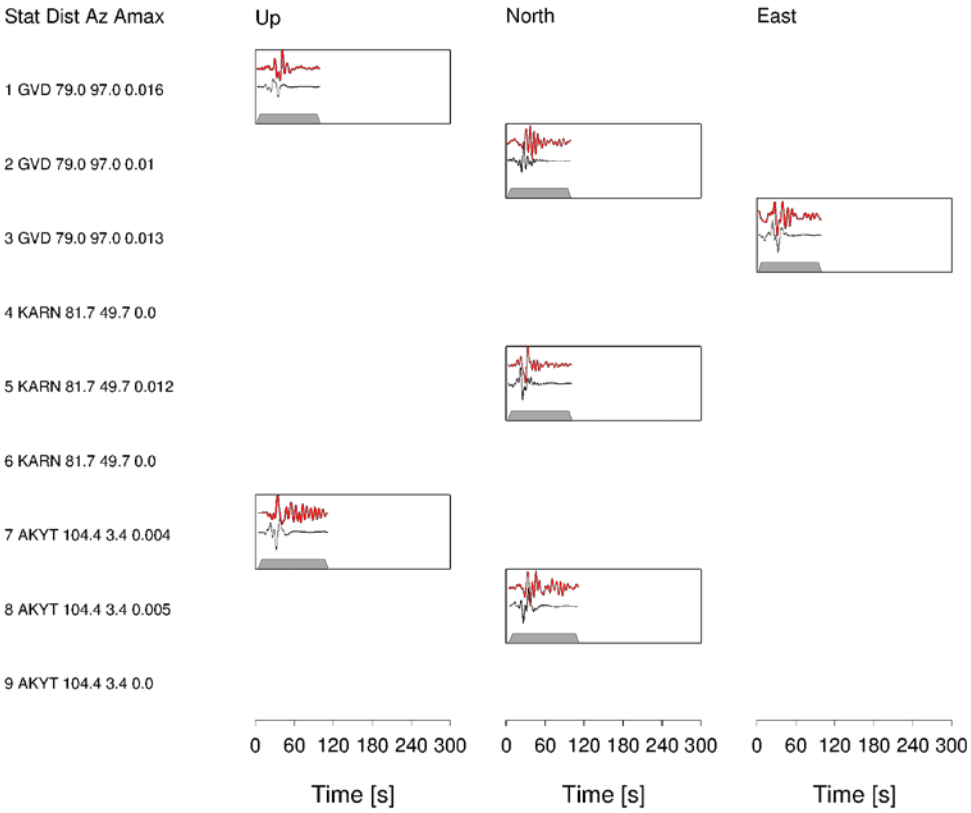
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	34.92 N 23.22 E		
Strike	205.0		
Dip	72.0		
Rake	-61.0		
M_0	1.03E+16Nm		
M_w	4.5		
Depth	27.7km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.182m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.424		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	9 (3 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

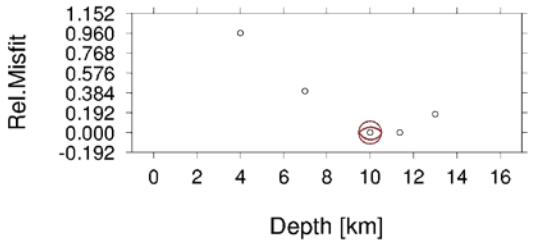
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

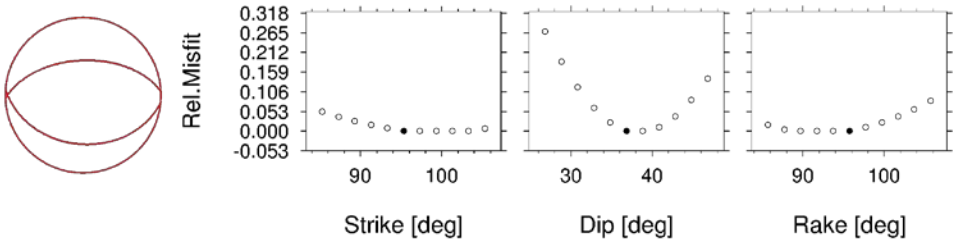
20070131 23:13:46

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.97 N 27.85 E			
Strike	95.0	95.0	268.0	268.0
Dip	37.0	37.0	53.0	53.0
Rake	96.0	-84.0	86.0	-94.0
M_0	5.8E+14Nm			
M_w	3.7			
Depth	11.3km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.399			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 54 (18 stations)

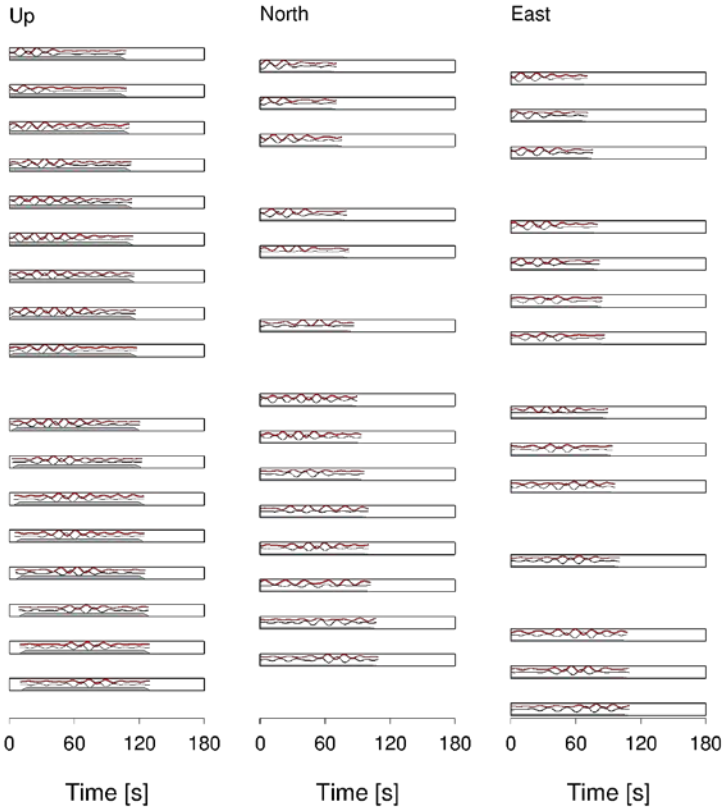




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR9 36.9 145.9 0.0
2 TUR9 36.9 145.9 0.0
3 TUR9 36.9 145.9 0.0
4 TUR7 39.8 -140.0 0.0
5 TUR7 39.8 -140.0 0.0
6 TUR7 39.8 -140.0 0.0
7 TUR6 50.8 84.9 0.0
8 TUR6 50.8 84.9 0.0
9 TUR6 50.8 84.9 0.0
10 TUR3 61.2 -27.3 0.0
11 TUR3 61.2 -27.3 0.0
12 TUR3 61.2 -27.3 0.0
13 RHON 69.2 162.9 0.0
14 RHON 69.2 162.9 0.0
15 RHON 69.2 162.9 0.0
16 TILO 75.8 -144.9 0.0
17 TILO 75.8 -144.9 0.0
18 TILO 75.8 -144.9 0.0
19 KOSI 84.7 -107.4 0.0
20 KOSI 84.7 -107.4 0.0
21 KOSI 84.7 -107.4 0.0
22 TUR2 91.7 -36.1 0.0
23 TUR2 91.7 -36.1 0.0
24 TUR2 91.7 -36.1 0.0
25 TUR8 97.8 99.4 0.0
26 TUR8 97.8 99.4 0.0
27 TUR8 97.8 99.4 0.0
28 RHOS 107.1 -178.2 0.0
29 RHOS 107.1 -178.2 0.0
30 RHOS 107.1 -178.2 0.0
31 SAMO 121.1 -47.7 0.0
32 SAMO 121.1 -47.7 0.0
33 SAMO 121.1 -47.7 0.0
34 ASTV 136.3 -108.5 0.0
35 ASTV 136.3 -108.5 0.0
36 ASTV 136.3 -108.5 0.0
37 TUR1 151.0 -34.9 0.0
38 TUR1 151.0 -34.9 0.0
39 TUR1 151.0 -34.9 0.0
40 IKAR 156.2 -61.1 0.0
41 IKAR 156.2 -61.1 0.0
42 IKAR 156.2 -61.1 0.0
43 KAPA 161.7 -156.3 0.0
44 KAPA 161.7 -156.3 0.0
45 KAPA 161.7 -156.3 0.0
46 AMOS 187.2 -95.5 0.0
47 AMOS 187.2 -95.5 0.0
48 AMOS 187.2 -95.5 0.0
49 KASO 193.2 -153.8 0.0
50 KASO 193.2 -153.8 0.0
51 KASO 193.2 -153.8 0.0
52 ANAF 198.1 -109.7 0.0
53 ANAF 198.1 -109.7 0.0
54 ANAF 198.1 -109.7 0.0



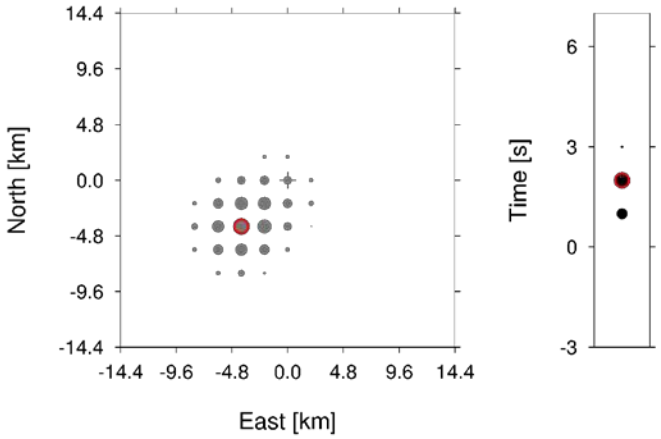
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	36.97 N 27.85 E
Strike	95.0 268.0
Dip	37.0 53.0
Rake	-84.0 -94.0
M_0	5.8E+14Nm
M_w	3.7
Depth	11.3km
Duration	0.4s
Misfit	0.747
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	54 (18 stations)



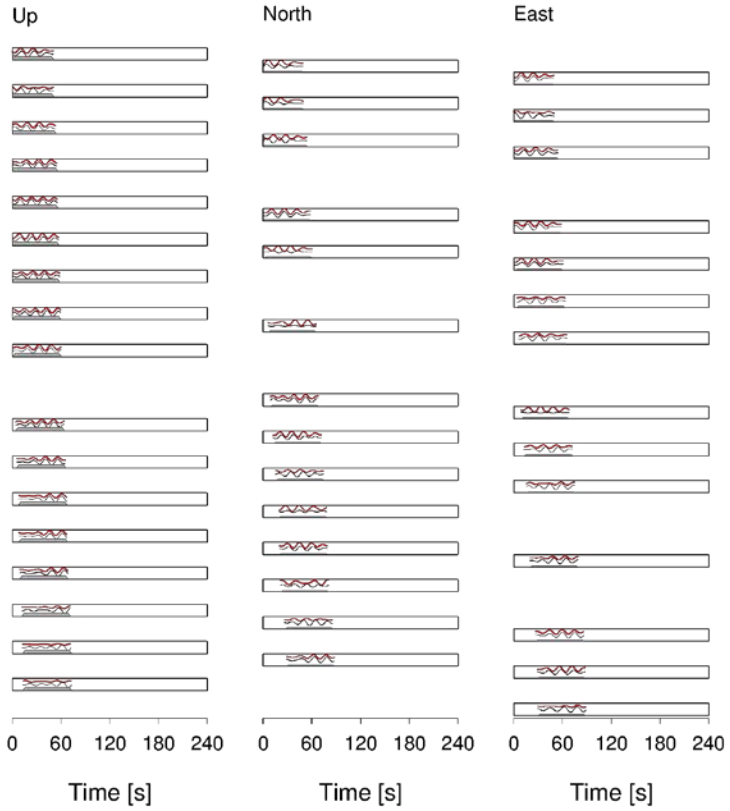
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 TUR9 36.9 145.9 0.0
2 TUR9 36.9 145.9 0.0
3 TUR9 36.9 145.9 0.0
4 TUR7 39.8 -140.0 0.0
5 TUR7 39.8 -140.0 0.0
6 TUR7 39.8 -140.0 0.0
7 TUR6 50.8 84.9 0.0
8 TUR6 50.8 84.9 0.0
9 TUR6 50.8 84.9 0.0
10 TUR3 61.2 -27.3 0.0
11 TUR3 61.2 -27.3 0.0
12 TUR3 61.2 -27.3 0.0
13 RHON 69.2 162.9 0.0
14 RHON 69.2 162.9 0.0
15 RHON 69.2 162.9 0.0
16 TILO 75.8 -144.9 0.0
17 TILO 75.8 -144.9 0.0
18 TILO 75.8 -144.9 0.0
19 KOSI 84.7 -107.4 0.0
20 KOSI 84.7 -107.4 0.0
21 KOSI 84.7 -107.4 0.0
22 TUR2 91.7 -36.1 0.0
23 TUR2 91.7 -36.1 0.0
24 TUR2 91.7 -36.1 0.0
25 TUR8 97.8 99.4 0.0
26 TUR8 97.8 99.4 0.0
27 TUR8 97.8 99.4 0.0
28 RHOS 107.1 -178.2 0.0
29 RHOS 107.1 -178.2 0.0
30 RHOS 107.1 -178.2 0.0
31 SAMO 121.1 -47.7 0.0
32 SAMO 121.1 -47.7 0.0
33 SAMO 121.1 -47.7 0.0
34 ASTY 136.3 -108.5 0.0
35 ASTY 136.3 -108.5 0.0
36 ASTY 136.3 -108.5 0.0
37 TUR1 151.0 -34.9 0.0
38 TUR1 151.0 -34.9 0.0
39 TUR1 151.0 -34.9 0.0
40 IKAR 156.2 -61.1 0.0
41 IKAR 156.2 -61.1 0.0
42 IKAR 156.2 -61.1 0.0
43 KAPA 161.7 -156.3 0.0
44 KAPA 161.7 -156.3 0.0
45 KAPA 161.7 -156.3 0.0
46 AMOS 187.2 -95.5 0.0
47 AMOS 187.2 -95.5 0.0
48 AMOS 187.2 -95.5 0.0
49 KASO 193.2 -153.8 0.0
50 KASO 193.2 -153.8 0.0
51 KASO 193.2 -153.8 0.0
52 ANAF 198.1 -109.7 0.0
53 ANAF 198.1 -109.7 0.0
54 ANAF 198.1 -109.7 0.0

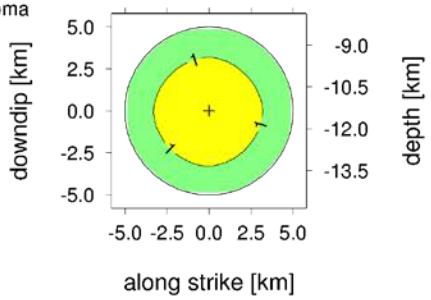


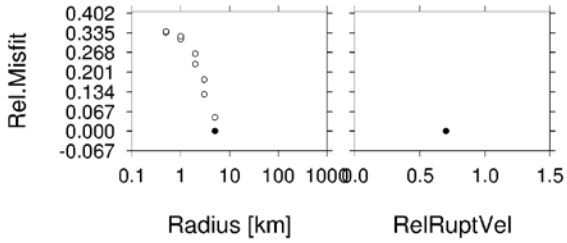
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

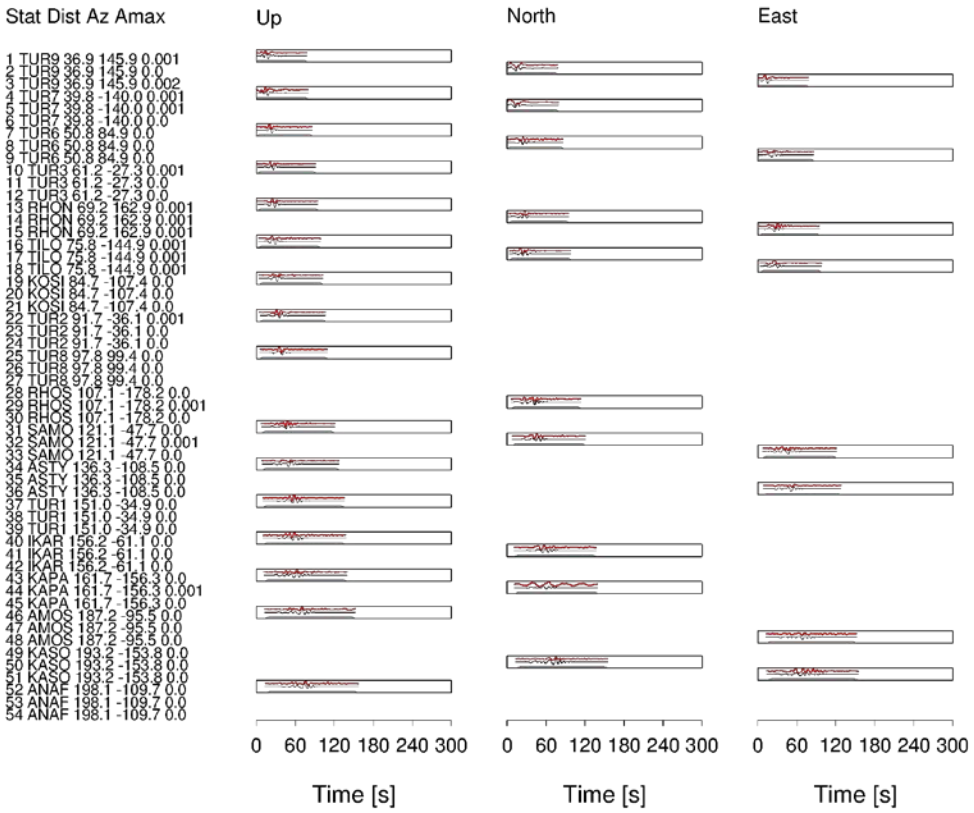
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.97 N 27.85 E		
Strike	95.0		
Dip	37.0		
Rake	-84.0		
M_0	5.8E+14Nm		
M_w	3.7		
Depth	11.3km	Duration	1.6+1.5s
Radius	5.0km	Area	78.5km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.471		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	54 (18 stations)		







Fit of Seismograms



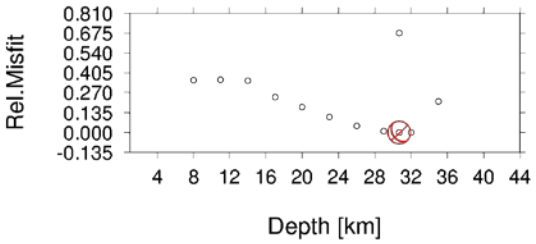
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

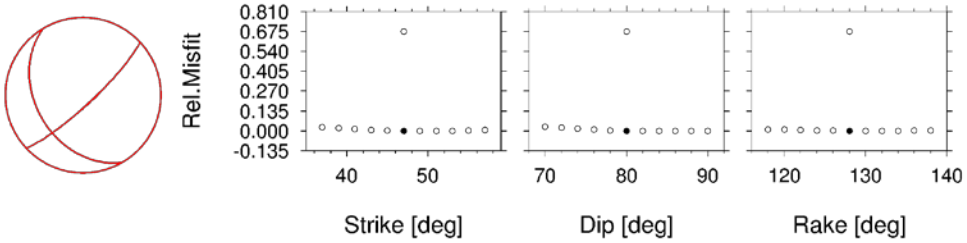
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20070210 09:12:56

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

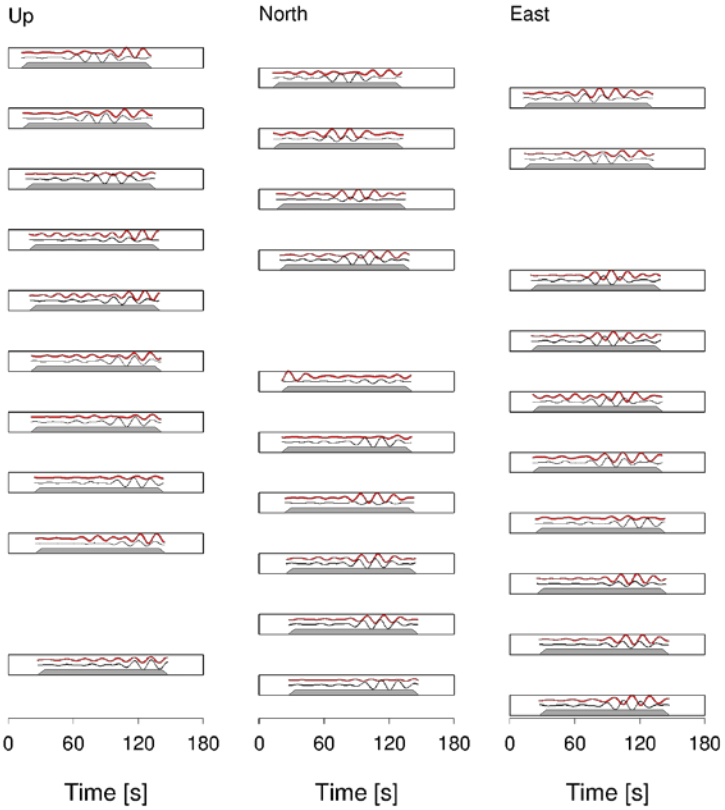
Lat Lon	35.38 N 21.35 E			
Strike	47.0	47.0	150.0	150.0
Dip	80.0	80.0	39.0	39.0
Rake	128.0	-52.0	16.0	-164.0
M_0	2.74E+16Nm			
M_w	4.8			
Depth	30.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.595			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	P			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	33 (11 stations)			





Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE03	224.6	9.4	0.007
2 PE03	224.6	9.4	0.007
3 PE03	224.6	9.4	0.005
4 KARN	233.0	88.7	0.006
5 KARN	233.0	88.7	0.008
6 KARN	233.0	88.7	0.007
7 GVD	256.5	102.8	0.008
8 GVD	256.5	102.8	0.013
9 GVD	256.5	102.8	0.0
10 IDHR	280.9	36.8	0.004
11 IDHR	280.9	36.8	0.005
12 IDHR	280.9	36.8	0.006
13 PE04	285.1	29.7	0.003
14 PE04	285.1	29.7	0.0
15 PE04	285.1	29.7	0.005
16 PE02	296.8	19.6	0.004
17 PE02	296.8	19.6	0.013
18 PE02	296.8	19.6	0.004
19 PE01	298.4	11.4	0.005
20 PE01	298.4	11.4	0.006
21 PE01	298.4	11.4	0.003
22 SIVA	317.4	96.3	0.006
23 SIVA	317.4	96.3	0.011
24 SIVA	317.4	96.3	0.006
25 KIMO	329.2	60.5	0.003
26 KIMO	329.2	60.5	0.005
27 KIMO	329.2	60.5	0.009
28 SERI	343.7	53.9	0.0
29 SERI	343.7	53.9	0.005
30 SERI	343.7	53.9	0.006
31 AT03	348.9	32.0	0.002
32 AT03	348.9	32.0	0.004
33 AT03	348.9	32.0	0.004



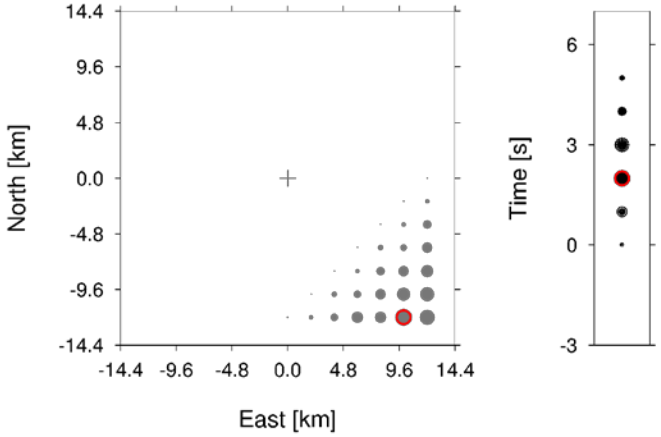
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS
Lat Lon	35.38 N 21.35 E
Strike	47.0 150.0
Dip	80.0 39.0
Rake	128.0 16.0
M_0	2.74E+16Nm
M_w	4.8
Depth	30.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.757
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	33 (11 stations)



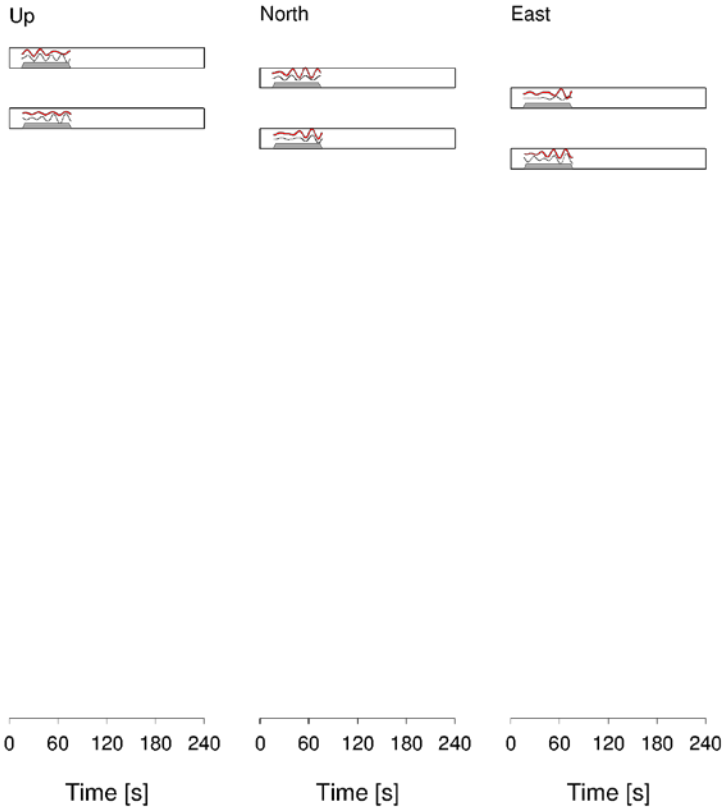
/rock4/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

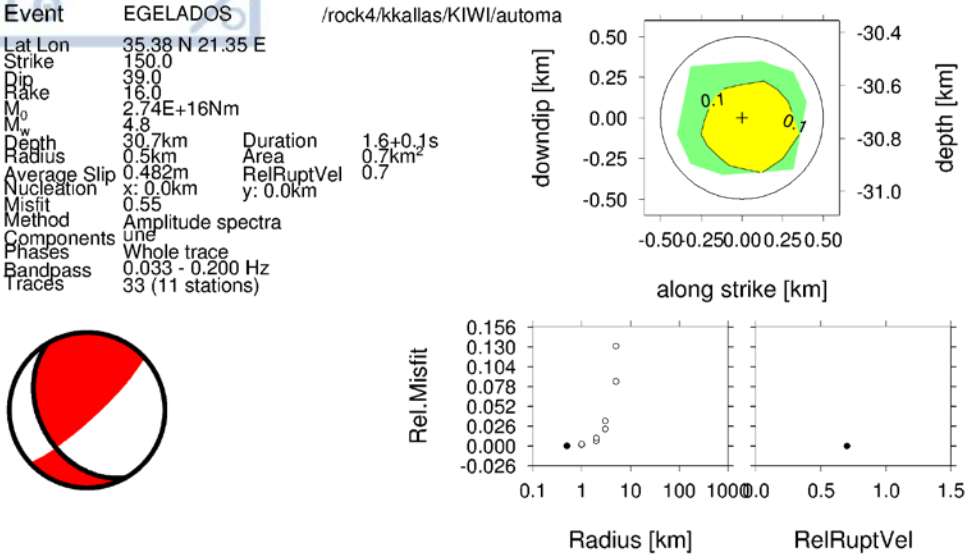
1 PE03 224.6 9.4 0.001
2 PE03 224.6 9.4 0.002
3 PE03 224.6 9.4 0.004
4 KARN 233.0 88.7 0.001
5 KARN 233.0 88.7 0.005
6 KARN 233.0 88.7 0.001
7 GVD 256.5 102.8 0.0
8 GVD 256.5 102.8 0.0
9 GVD 256.5 102.8 0.0
10 IDHR 280.9 36.8 0.0
11 IDHR 280.9 36.8 0.0
12 IDHR 280.9 36.8 0.0
13 PE04 285.1 29.7 0.0
14 PE04 285.1 29.7 0.0
15 PE04 285.1 29.7 0.0
16 PE02 296.8 19.6 0.0
17 PE02 296.8 19.6 0.0
18 PE02 296.8 19.6 0.0
19 PE01 298.4 11.4 0.0
20 PE01 298.4 11.4 0.0
21 PE01 298.4 11.4 0.0
22 SIVA 317.4 96.3 0.0
23 SIVA 317.4 96.3 0.0
24 SIVA 317.4 96.3 0.0
25 KIMO 329.2 60.5 0.0
26 KIMO 329.2 60.5 0.0
27 KIMO 329.2 60.5 0.0
28 SERI 343.7 53.9 0.0
29 SERI 343.7 53.9 0.0
30 SERI 343.7 53.9 0.0
31 AT03 348.9 32.0 0.0
32 AT03 348.9 32.0 0.0
33 AT03 348.9 32.0 0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

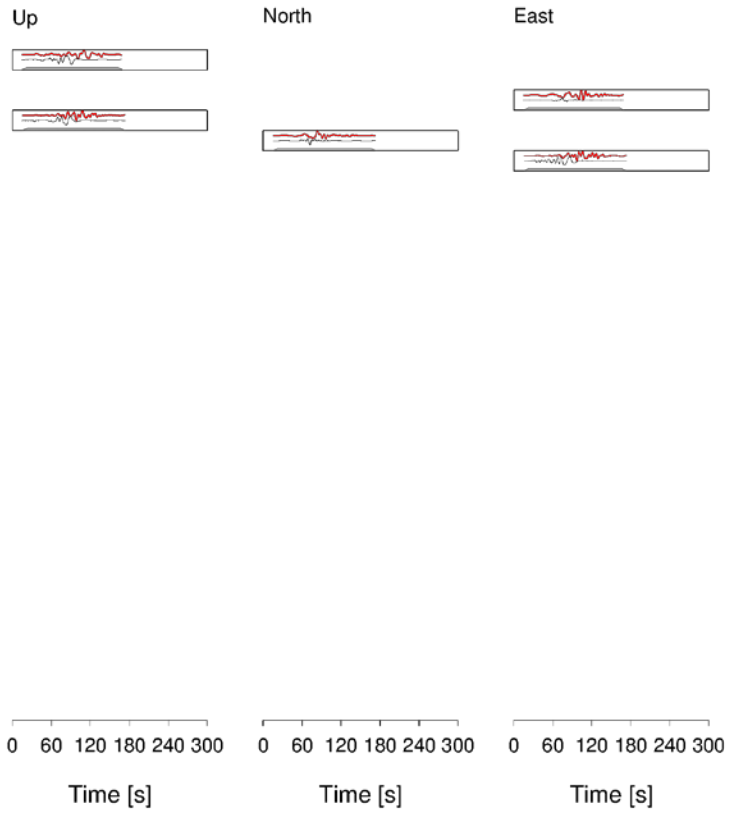
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	35.38 N 21.35 E		
Strike	150.0		
Dip	39.0		
Rake	16.0		
M_0	2.74E+16Nm		
M_w	4.8		
Depth	30.7km	Duration	1.6+0.1s
Radius	0.5km	Area	0.7km^2
Average Slip	0.482m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.55		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	33 (11 stations)		



Fit of Seismograms

Stat	Dist	Az	Amax
1 PE03	224.6	9.4	0.007
2 PE03	224.6	9.4	0.0
3 PE03	224.6	9.4	0.015
4 KARN	233.0	88.7	0.006
5 KARN	233.0	88.7	0.018
6 KARN	233.0	88.7	0.007
7 GVD	256.5	102.8	0.0
8 GVD	256.5	102.8	0.0
9 GVD	256.5	102.8	0.0
10 IDHR	280.9	36.8	0.0
11 IDHR	280.9	36.8	0.0
12 IDHR	280.9	36.8	0.0
13 PE04	285.1	29.7	0.0
14 PE04	285.1	29.7	0.0
15 PE04	285.1	29.7	0.0
16 PE02	296.8	19.6	0.0
17 PE02	296.8	19.6	0.0
18 PE02	296.8	19.6	0.0
19 PE01	298.4	11.4	0.0
20 PE01	298.4	11.4	0.0
21 PE01	298.4	11.4	0.0
22 SIVA	317.4	96.3	0.0
23 SIVA	317.4	96.3	0.0
24 SIVA	317.4	96.3	0.0
25 KIMO	329.2	60.5	0.0
26 KIMO	329.2	60.5	0.0
27 KIMO	329.2	60.5	0.0
28 SERI	343.7	53.9	0.0
29 SERI	343.7	53.9	0.0
30 SERI	343.7	53.9	0.0
31 AT03	348.9	32.0	0.0
32 AT03	348.9	32.0	0.0
33 AT03	348.9	32.0	0.0



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

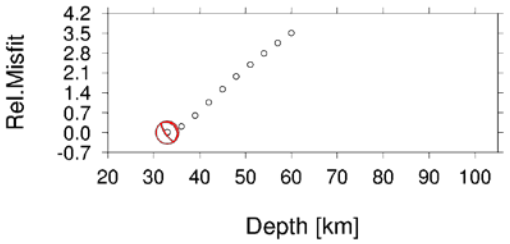
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

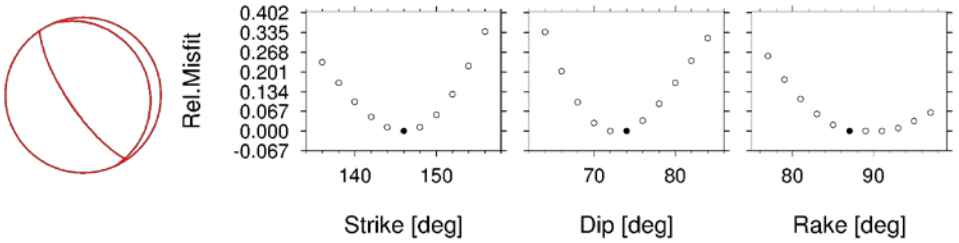
20070212 20:35:18

Event EGELADOS /rock4/kkallas/KIWI/automa

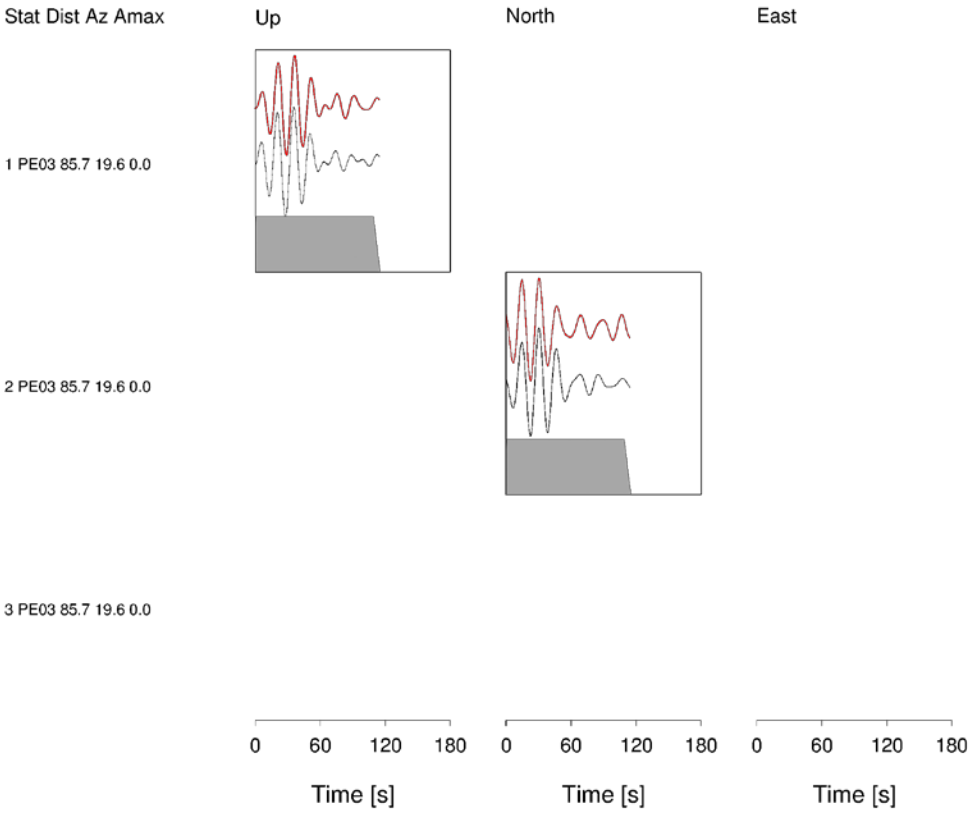
Lat Lon	36.65 N 21.44 E			
Strike	146.0	146.0	337.0	337.0
Dip	74.0	74.0	16.0	16.0
Rake	87.0	-93.0	100.0	-80.0
M_0	1.77E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	32.9km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.143			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases P
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 3 (1 stations)





Fit of Seismograms



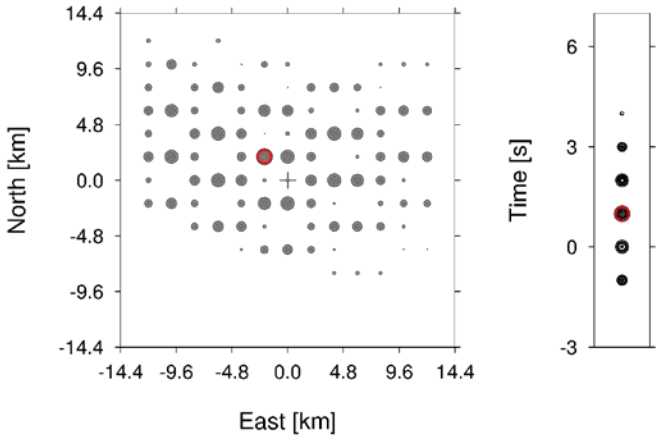
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

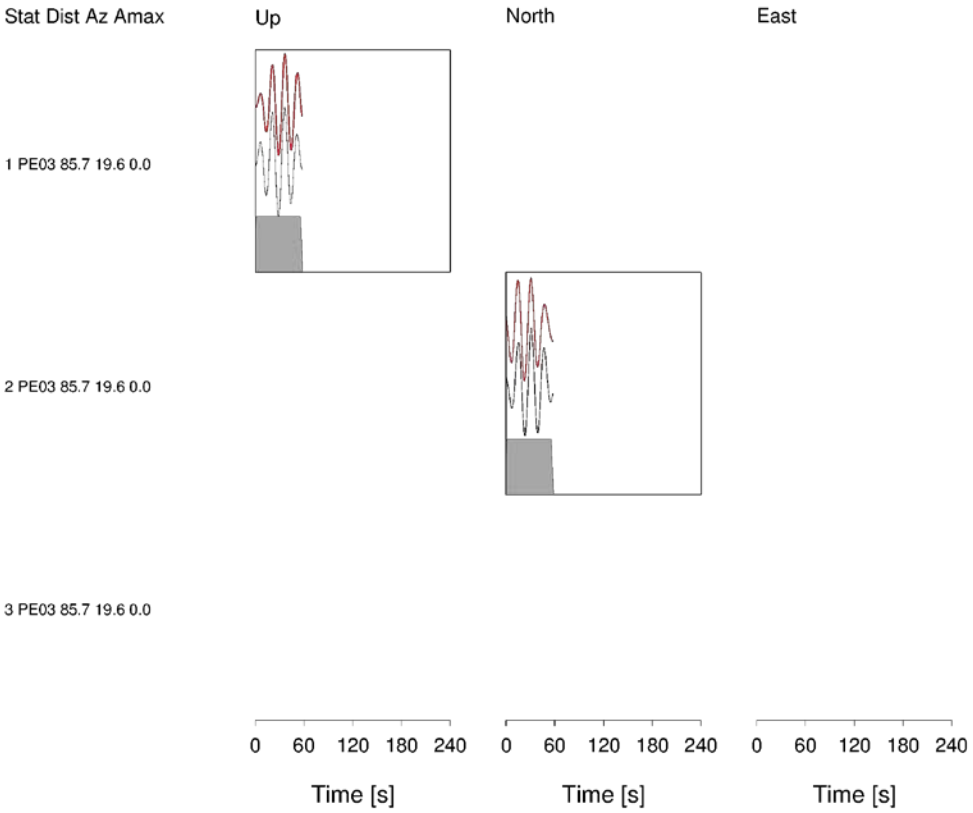
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.65 N 21.44 E
Strike	146.0 337.0
Dip	74.0 16.0
Rake	87.0 100.0
M_0	1.77E+15Nm
M_w	4.0
Depth	32.9km
Duration	0.4s
Misfit	0.265
Method	Time domain
Components	une
Phases	P
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	3 (1 stations)



/rock4/kkallas/KIWI/automa



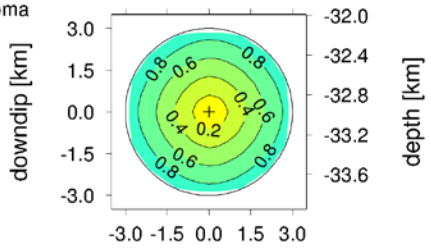
Fit of Seismograms



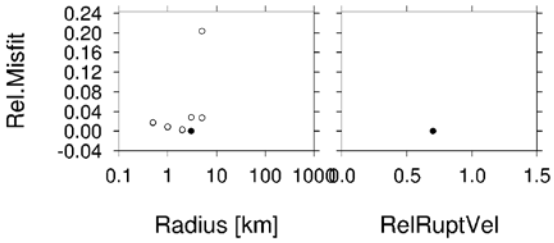
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

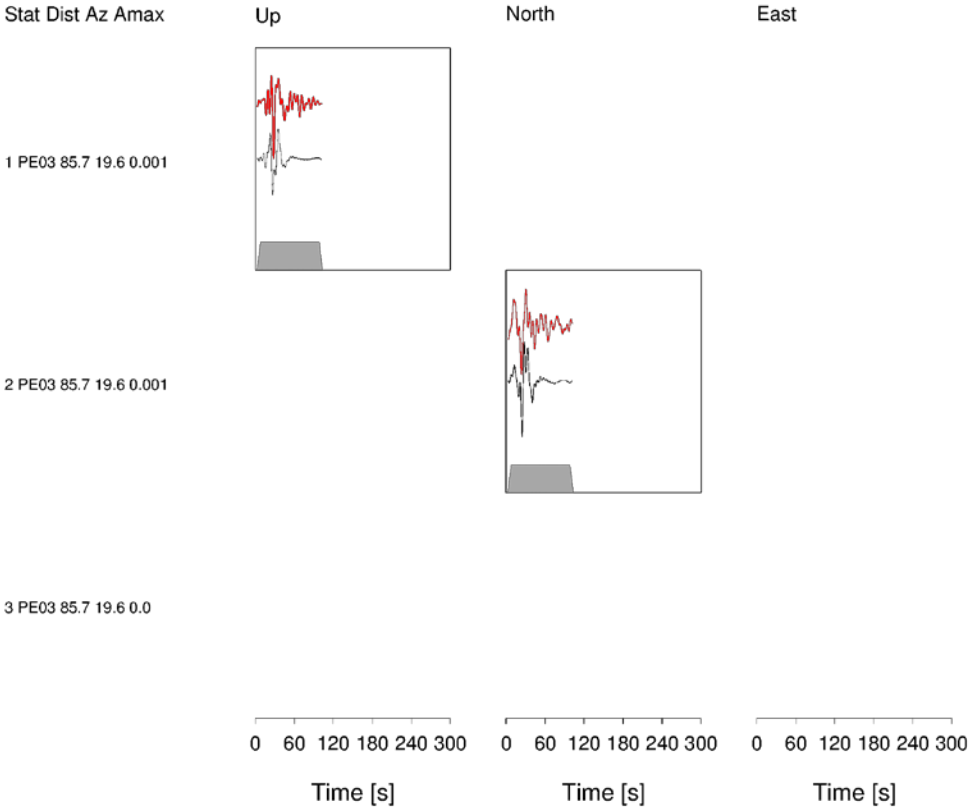
Event	EGELADOS	/rock4/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.65 N 21.44 E		
Strike	337.0		
Dip	16.0		
Rake	100.0		
M_0	1.77E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	32.9km	Duration	1.6+0.9s
Radius	3.0km	Area	28.2km^2
Average Slip	0.0m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.0km	y: 0.0km	
Misfit	0.345		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	3 (1 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

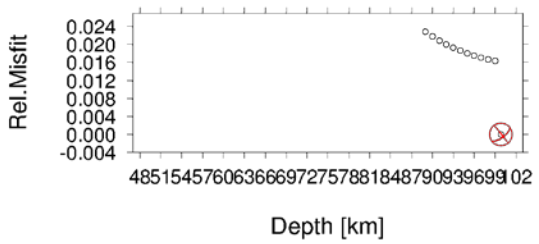
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

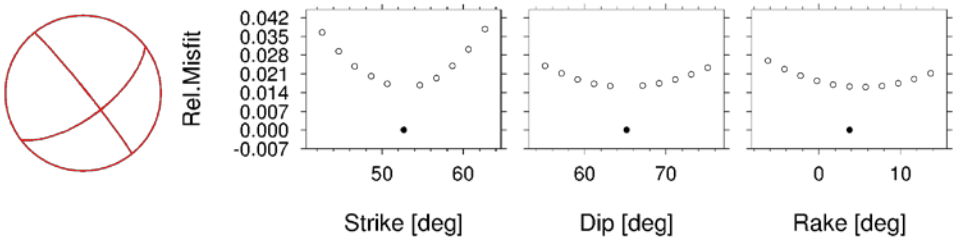
20070215 03:15:55

Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	35.97 N 27.95 E			
Strike	53.0	53.0	321.0	321.0
Dip	65.0	65.0	87.0	87.0
Rake	4.0	-176.0	155.0	-25.0
M_0	1.35E+16Nm			
M_w	4.6			
Depth	99.8km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.756			

Method Amplitude spectra
Components une
Phases Whole trace
Bandpass 0.05 - 0.08 Hz
Traces 45 (15 stations)

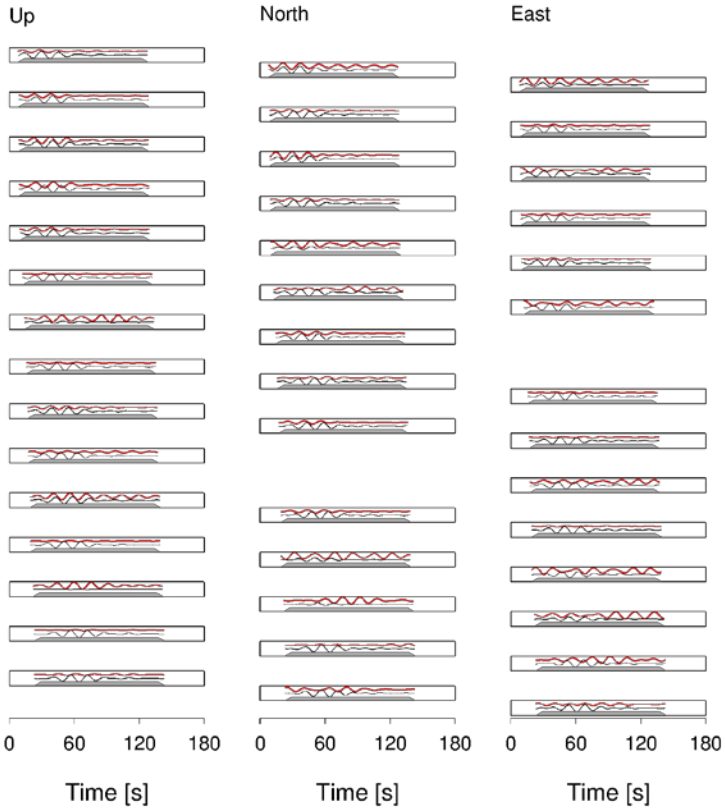




Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 112.9 -123.5 0.0
2 KASO 112.9 -123.5 0.002
3 KASO 112.9 -123.5 0.002
4 TUR6 122.8 19.9 0.0
5 TUR6 122.8 19.9 0.001
6 TUR6 122.8 19.9 0.001
7 TUR4 123.0 -5.9 0.0
8 TUR4 123.0 -5.9 0.001
9 TUR4 123.0 -5.9 0.0
10 KOSI 123.8 -46.1 0.0
11 KOSI 123.8 -46.1 0.001
12 KOSI 123.8 -46.1 0.001
13 TUR8 129.3 42.7 0.0
14 TUR8 129.3 42.7 0.004
15 TUR8 129.3 42.7 0.001
16 ASTY 153.7 -63.6 0.0
17 ASTY 153.7 -63.6 0.0
18 ASTY 153.7 -63.6 0.001
19 TUR3 169.3 -12.4 0.001
20 TUR3 169.3 -12.4 0.001
21 TUR3 169.3 -12.4 0.0
22 ZKR 184.2 -120.8 0.0
23 ZKR 184.2 -120.8 0.001
24 ZKR 184.2 -120.8 0.001
25 TUR2 195.3 -18.6 0.0
26 TUR2 195.3 -18.6 0.0
27 TUR2 195.3 -18.6 0.0
28 ANAF 200.1 -77.1 0.0
29 ANAF 200.1 -77.1 0.0
30 ANAF 200.1 -77.1 0.0
31 SAMO 215.9 -26.9 0.0
32 SAMO 215.9 -26.9 0.0
33 SAMO 215.9 -26.9 0.0
34 AMOS 215.9 -64.3 0.0
35 AMOS 215.9 -64.3 0.001
36 AMOS 215.9 -64.3 0.0
37 IKAR 236.2 -37.8 0.0
38 IKAR 236.2 -37.8 0.001
39 IKAR 236.2 -37.8 0.001
40 IOSI 247.2 -69.2 0.0
41 IOSI 247.2 -69.2 0.0
42 IOSI 247.2 -69.2 0.0
43 APE 248.5 -59.9 0.0
44 APE 248.5 -59.9 0.0
45 APE 248.5 -59.9 0.0



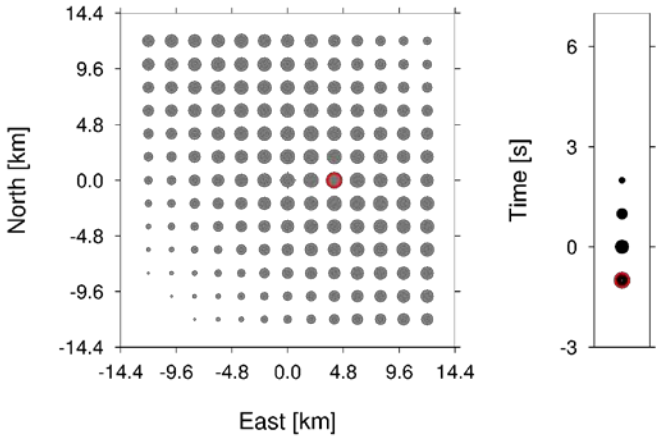
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Event	EGELADOS	
Lat Lon	35.97 N 27.95 E	
Strike	53.0	321.0
Dip	65.0	87.0
Rake	4.0	155.0
M_0	1.35E+16Nm	
M_w	4.6	
Depth	99.8km	
Duration	0.4s	
Misfit	0.941	
Method	Time domain	
Components	une	
Phases	Whole trace	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz	
Traces	45 (15 stations)	



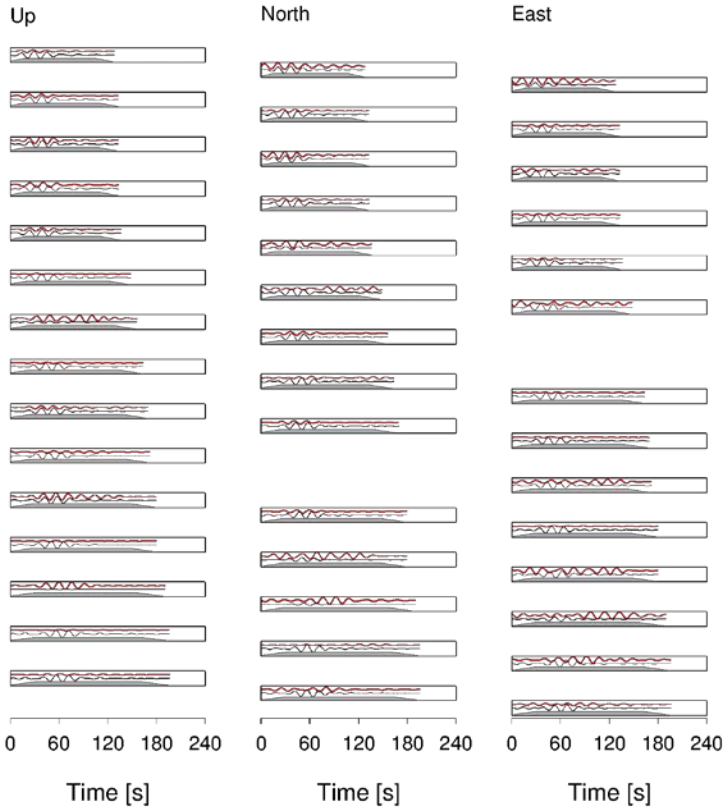
/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

Stat Dist Az Amax

1 KASO 112.9 -123.5 0.0
2 KASO 112.9 -123.5 0.002
3 KASO 112.9 -123.5 0.002
4 TUR6 122.8 19.9 0.0
5 TUR6 122.8 19.9 0.001
6 TUR6 122.8 19.9 0.001
7 TUR4 123.0 -5.9 0.0
8 TUR4 123.0 -5.9 0.001
9 TUR4 123.0 -5.9 0.0
10 KOSI 123.8 -46.1 0.0
11 KOSI 123.8 -46.1 0.001
12 KOSI 123.8 -46.1 0.001
13 TUR8 129.3 42.7 0.0
14 TUR8 129.3 42.7 0.004
15 TUR8 129.3 42.7 0.001
16 ASTY 153.7 -63.6 0.0
17 ASTY 153.7 -63.6 0.0
18 ASTY 153.7 -63.6 0.001
19 TUR3 169.3 -12.4 0.001
20 TUR3 169.3 -12.4 0.001
21 TUR3 169.3 -12.4 0.0
22 ZKR 184.2 -120.8 0.0
23 ZKR 184.2 -120.8 0.001
24 ZKR 184.2 -120.8 0.001
25 TUR2 195.3 -18.6 0.0
26 TUR2 195.3 -18.6 0.0
27 TUR2 195.3 -18.6 0.0
28 ANAF 200.1 -77.1 0.0
29 ANAF 200.1 -77.1 0.0
30 ANAF 200.1 -77.1 0.0
31 SAMO 215.9 -26.9 0.0
32 SAMO 215.9 -26.9 0.0
33 SAMO 215.9 -26.9 0.0
34 AMOS 215.9 -64.3 0.0
35 AMOS 215.9 -64.3 0.001
36 AMOS 215.9 -64.3 0.0
37 IKAR 236.2 -37.8 0.0
38 IKAR 236.2 -37.8 0.001
39 IKAR 236.2 -37.8 0.001
40 IOSI 247.2 -69.2 0.0
41 IOSI 247.2 -69.2 0.0
42 IOSI 247.2 -69.2 0.0
43 APE 248.5 -59.9 0.0
44 APE 248.5 -59.9 0.0
45 APE 248.5 -59.9 0.0

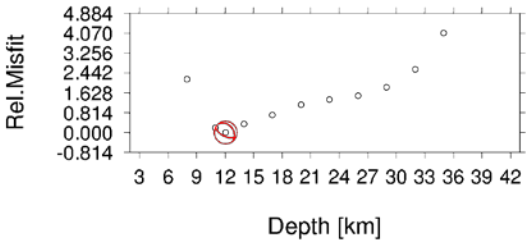


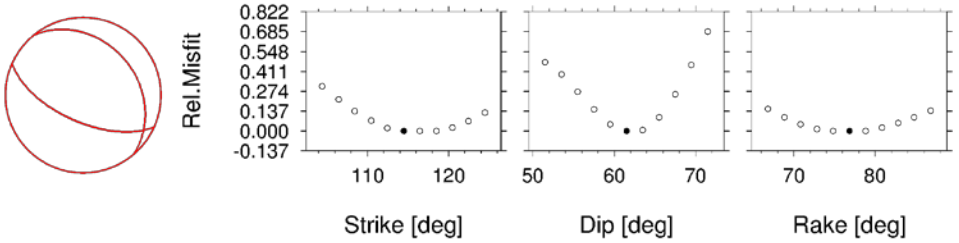
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

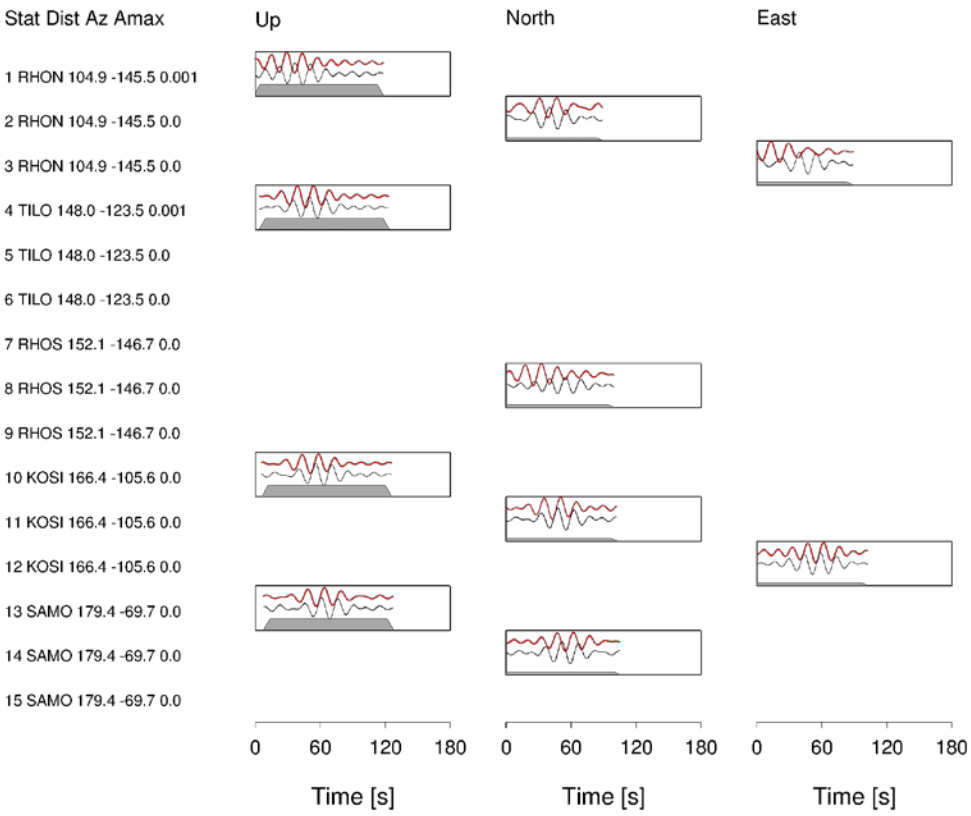
20070306 03:34:44

Event	EGELADOS			/rock3/kkallas/KIWI/automa
Lat Lon	37.16 N 28.74 E			
Strike	114.0	114.0	321.0	321.0
Dip	62.0	62.0	31.0	31.0
Rake	77.0	-103.0	113.0	-67.0
M_0	1.88E+15Nm			
M_w	4.0			
Depth	12.0km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.137			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases				
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	15 (5 stations)			





Fit of Seismograms



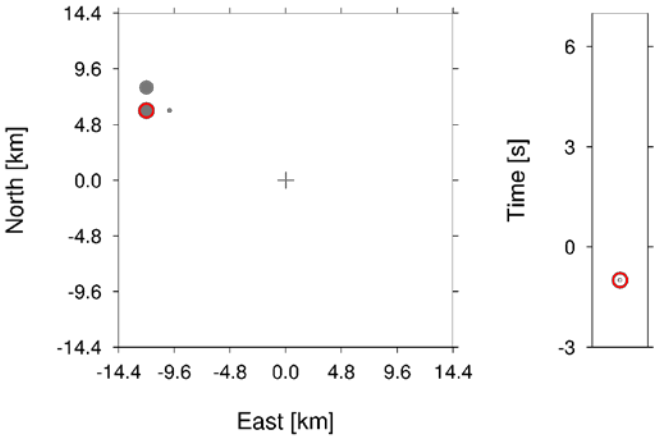
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

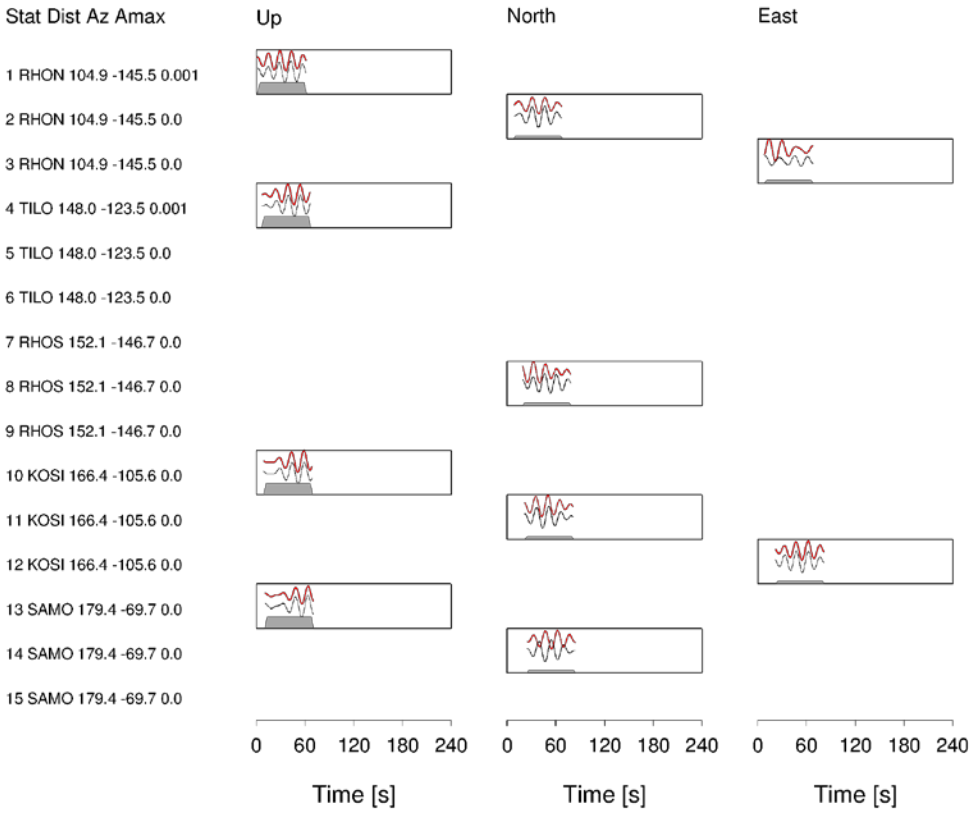
Event	EGELADOS
Lat Lon	37.16 N 28.74 E
Strike	114.0 321.0
Dip	62.0 31.0
Rake	-103.0 -67.0
M_0	1.88E+15Nm
M_w	4.0
Depth	12.0km
Duration	0.4s
Misfit	0.365
Method	Time domain
Components	une
Phases	
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	15 (5 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



Fit of Seismograms

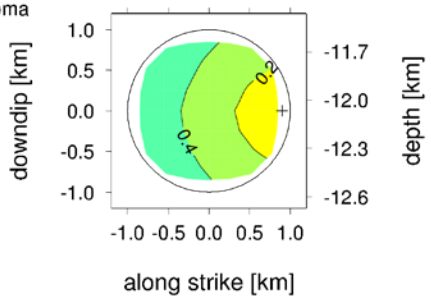


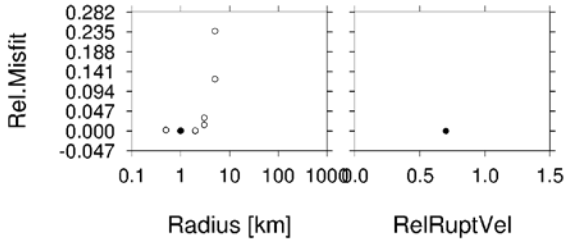
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

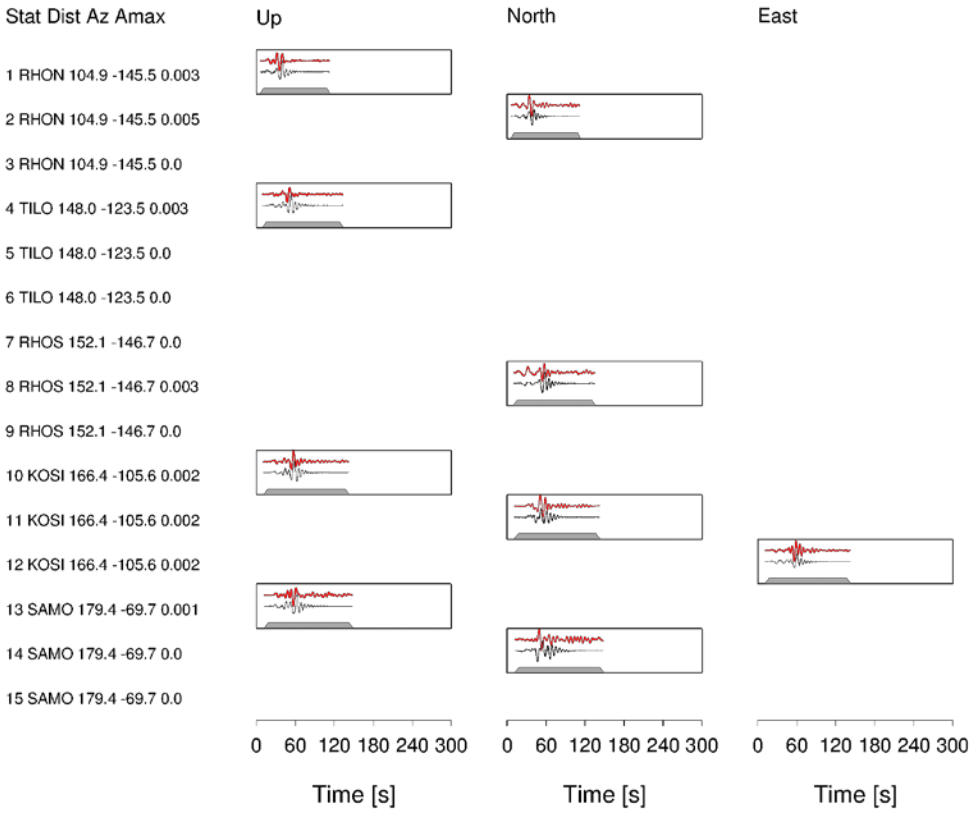
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	37.16 N 28.74 E		
Strike	321.0		
Dip	31.0		
Rake	-67.0		
M_0	1.88E+15Nm		
M_w	4.0		
Depth	12.0km	Duration	1.6+0.5s
Radius	1.0km	Area	3.1km^2
Average Slip	0.008m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 0.9km	y: 0.0km	
Misfit	0.308		
Method	Amplitude spectra		
Components	one		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	15 (5 stations)		







Fit of Seismograms



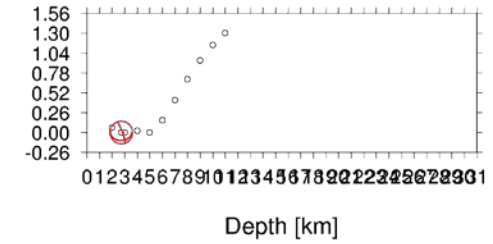
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

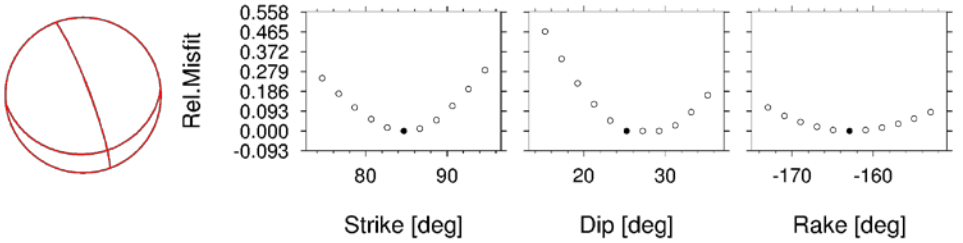
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

20070308 03:52:25

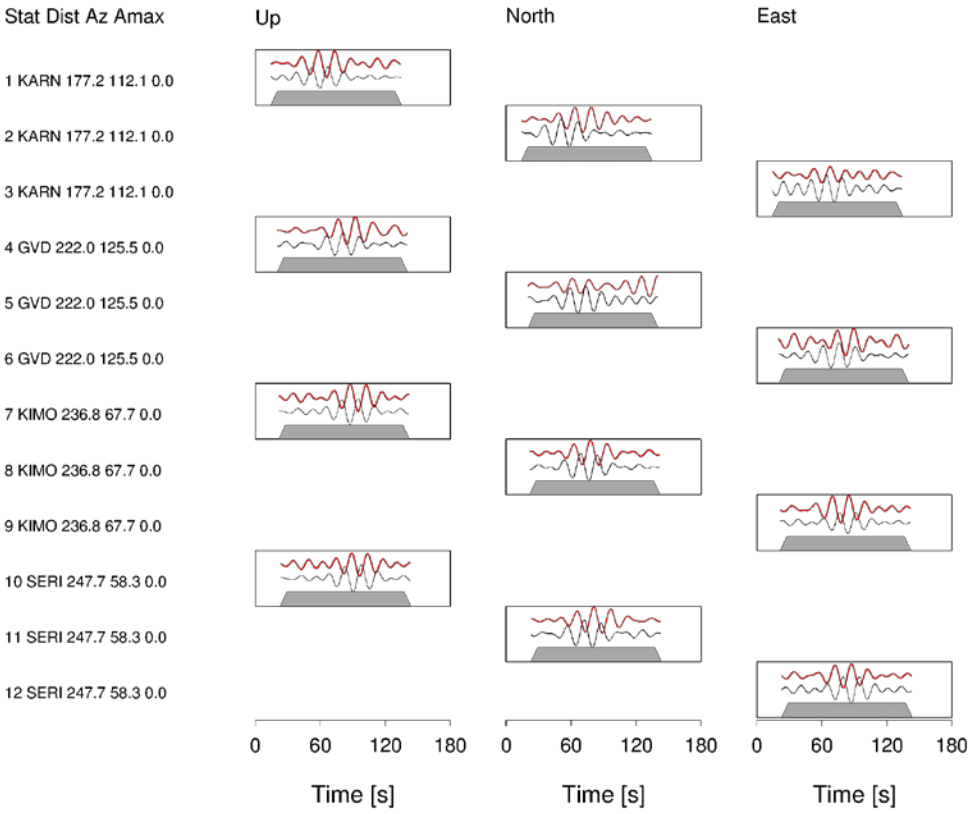
Event EGELADOS /rock3/kkallas/KIWI/automa

Lat Lon	36.01 N 22.1 E			
Strike	85.0	85.0	339.0	339.0
Dip	25.0	25.0	83.0	83.0
Rake	-163.0	17.0	-66.0	114.0
M_0	1.06E+15Nm			
M_w	3.9			
Depth	2.7km			
Duration	0.4s			
Misfit	0.306			
Method	Amplitude spectra			
Components	une			
Phases	Whole trace			
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz			
Traces	12 (4 stations)			





Fit of Seismograms



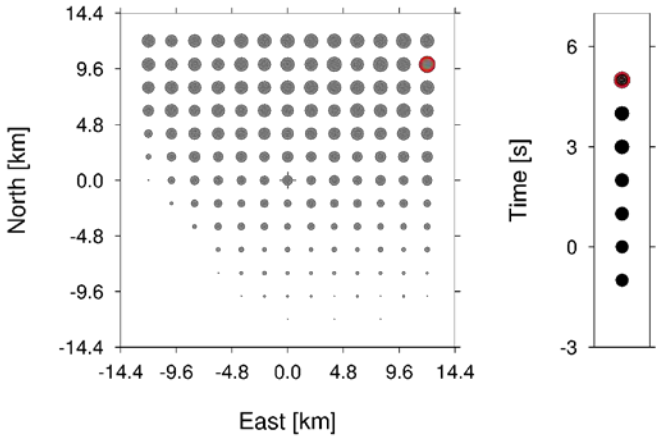
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

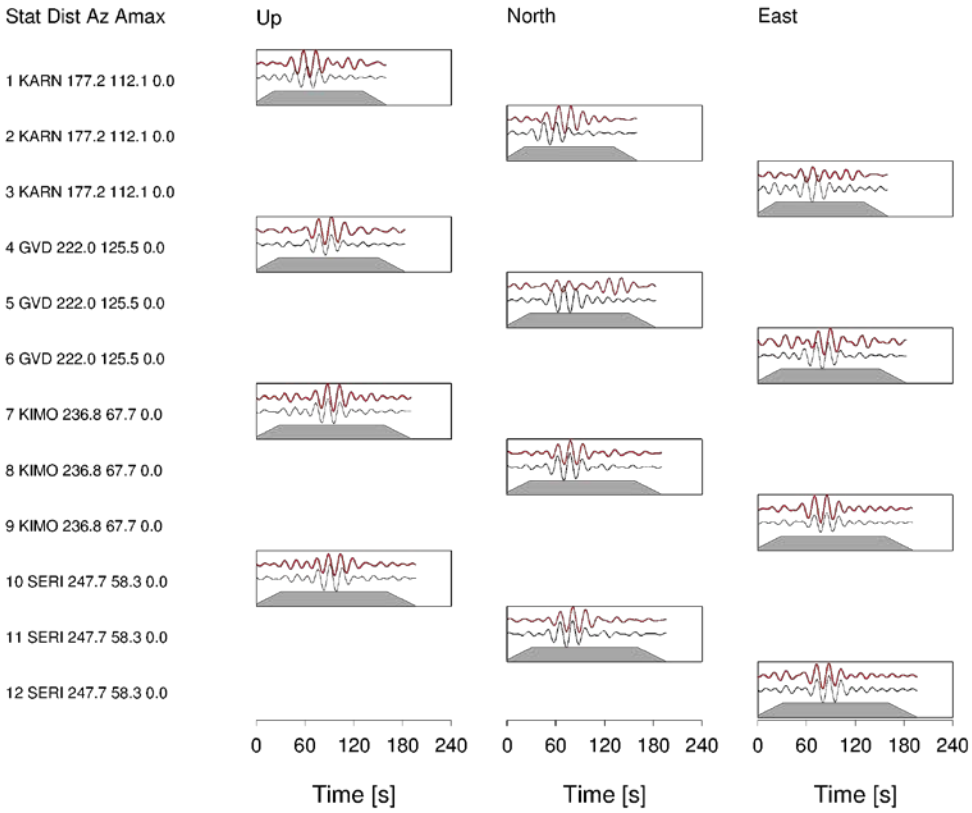
Event	EGELADOS
Lat Lon	36.01 N 22.1 E
Strike	85.0 339.0
Dip	25.0 83.0
Rake	17.0 114.0
M_0	1.06E+15Nm
M_w	3.9
Depth	2.7km
Duration	0.4s
Misfit	0.758
Method	Time domain
Components	une
Phases	Whole trace
Bandpass	0.05 - 0.08 Hz
Traces	12 (4 stations)



/rock3/kkallas/KIWI/automa



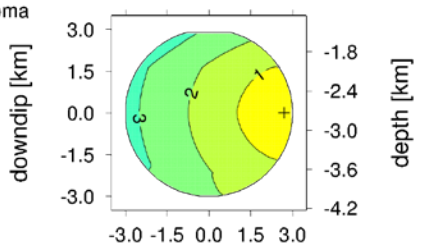
Fit of Seismograms



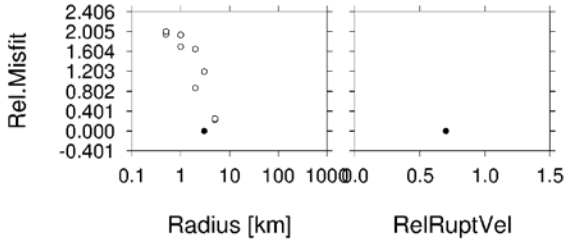
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

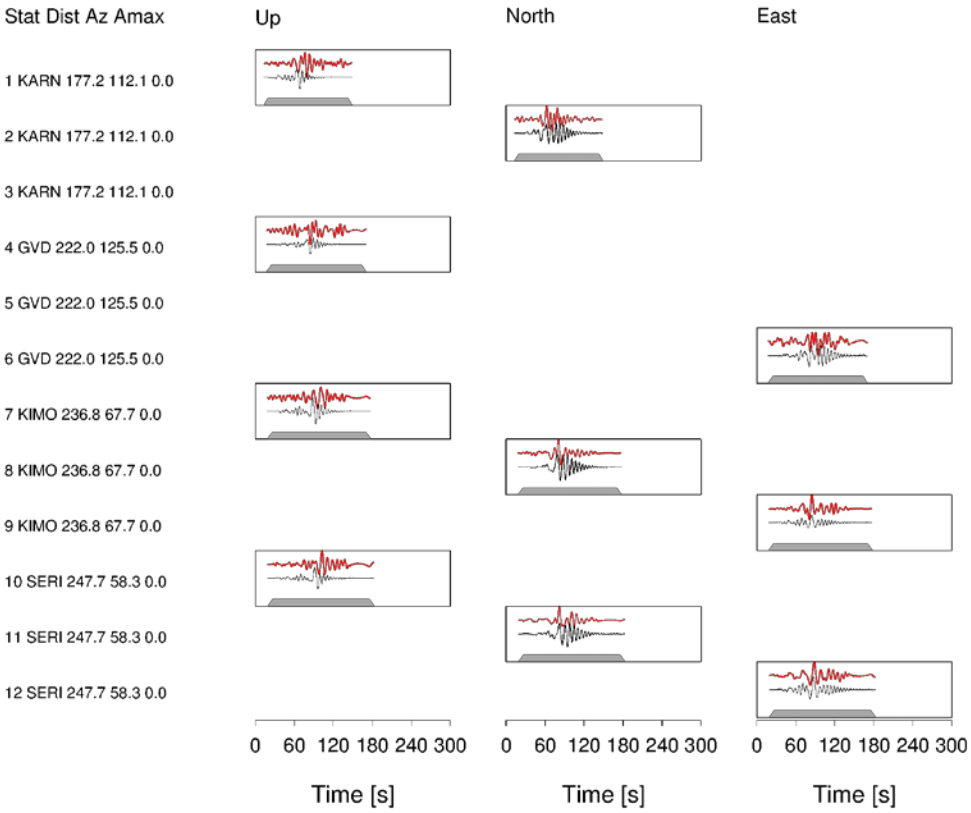
Event	EGELADOS	/rock3/kkallas/KIWI/automa	
Lat Lon	36.01 N 22.1 E		
Strike	85.0		
Dip	25.0		
Rake	17.0		
M_0	1.06E+15Nm		
M_w	3.9		
Depth	2.7km	Duration	1.6+3.3s
Radius	3.0km	Area	28.1km^2
Average Slip	0.002m	RelRuptVel	0.7
Nucleation	x: 2.7km	y: 0.0km	
Misfit	0.489		
Method	Amplitude spectra		
Components	une		
Phases	Whole trace		
Bandpass	0.033 - 0.200 Hz		
Traces	12 (4 stations)		







Fit of Seismograms



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Πληροφορίες των σεισμών που έχουν προσομοιωθεί με τη μέθοδο της στοχαστικής προσομοίωσης στην παρούσα διατριβή. Ο χρόνος γένεσης του σεισμού (*day/time*), τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη των σεισμών (*lat, lon*), το βάθος (*depth*), το μέγεθος (*Mw*), οι πληροφορίες των μηχανισμών γένεσης και το επίπεδο του ρήγματος που προτείνεται για την στοχαστική προσομοίωση (*az, dip, rake*) καθορίστηκαν από διαθέσιμες πηγές και αποτελέσματα του Κεφαλαίου 3. Οι διαστάσεις των ρηγμάτων (*length, width*) που χρησιμοποιούνται στην μεθοδολογία της στοχαστικής προσομοίωσης υπολογίστηκαν από τις σχέσεις (4.24) και (4.25). Οι ταχύτητες των εγκαρσίων κυμάτων V_S και V_P υπολογίστηκαν από διαθέσιμα 3D μοντέλα δομής στην επικεντρική περιοχή κάθε σεισμού ενώ οι τιμές πυκνότητας (*density*) καθορίστηκαν χρησιμοποιώντας τη σχέση από εργασία των Brocher (2005). Η παράμετρος τάσης ($\Delta\sigma$) υπολογίστηκε με τη μέθοδο «της δοκιμής και του λάθους / trial and error» για κάθε σεισμό.

Day/time	lat	lon	depth	Mw	CR *	az	dip	rake	length	width	V_S	V_P	density	Δσ
2006/01/08 11:34:54	36.1853	23.4037	67	6.7	0	197	45	53	24	24	4.48	7.89	3.24	400
2002/01/22 04:53:52	35.574	26.627	90	6.1	0	97	86	49	10	15	4.5	7.83	3.23	300
2003/09/13 13:46:21	36.691	26.8488	134	5.2	0	97	40	10	4.89	5.33	4.59	7.88	3.24	70
2005/08/01 13:34:58	36.6092	26.6775	127	4.8	0	306	27	180	3.23	3.33	4.59	7.88	3.26	100
2007/02/03 13:43:22	35.8092	22.6367	47	5.4	1	93	68	173	6.02	6.73	4.27	7.58	3.14	45
2006/05/15 04:22:39	35.749	25.983	68	4.7	0	316	88	-10	2.92	2.96	4.52	7.95	3.27	50
2014/04/04 20:08:07	37.27	23.66	96	5.5	0	265	63	138	6.68	7.57	4.5	8.01	3.24	100
2004/03/28 14:54:38	35.57	22.99	55	4.7	1	310	31	97	2.92	2.96	4.33	7.68	3.18	20
2004/10/07 01:05:12	36.27	26.72	130	5.5	0	75	81	50	6.68	7.57	4.56	7.82	3.22	70
1994/05/23 06:46:12	35.5409	24.6968	68	6.1	0	177	63	22	12.43	15.2	4.44	7.86	3.24	400
2003/04/29 01:51:20	36.9395	21.7314	66	5.1	1	193	81	4	4.41	4.74	4.51	7.94	3.26	300
2004/11/04 06:22:37	35.9633	23.1454	70	5.2	0	187	48	58	4.89	5.33	4.45	7.86	3.24	400
2008/01/06 05:14:20	37.2569	22.7037	84	6.2	0	222	41	20	13.79	17.1	4.52	7.97	3.28	400
2008/03/28 00:16:19	34.7922	25.3423	49	5.6	1	264	32	69	7.41	8.51	4.36	7.58	3.14	100
2008/07/15 03:26:34	35.85	27.92	56	6.4	1	261	81	-36	12	16	4.4	7.71	3.19	500
2008/09/16 02:58:39	36.69	24.03	137	4.5	0	280	58	-62	2.37	2.34	4.58	7.78	3.21	20
2008/06/18 01:58:42	37.67	22.78	83	5.1	0	107	58	122	4.41	4.74	4.55	8.01	3.29	350
2005/11/20 21:20:56	35.0332	27.2676	50	4.6	1	233	75	44	2.63	2.64	4.34	7.58	3.14	30
2006/05/11 01:47:47	36.1256	23.3697	72	4.5	0	285	43	87	2.37	2.34	4.48	7.86	3.24	50
2006/07/09 03:12:54	36.4597	27.2451	118	4.6	0	212	50	133	2.63	2.64	4.53	7.75	3.2	100
2006/12/02 10:26:54	34.7687	26.8962	52	4.7	1	196	20	-124	2.92	2.96	4.33	7.58	3.14	300
2005/12/23 07:09:55	35.3294	23.1978	80	4.7	1	274	33	-158	2.92	2.96	4.4	7.89	3.25	70

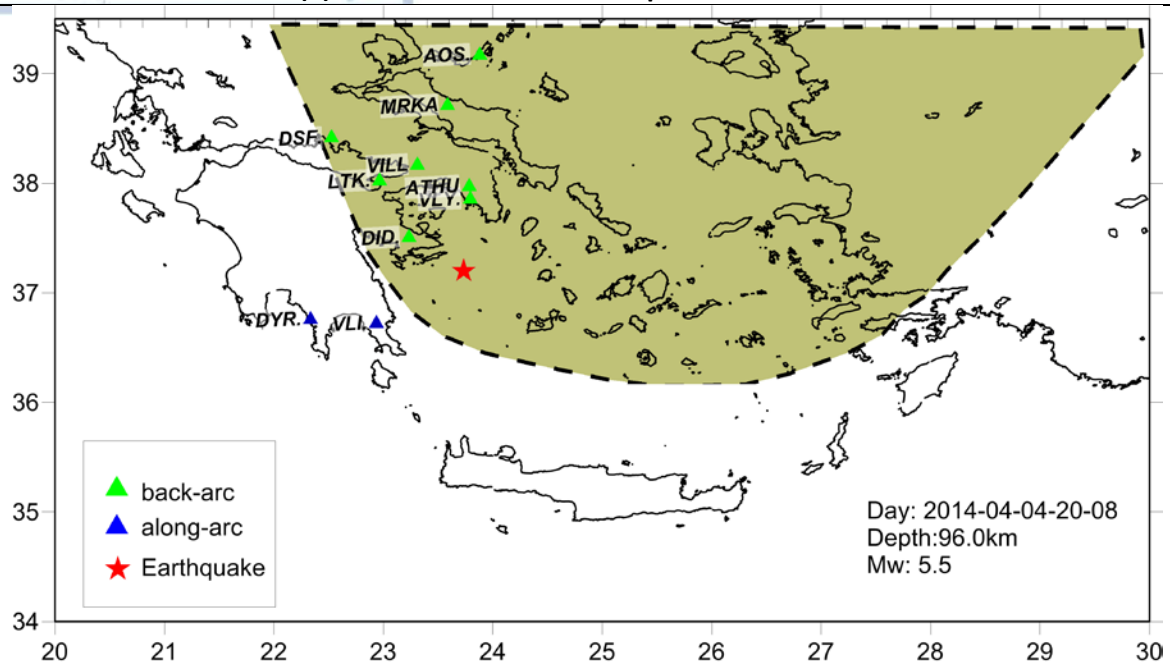
*CR: 1 για σεισμό στην οπισθότοξη περιοχή, 0 για σεισμό στην περιοχή κατά μήκος του εξωτερικού Ελληνικού τόξου

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

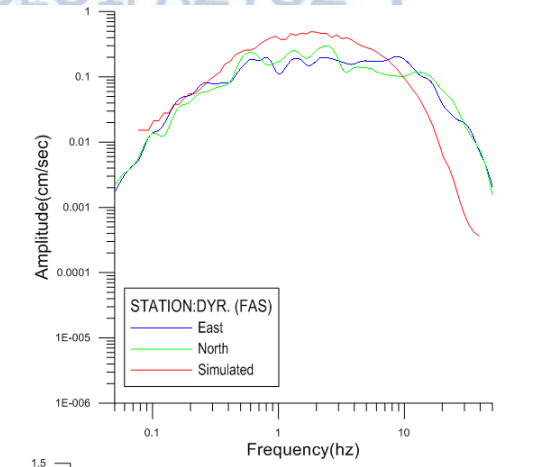
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

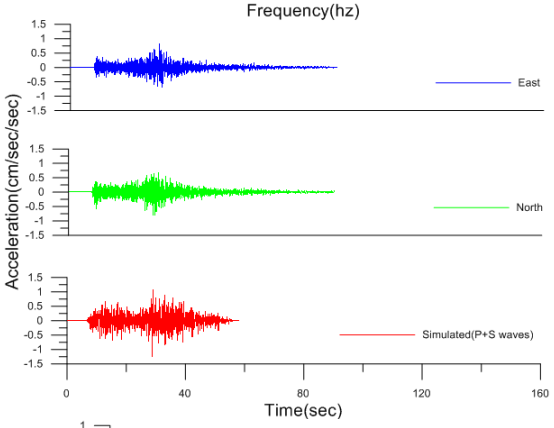
(1) 2014-04-04 20:08:07 Depth:95km Mw:5.5

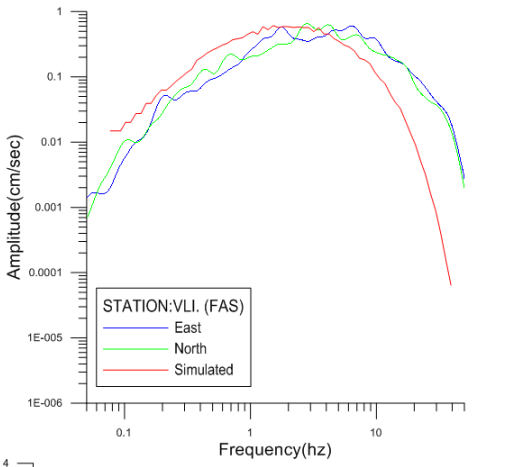


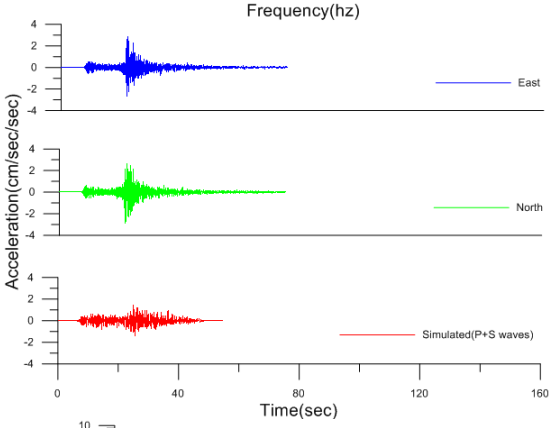
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

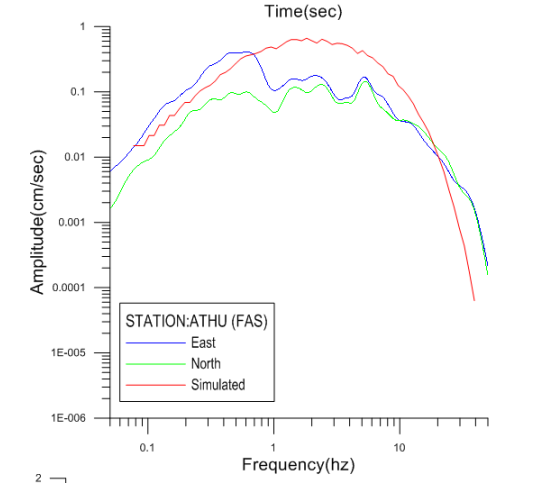
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

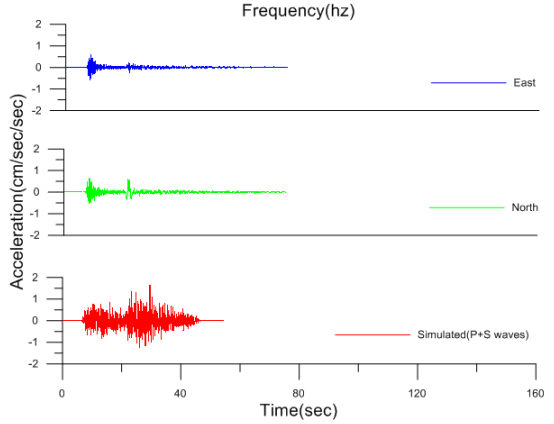


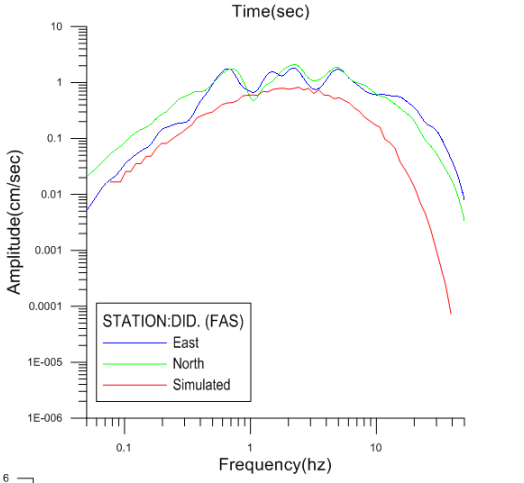


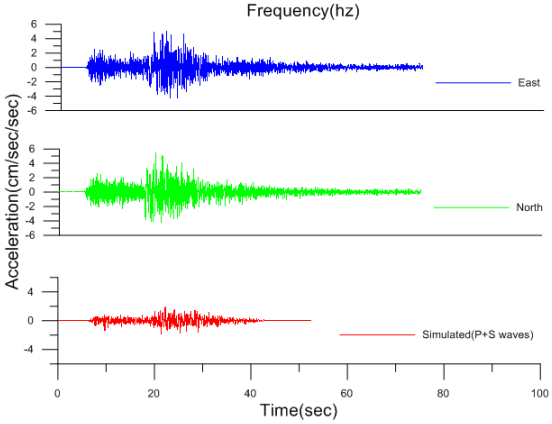






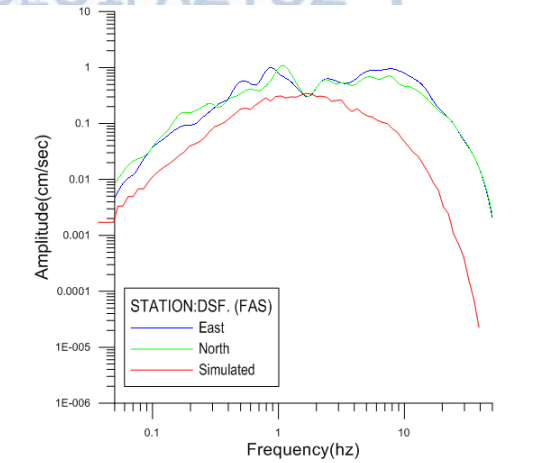


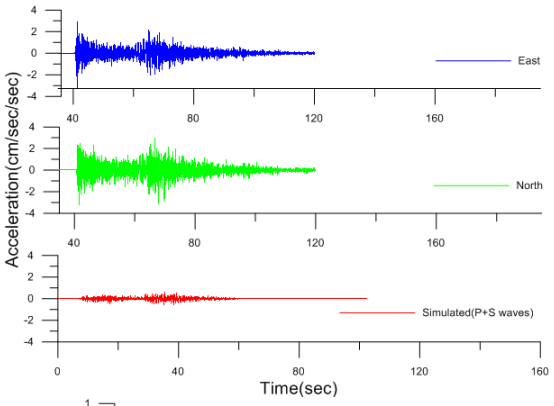


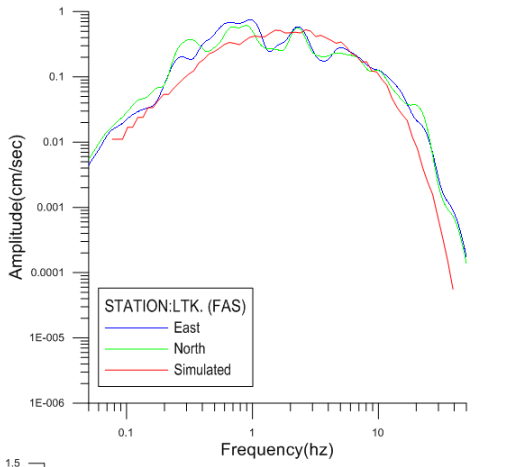


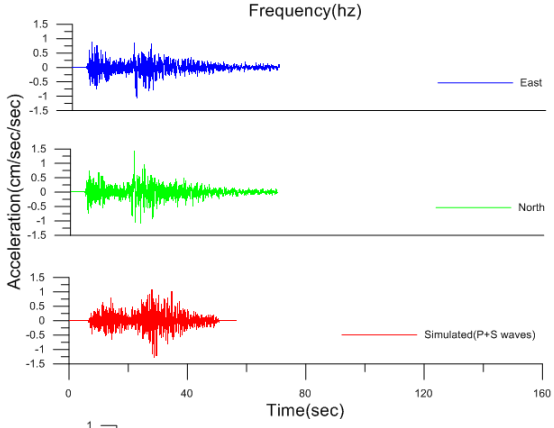
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

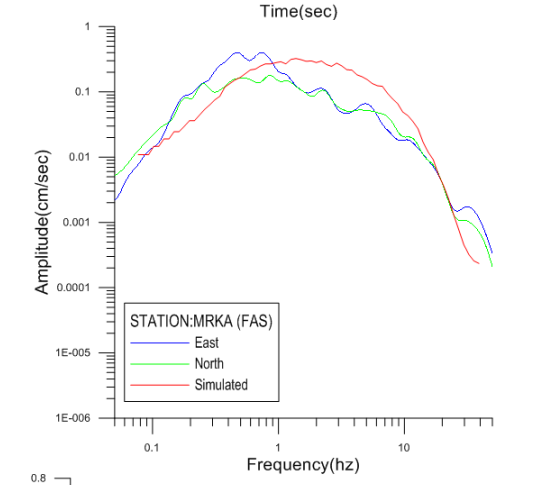
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

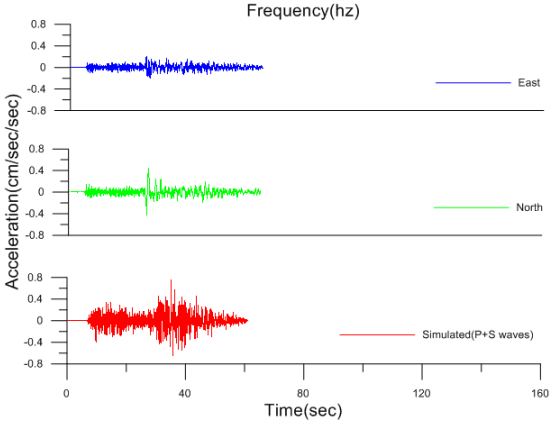


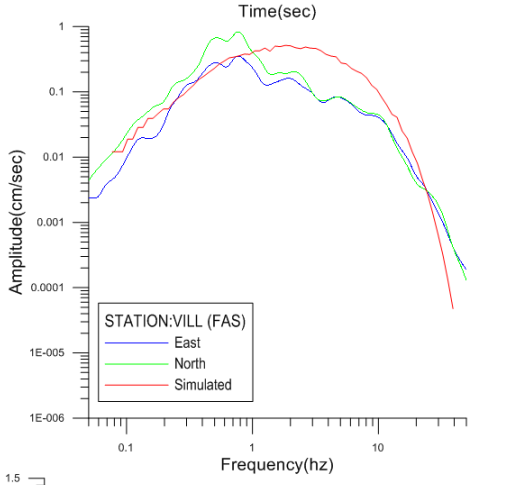


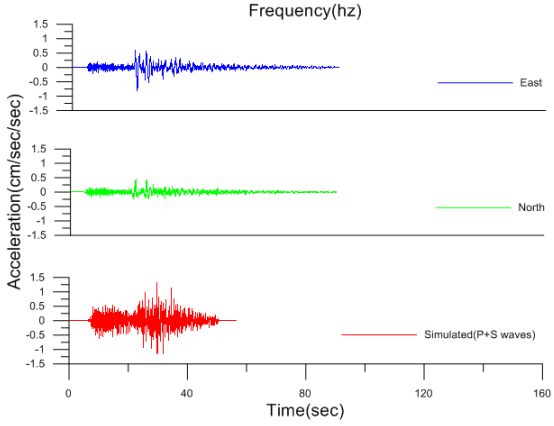






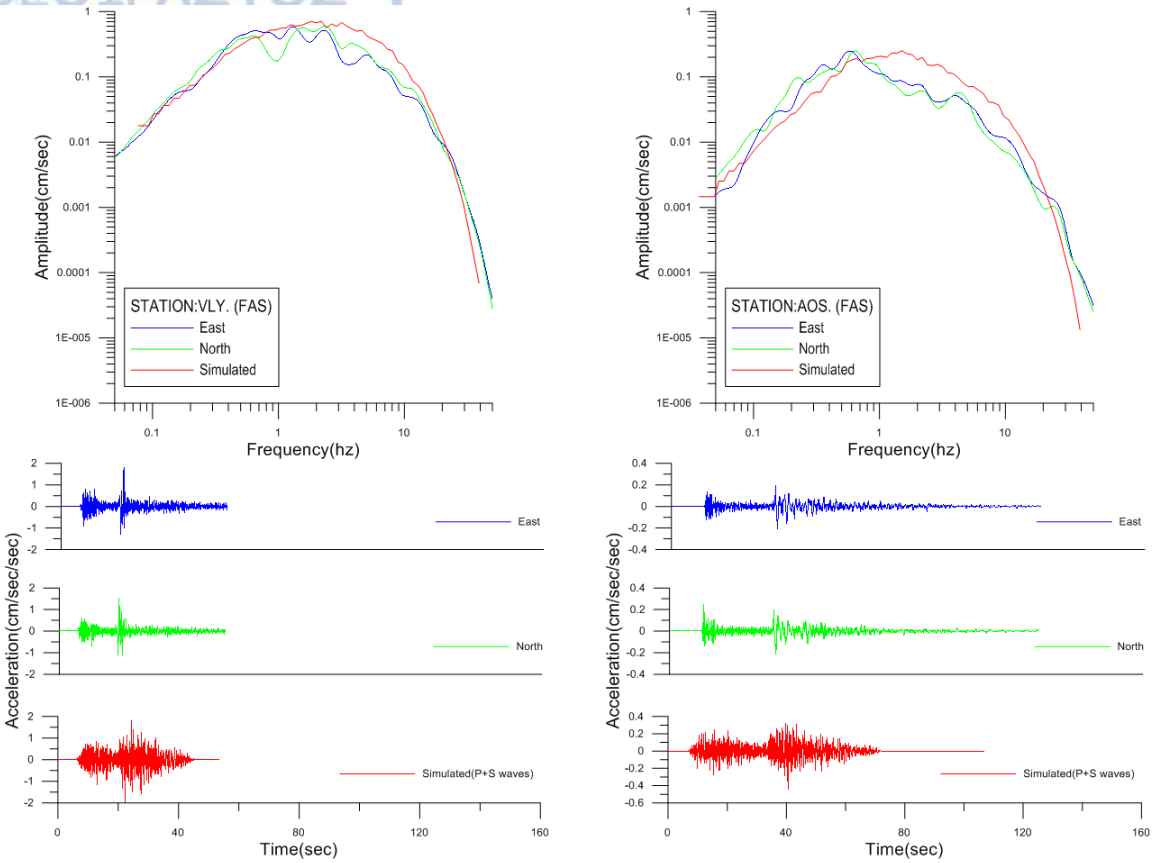






Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

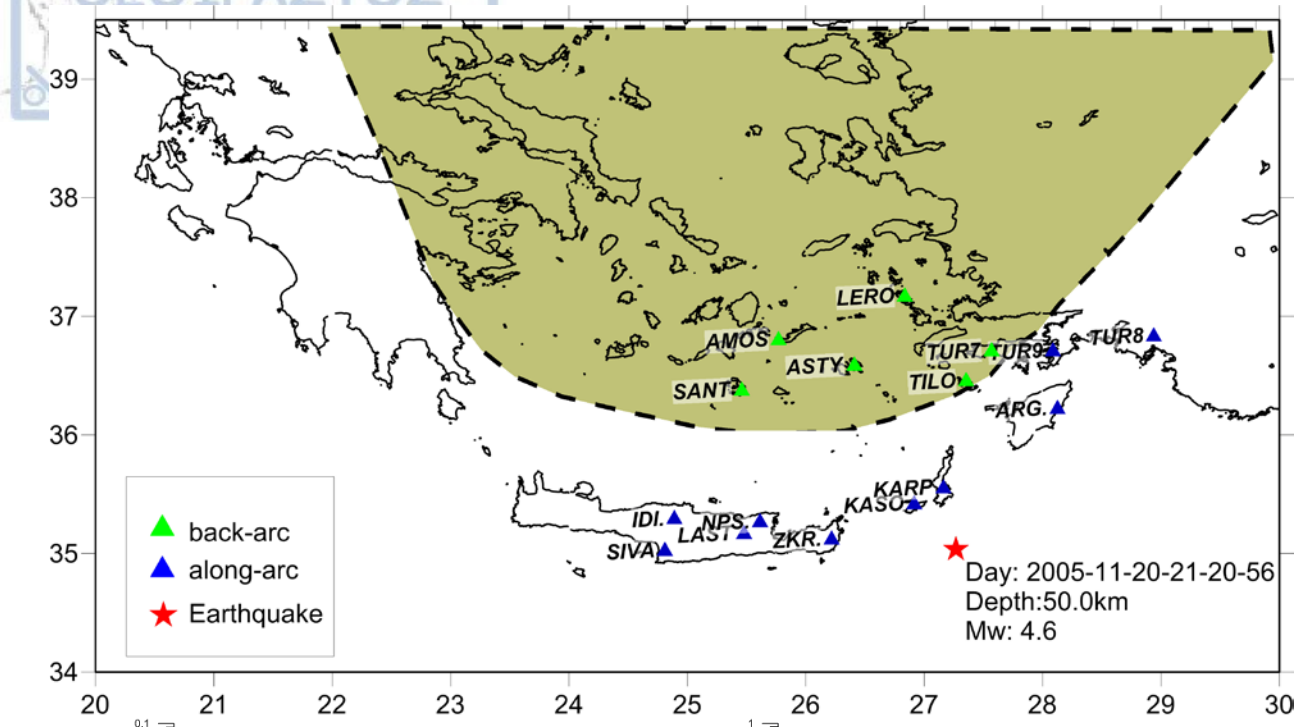
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

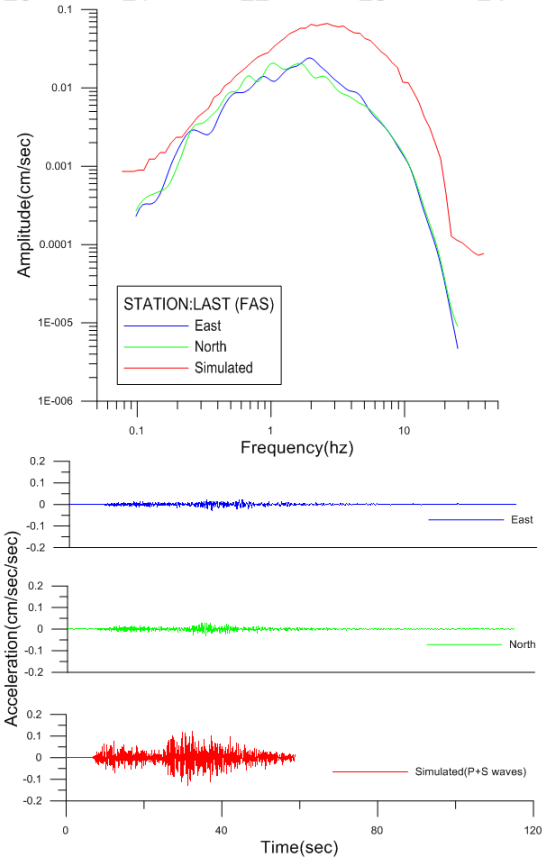


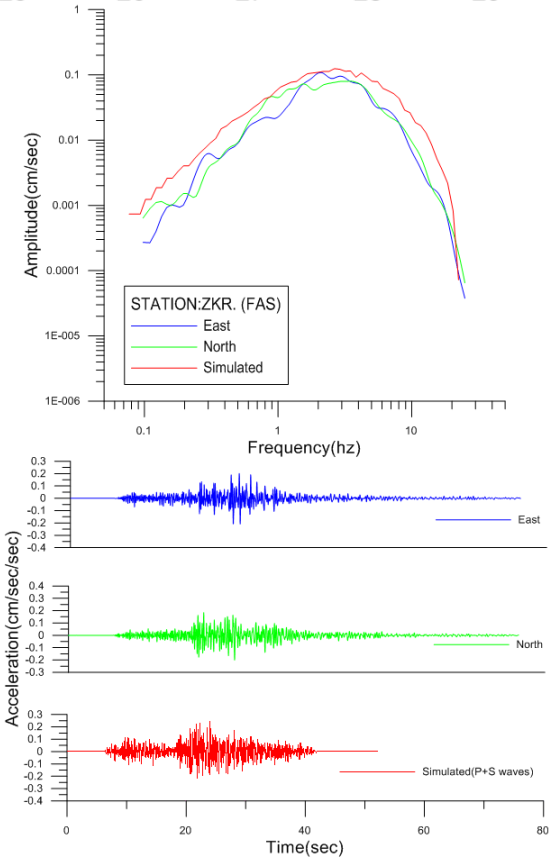
(2) 2005-11-20 21:20:56 Depth:50km Mw:4.6

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

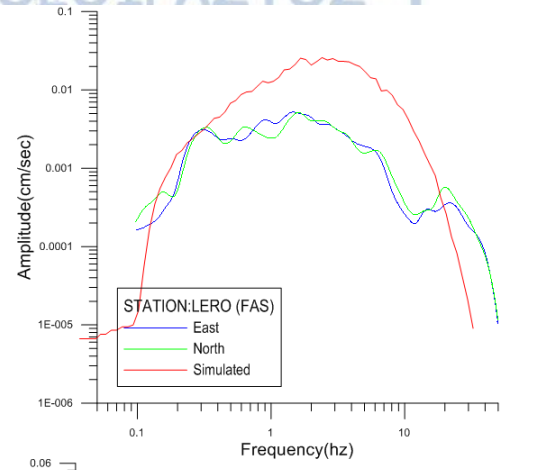


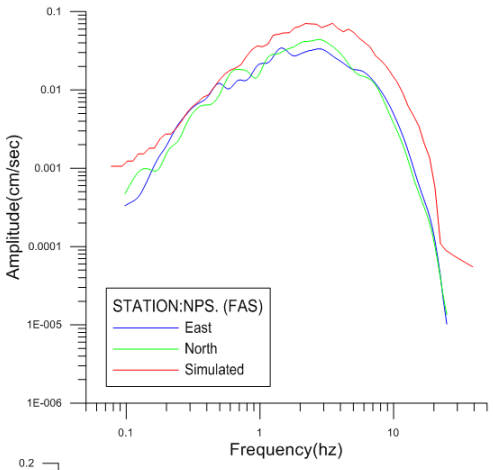


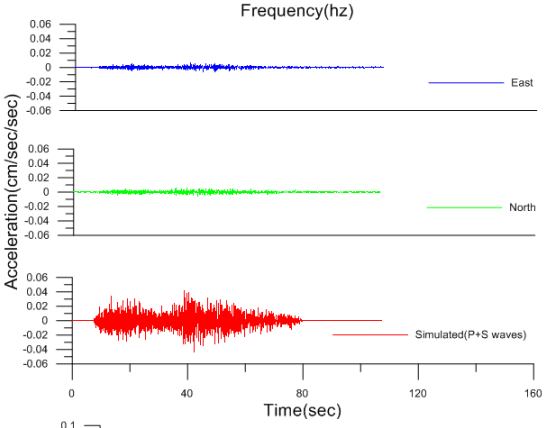


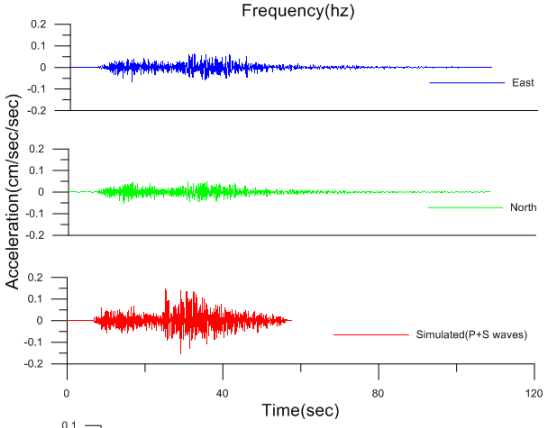
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

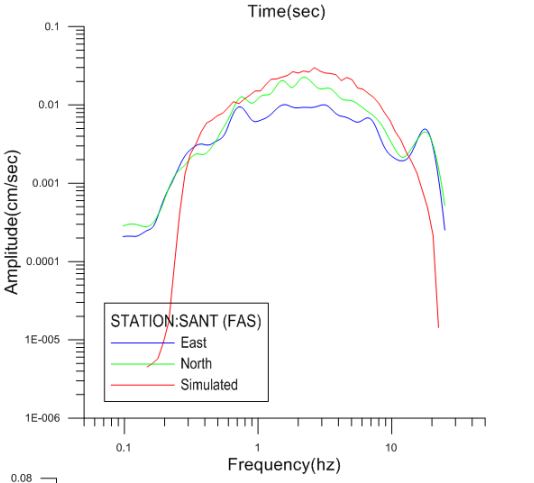
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

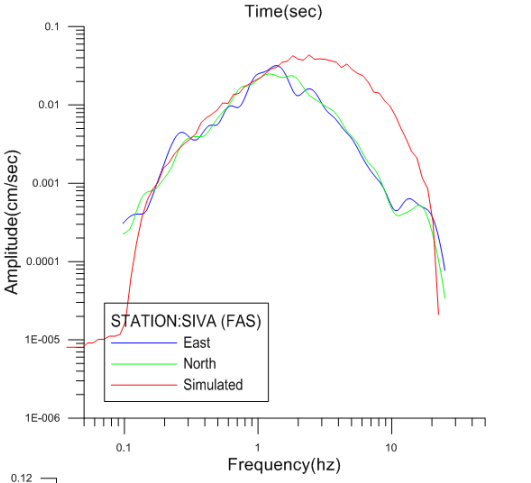


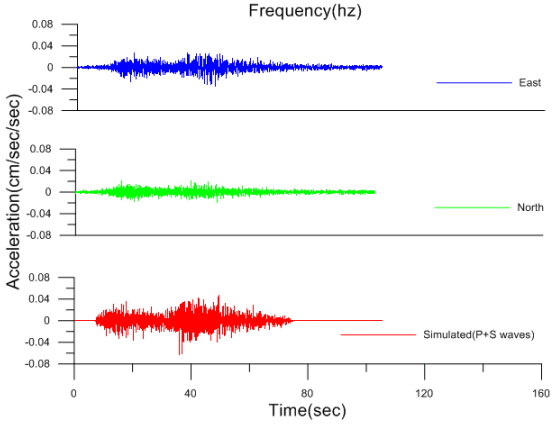


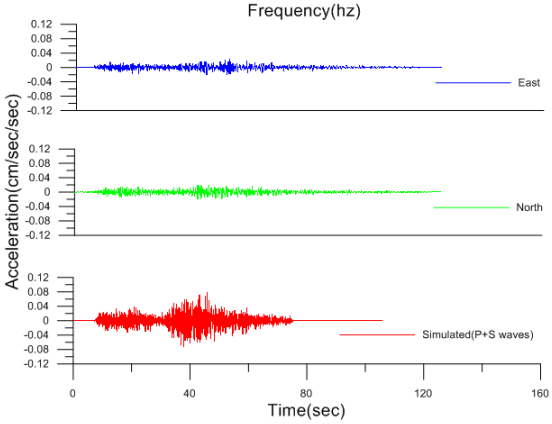






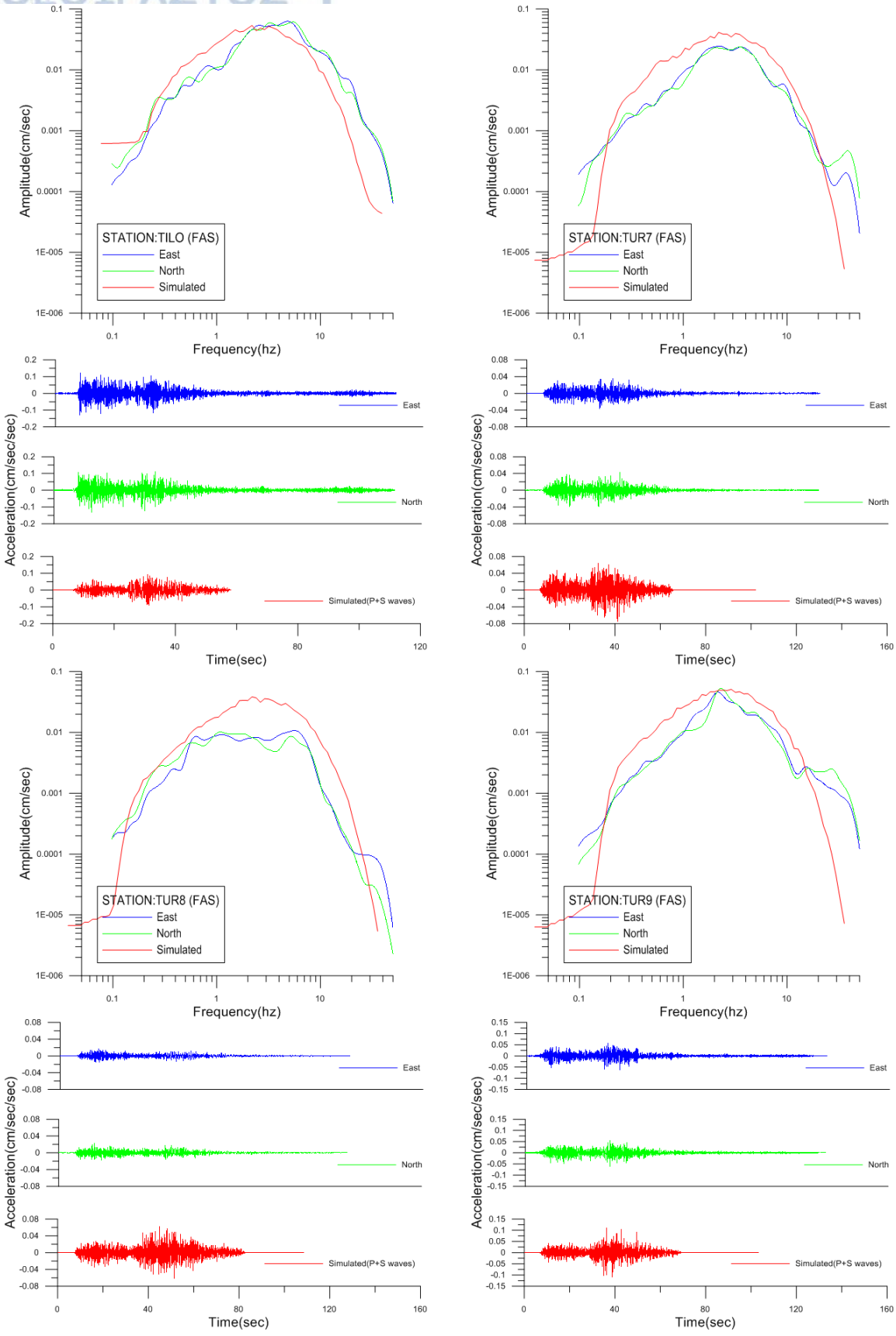






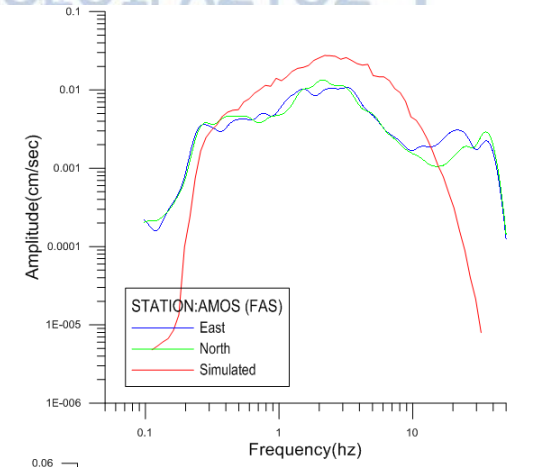
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

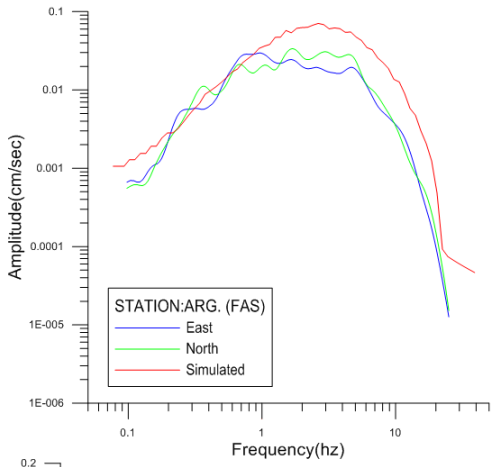
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

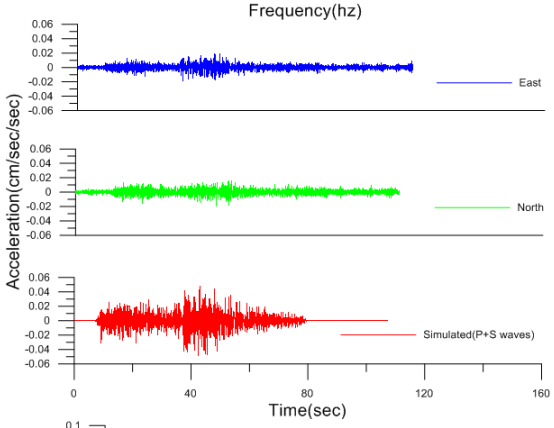


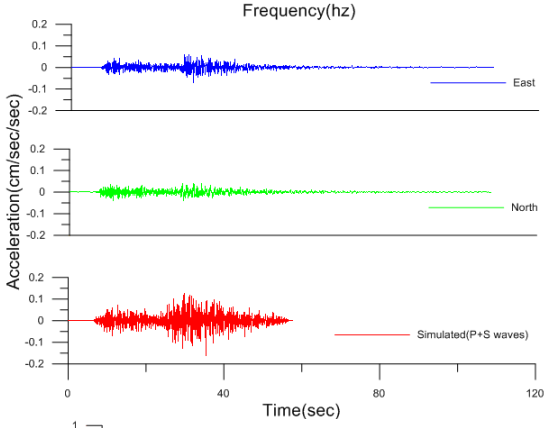
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

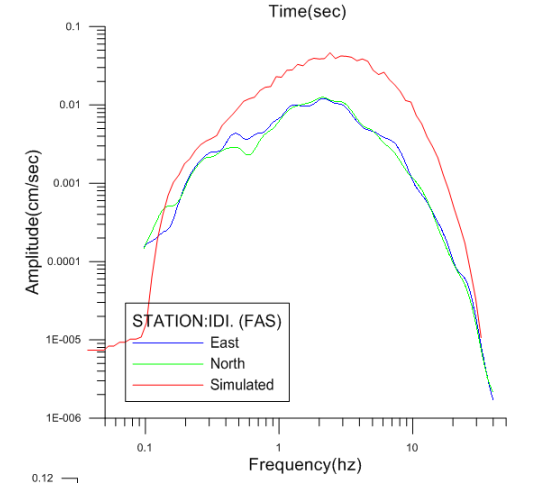
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

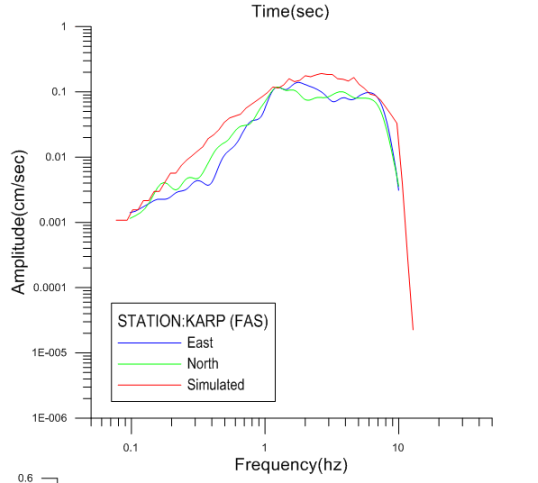


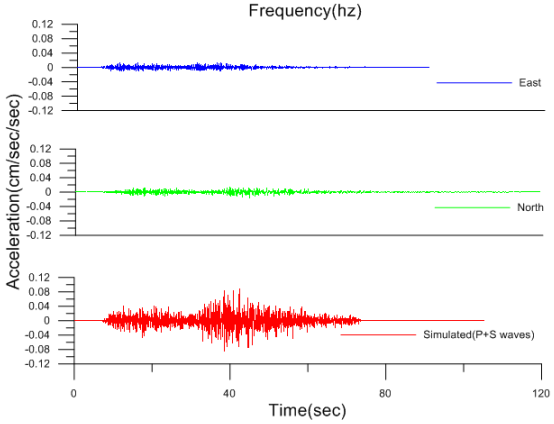


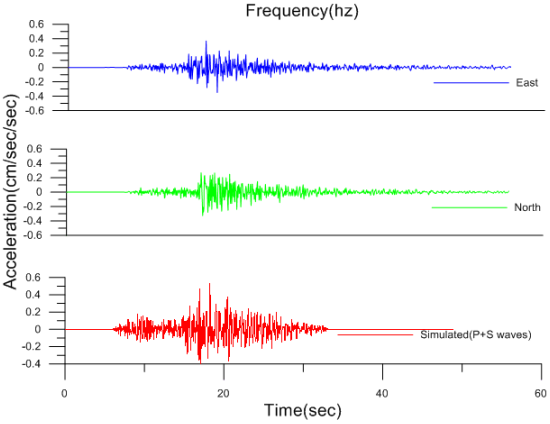






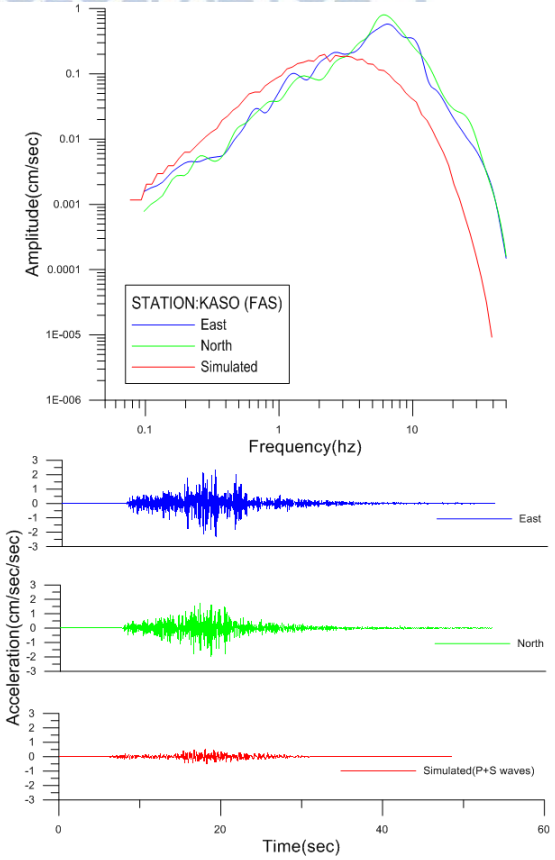




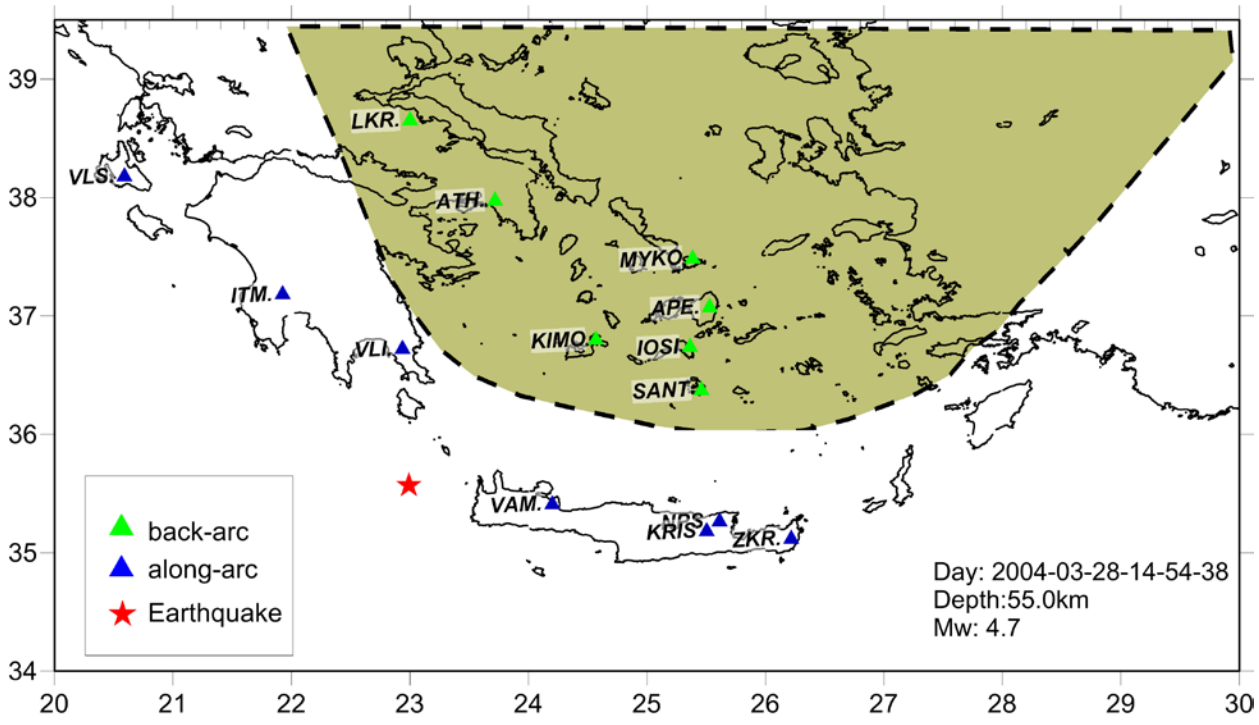


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

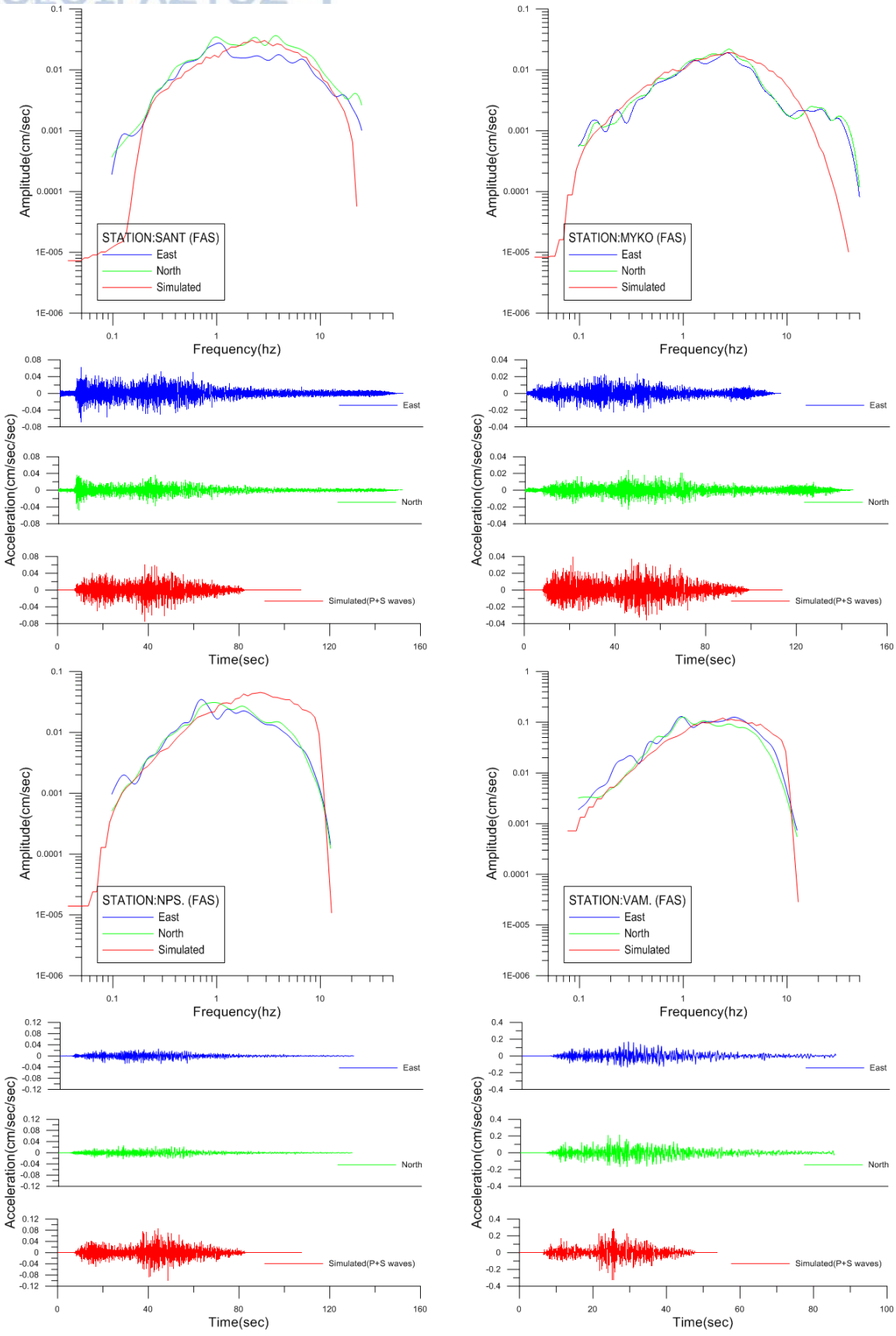


(3) 2004-03-28 14:54:38 Depth:55km Mw:4.7



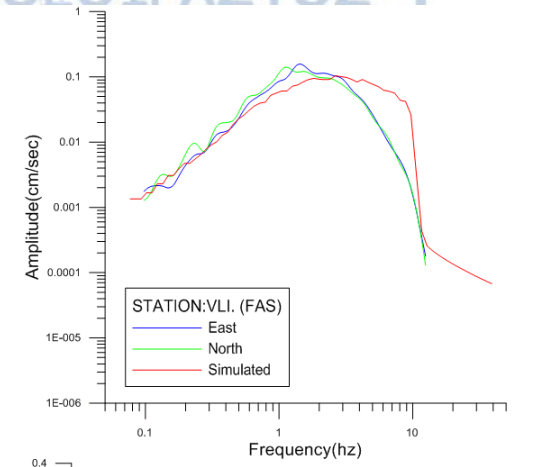
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

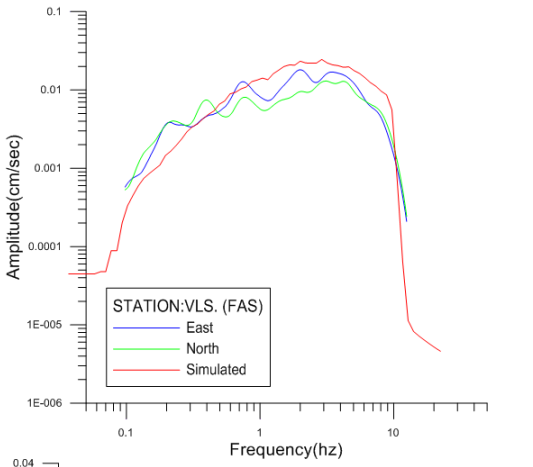
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

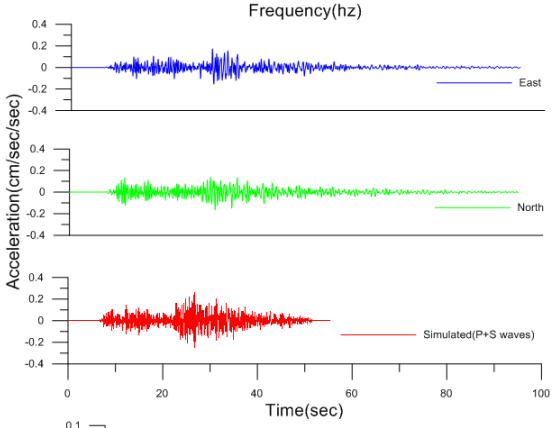


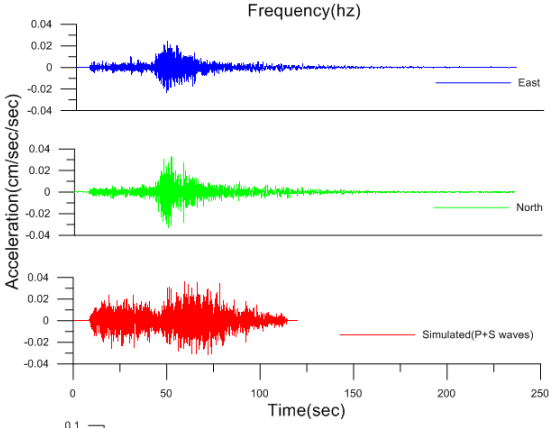
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

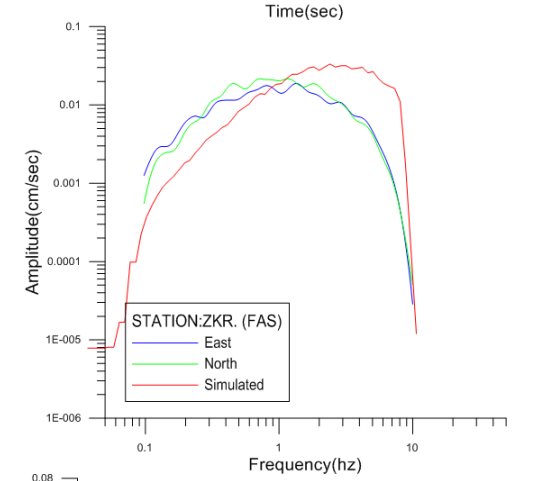
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

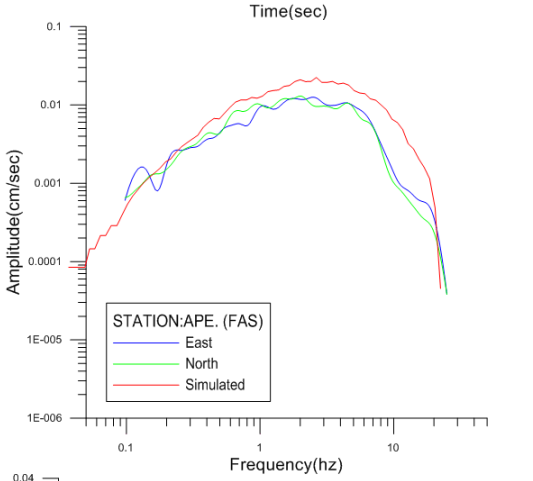


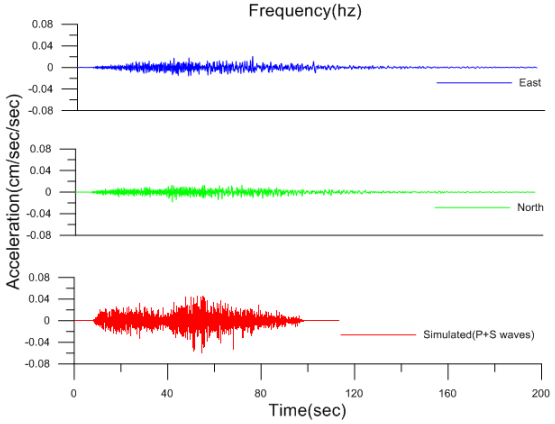


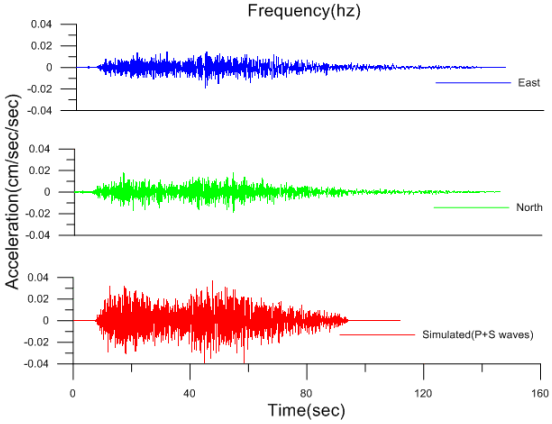






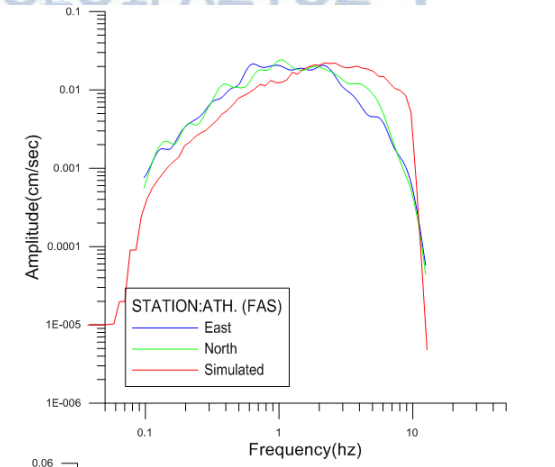


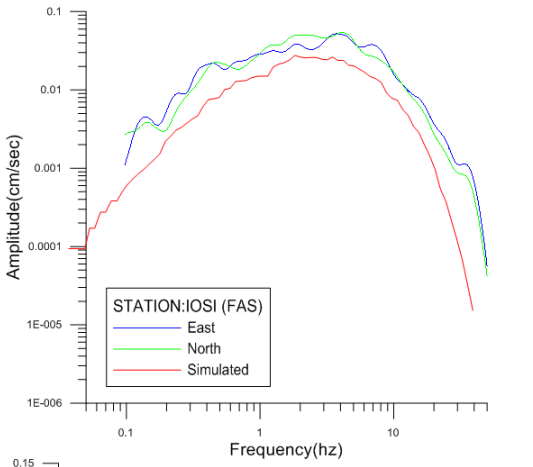


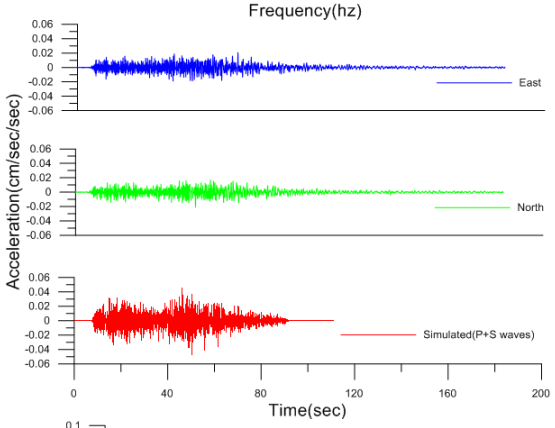


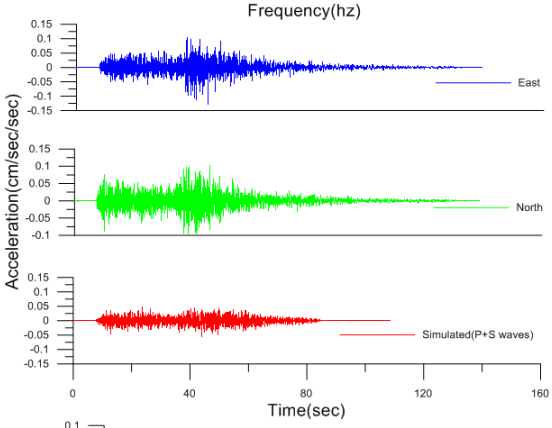
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

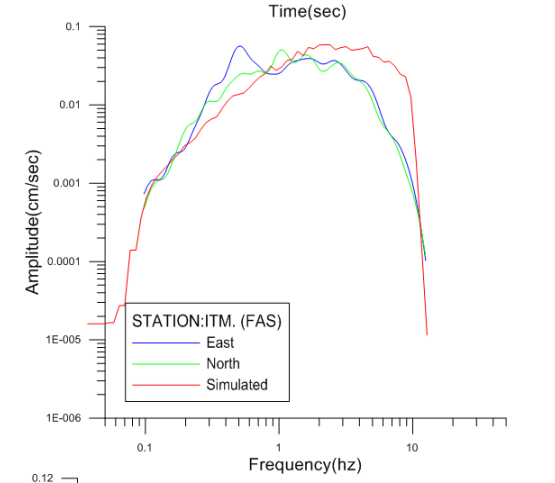
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

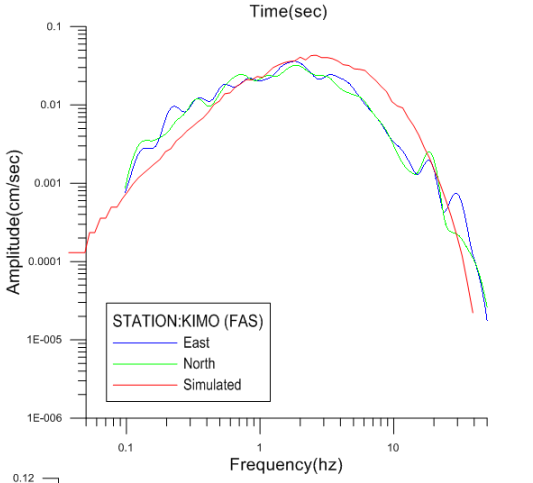


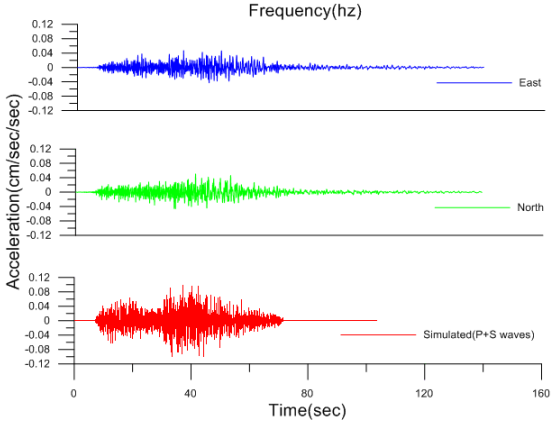


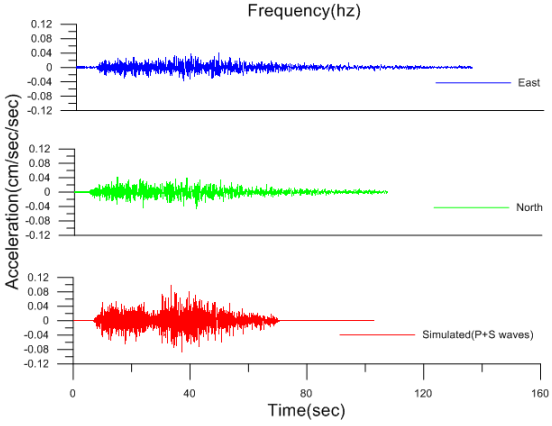






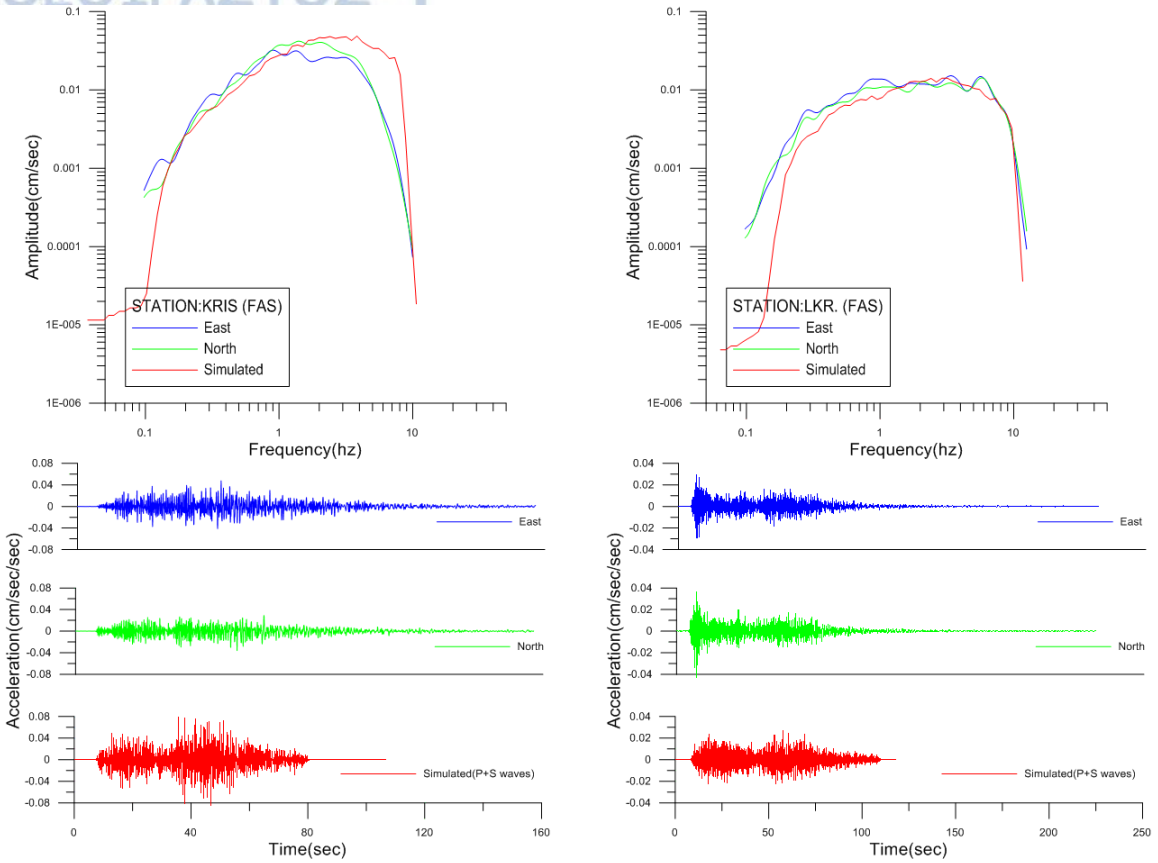




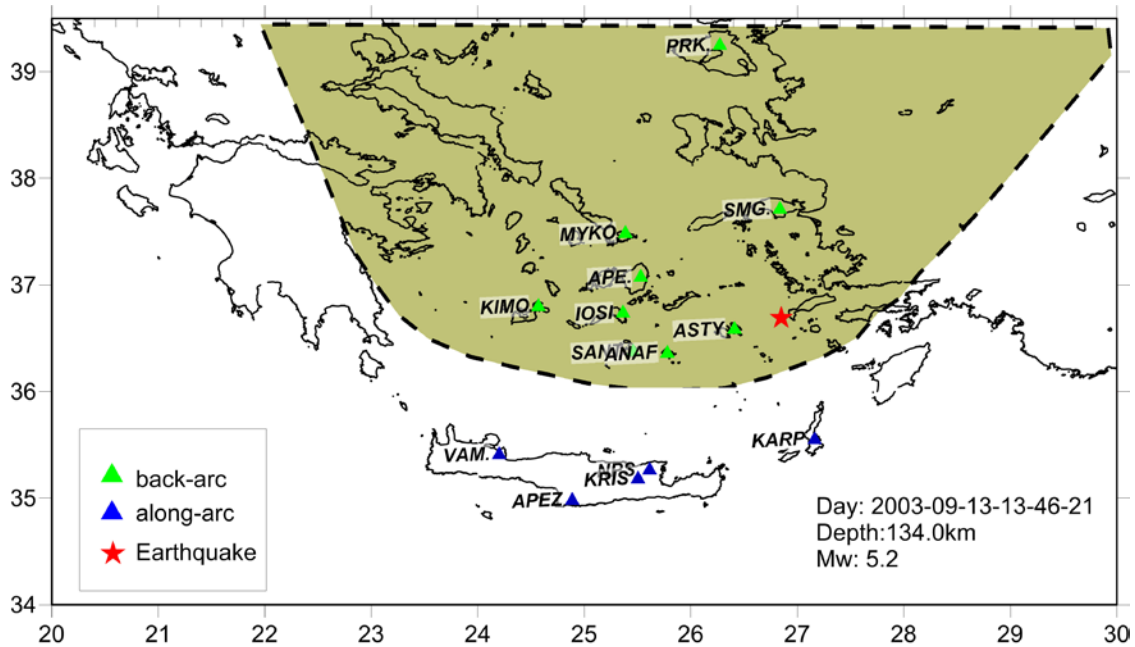


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

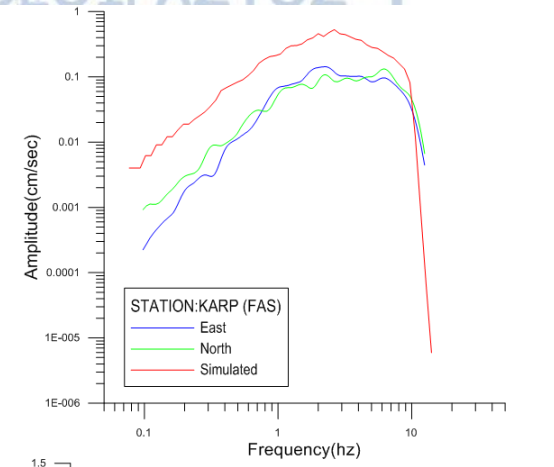


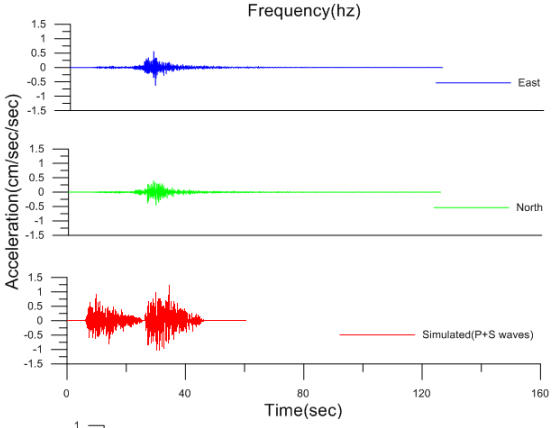
(4) 2003-09-13 13:46:21 Depth:134km Mw:5.2

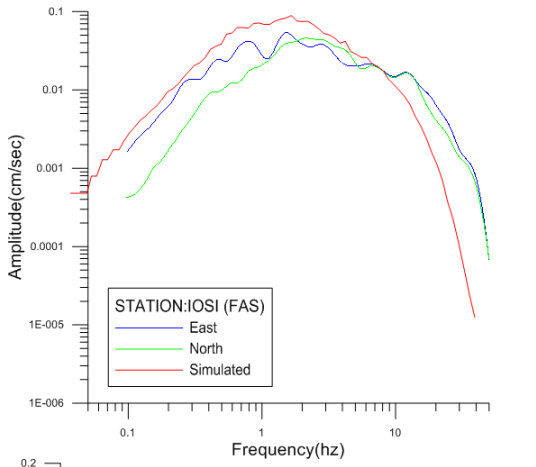


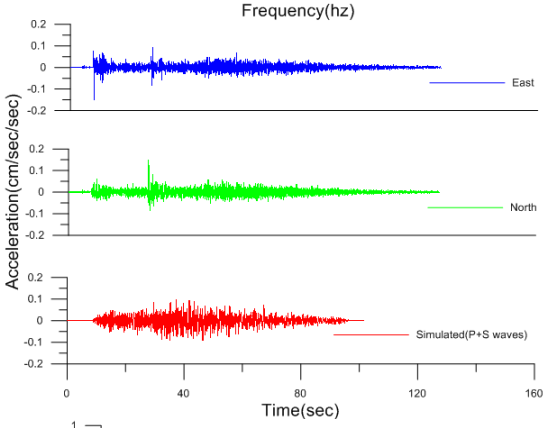
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

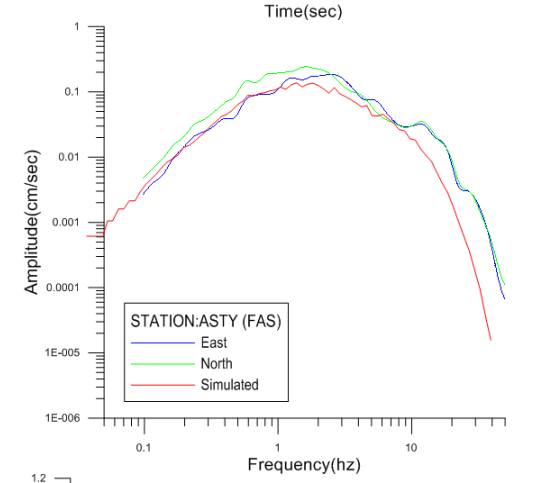
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

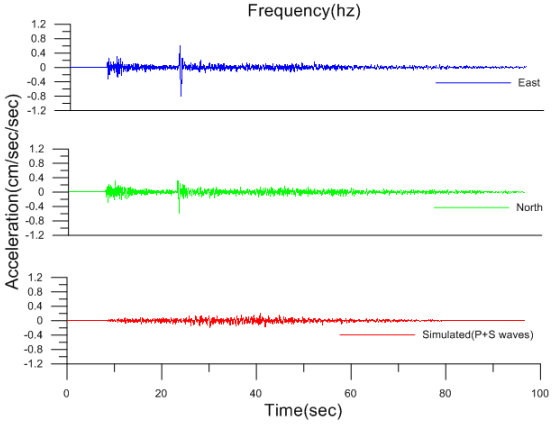


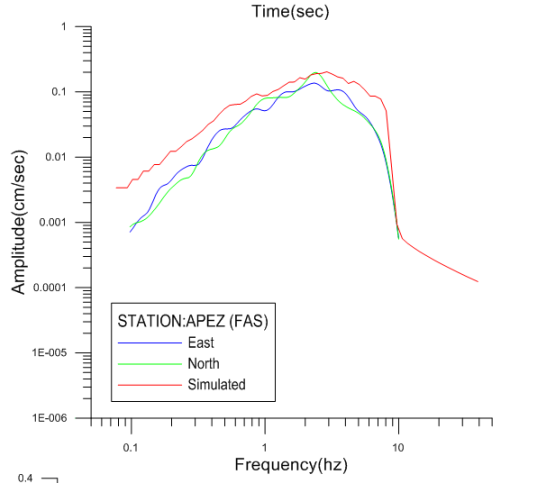


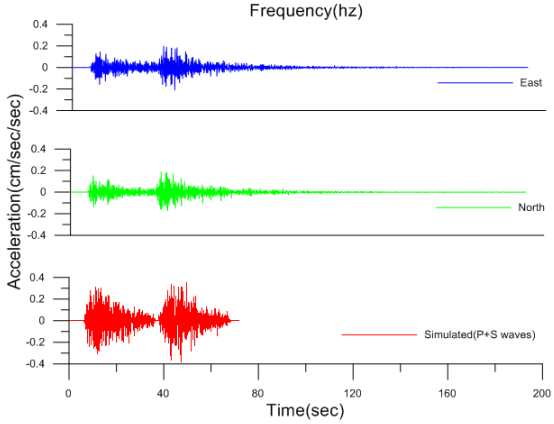






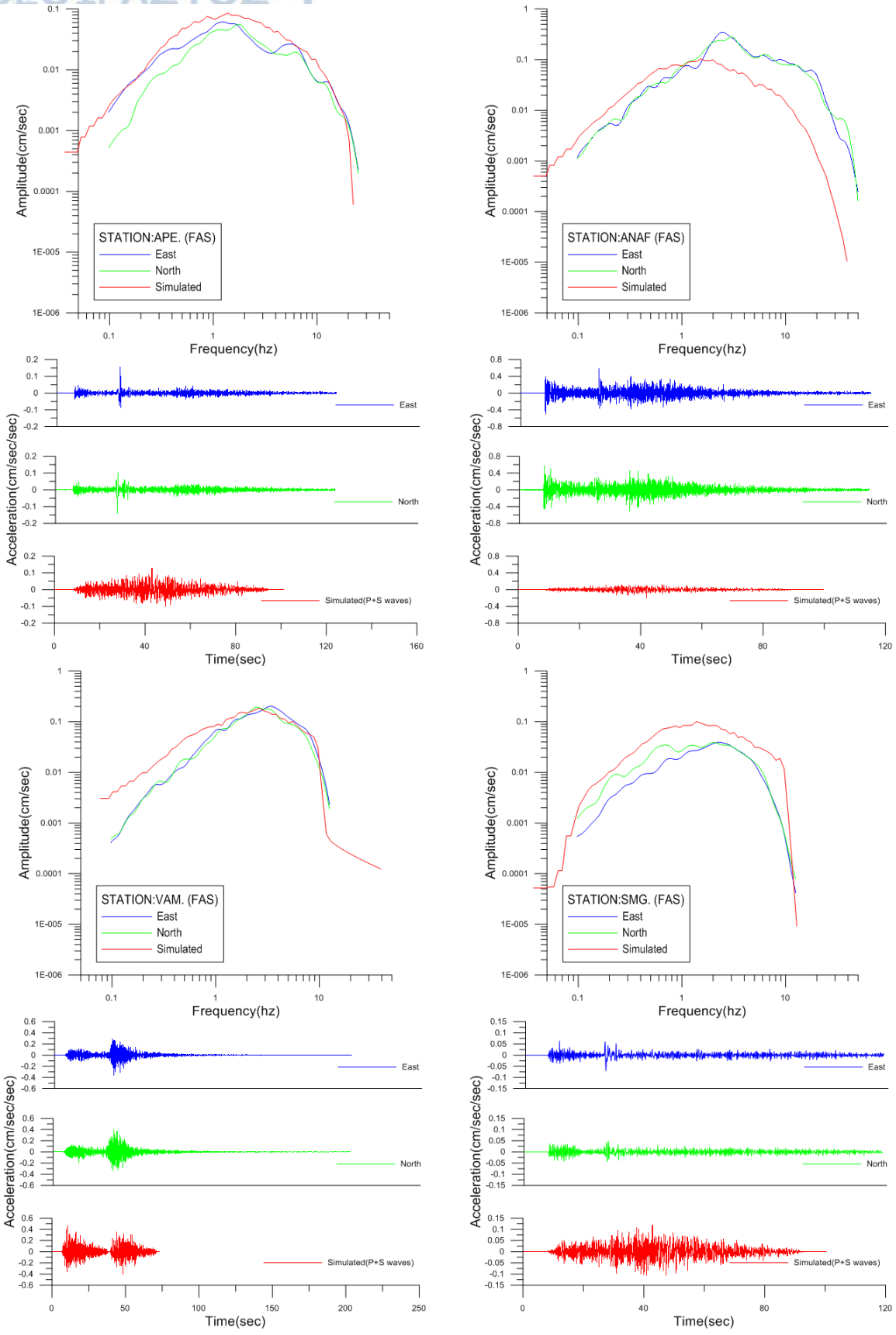






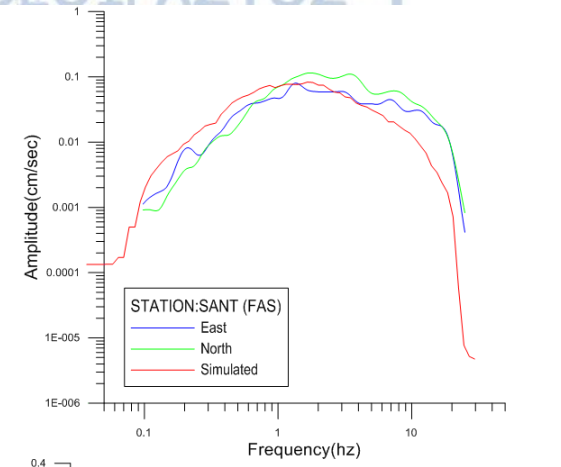
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

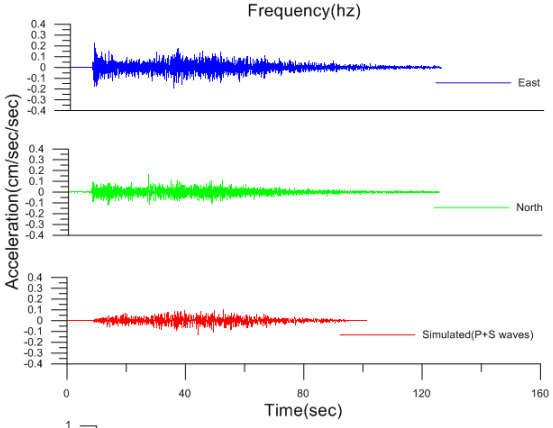
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

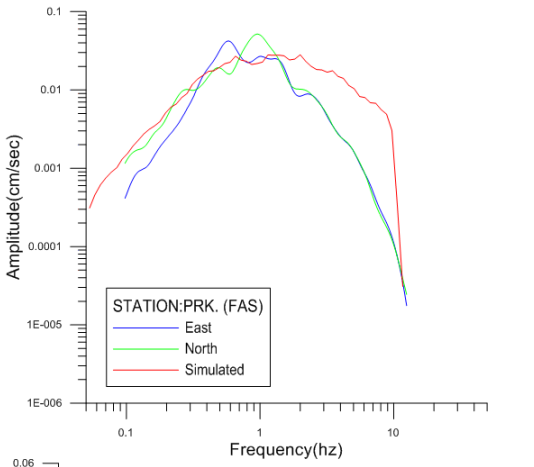


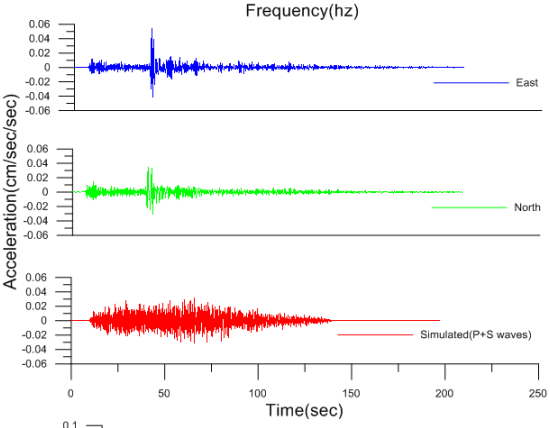
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

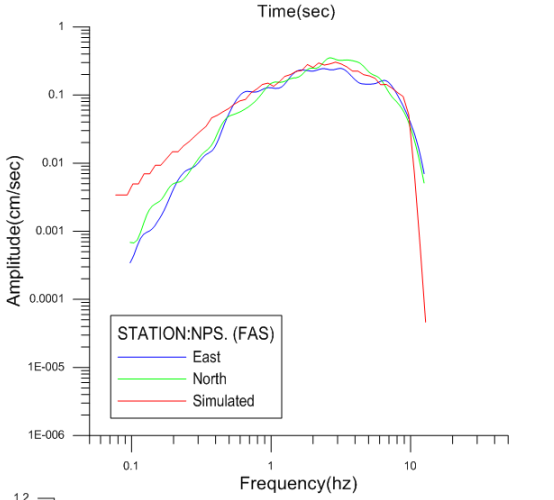
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

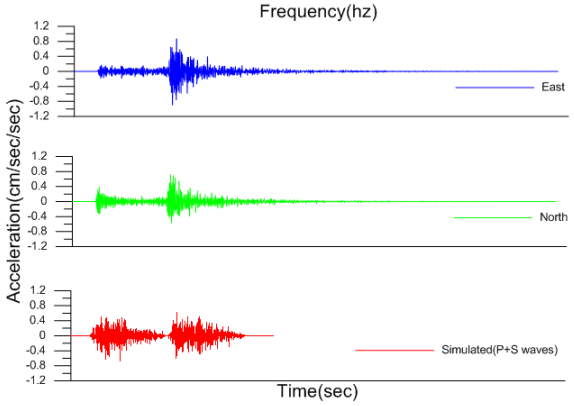


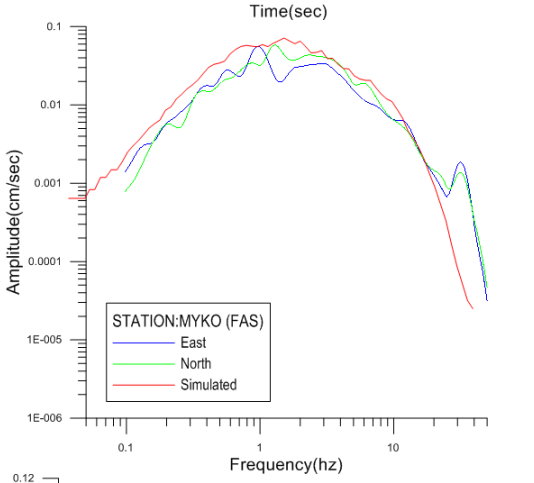


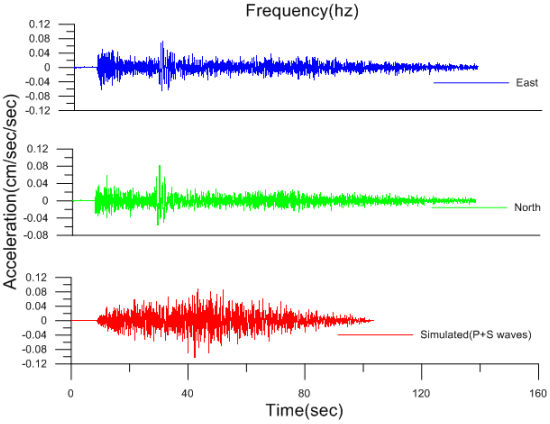






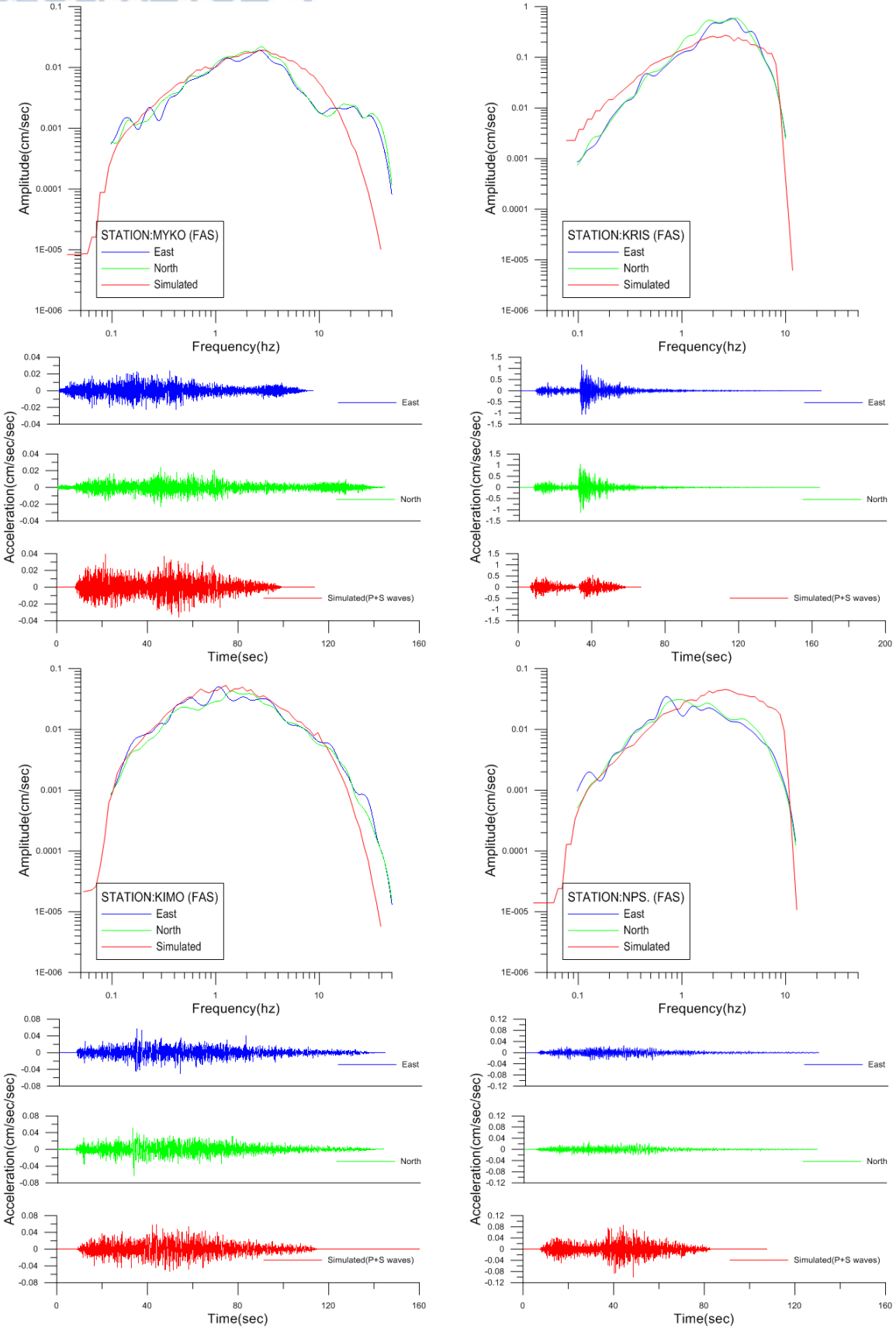






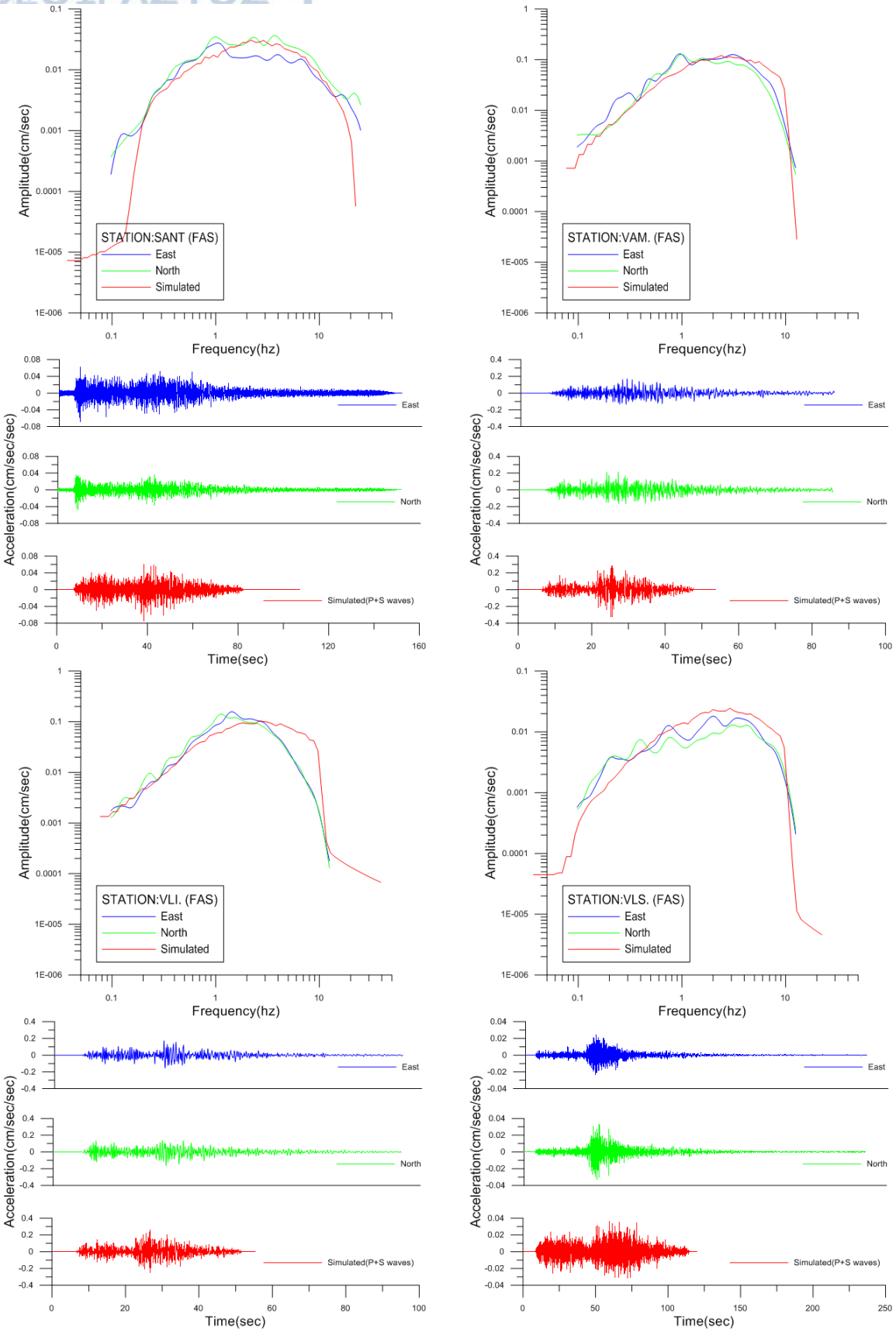
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



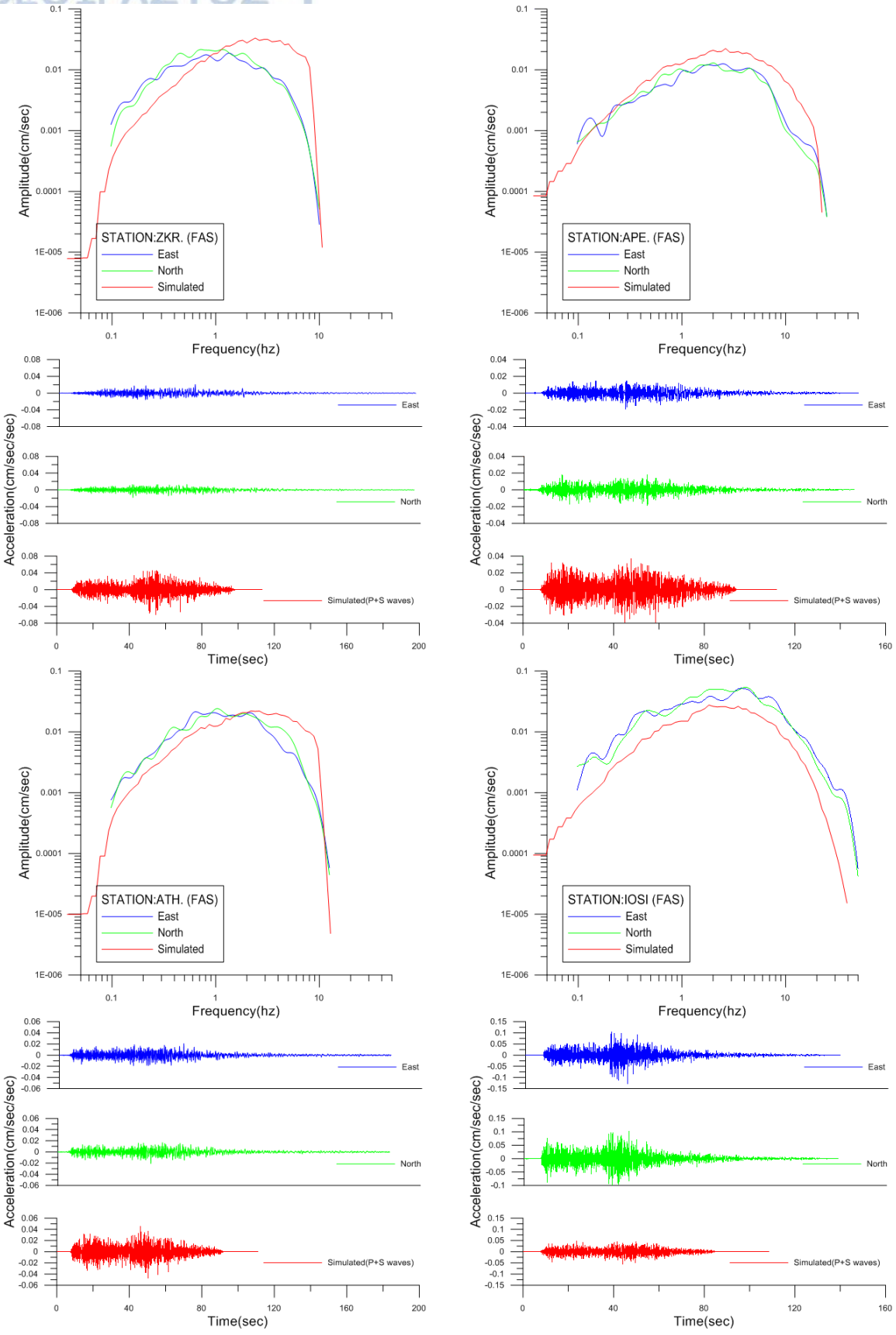
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



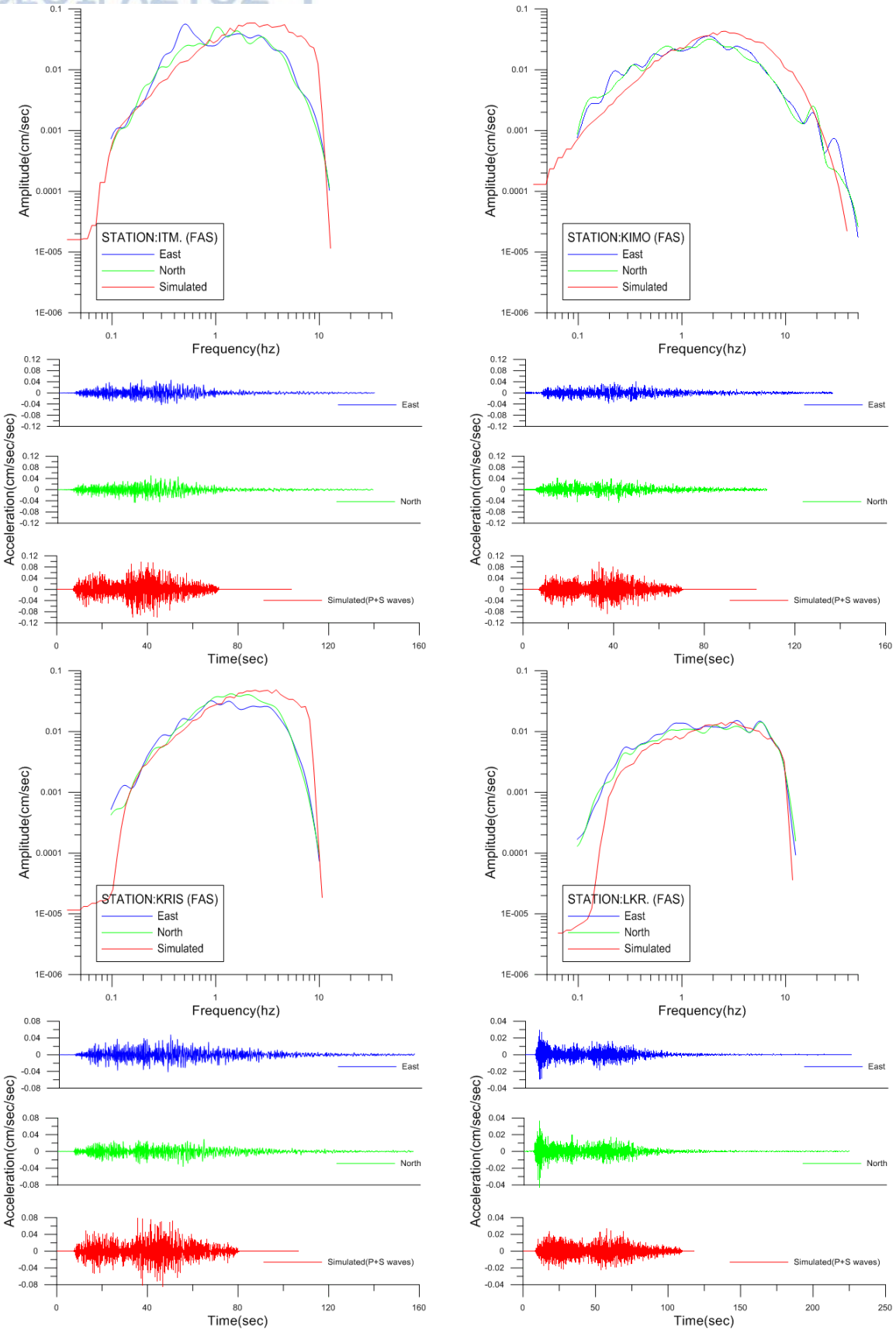
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

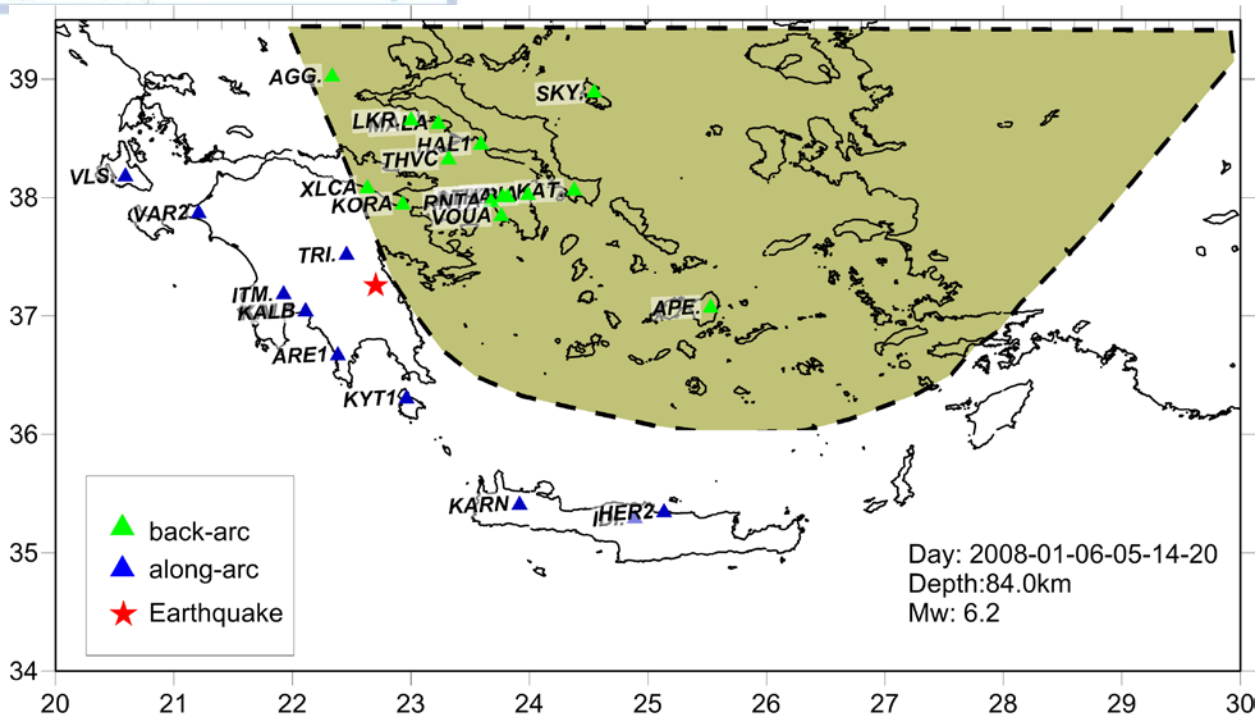
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

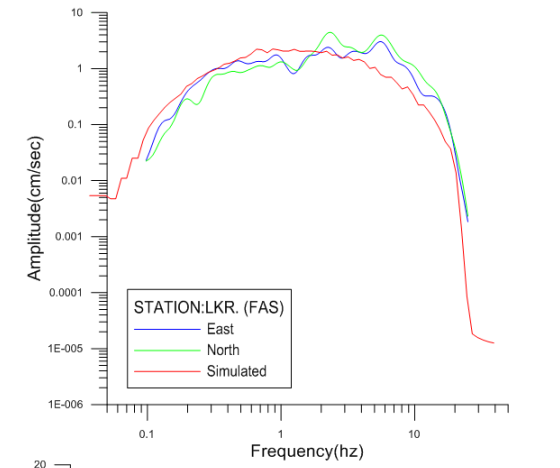


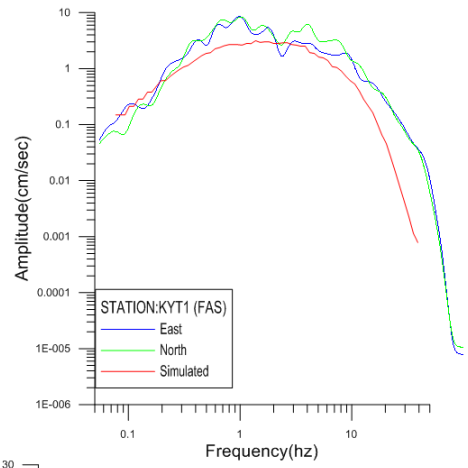
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

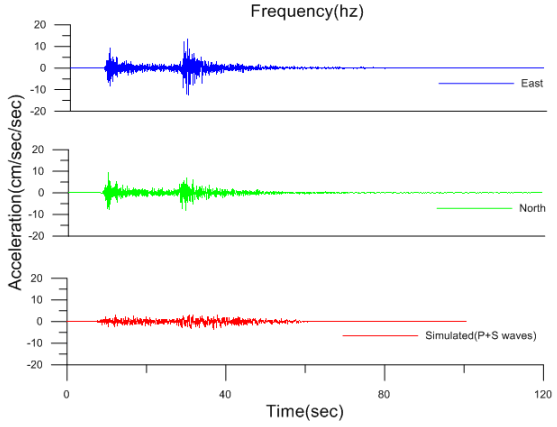
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

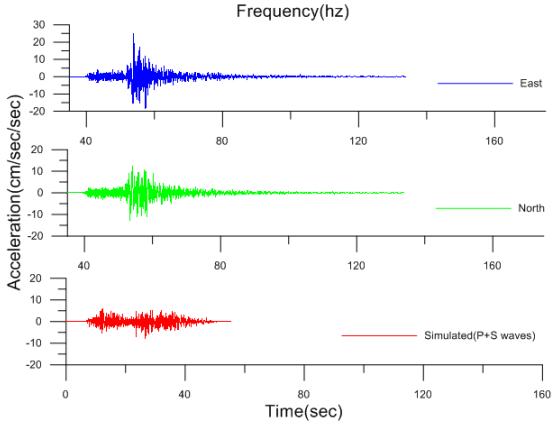
(5) 2008-01-06 05:14:20 Depth:84km Mw:6.2





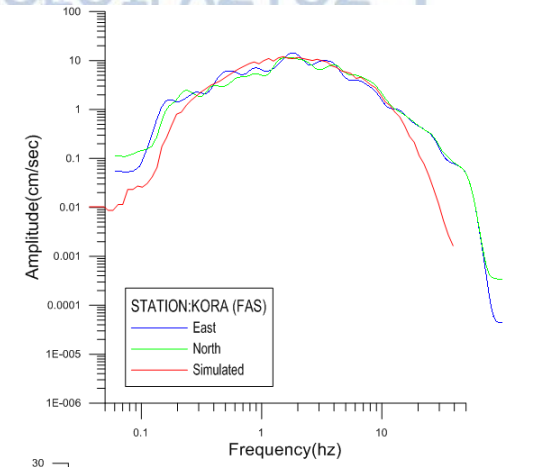


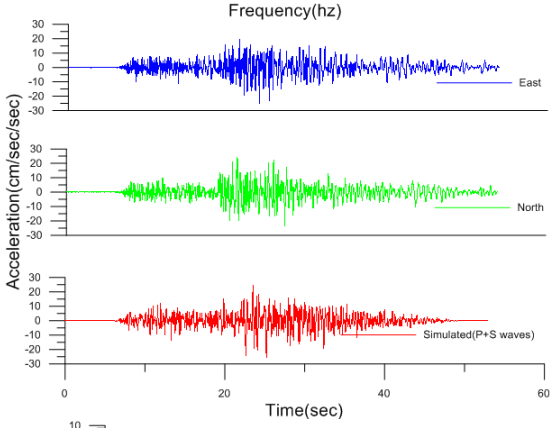


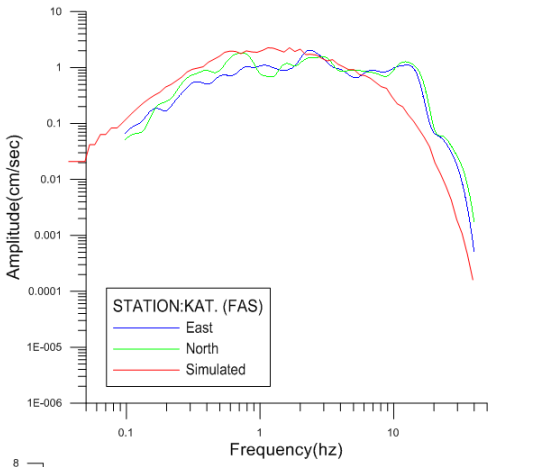


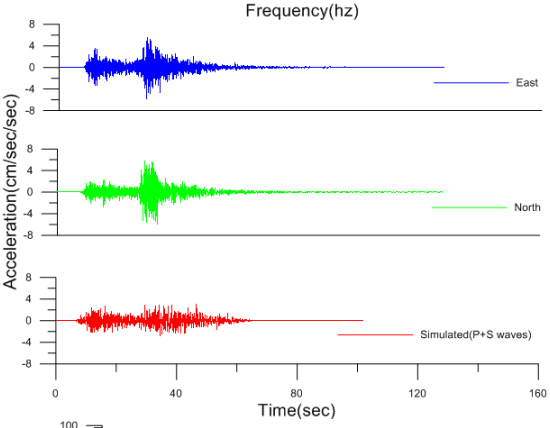
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

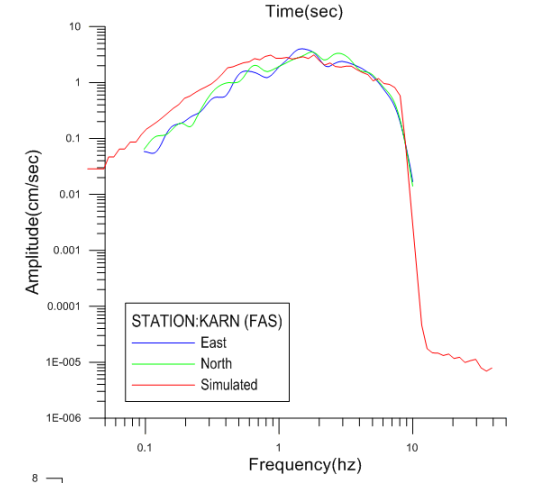
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

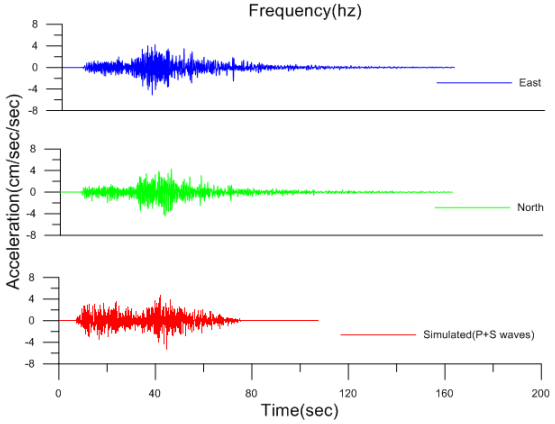


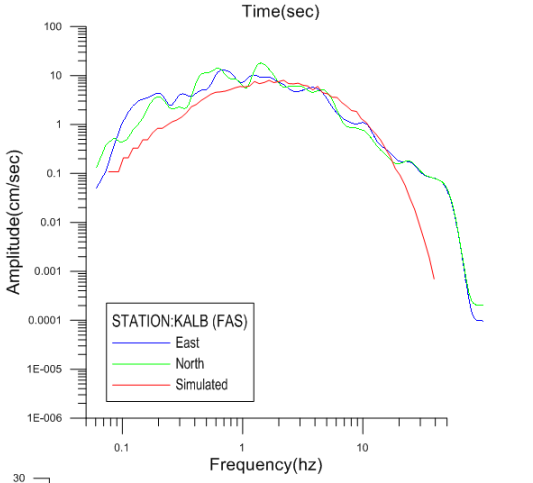


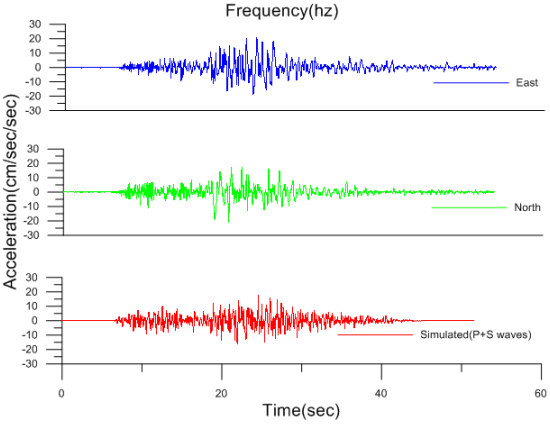






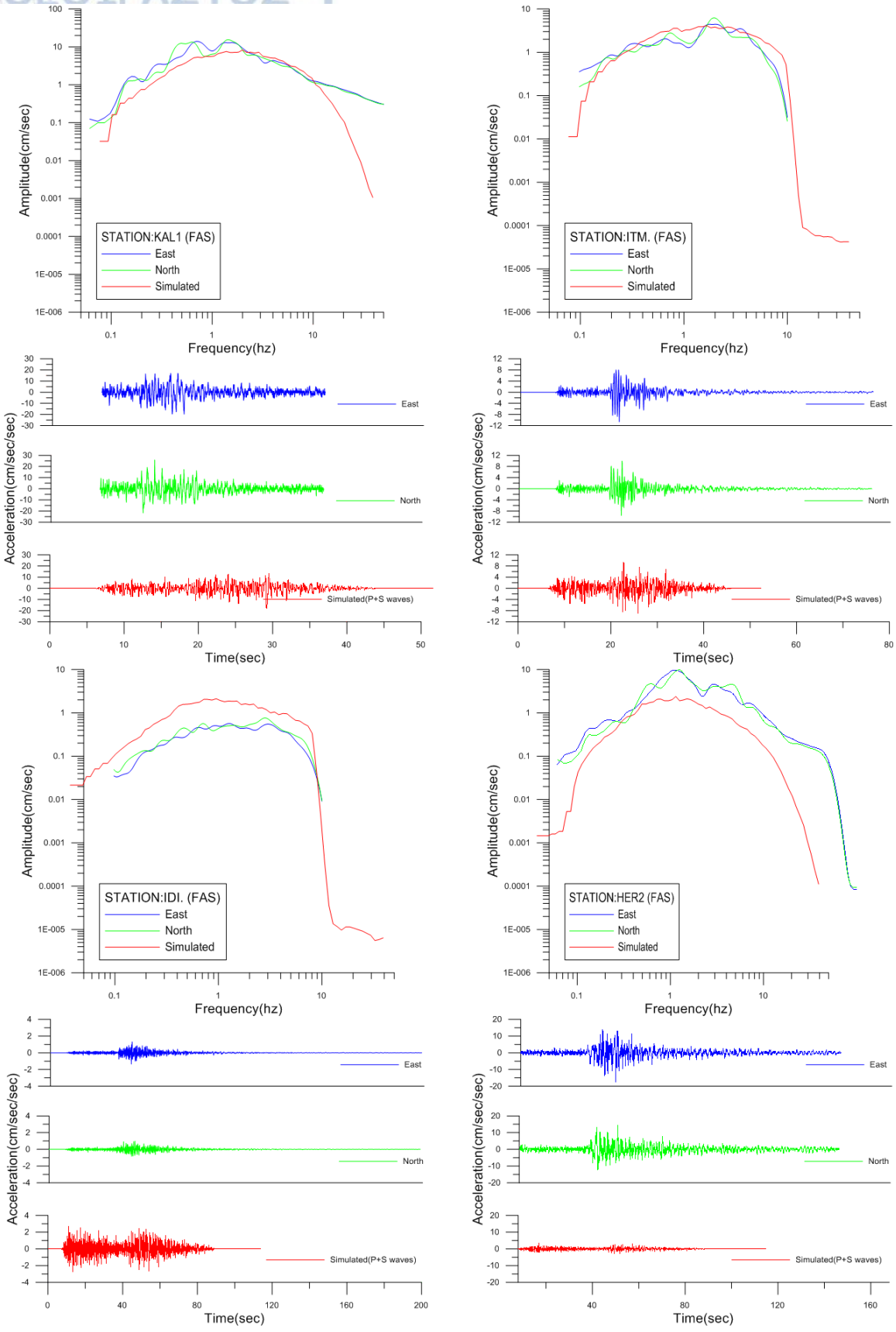






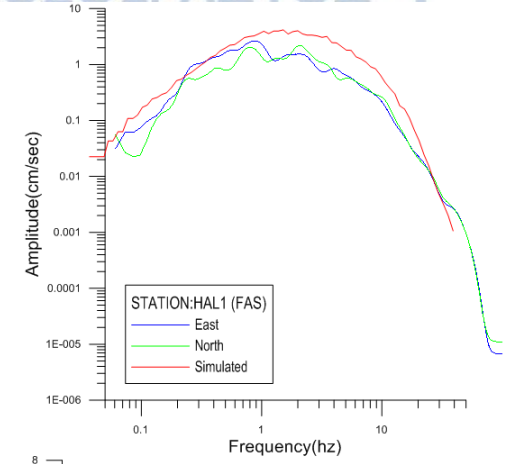
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

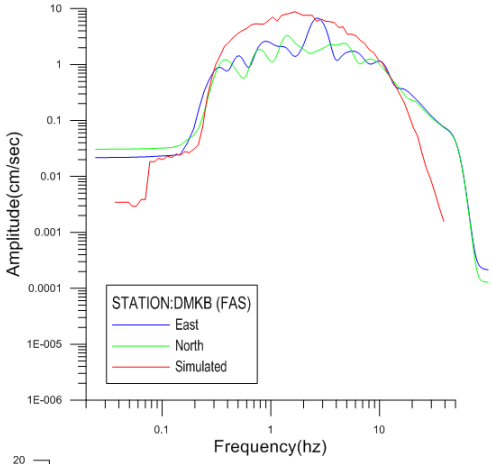
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

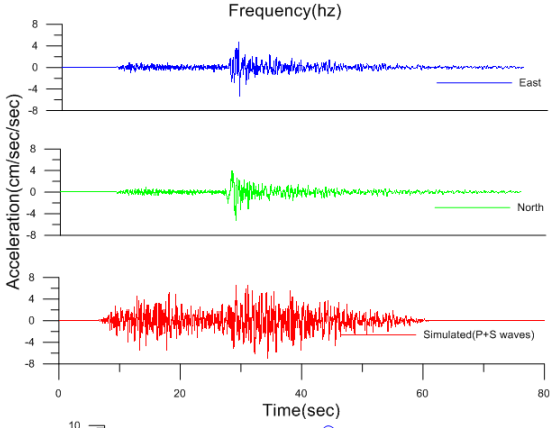


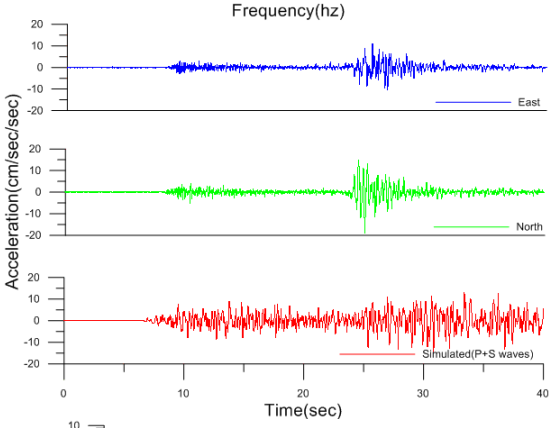
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

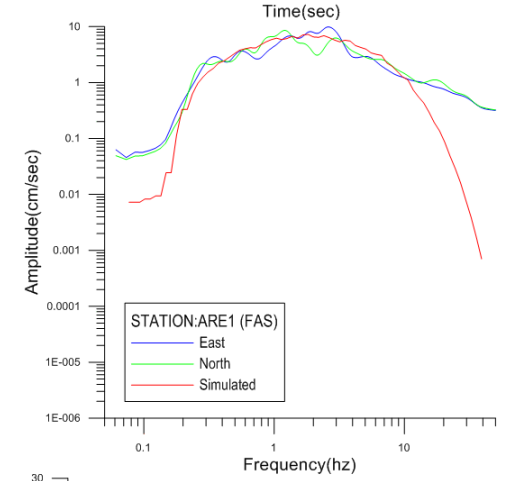
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

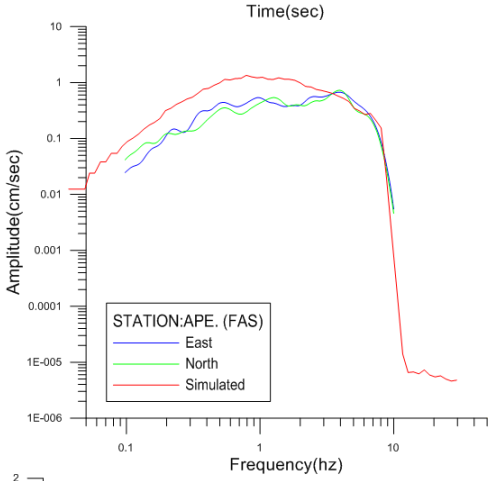


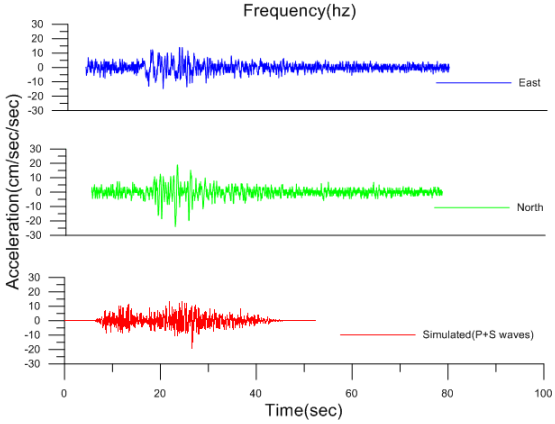


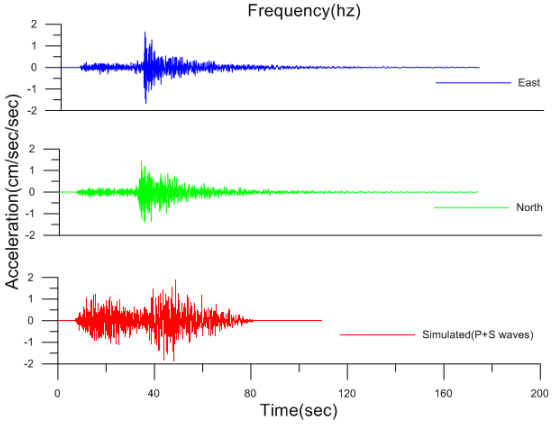






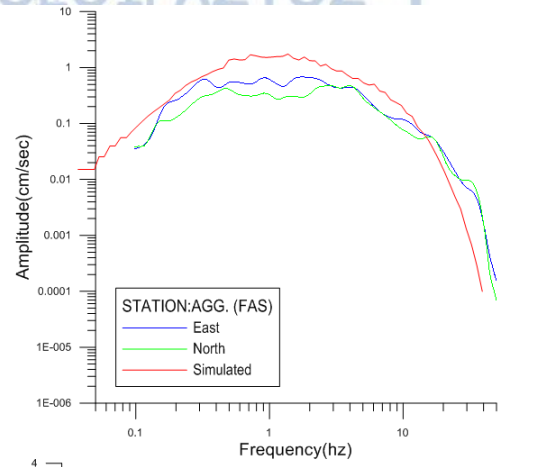


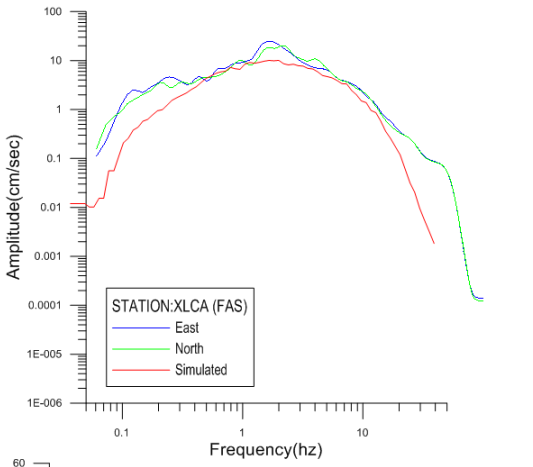


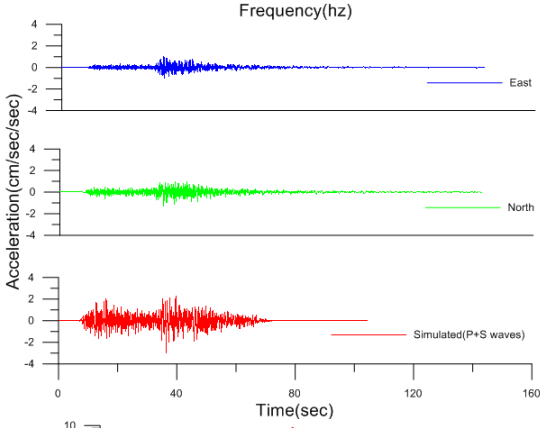


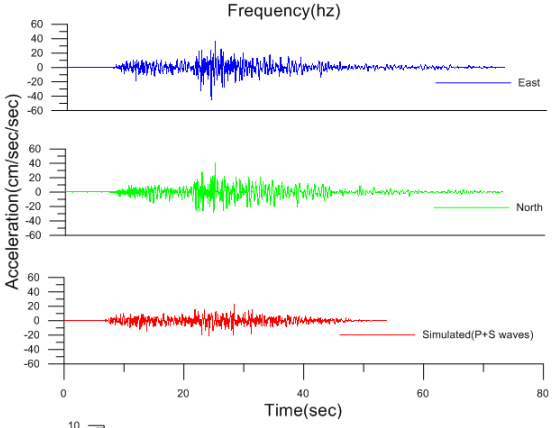
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

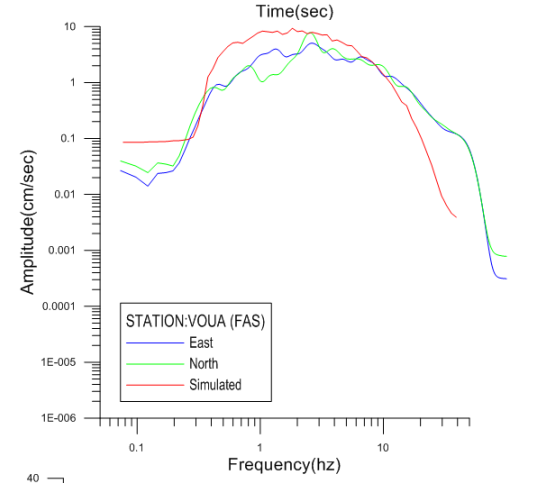
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

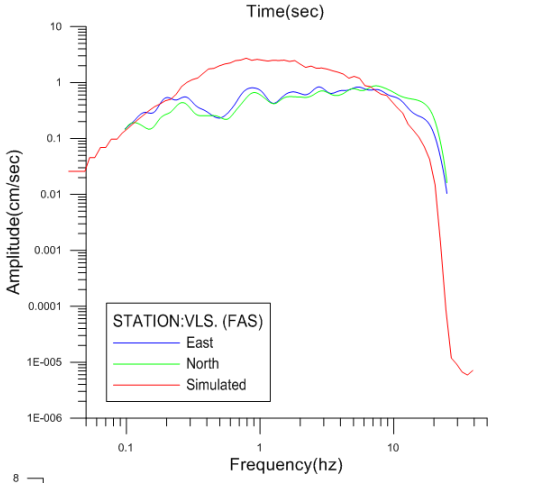


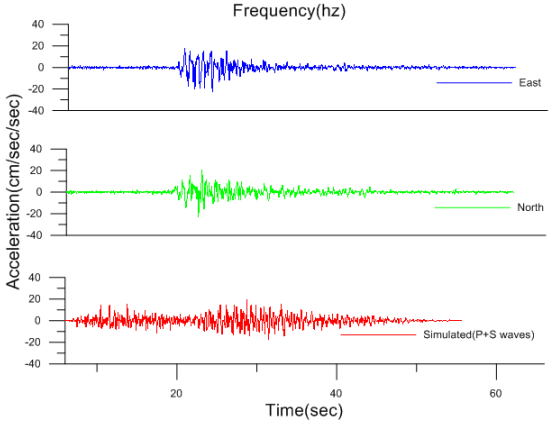


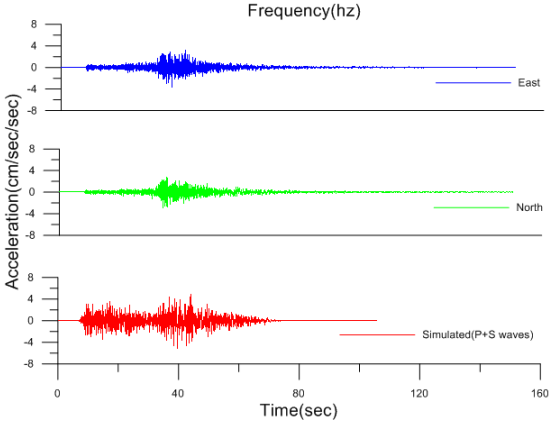






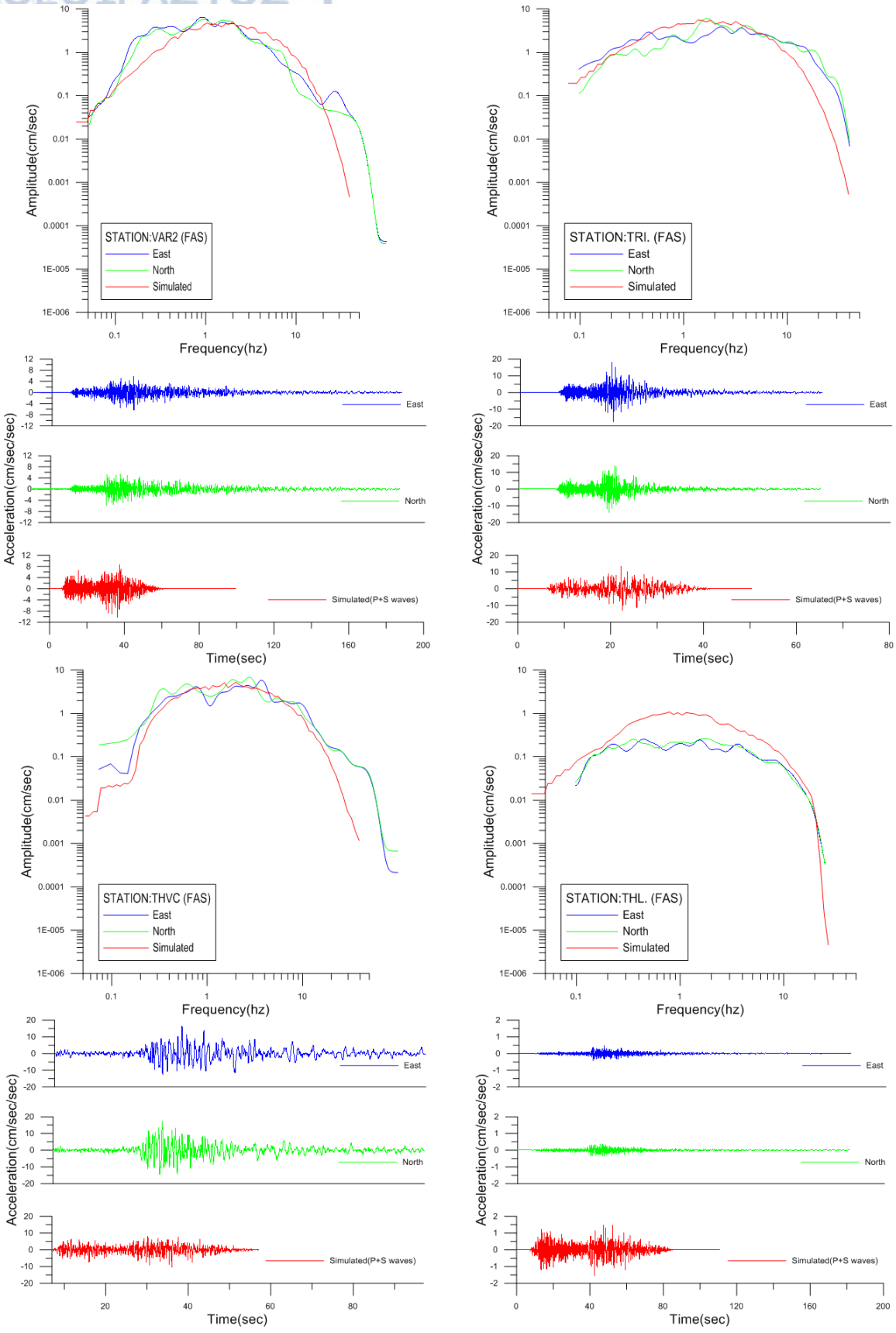






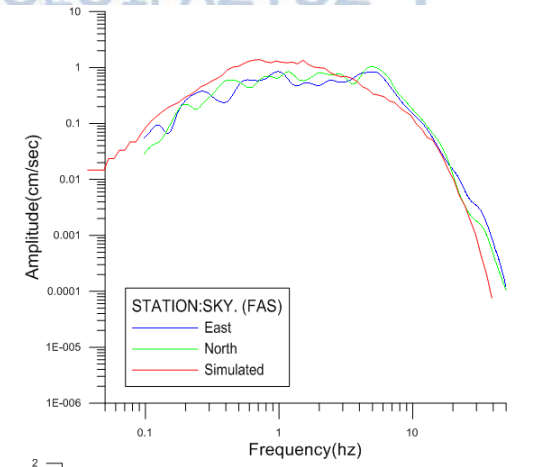
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

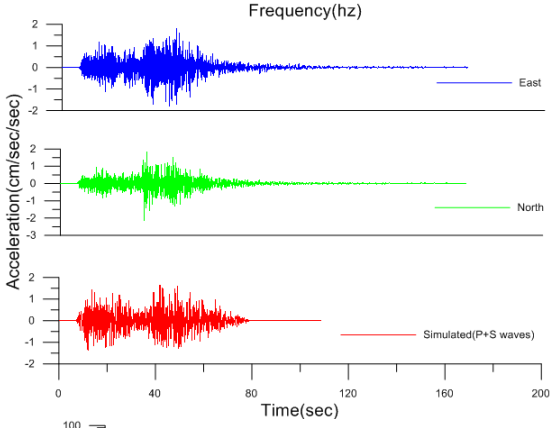
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

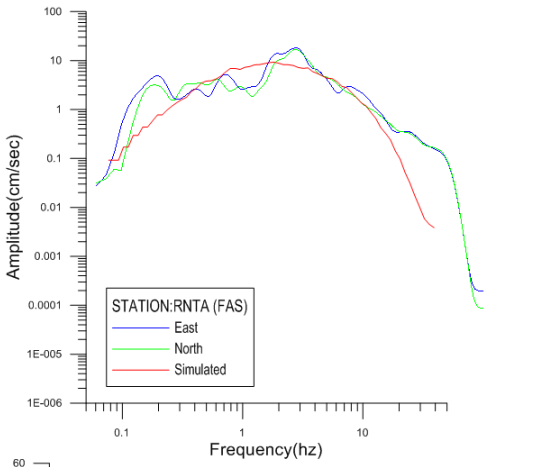


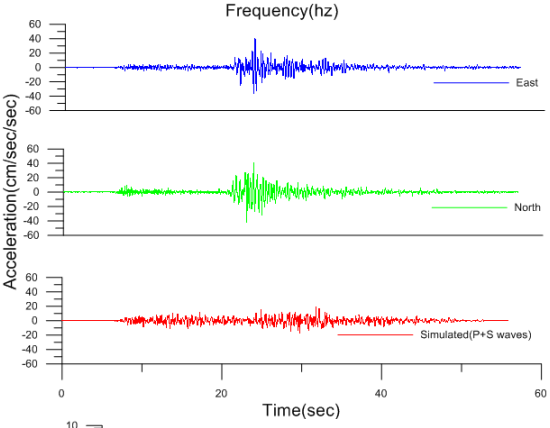
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

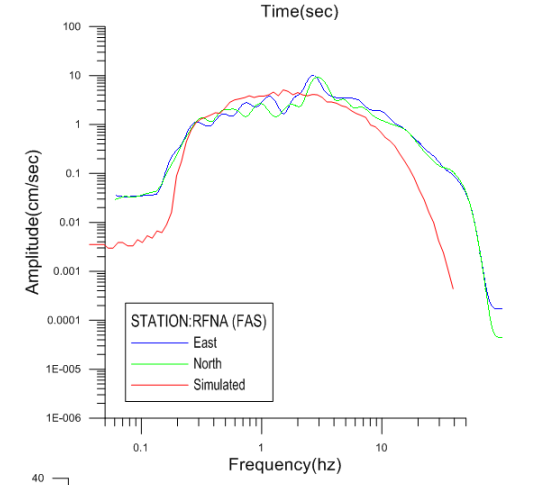
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

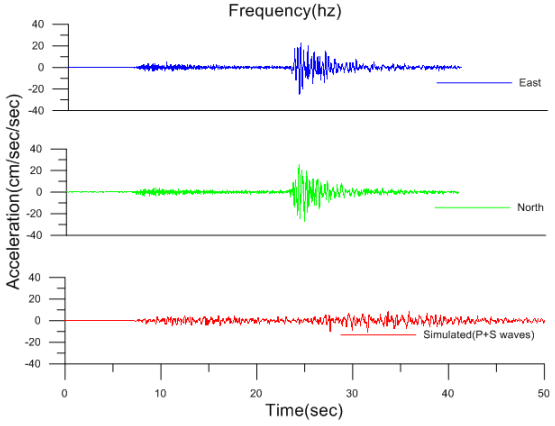


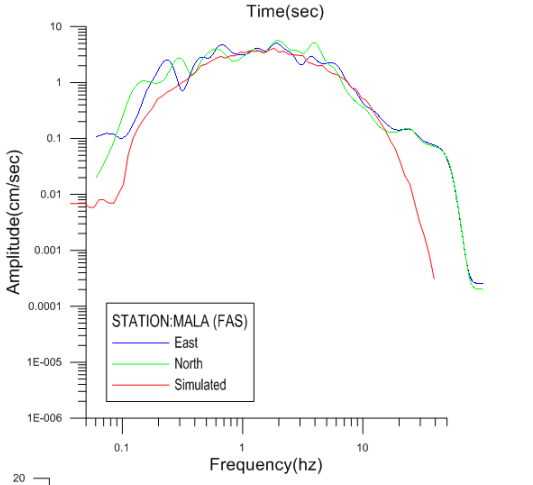


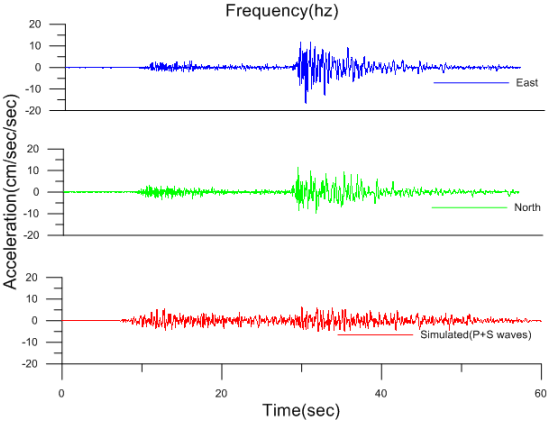








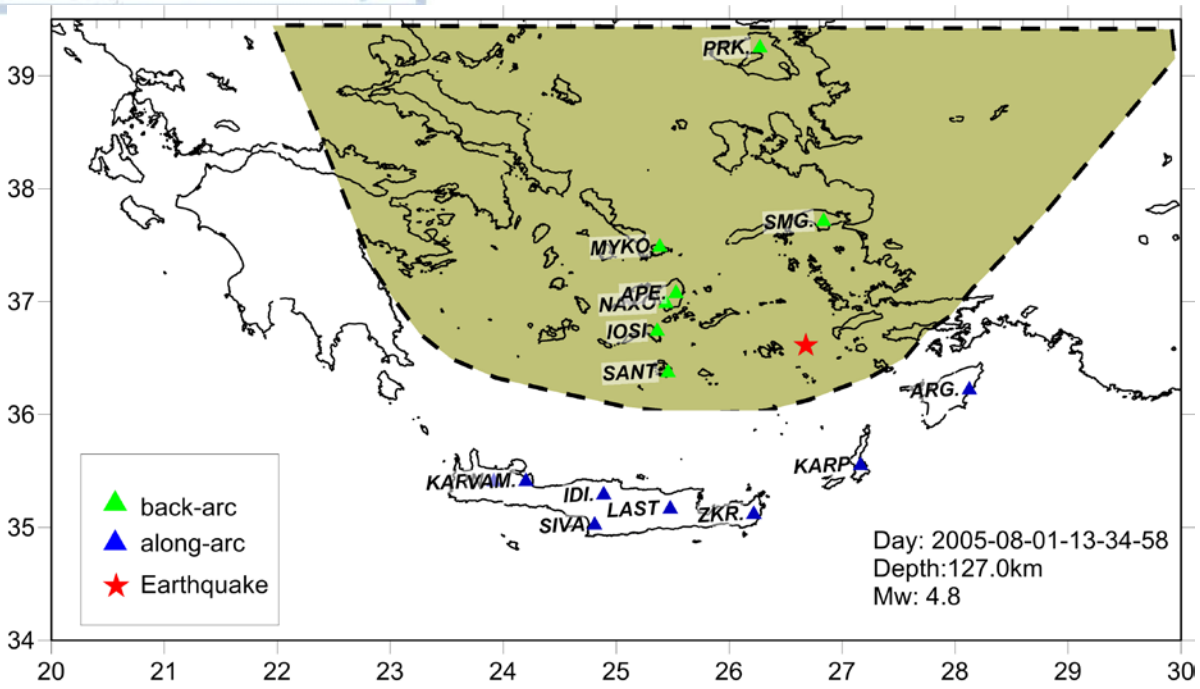


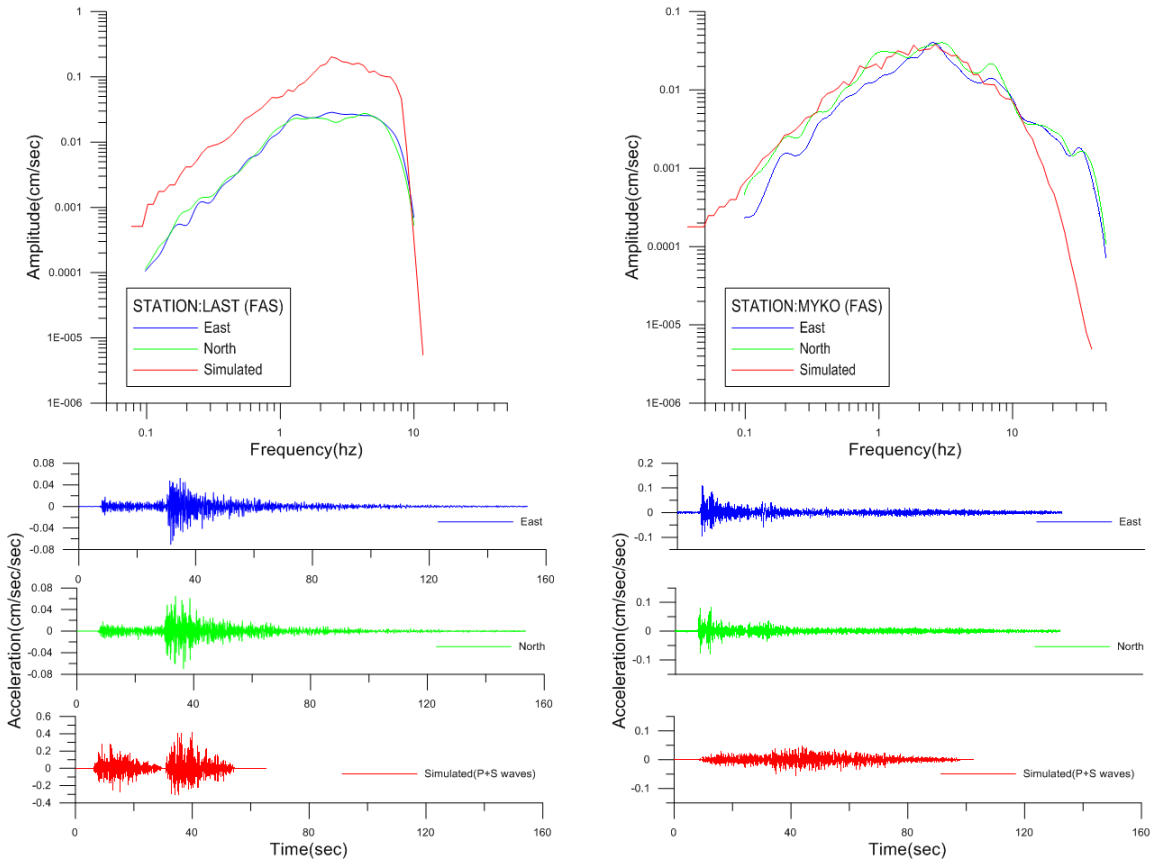


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

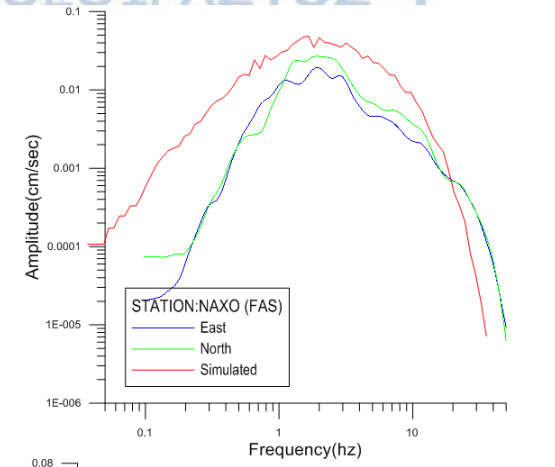
(6) 2005-08-01 13:34:58 Depth:127km Mw:4.8

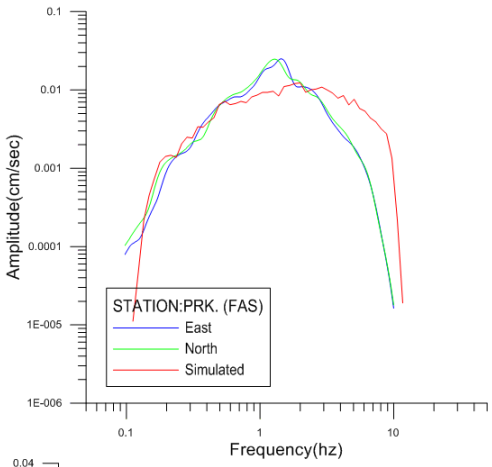


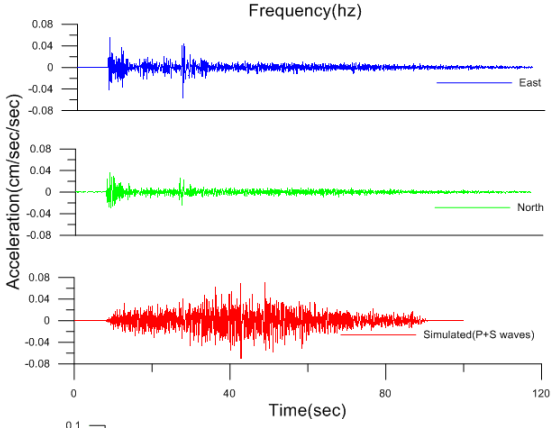


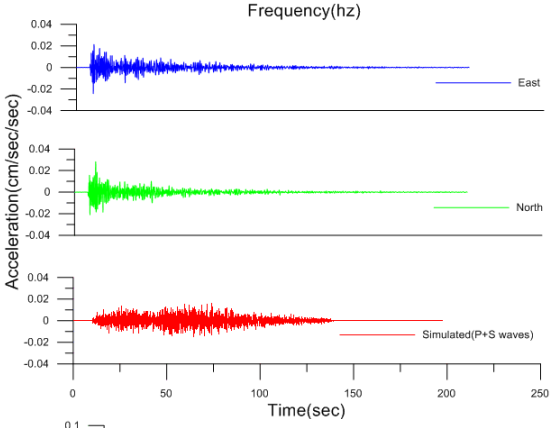
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

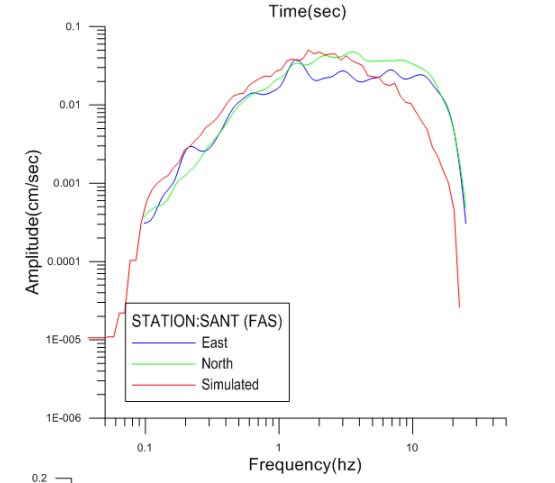
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

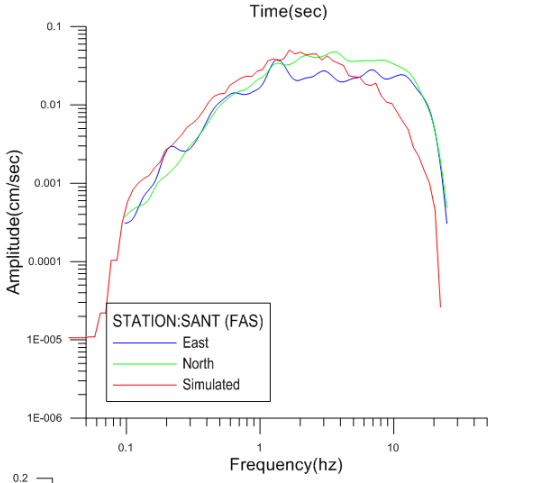


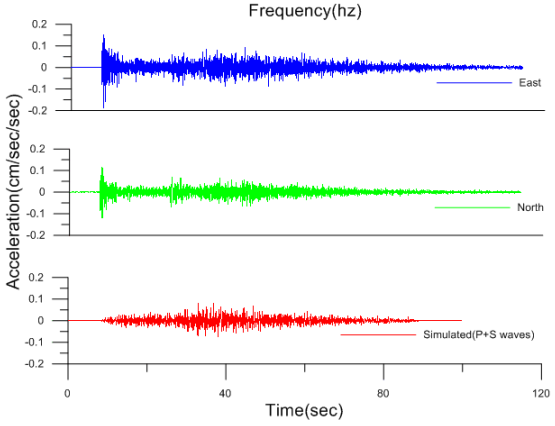


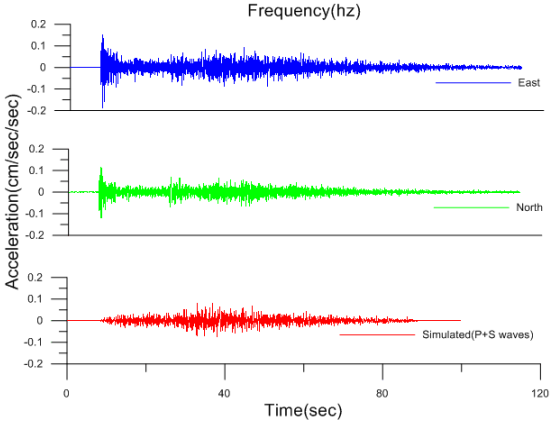






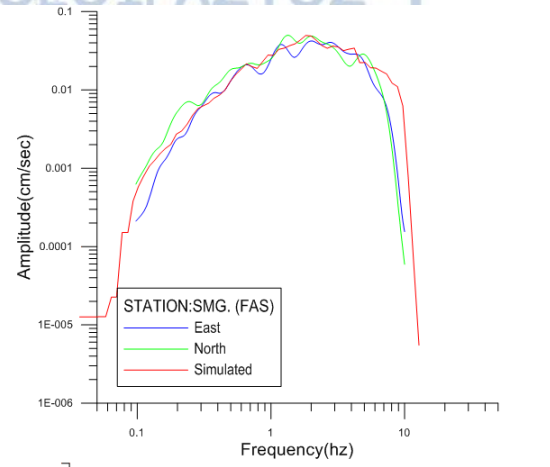


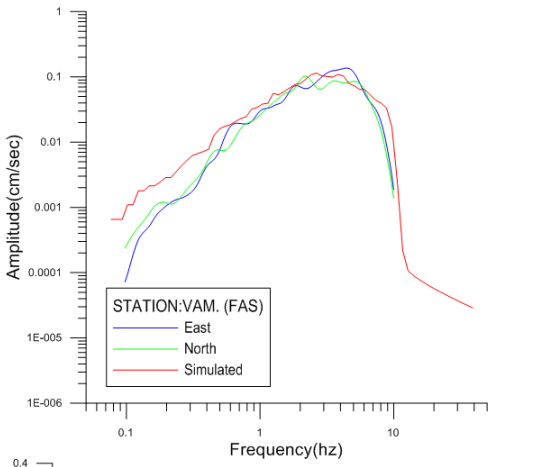


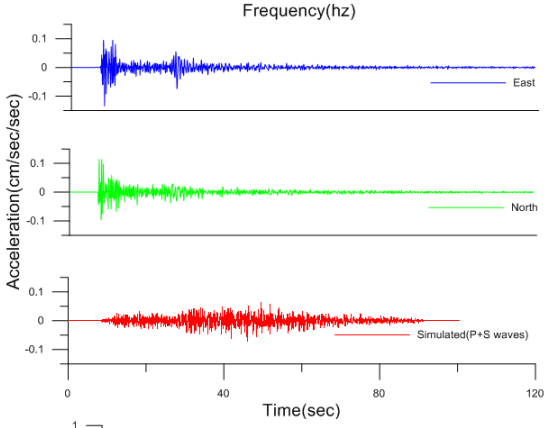


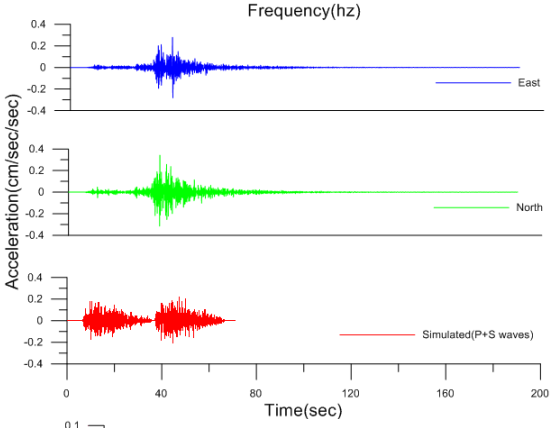
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

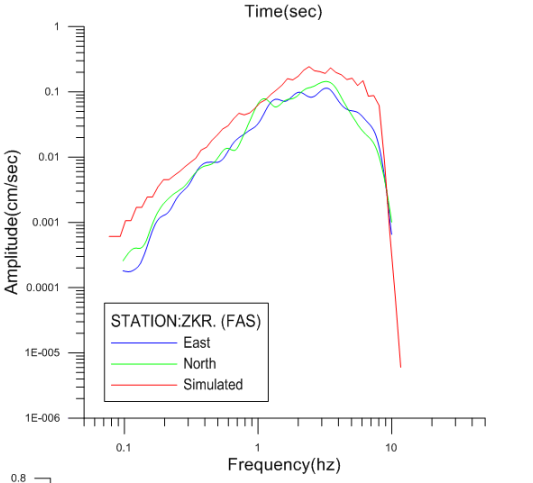
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

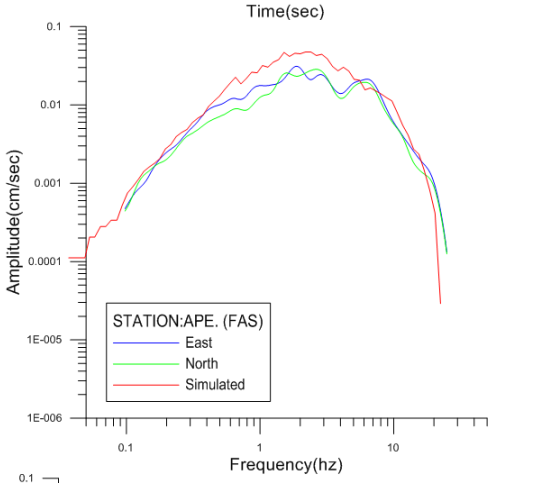


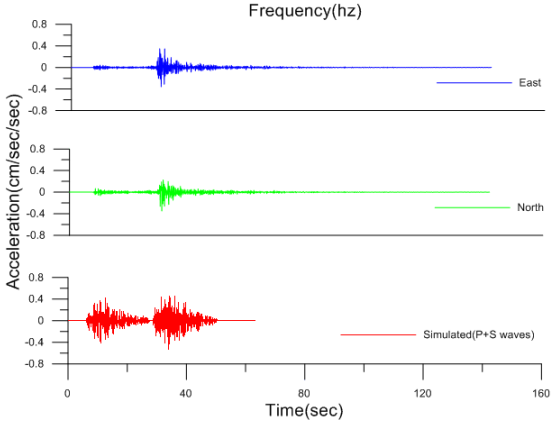


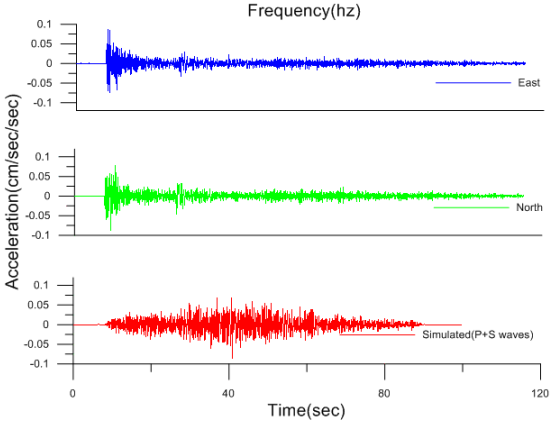






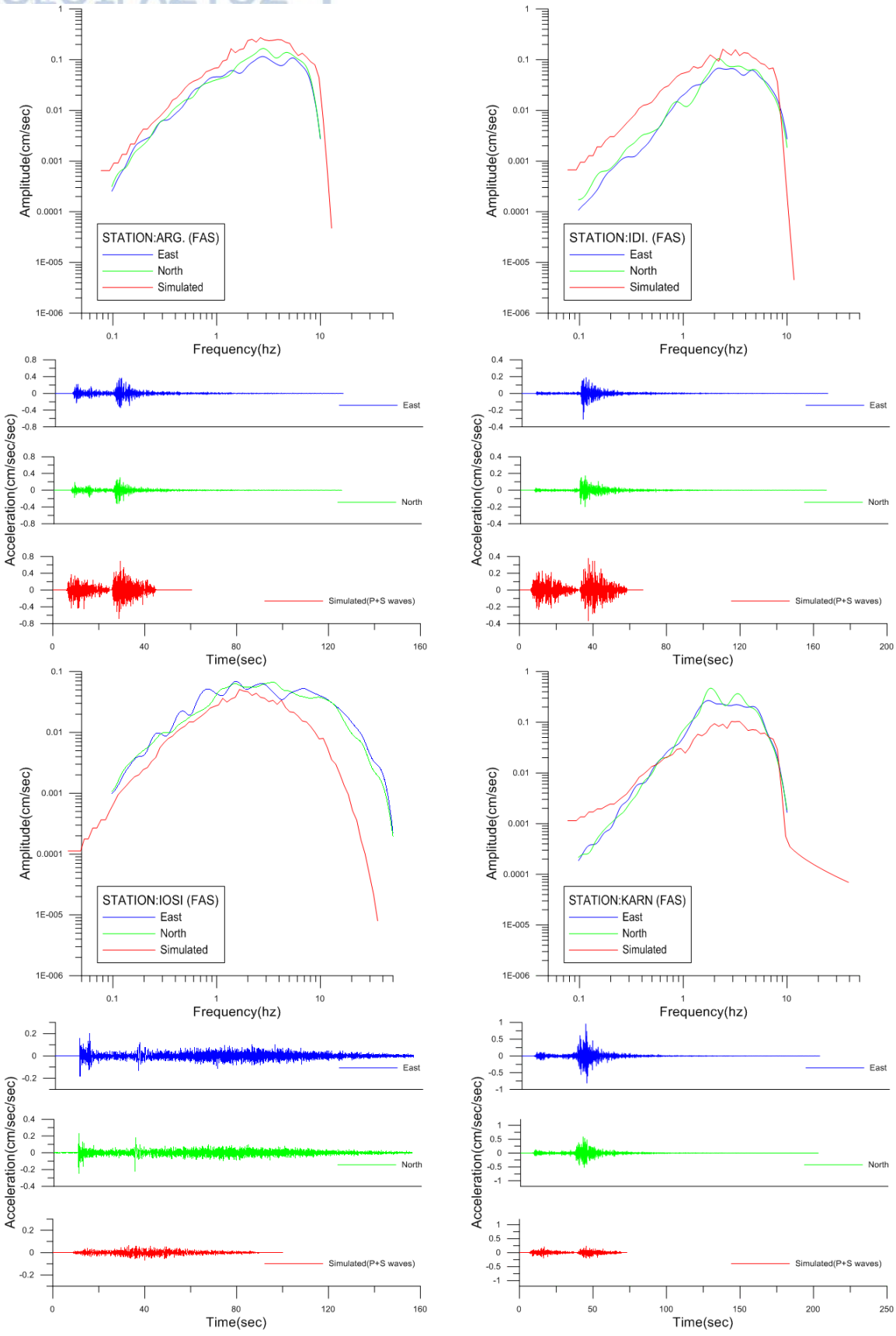






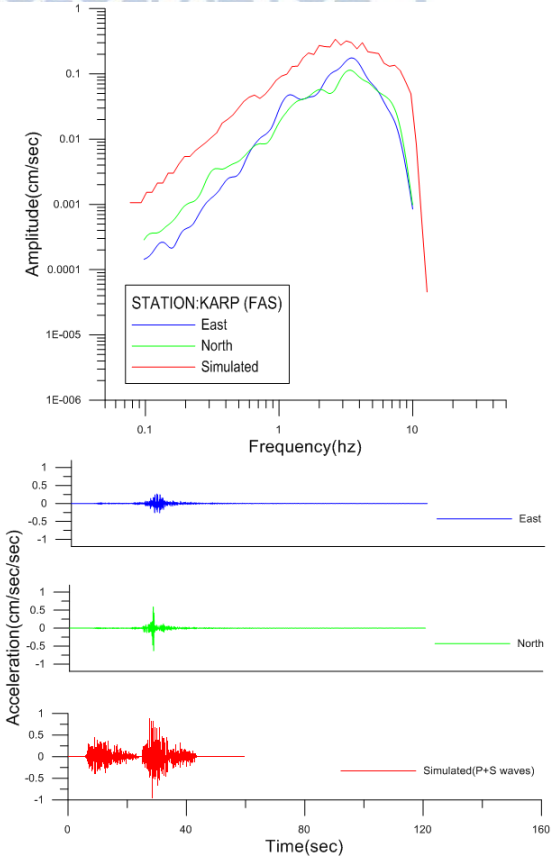
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

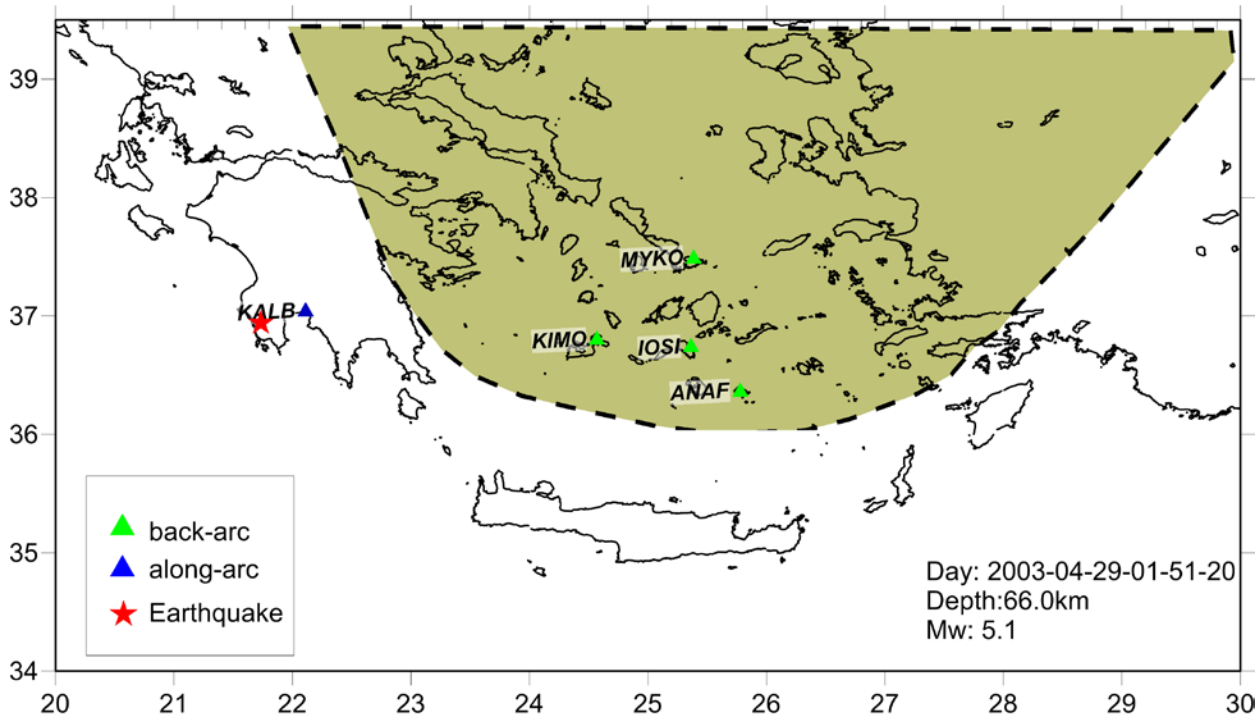


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

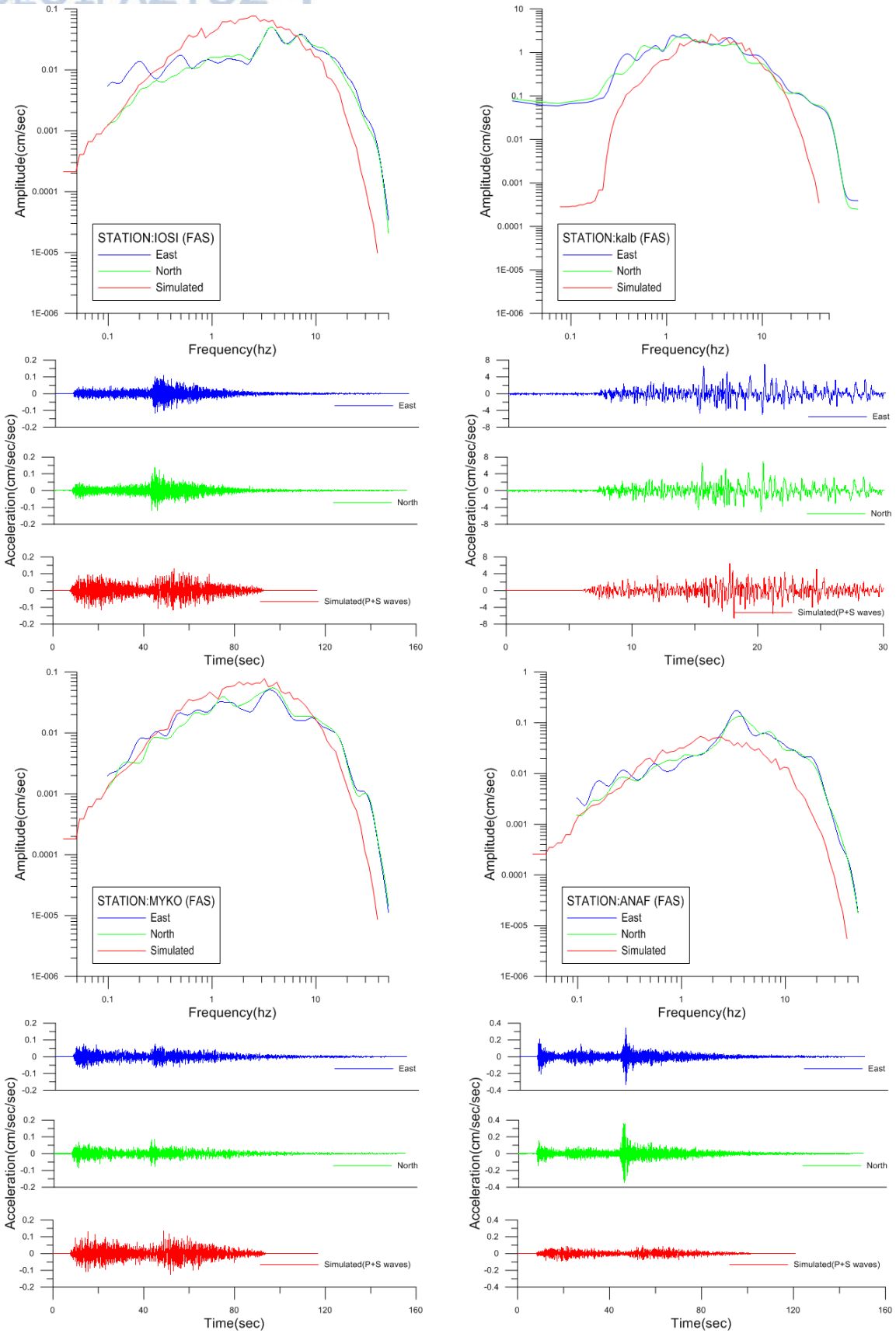


(7) 2003-04-29 01:51:20 Depth:66km Mw:5.1



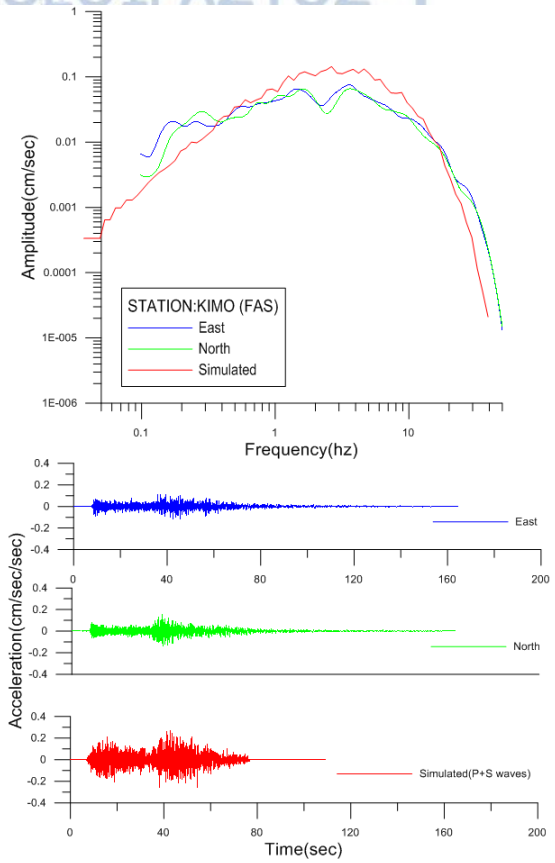
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

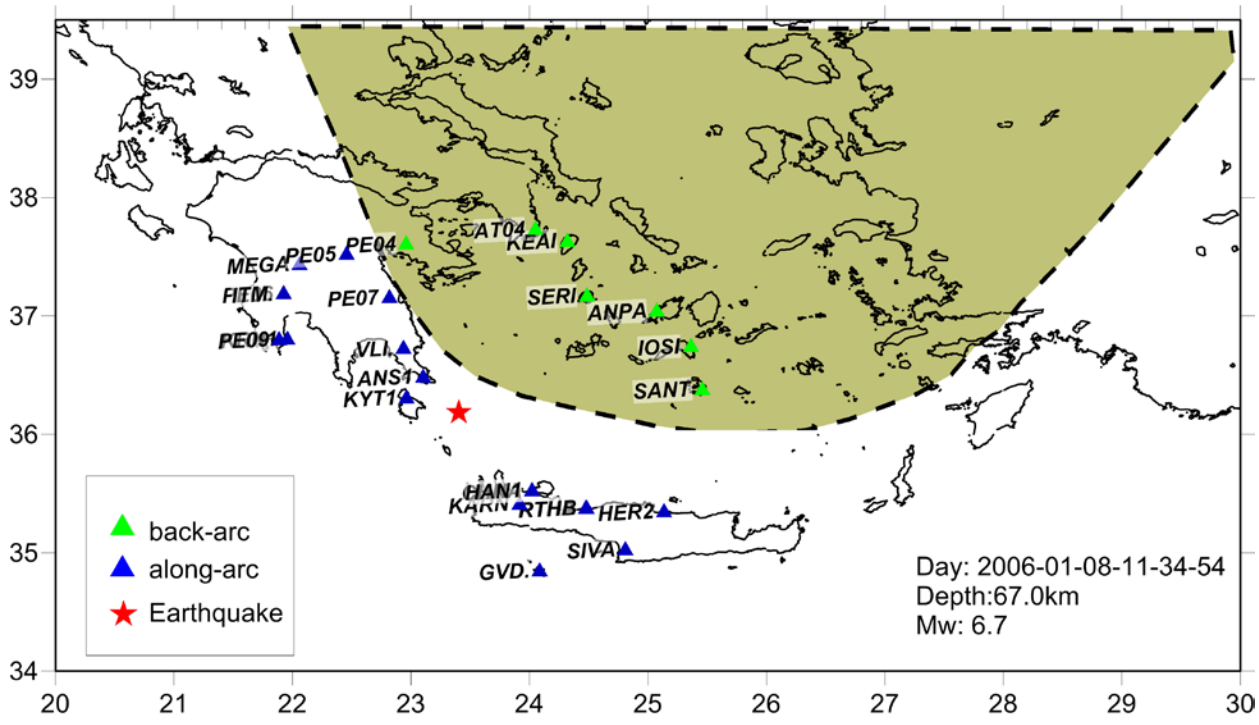


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

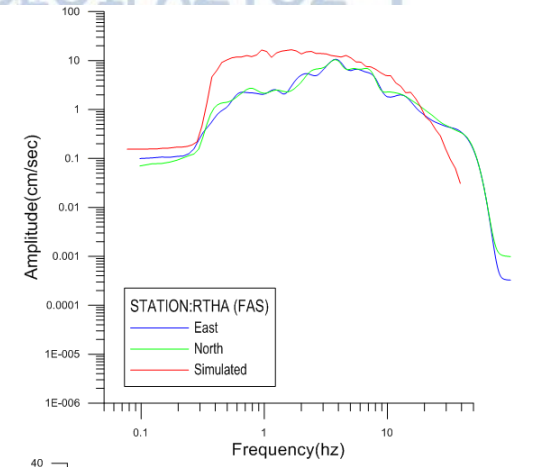


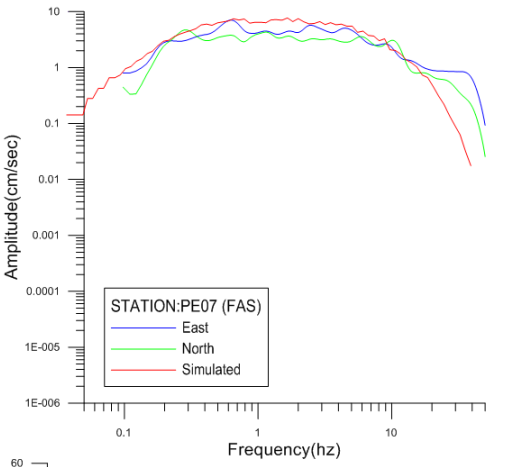
(8) 2006-01-08 11:34:54 Depth:67km Mw:6.7

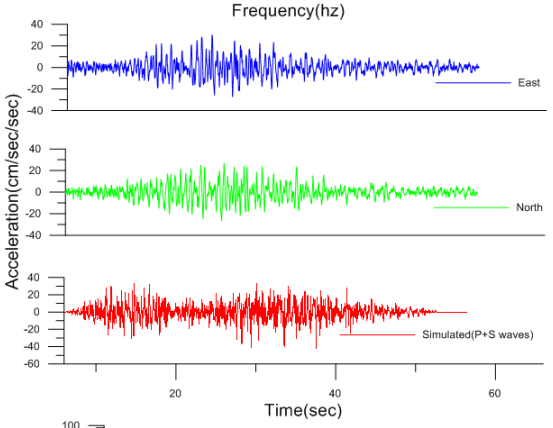


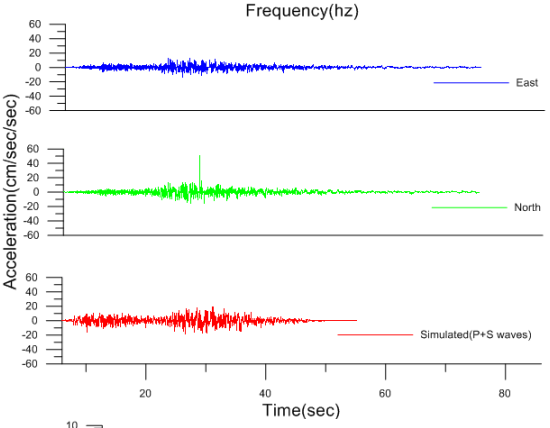
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

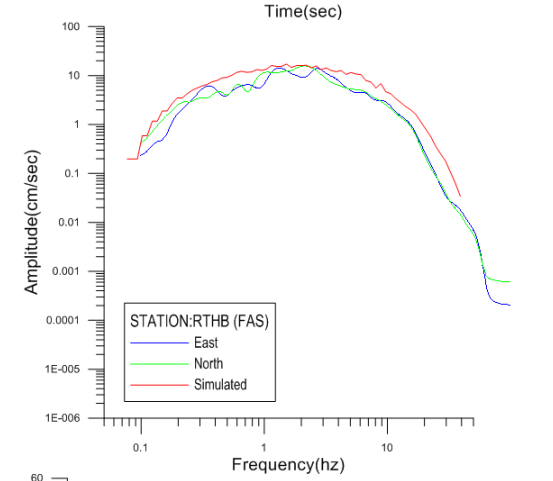
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

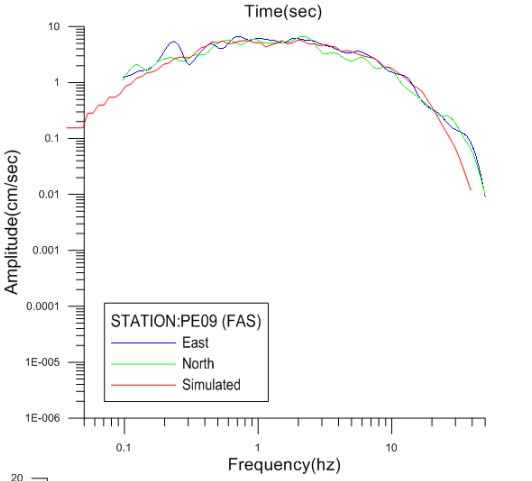


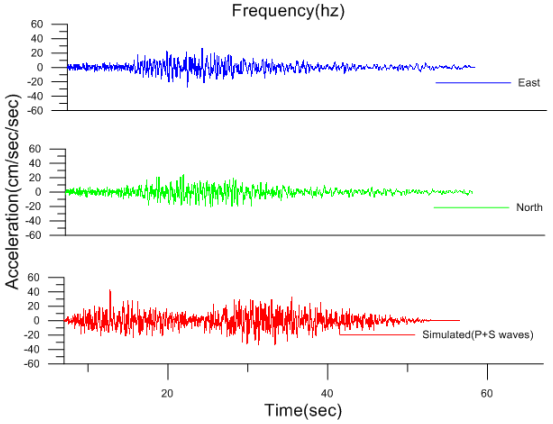


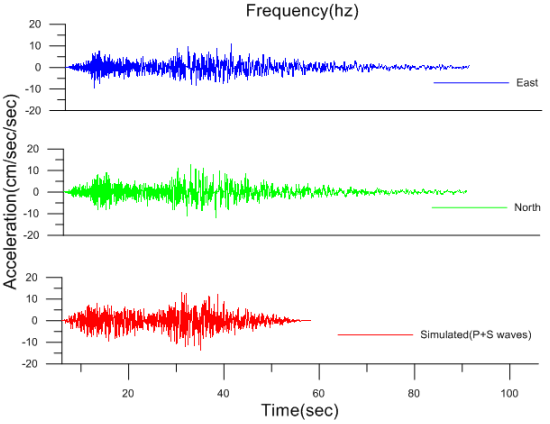






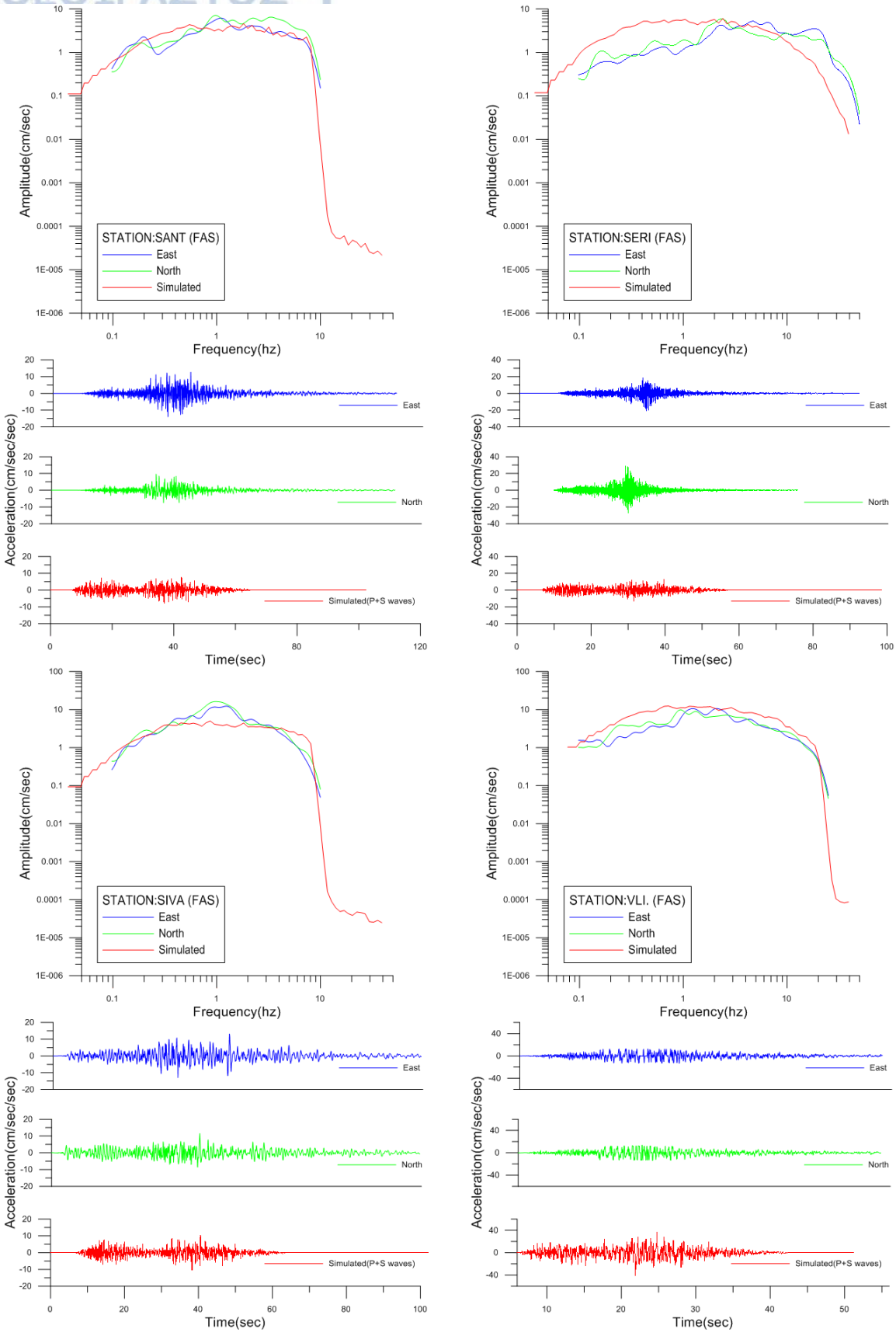






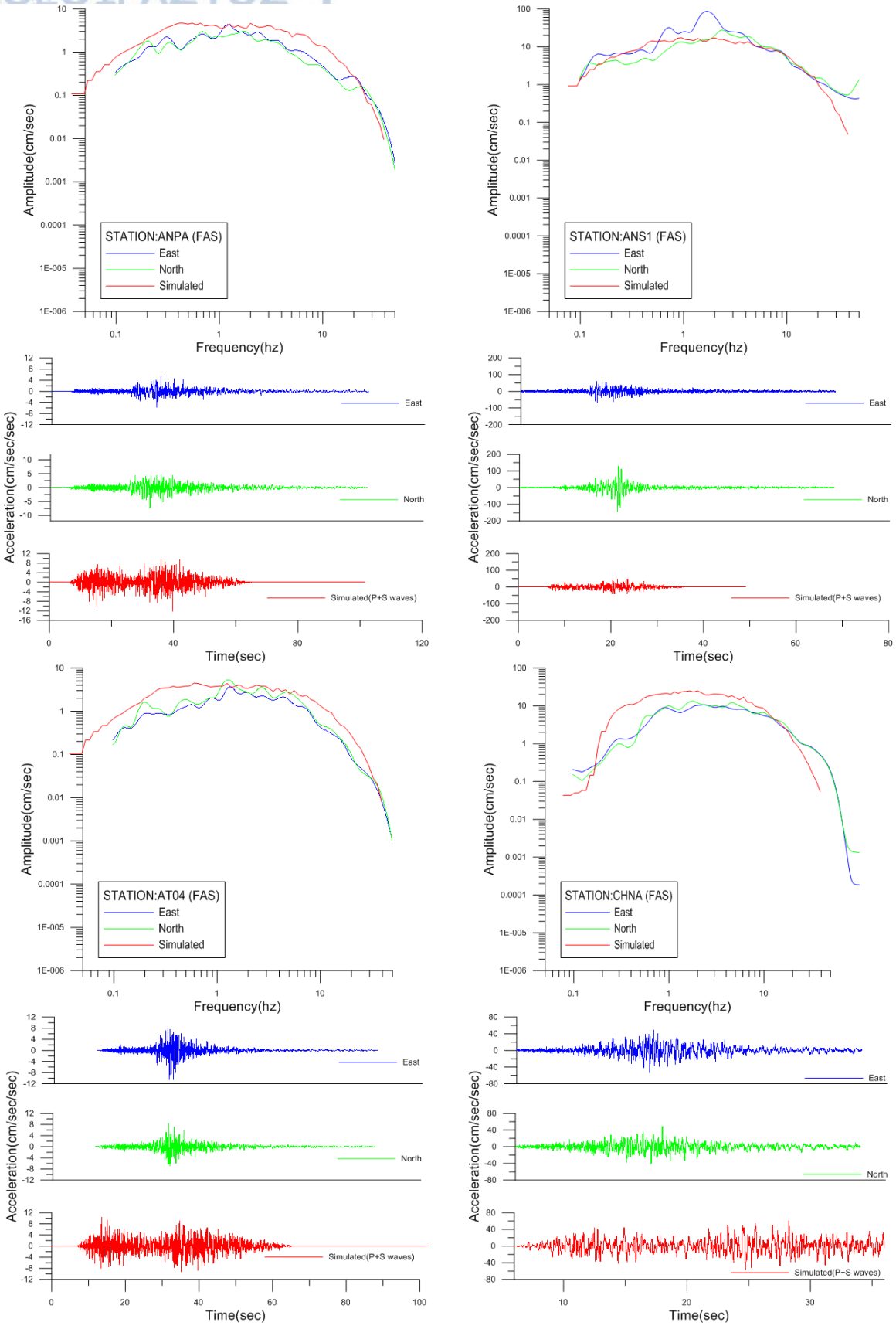
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



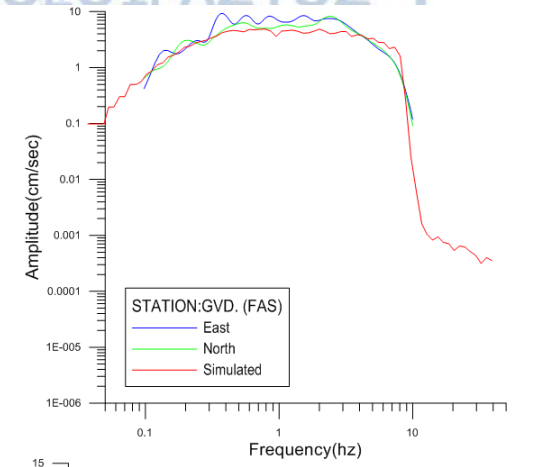
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

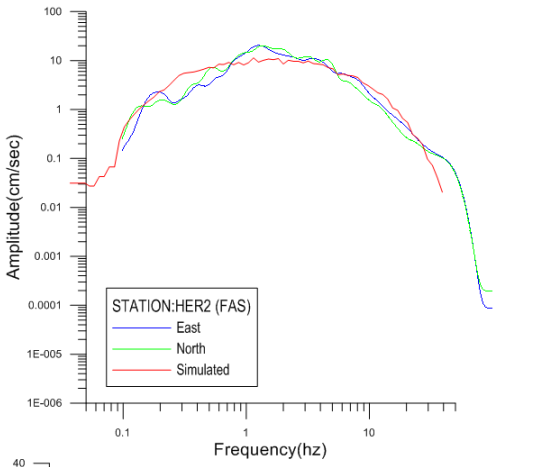
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

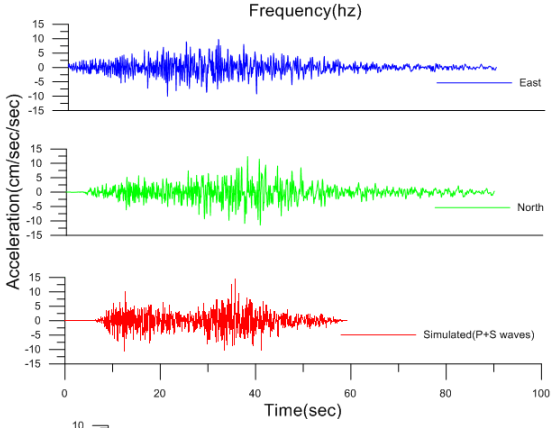


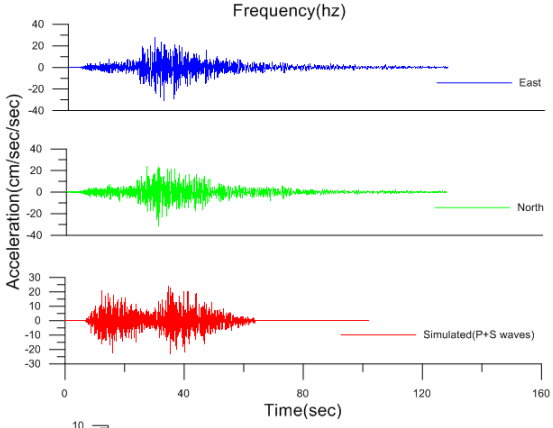
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

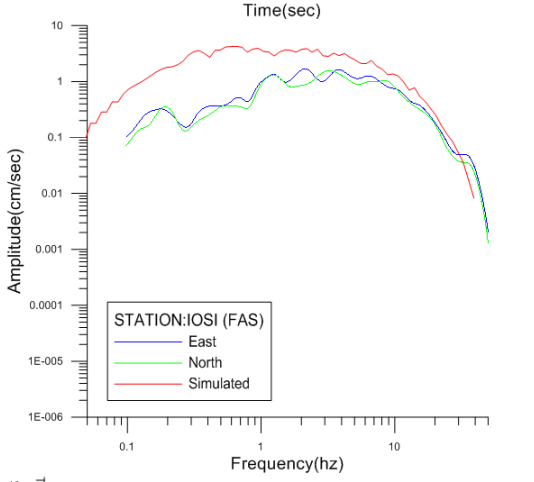
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

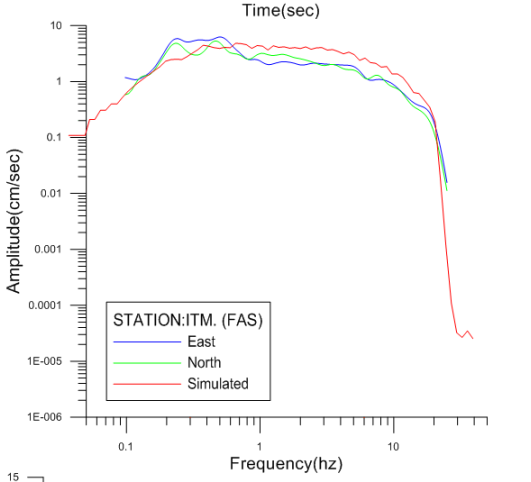


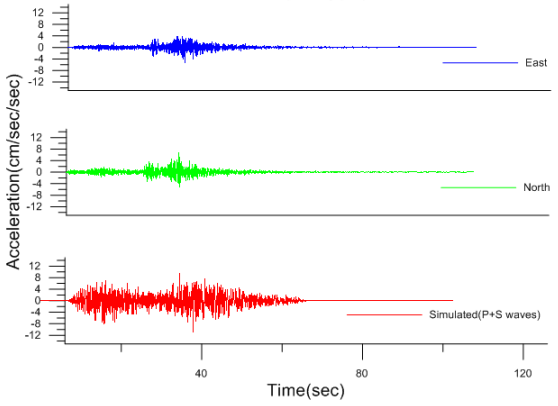


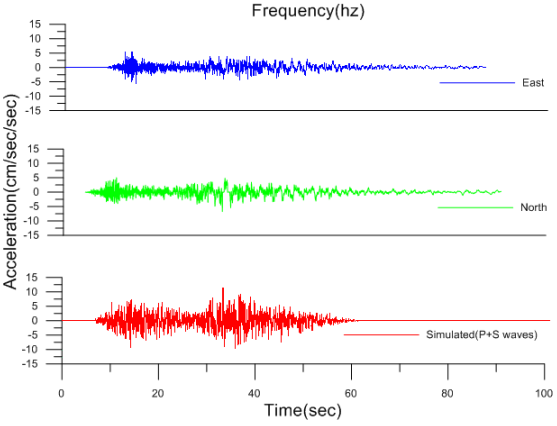






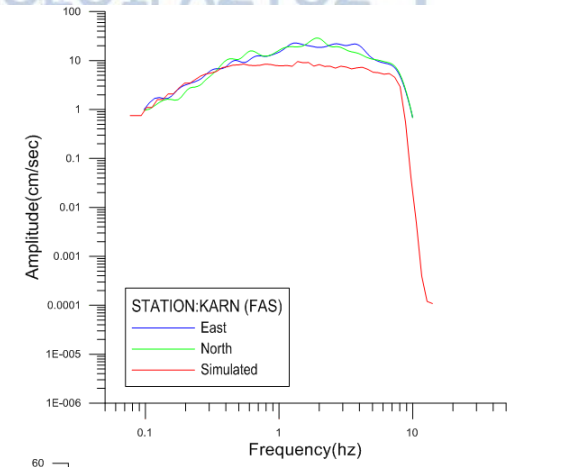


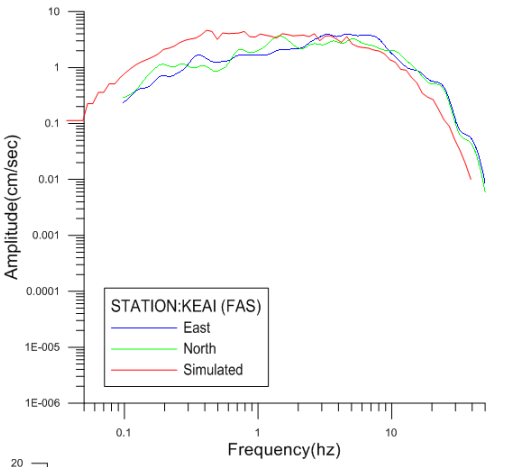


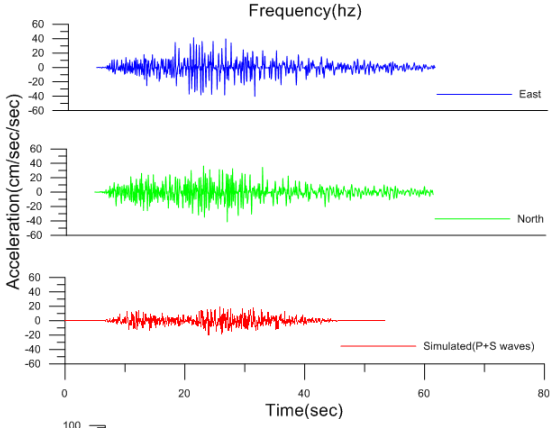


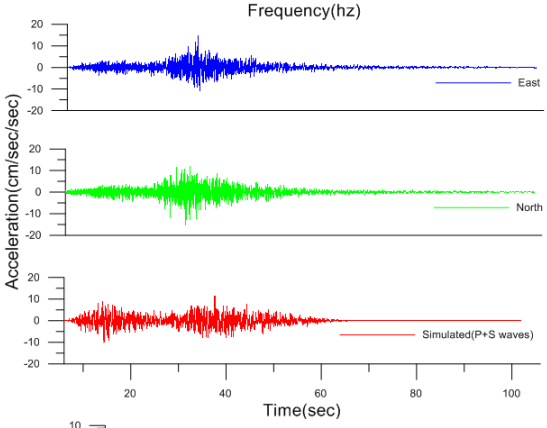
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

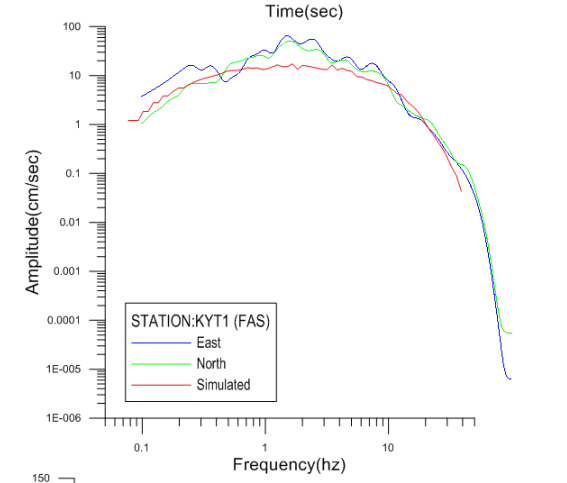
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

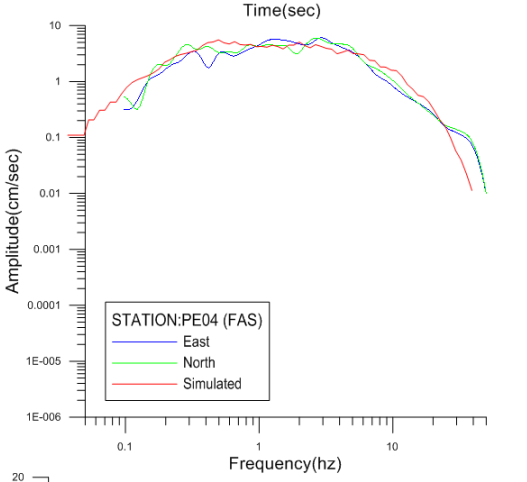


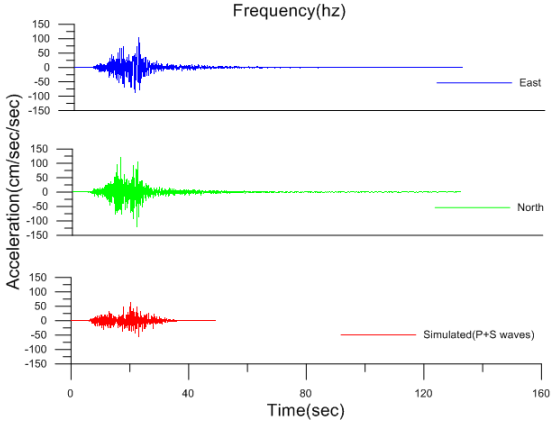


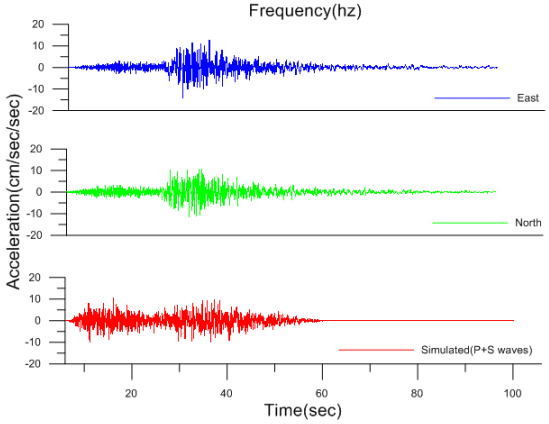






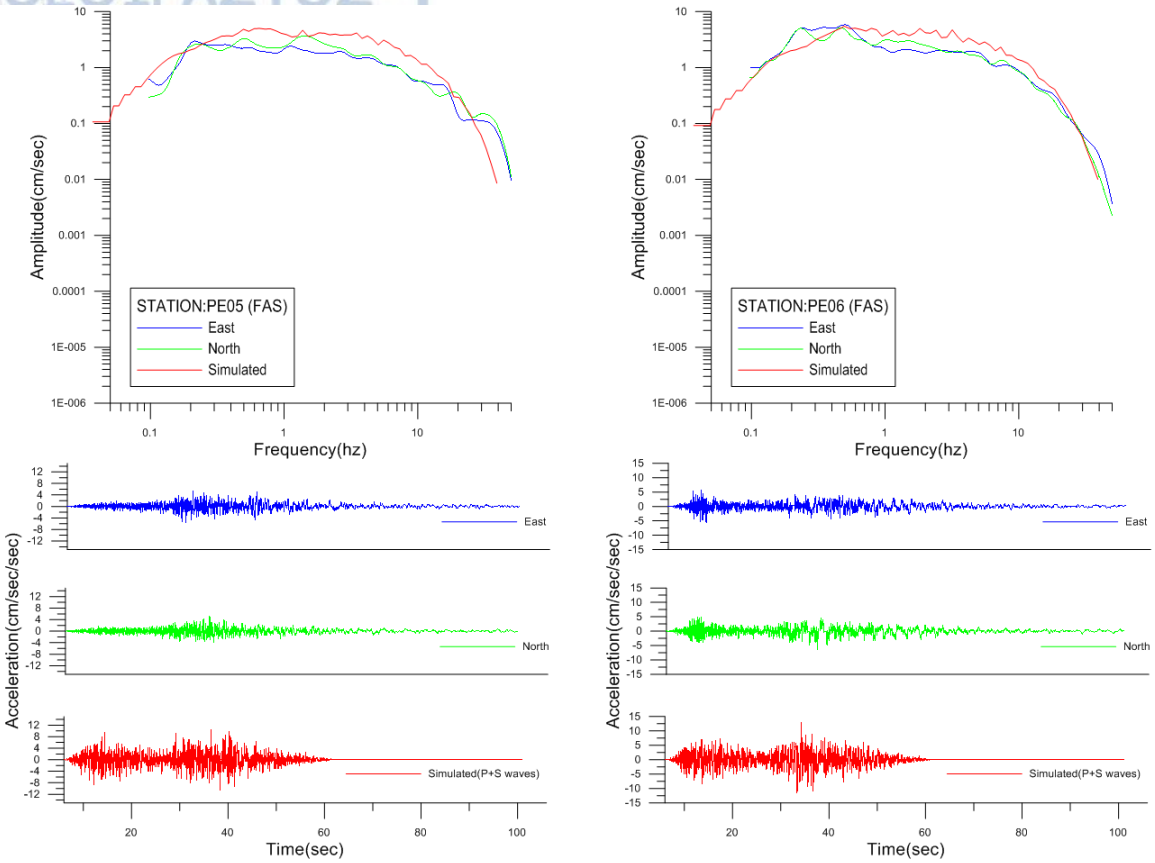




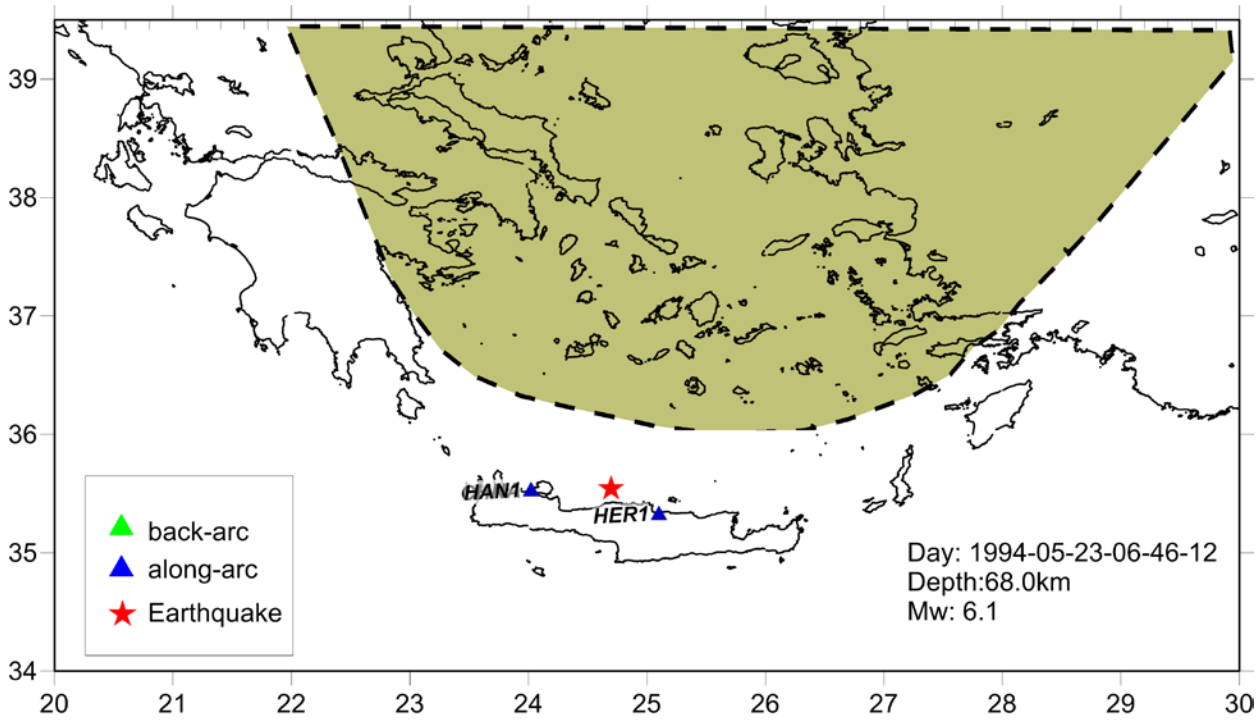


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

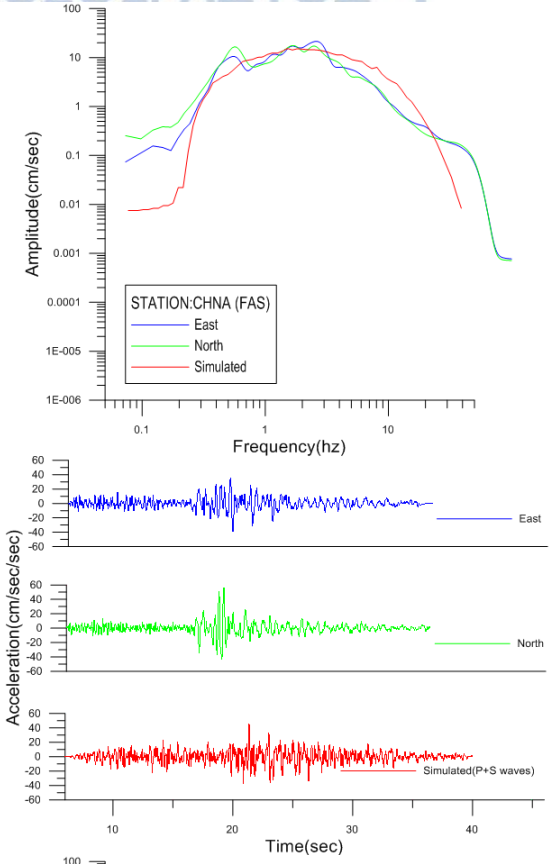


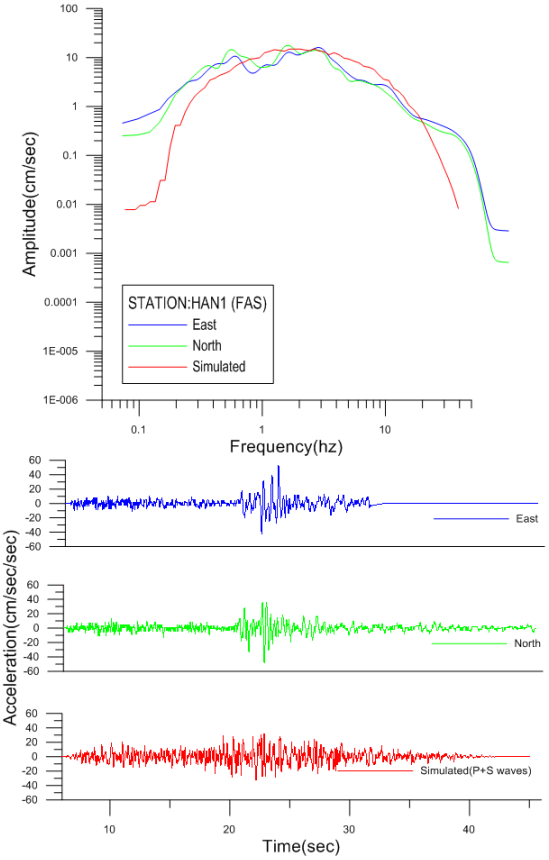
(9) 1994-05-23 06:46:12 Depth:68km Mw:6.1

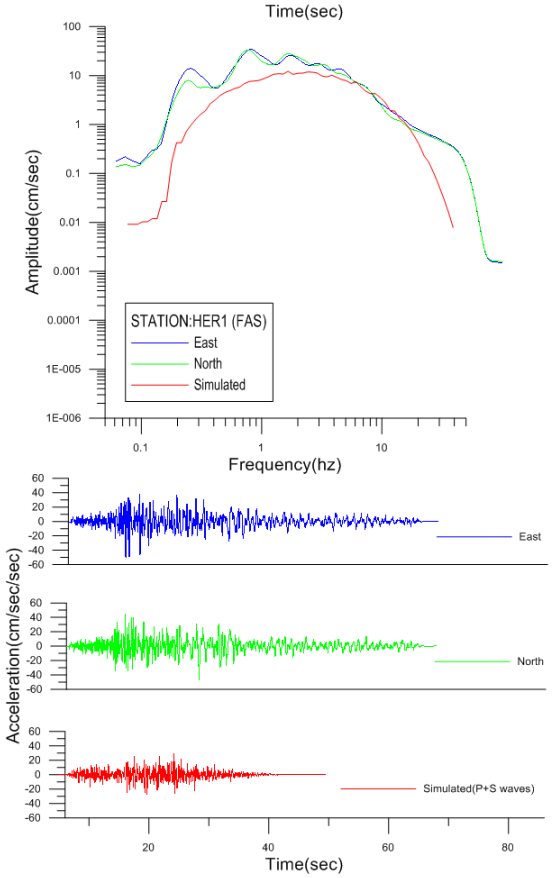


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



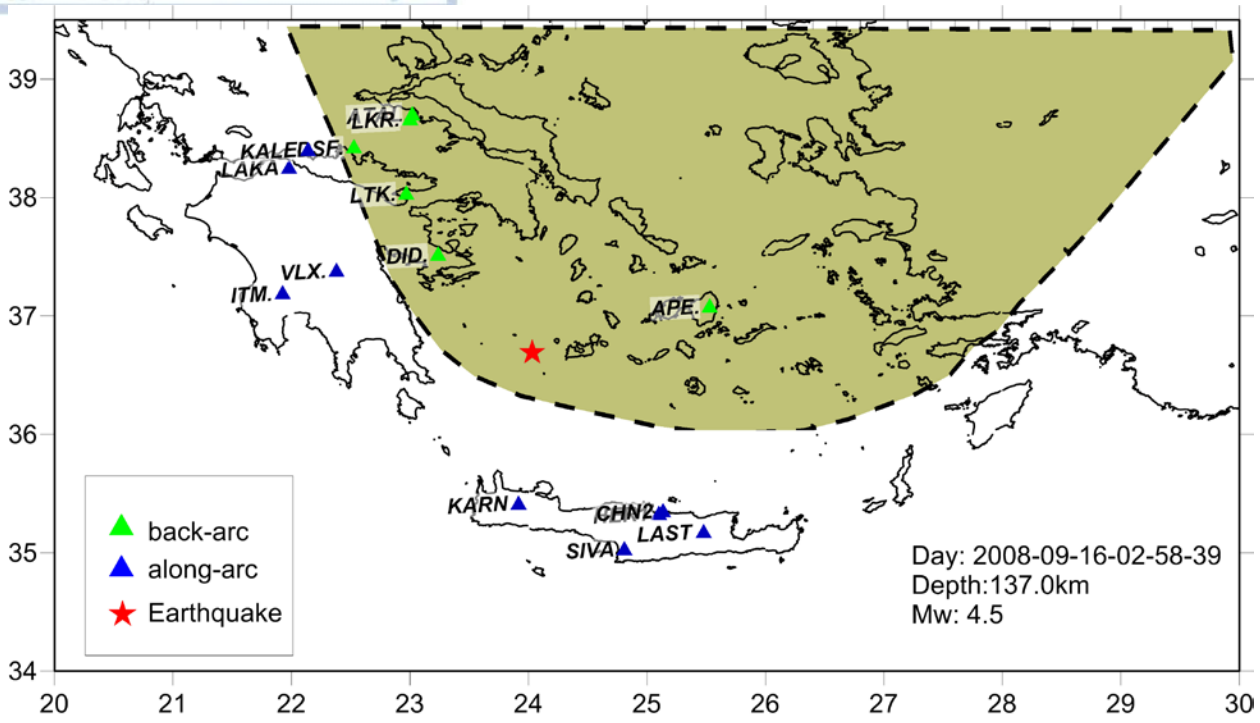


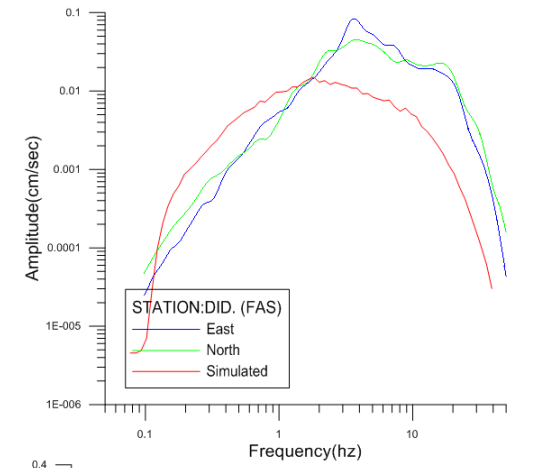


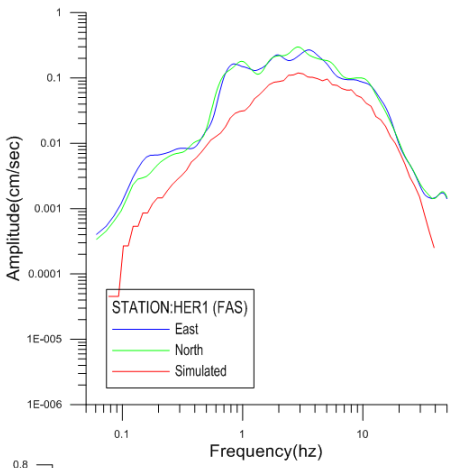
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

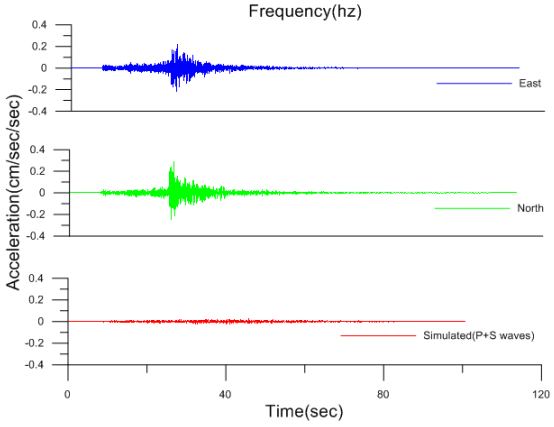
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

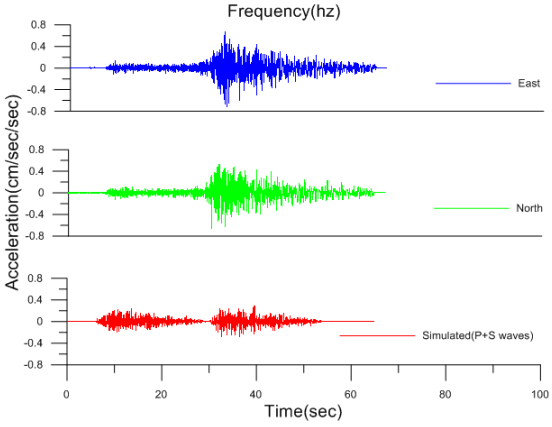
(10) 2008-09-16 02:58:39 Depth:137km Mw:4.5





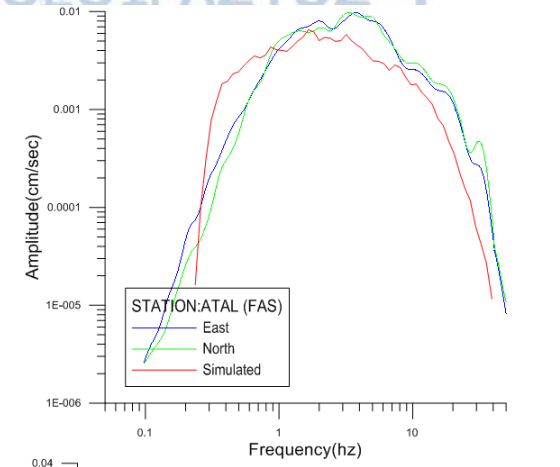


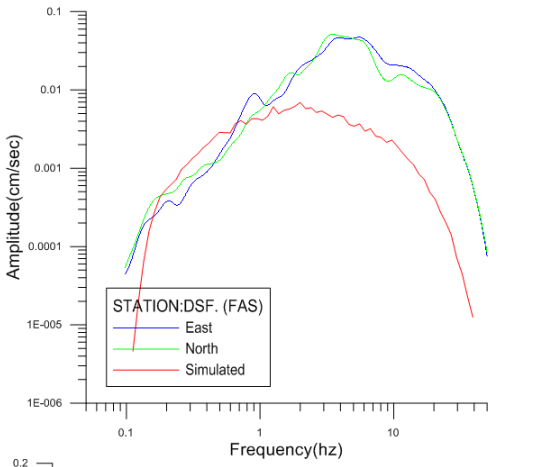


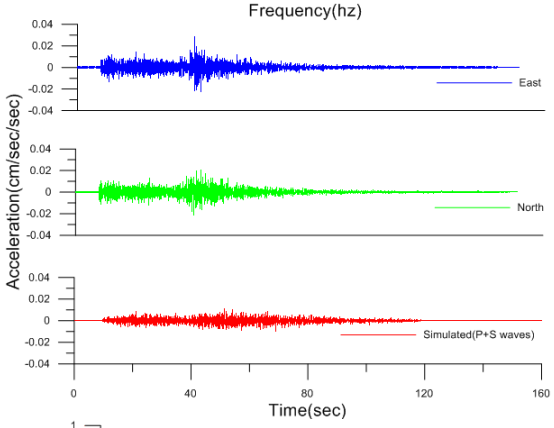


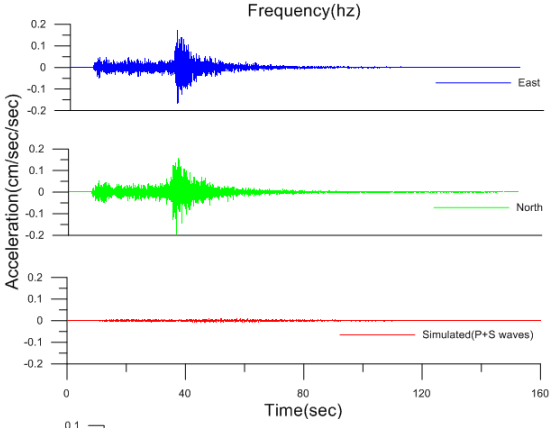
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

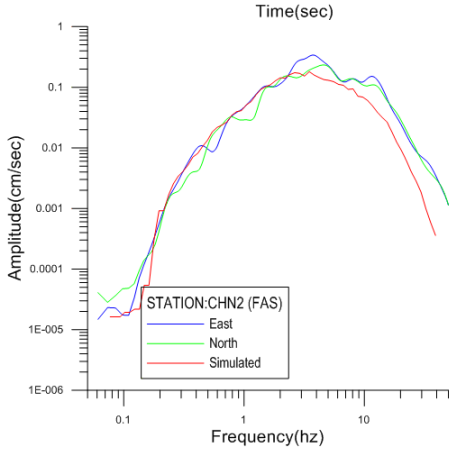
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

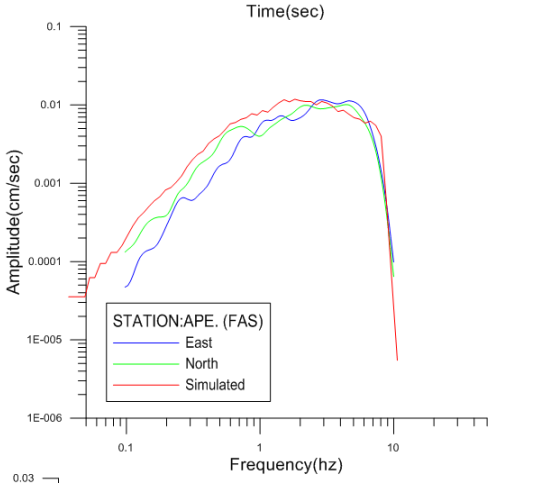


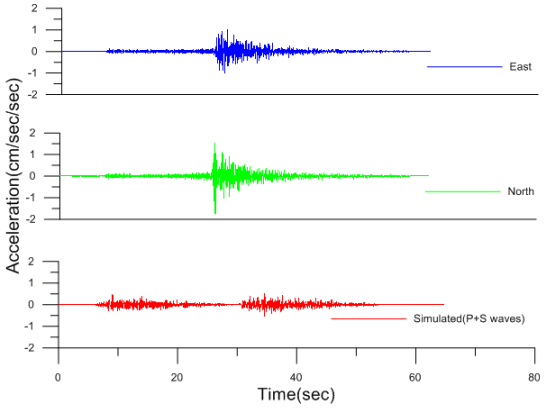


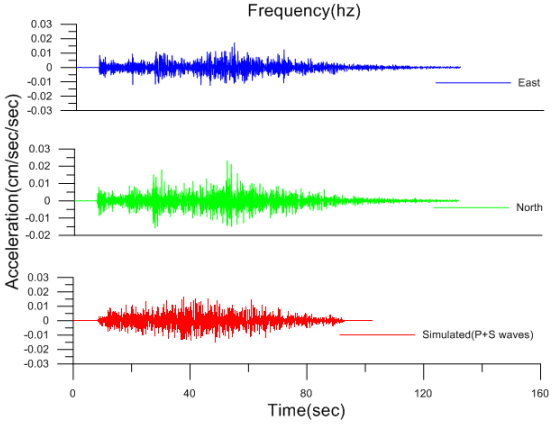






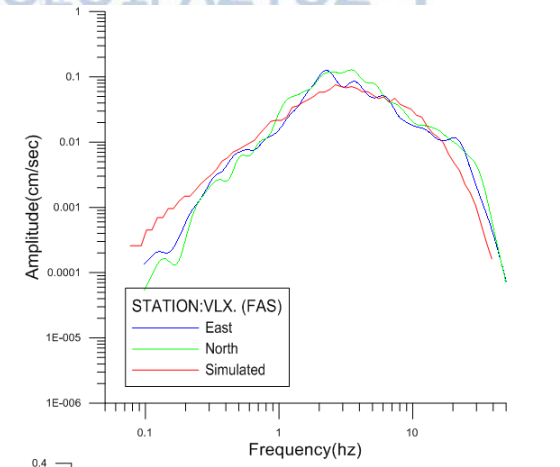


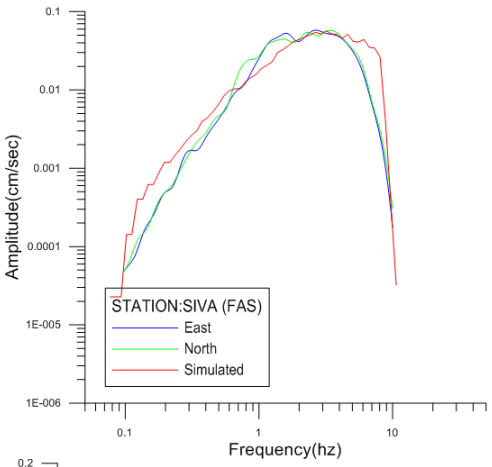


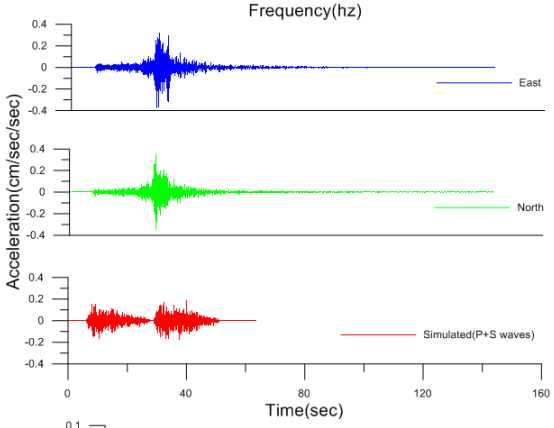


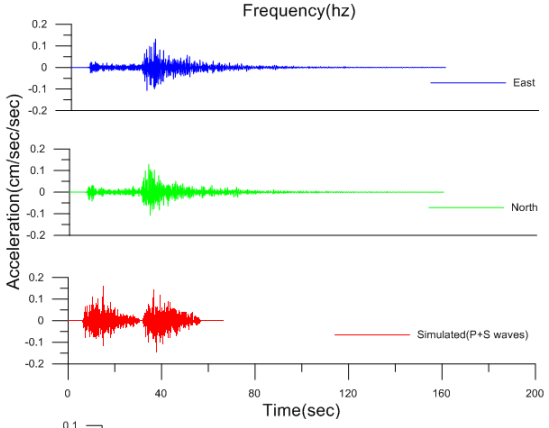
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

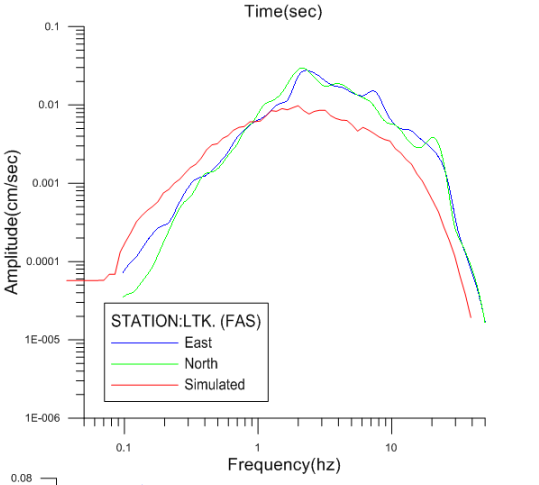
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

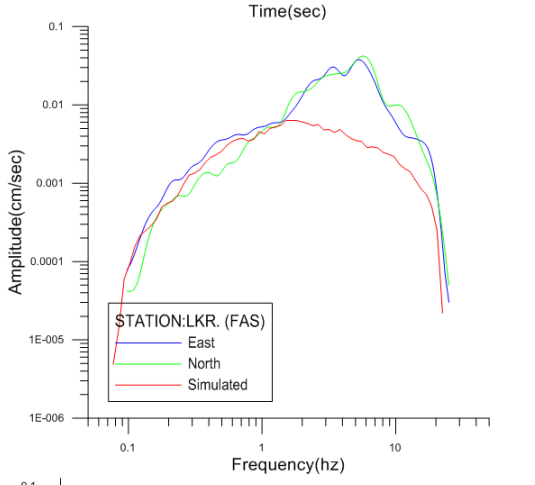


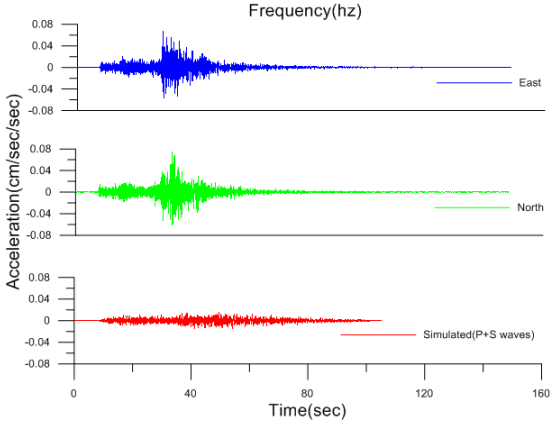


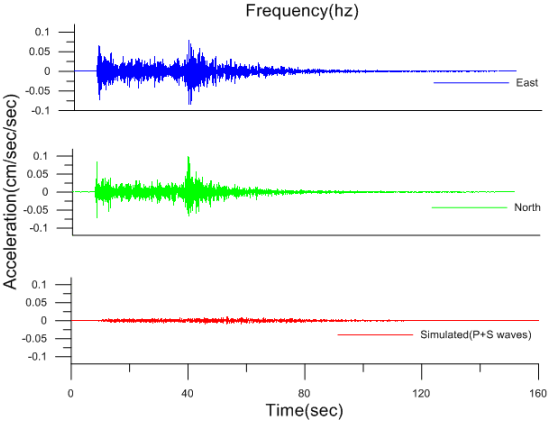






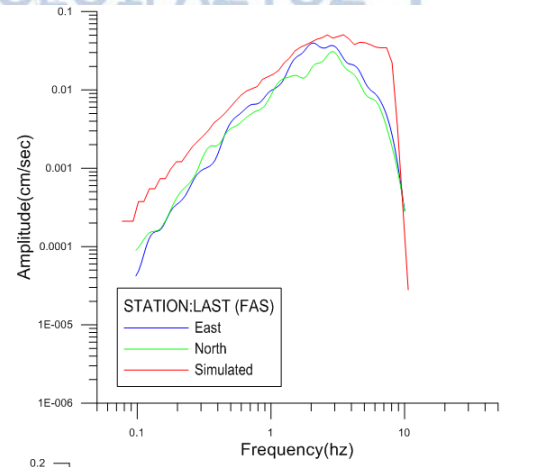


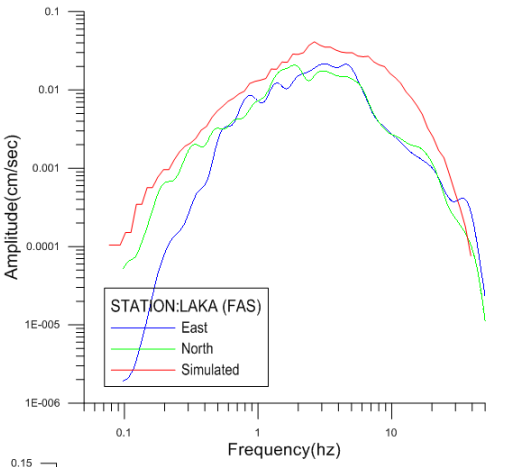


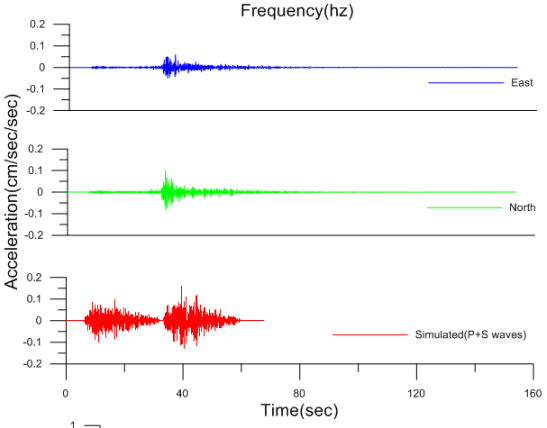


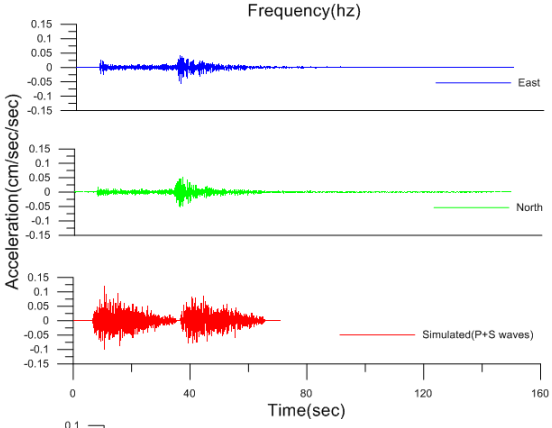
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

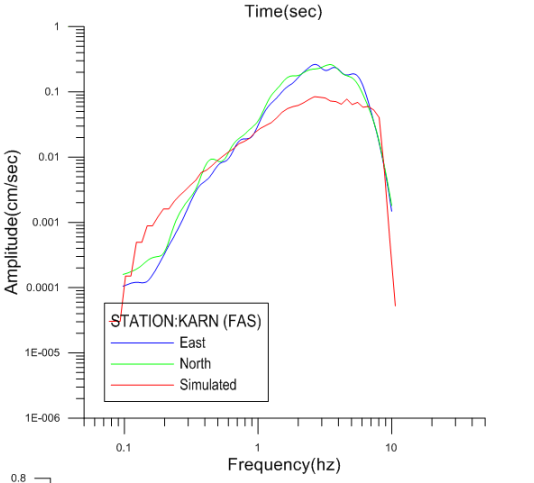
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

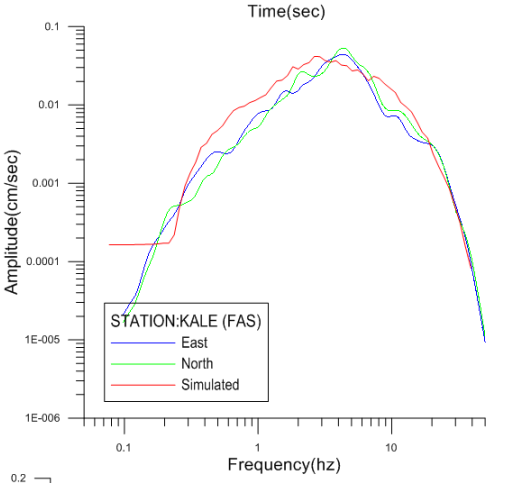


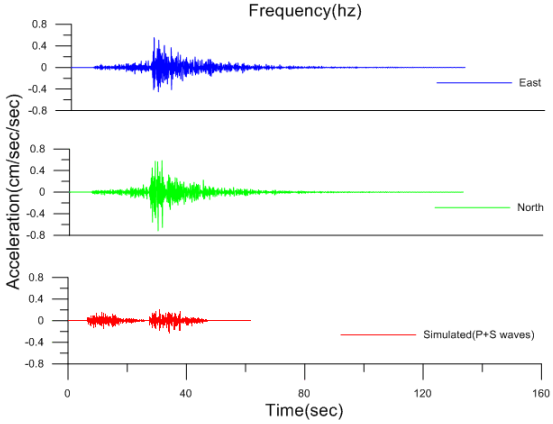


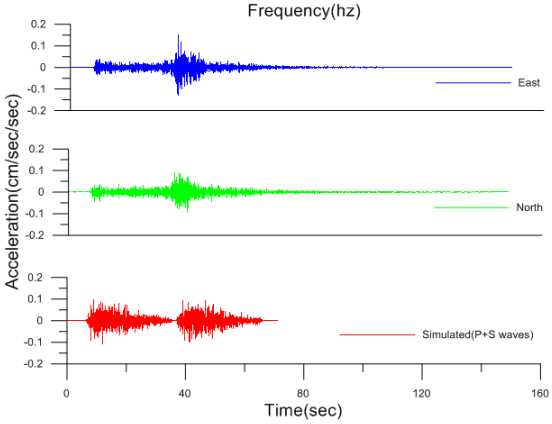






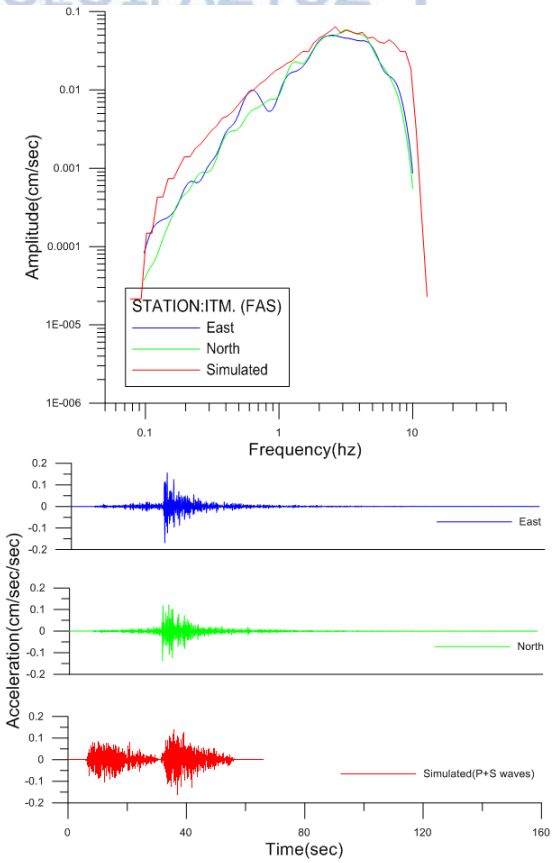




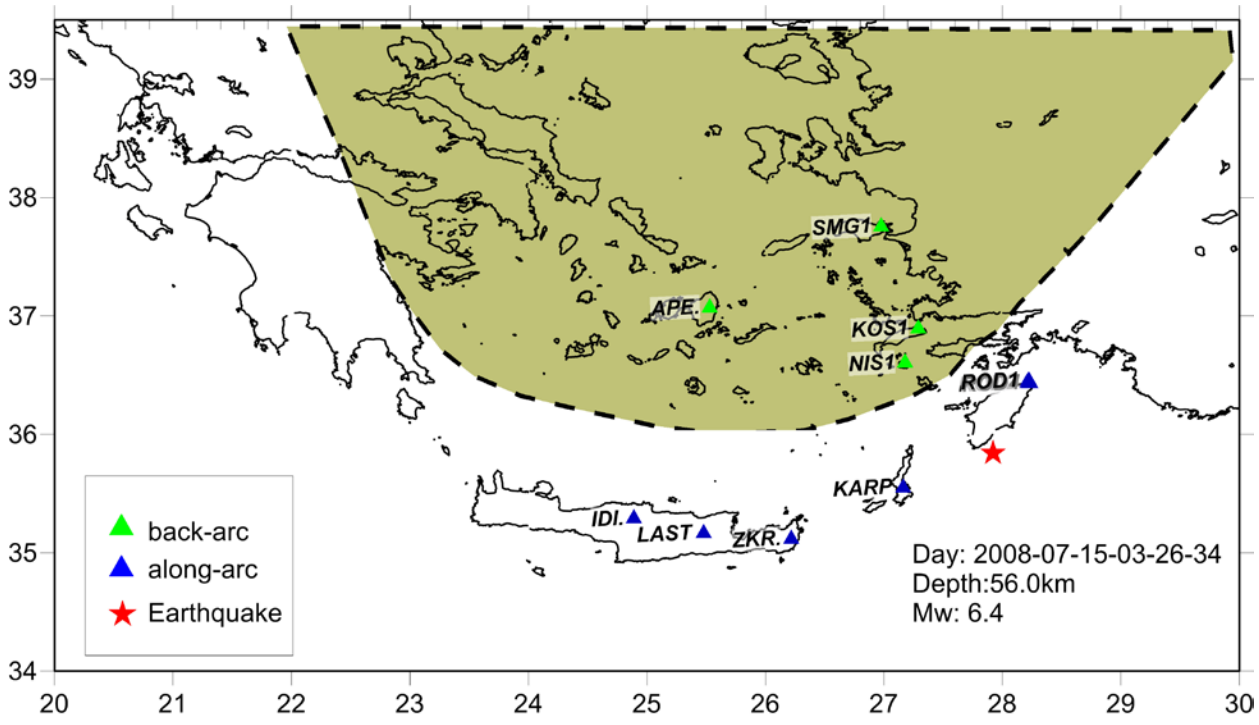


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

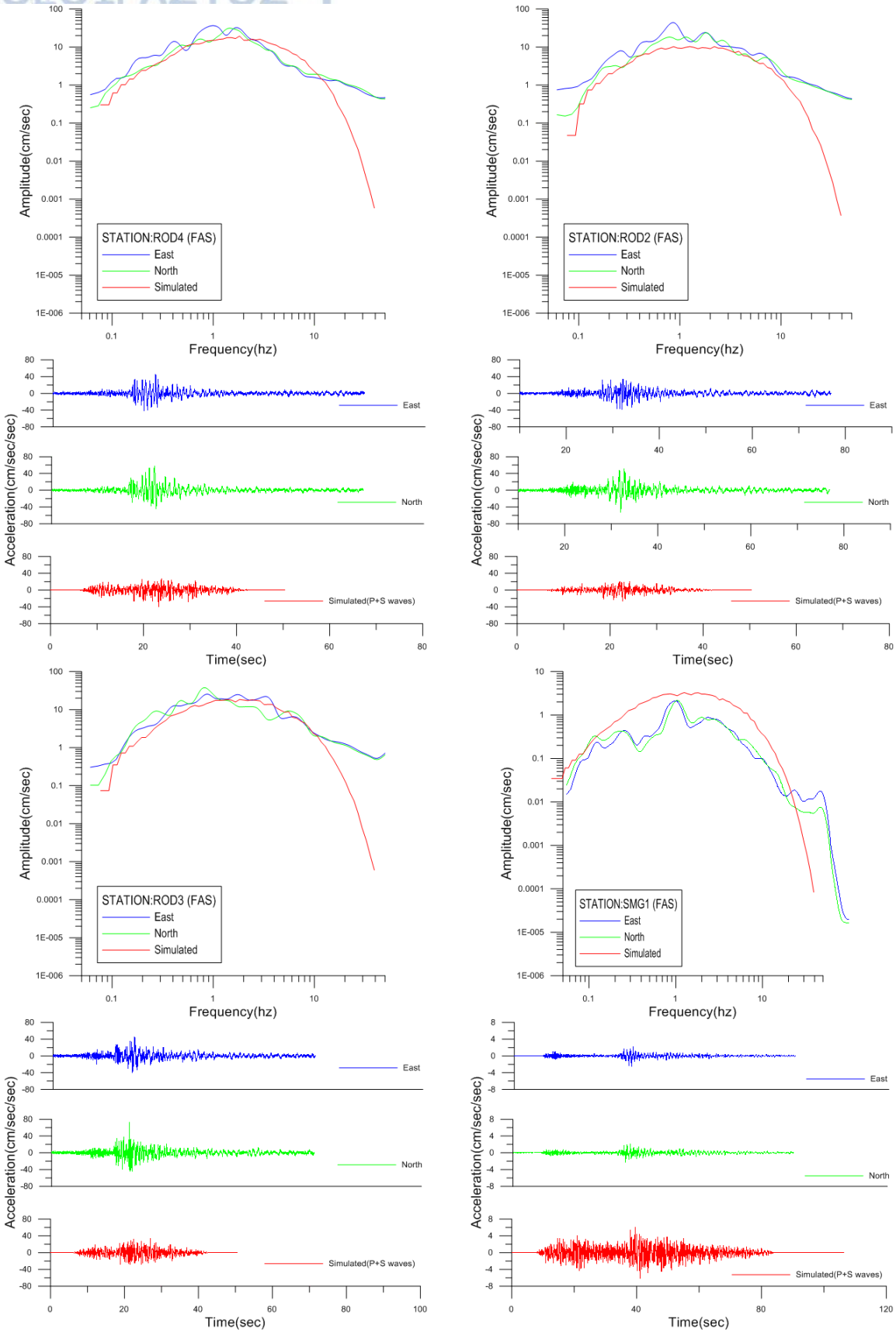


(11) 2008-07-15 03:26:34 Depth:56km Mw:6.4



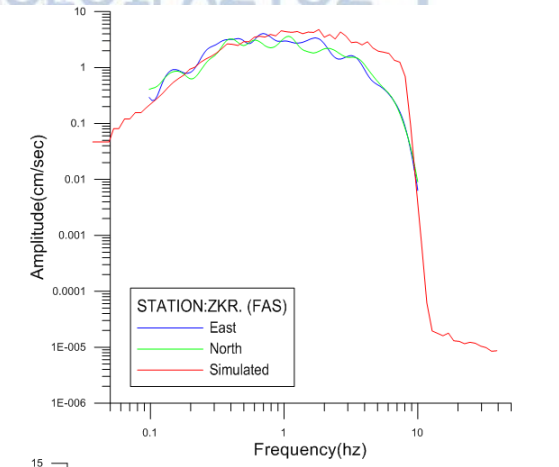
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

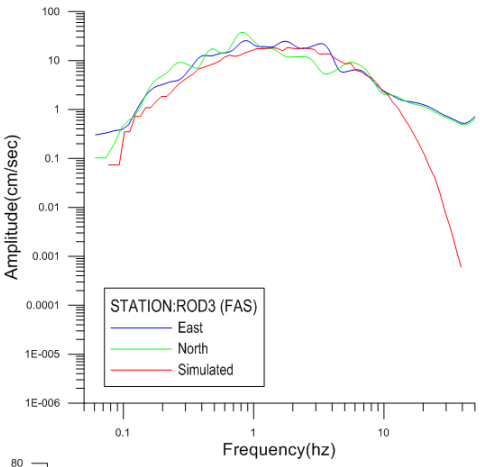
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

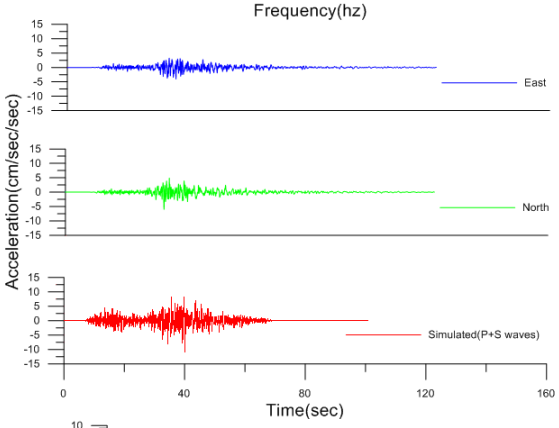


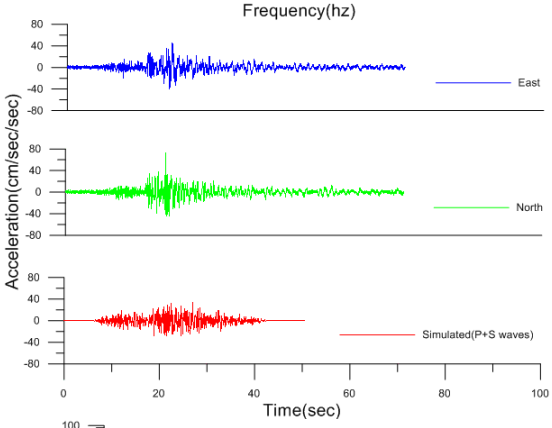
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

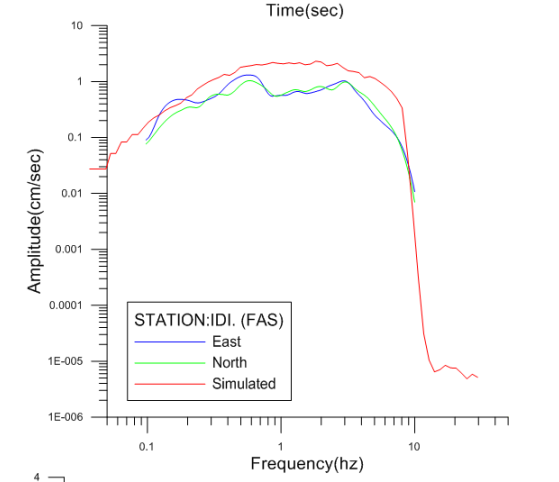
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

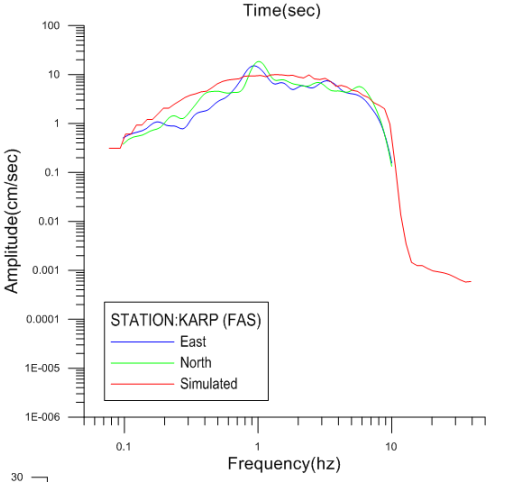


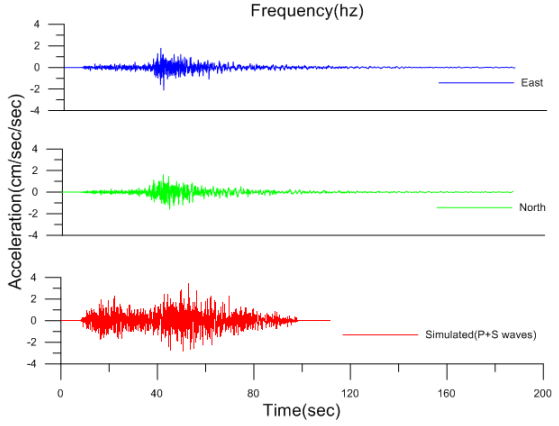


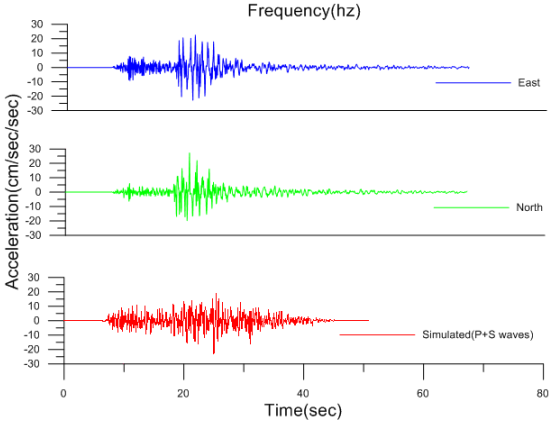






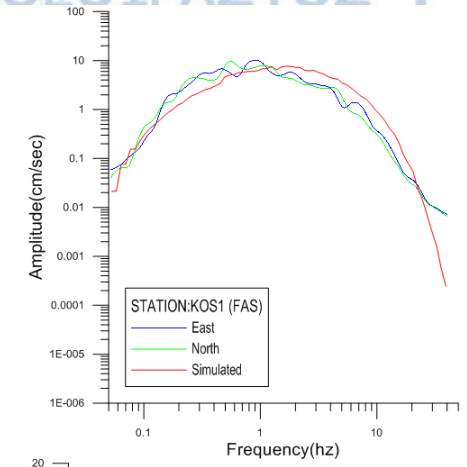


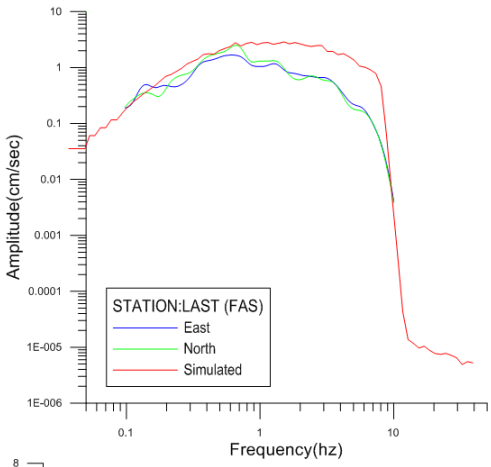


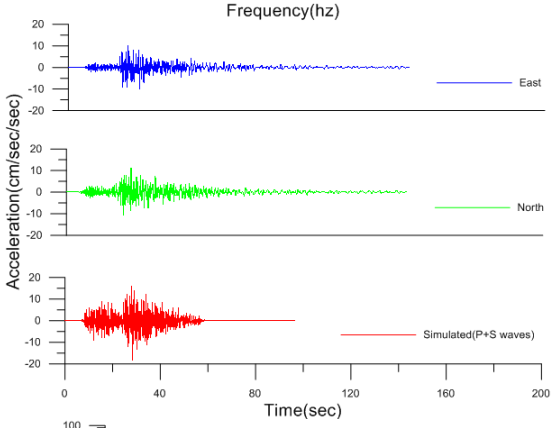


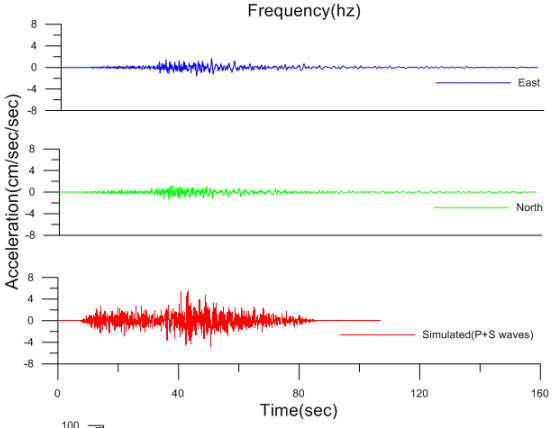
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

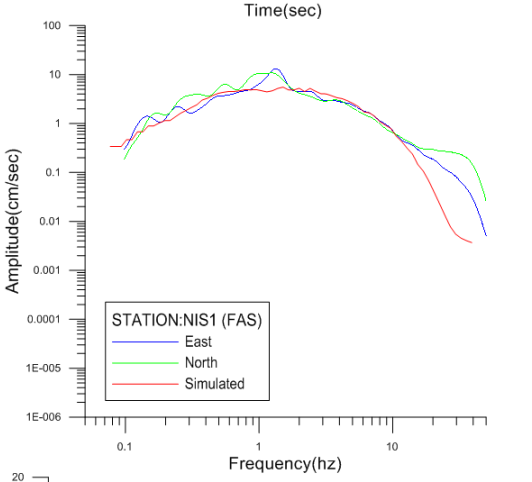
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

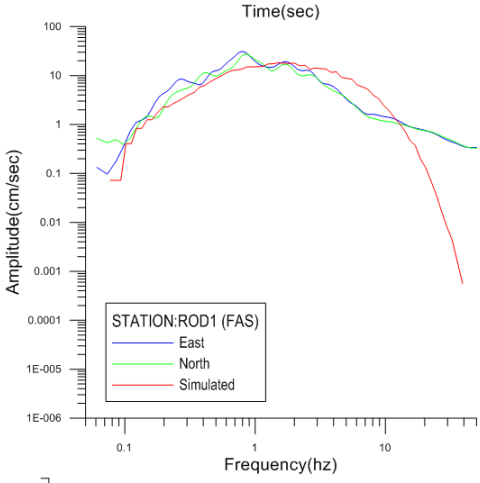


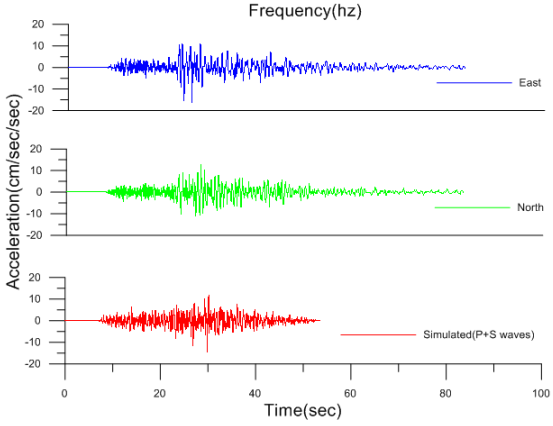


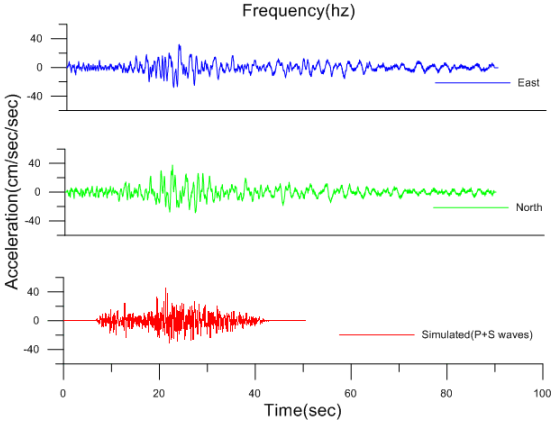








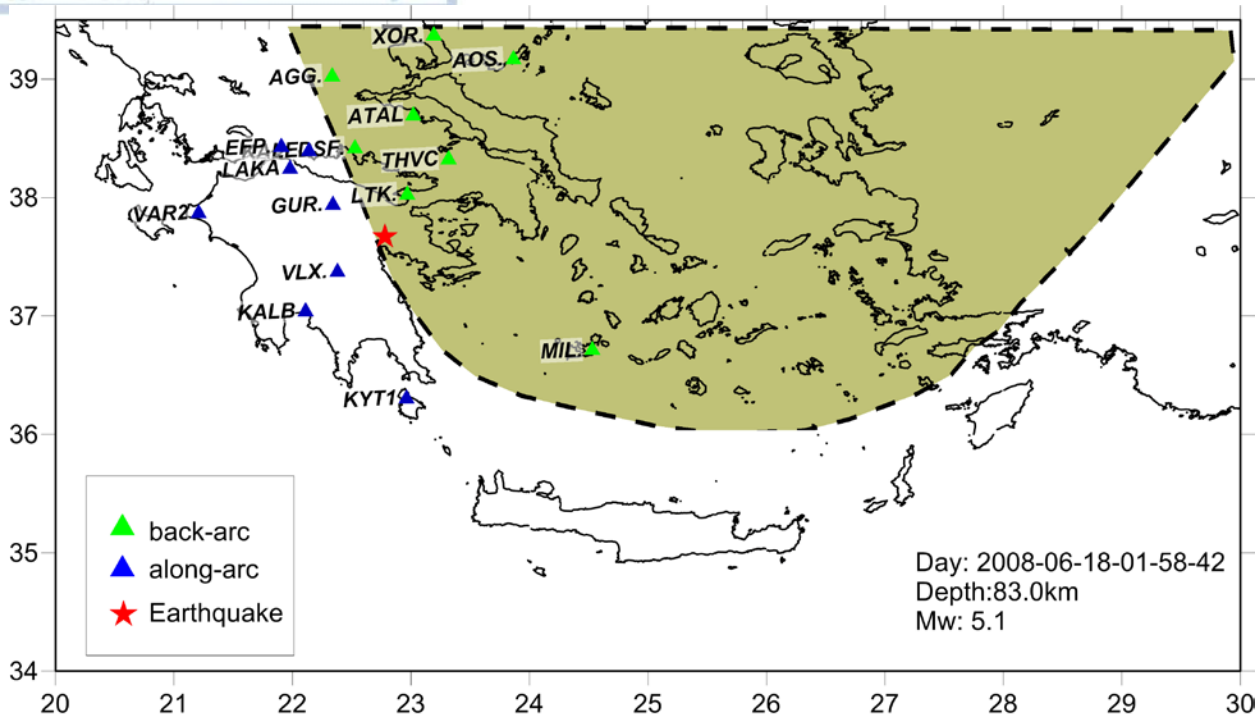


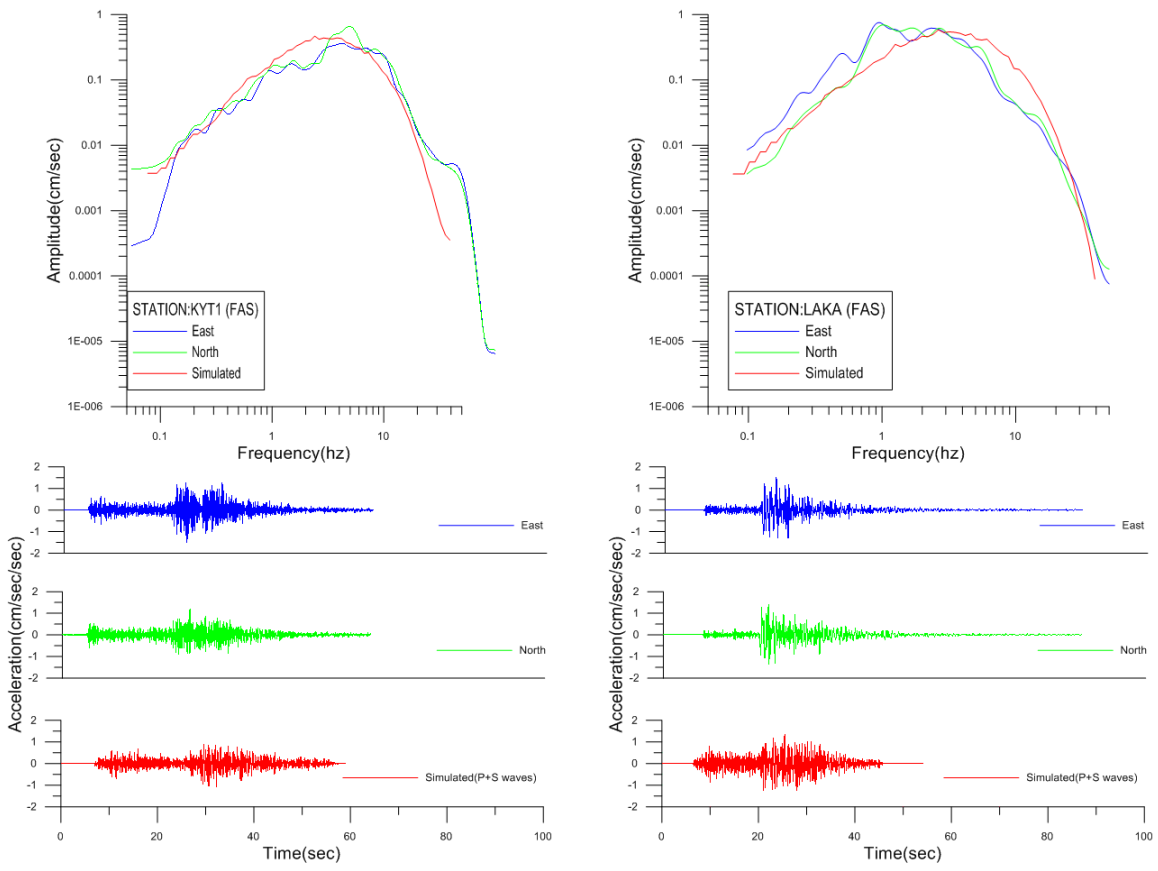


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

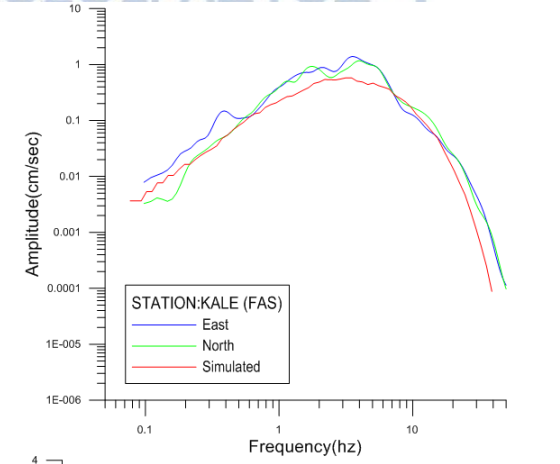
(12) 2008-06-18 01:58:42 Depth:83km Mw:5.1

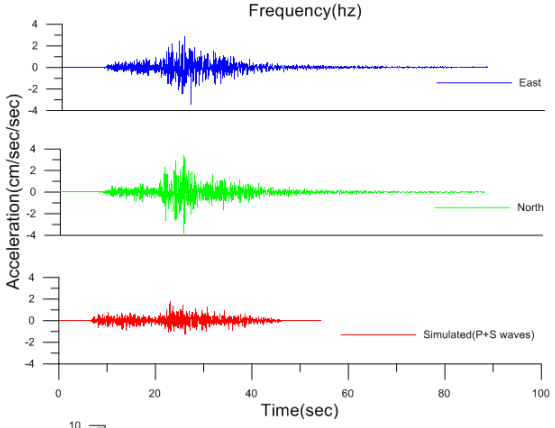


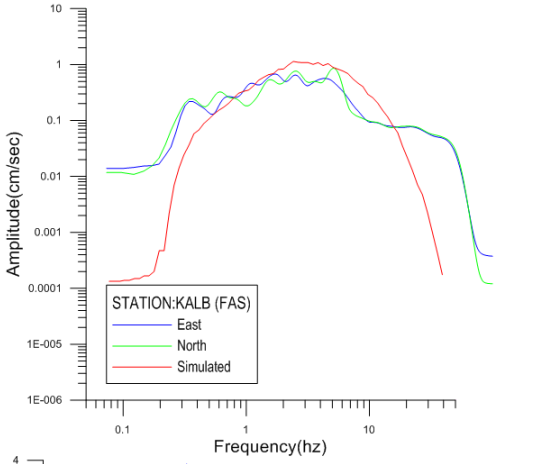


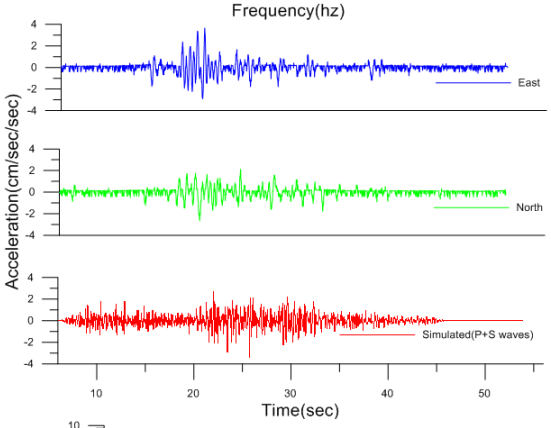
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

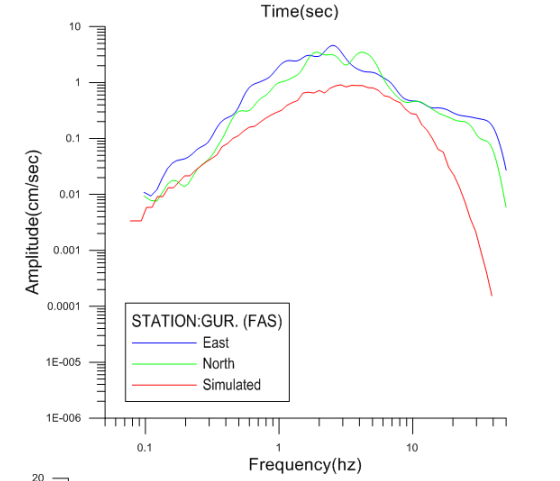
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

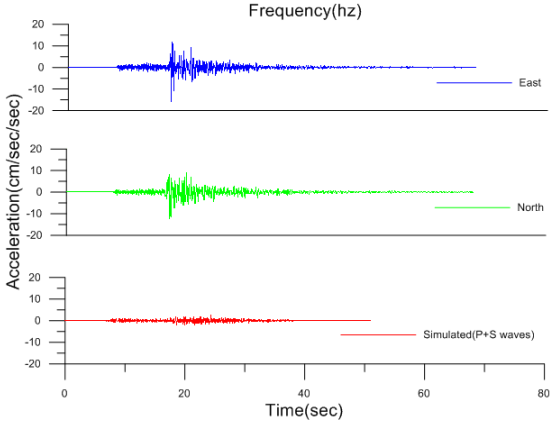


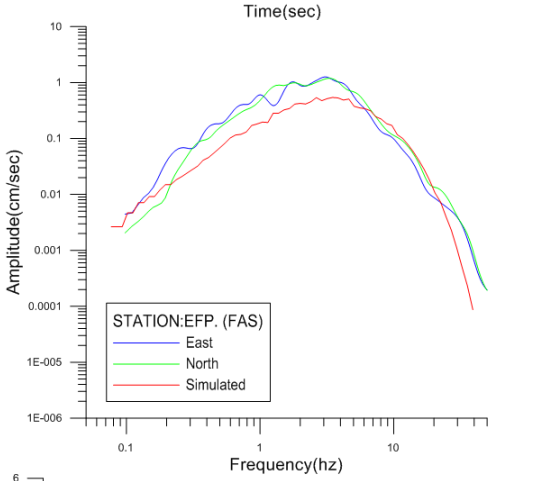


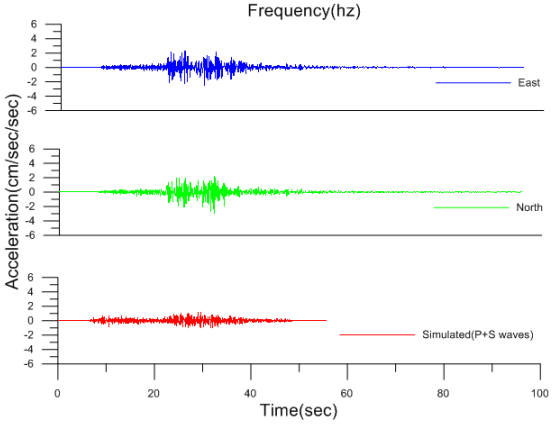






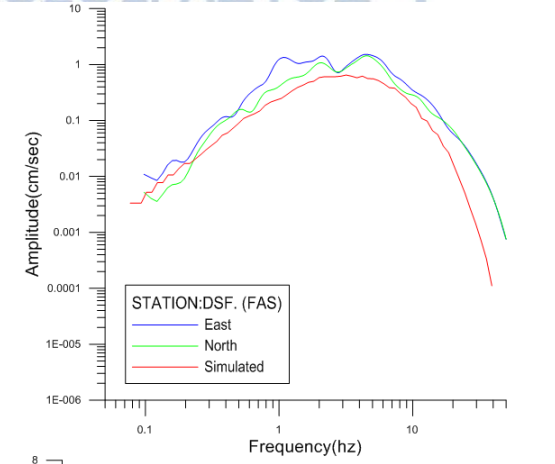


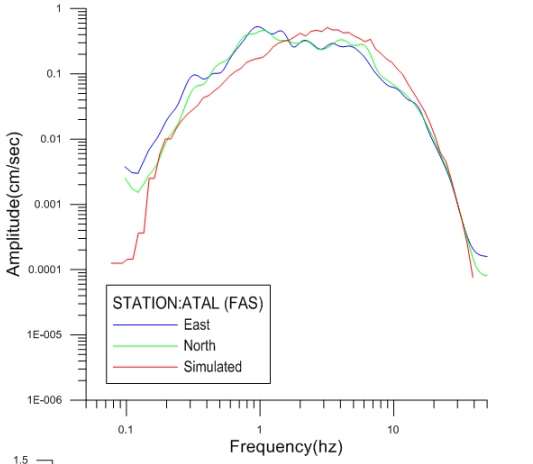


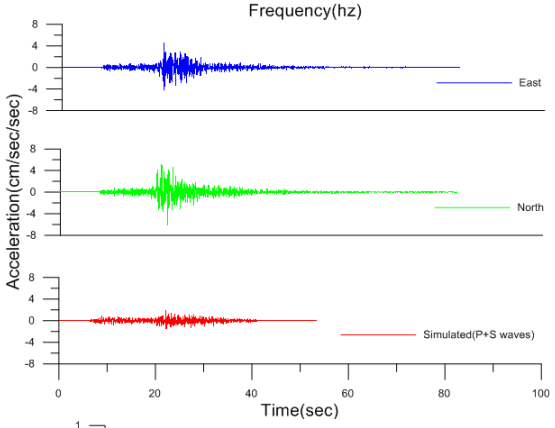


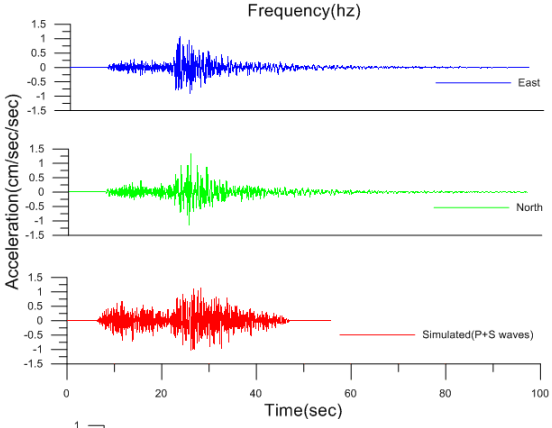
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

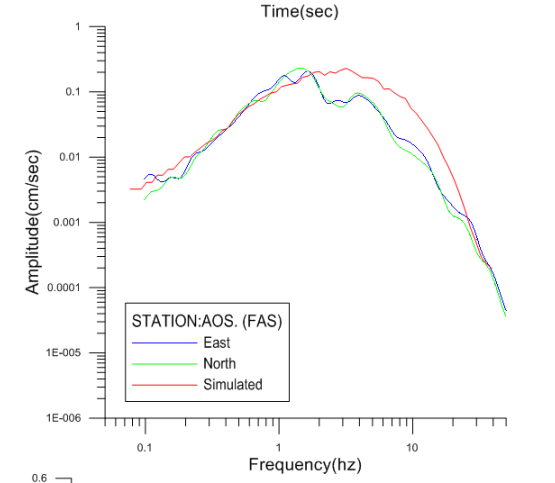
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

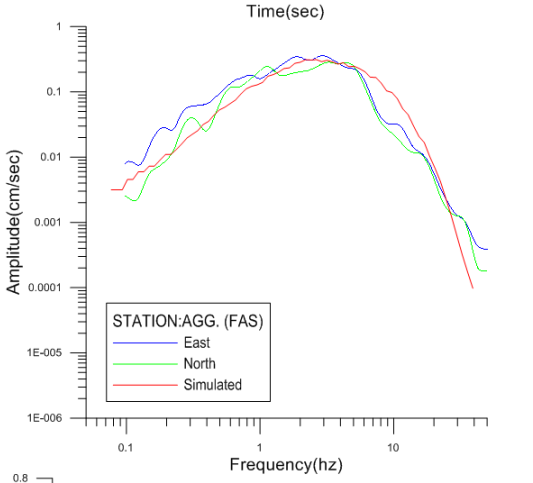


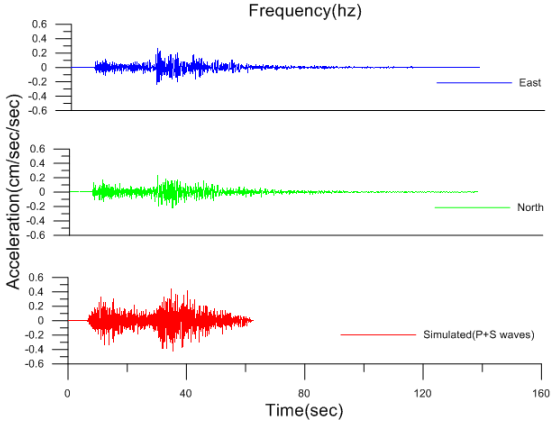


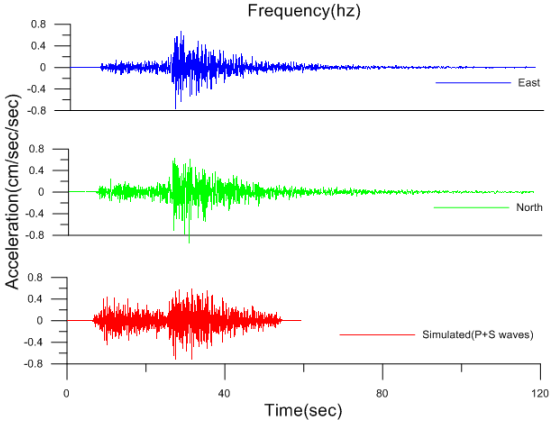






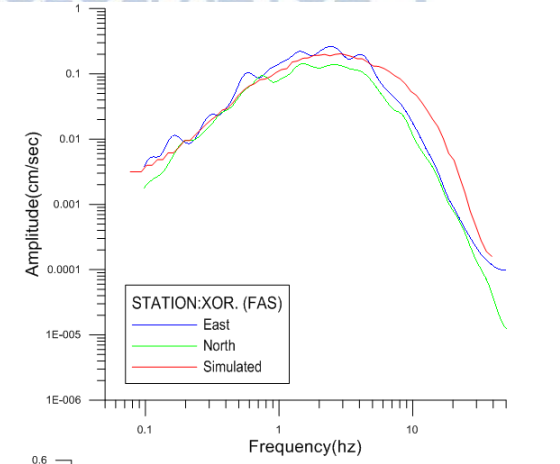


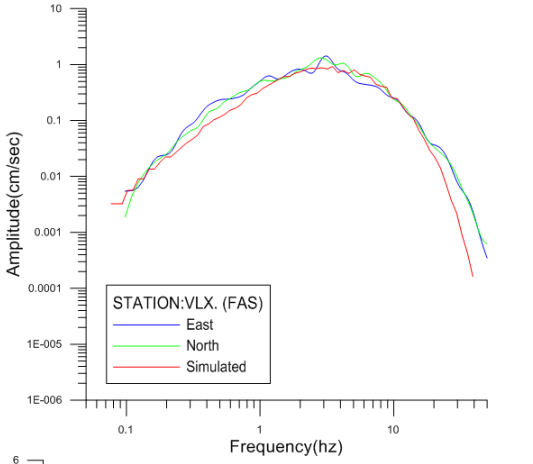


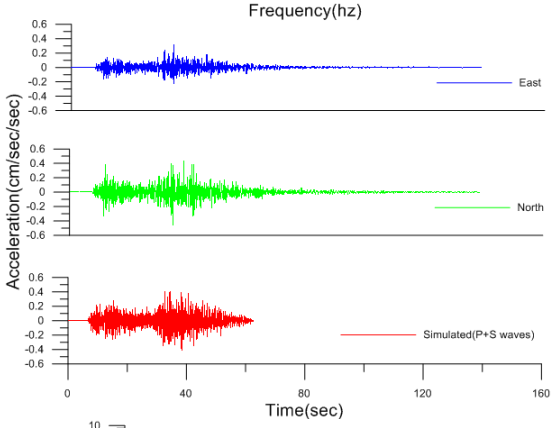


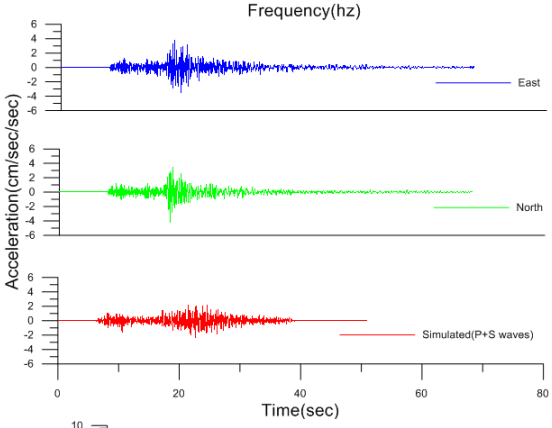
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

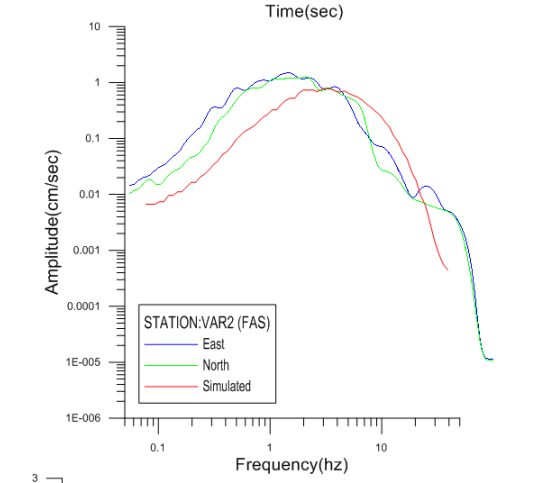
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

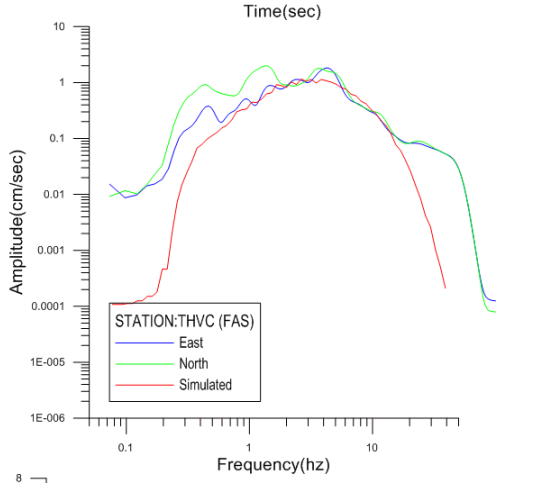


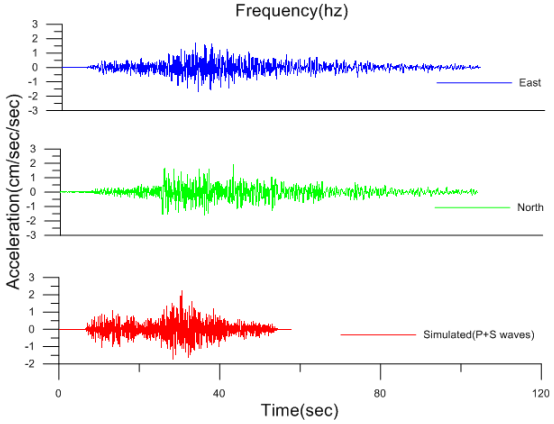


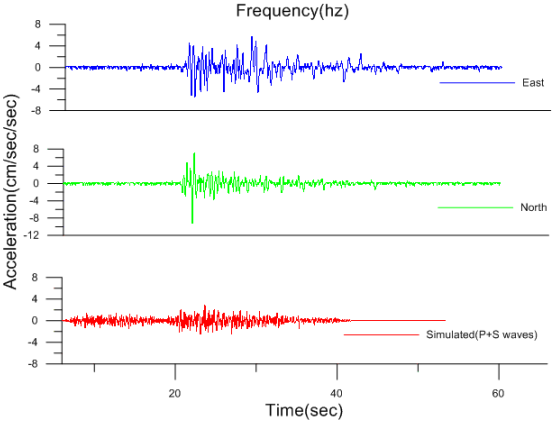






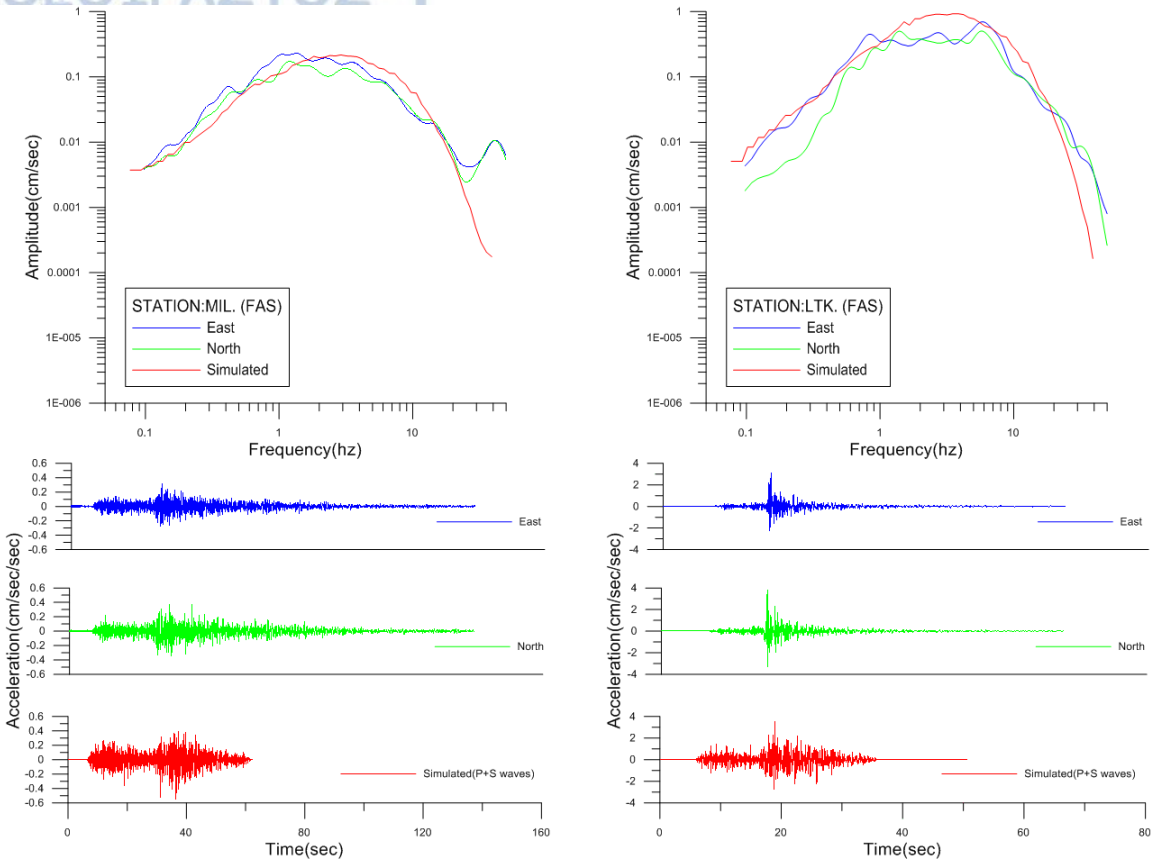




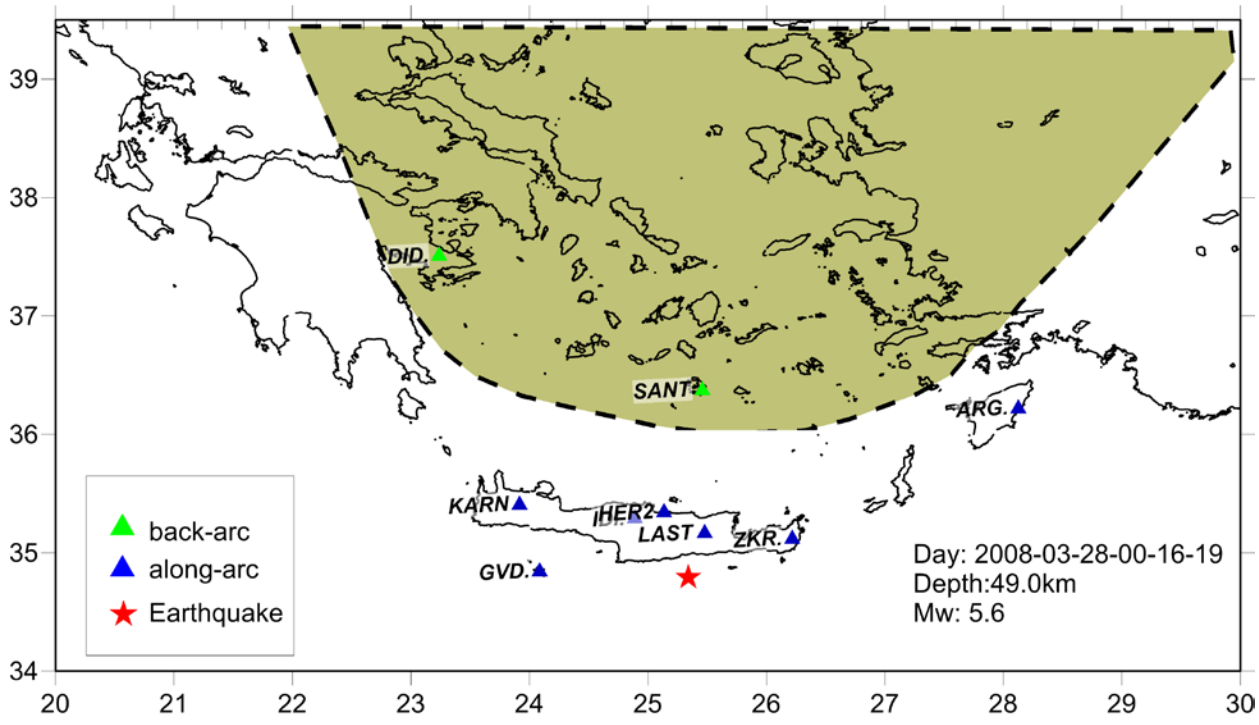


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

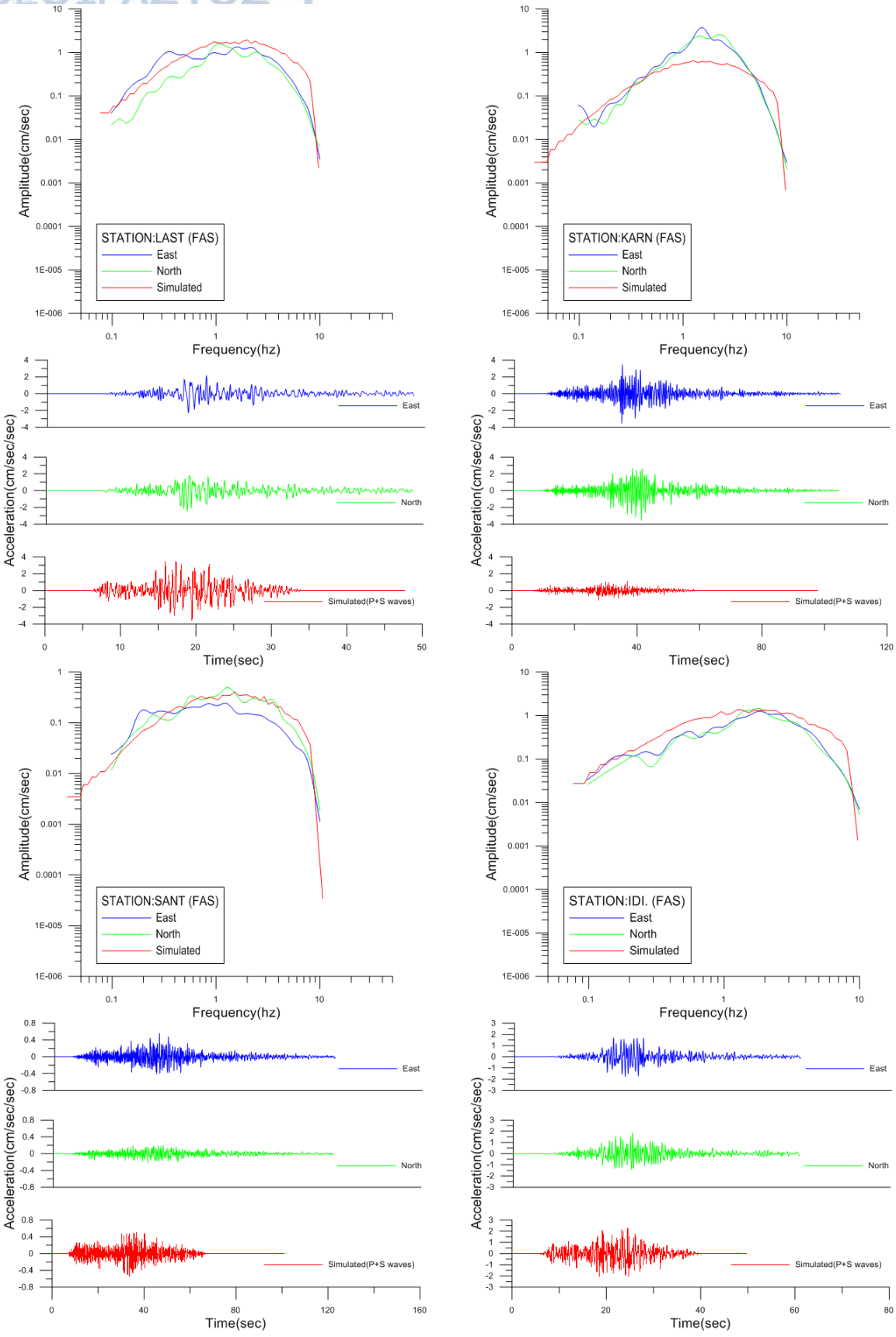


(13) 2008-03-28 00:16:19 Depth:49km Mw:5.6



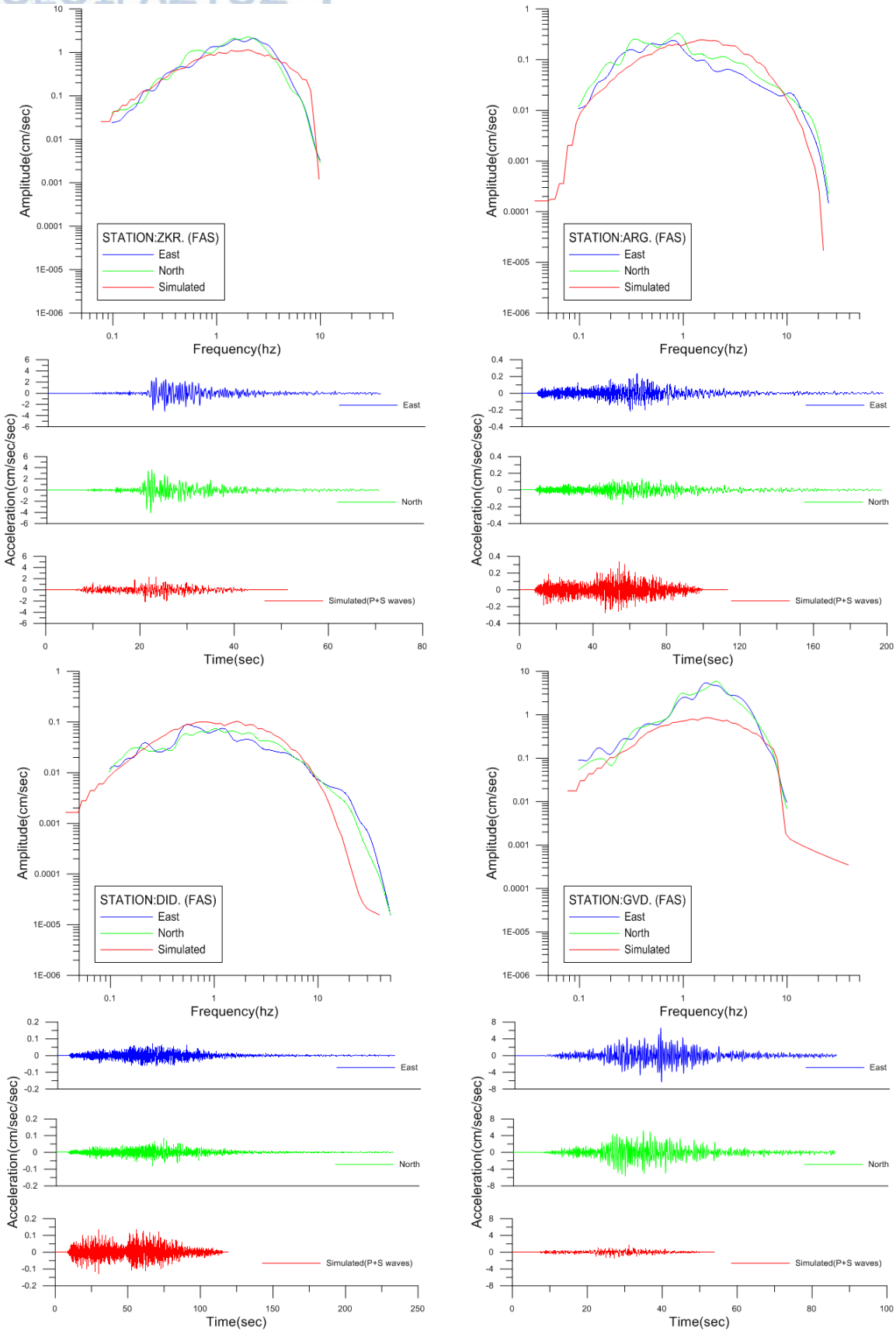
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

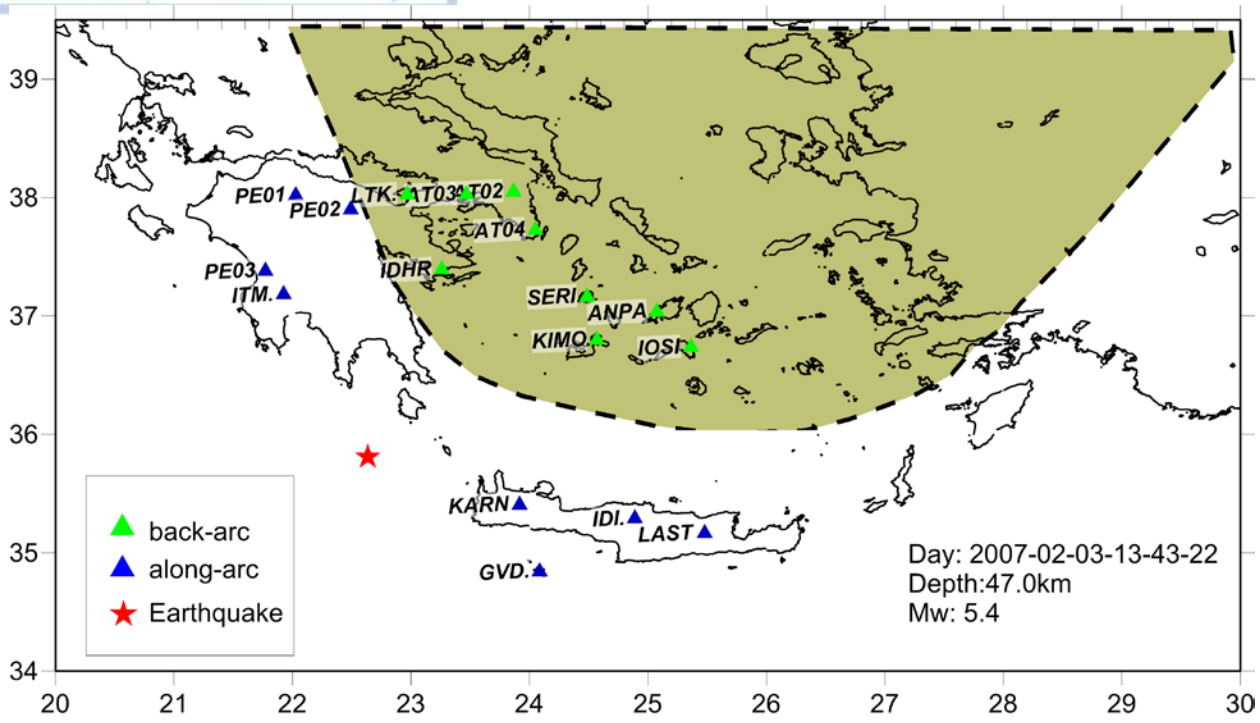
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

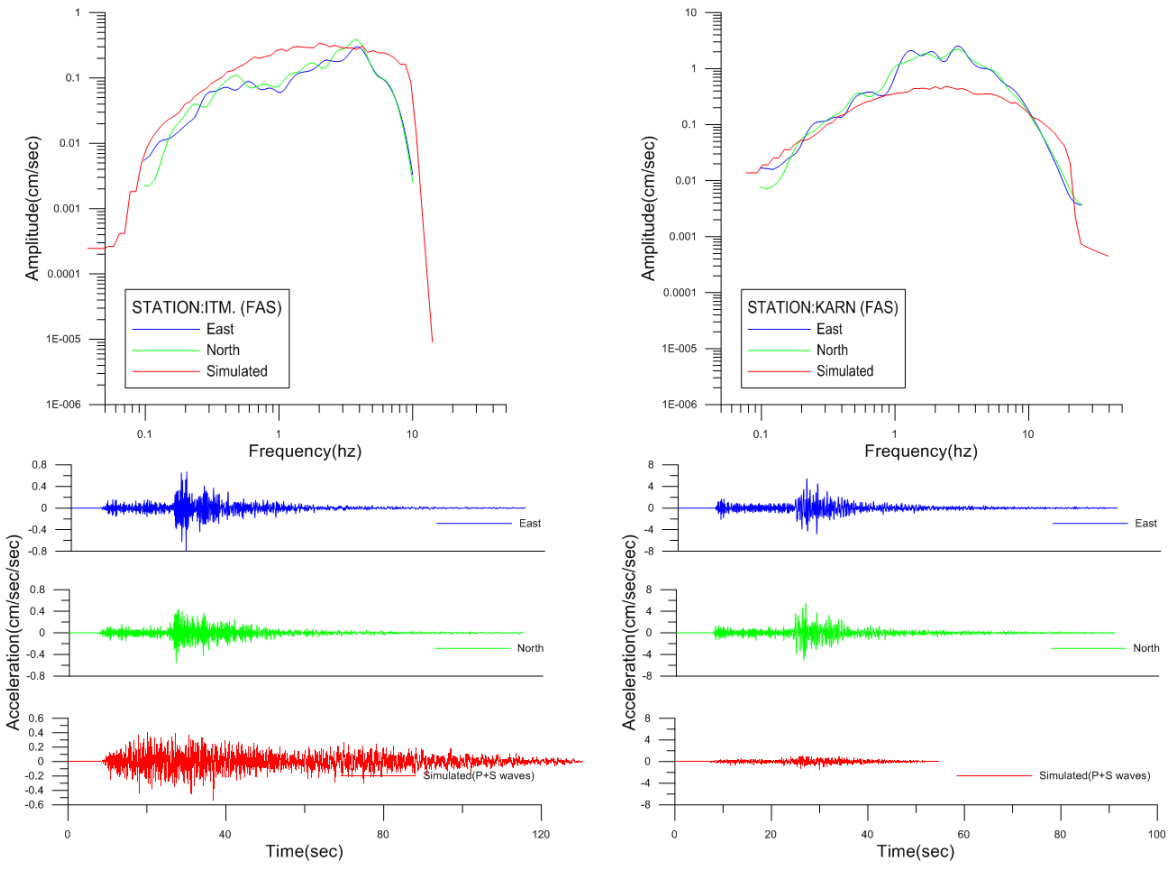


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

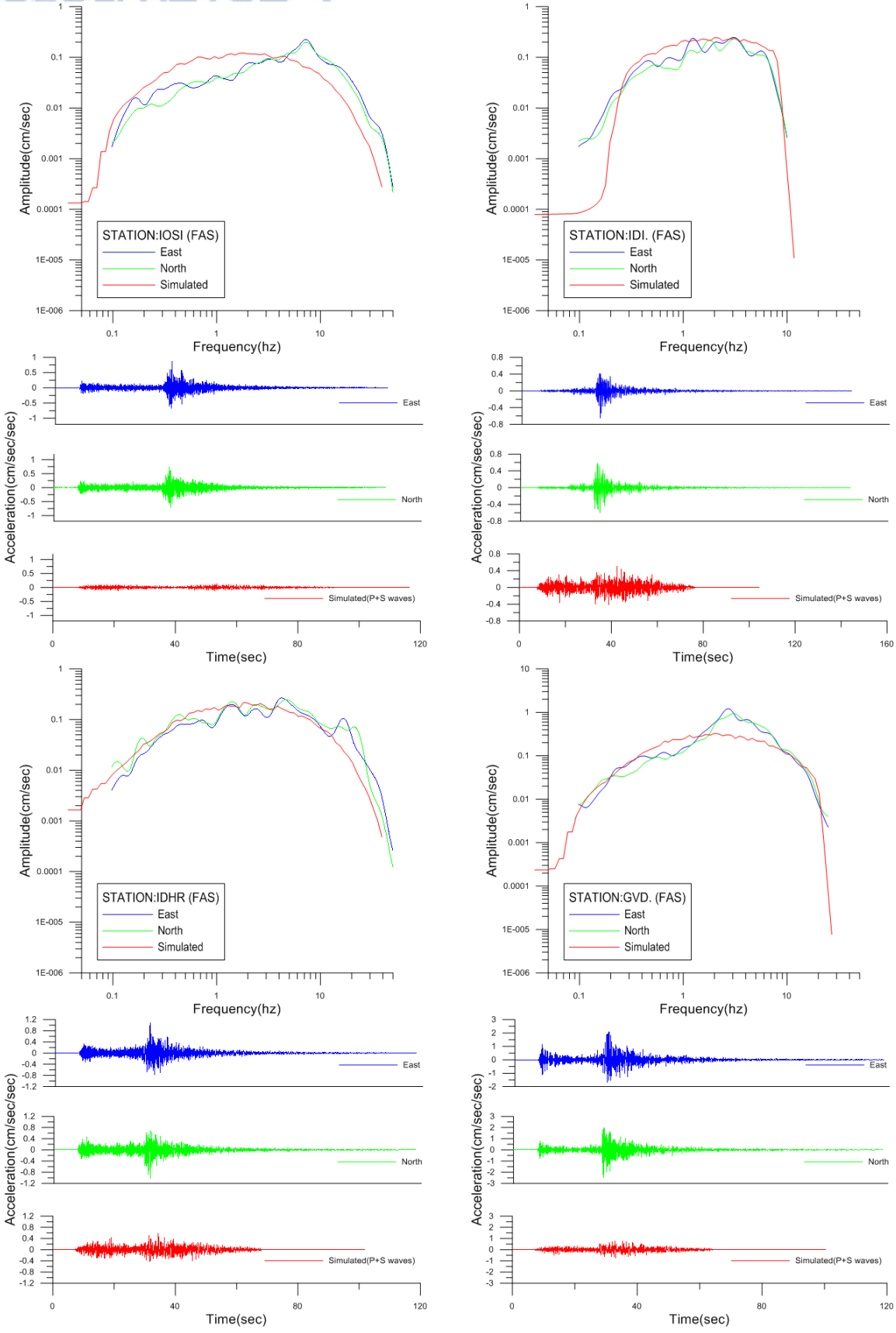
(14) 2007-02-03 13:43:22 Depth:47km Mw:5.4





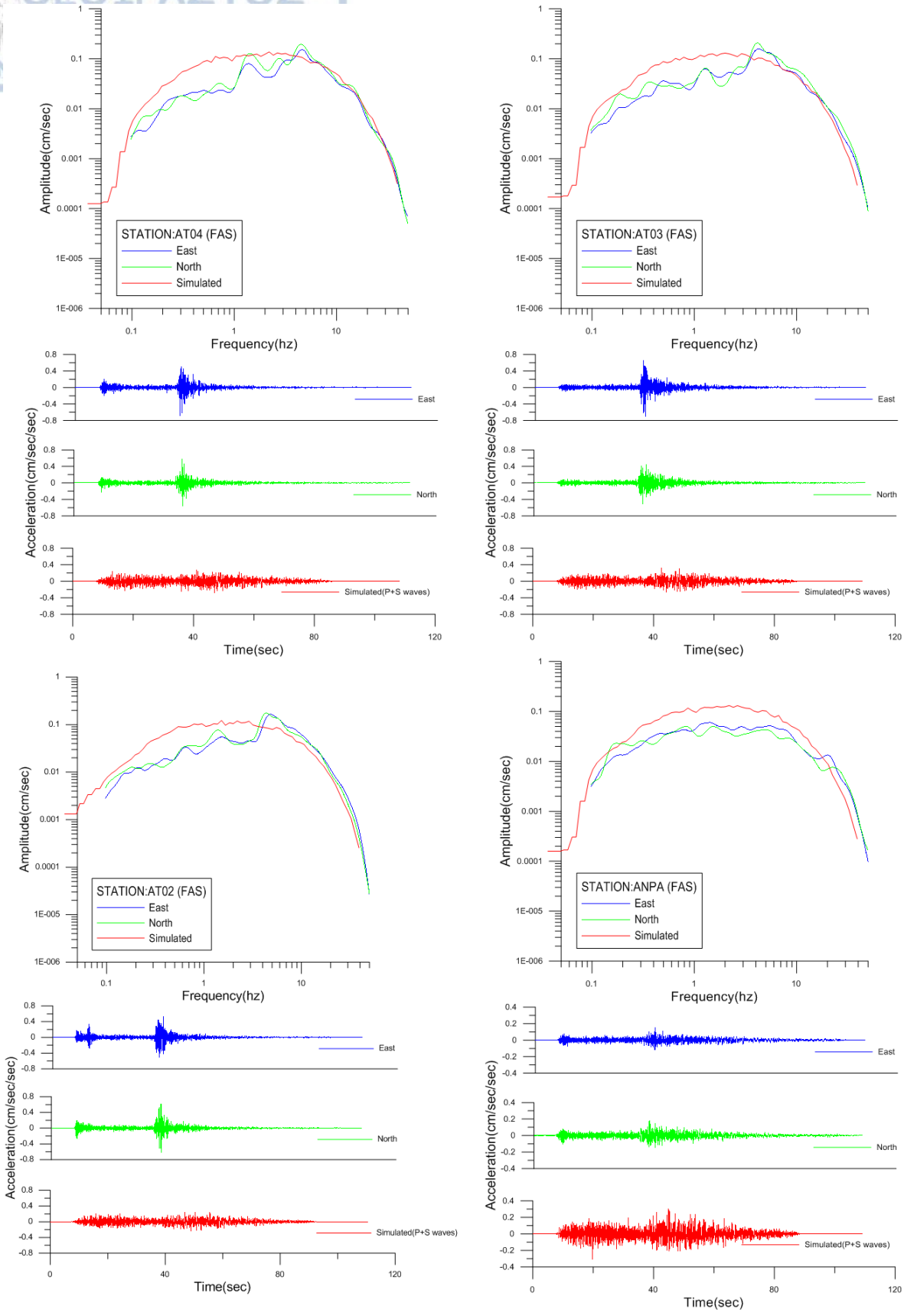
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



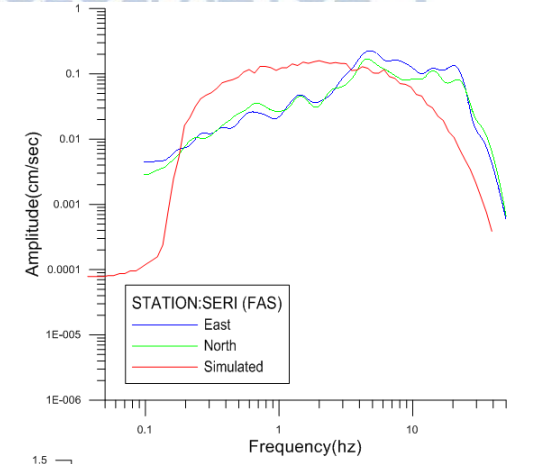
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

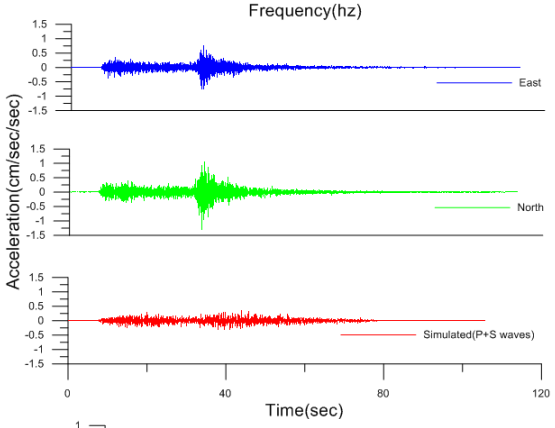
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

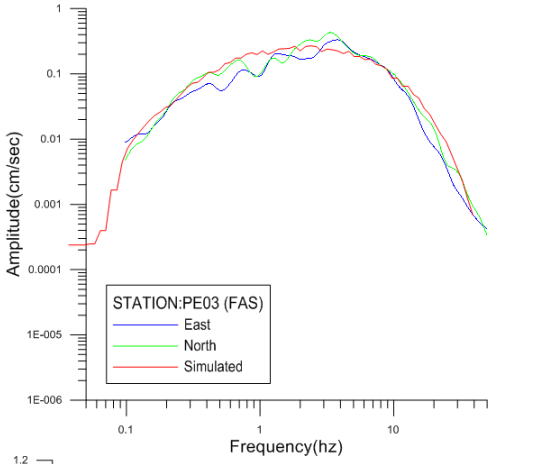


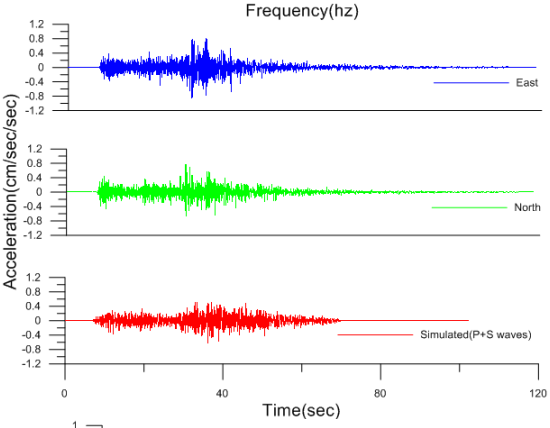
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

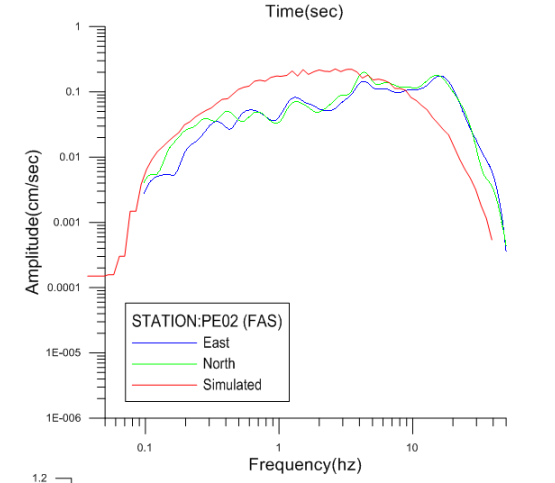
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

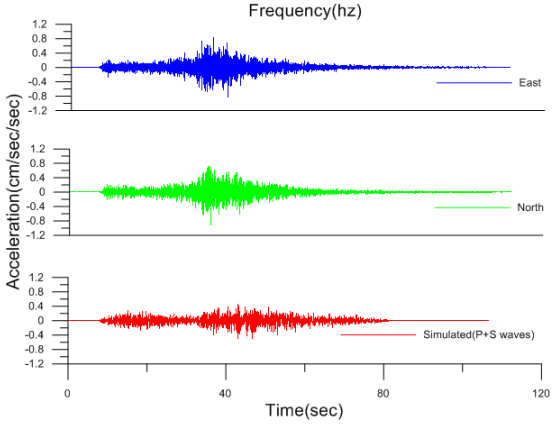


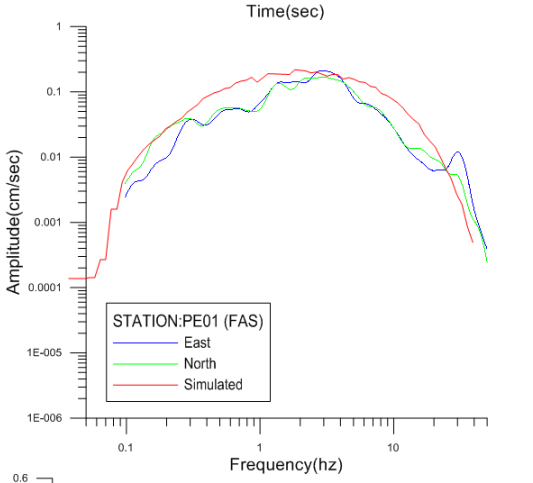


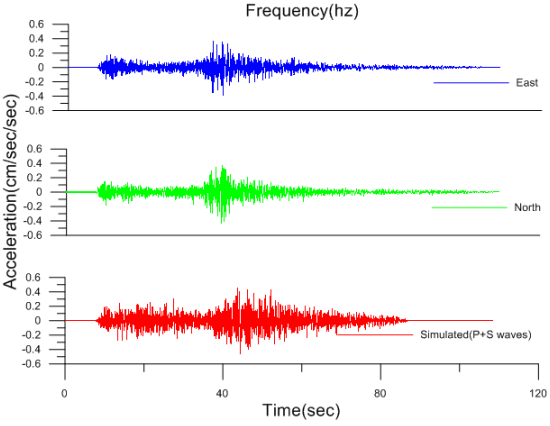






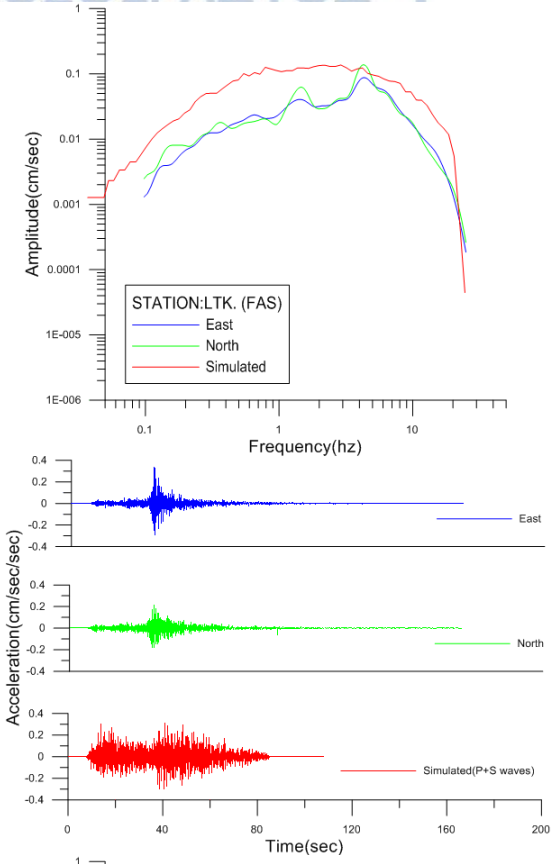


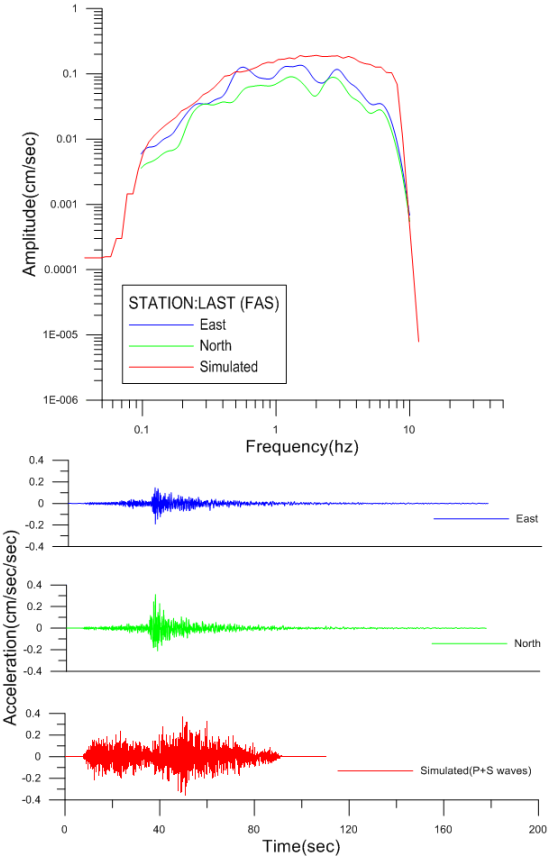


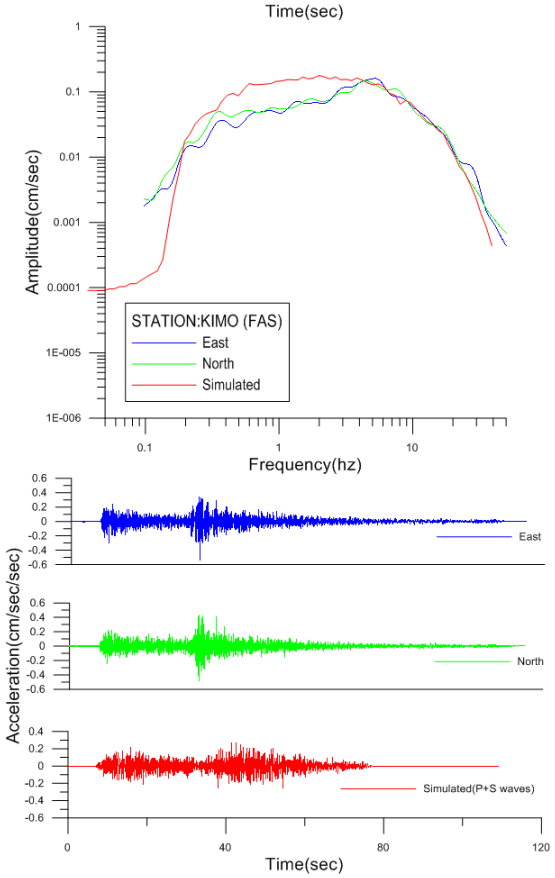


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



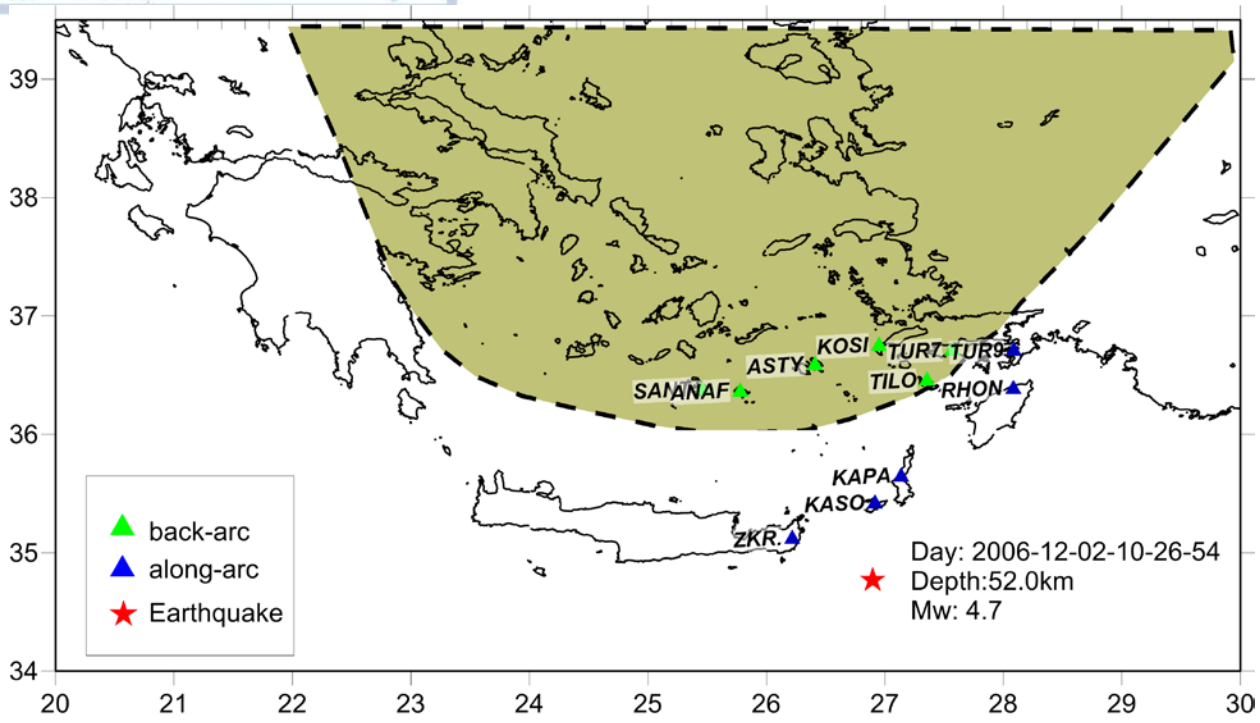


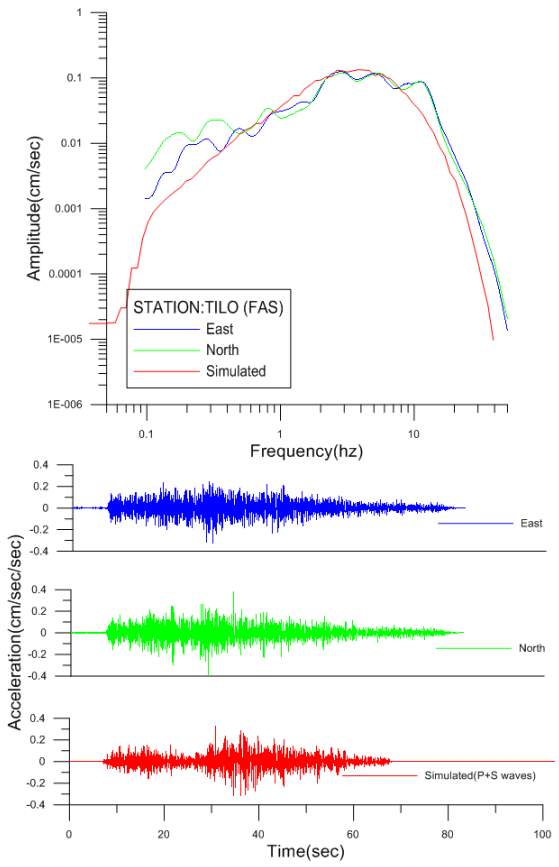


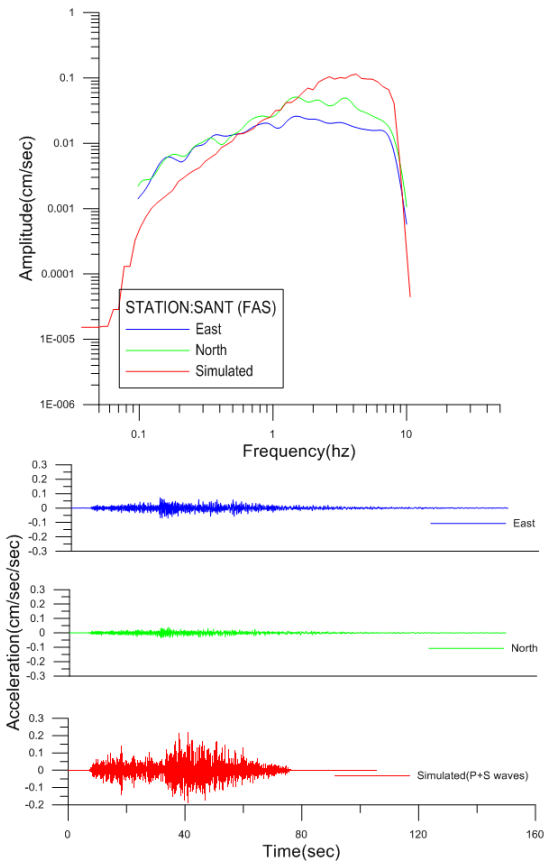
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

(15) 2006-12-02 10:26:54 Depth:52km Mw:4.7

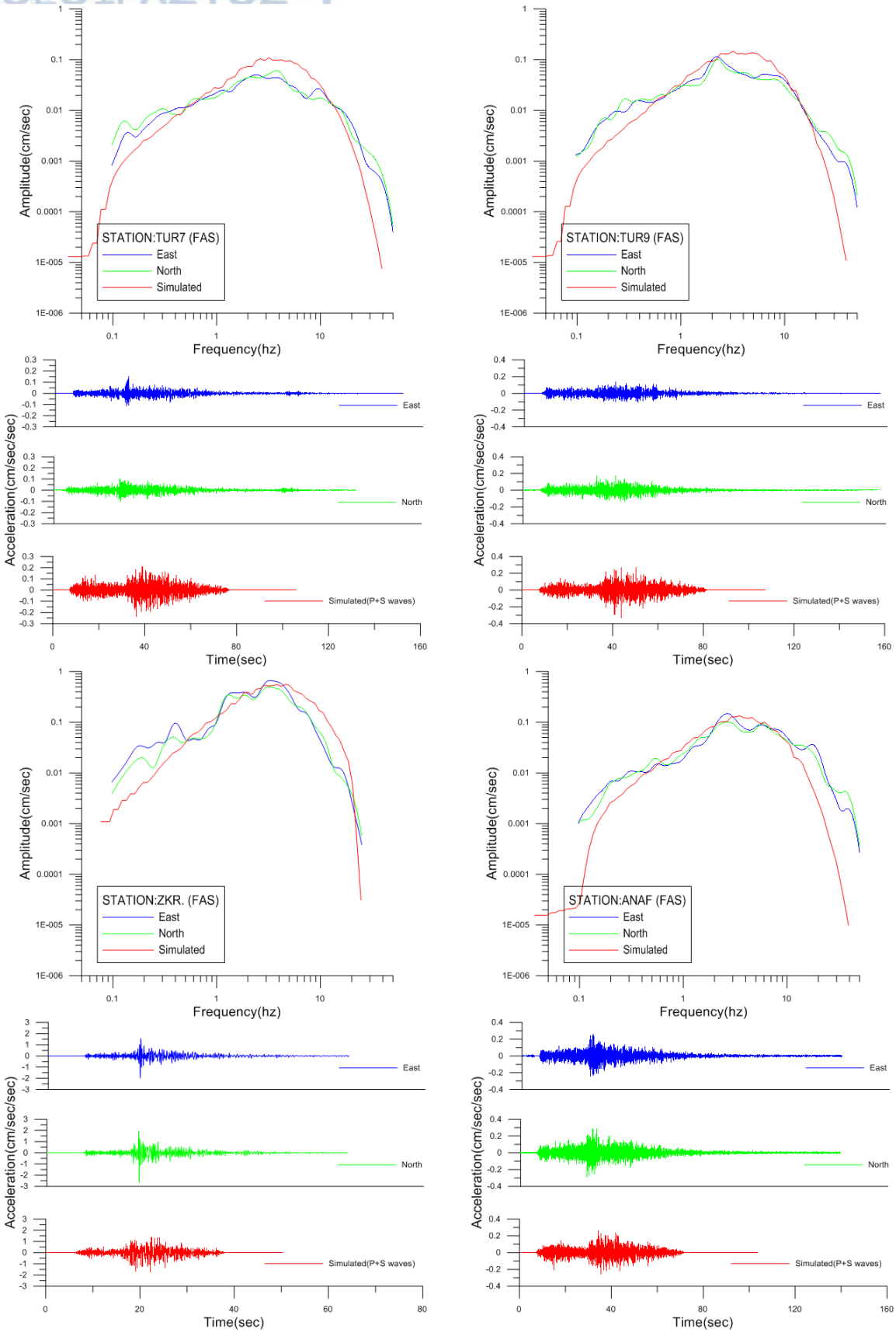






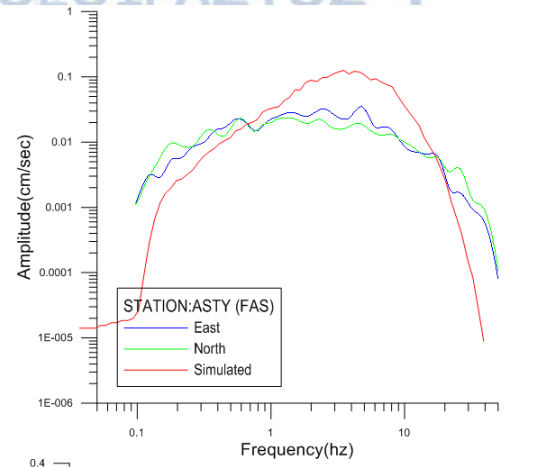
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

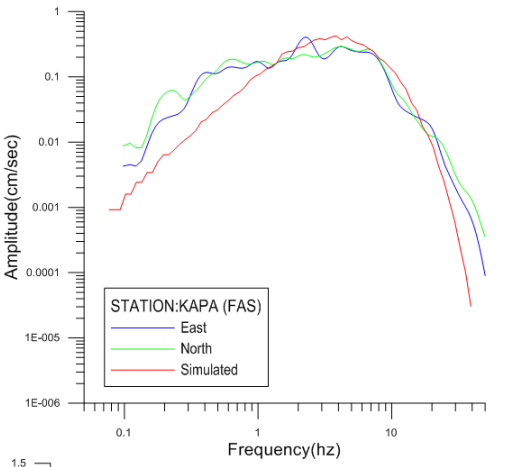
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

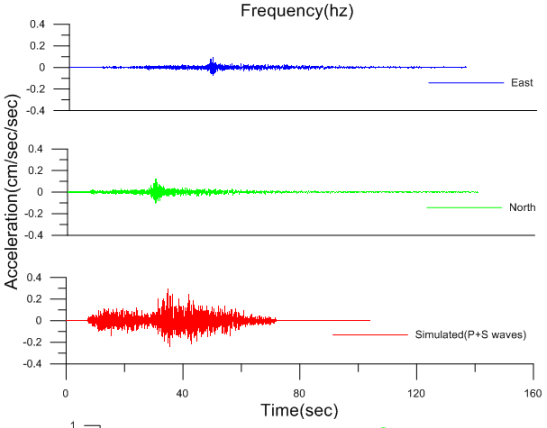


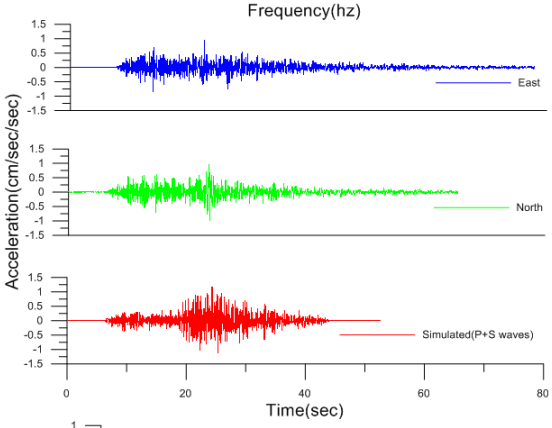
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

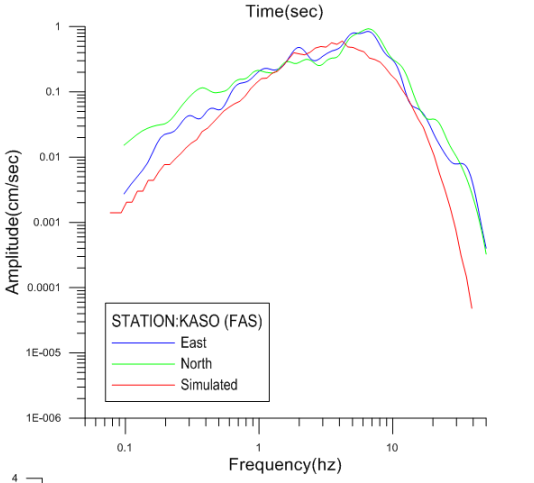
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

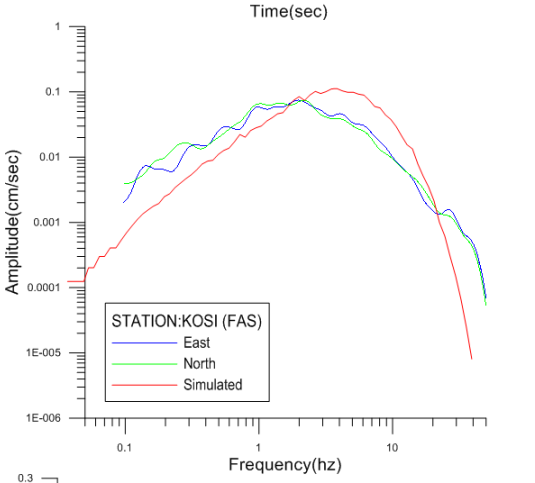


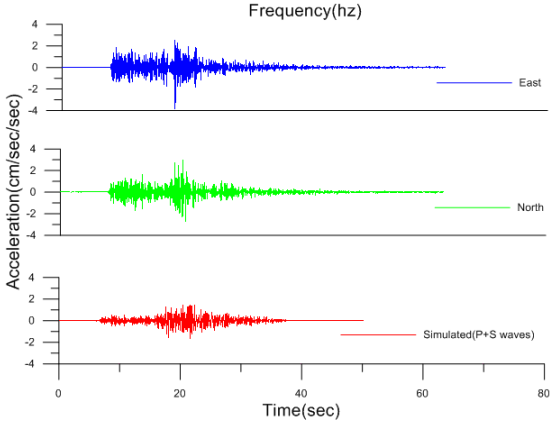


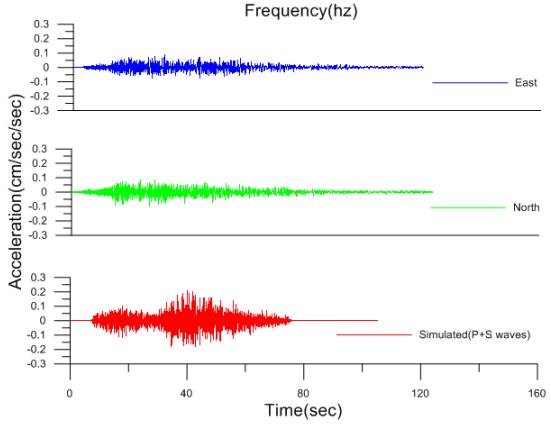






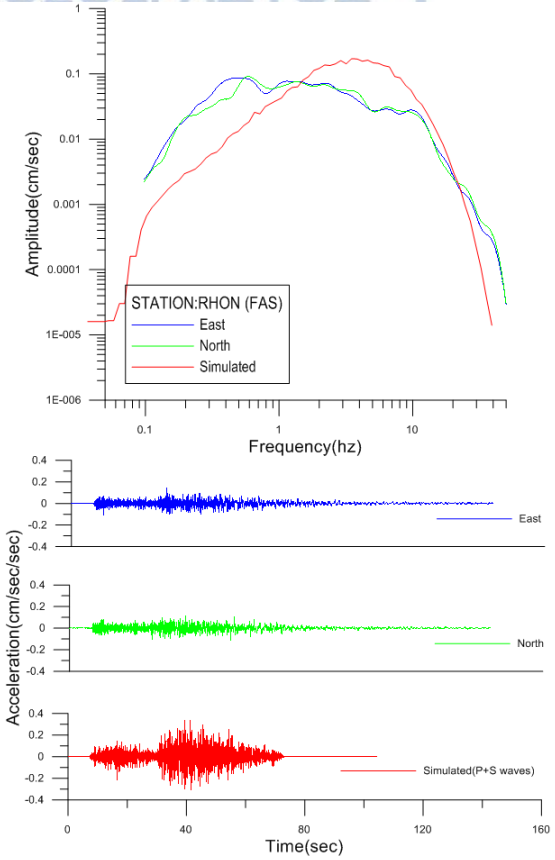




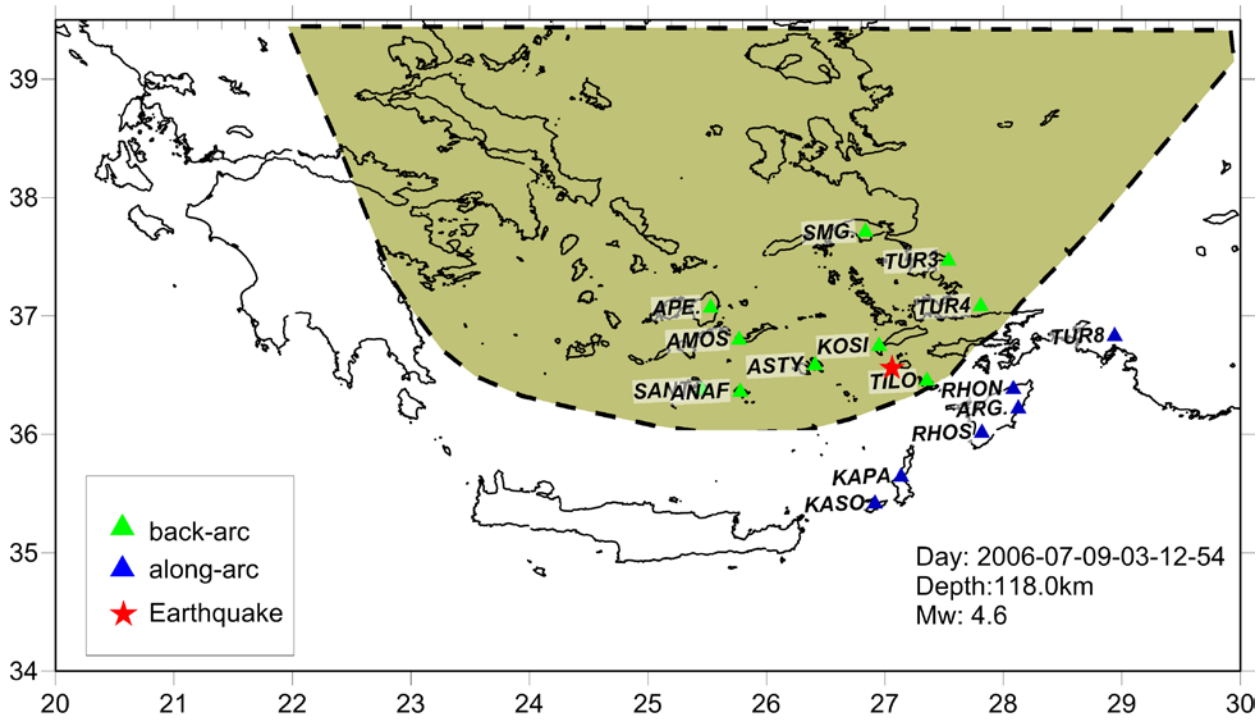


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

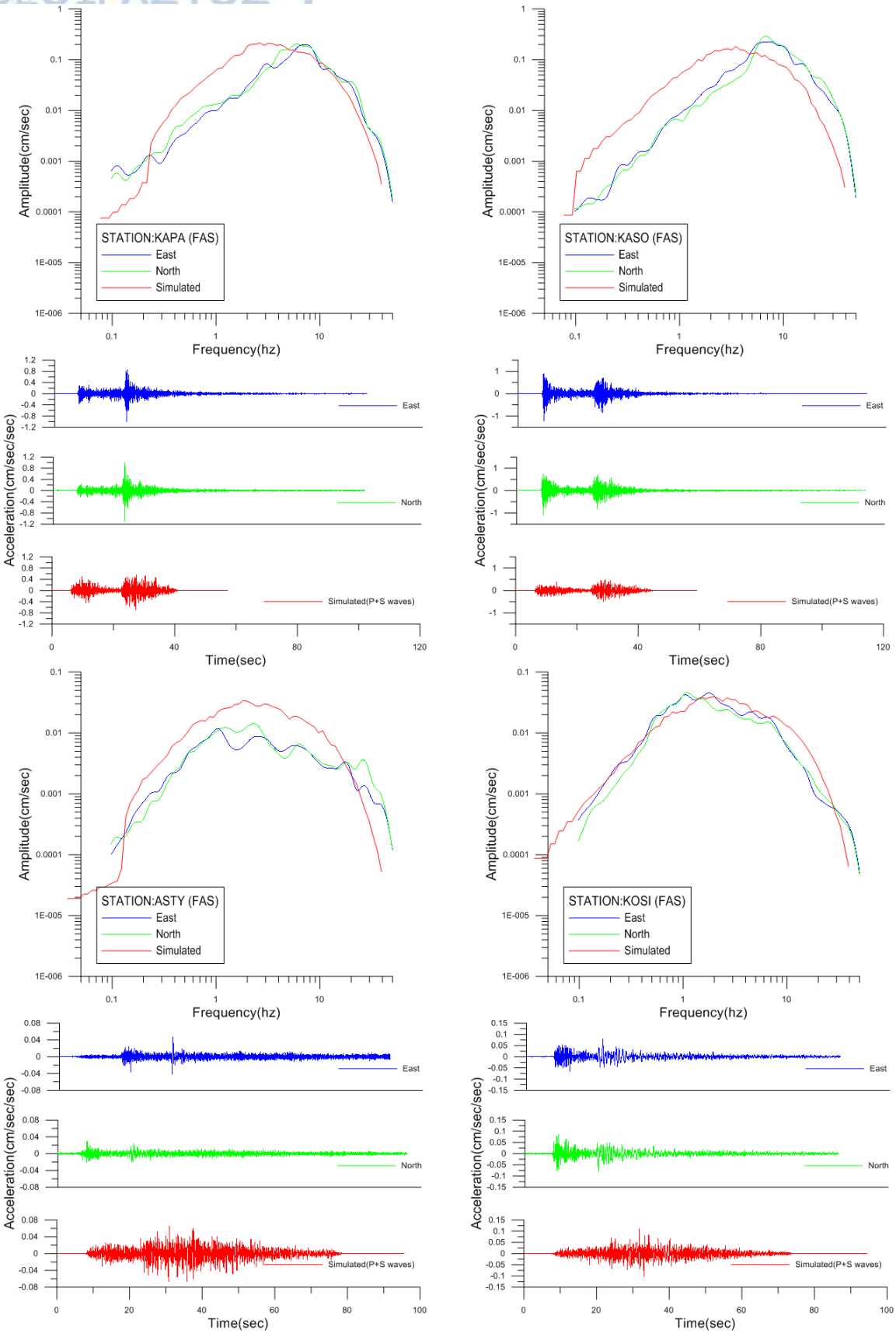


(16) 2006-07-09 03:12:54 Depth:118km Mw:4.6



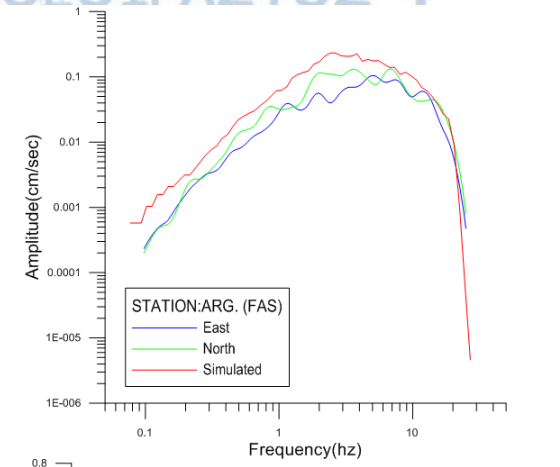
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

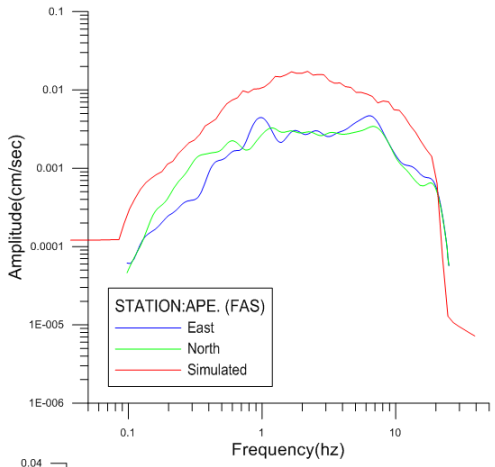
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

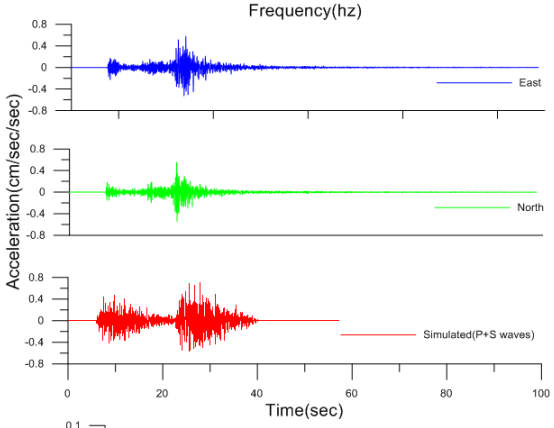


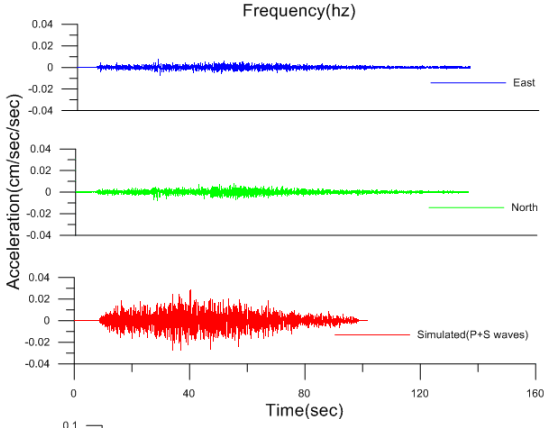
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

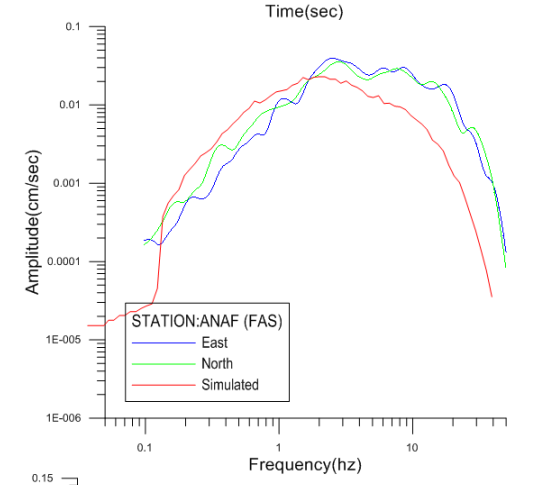
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

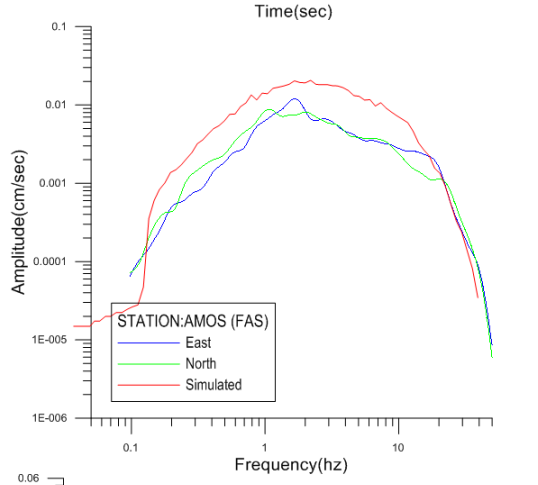


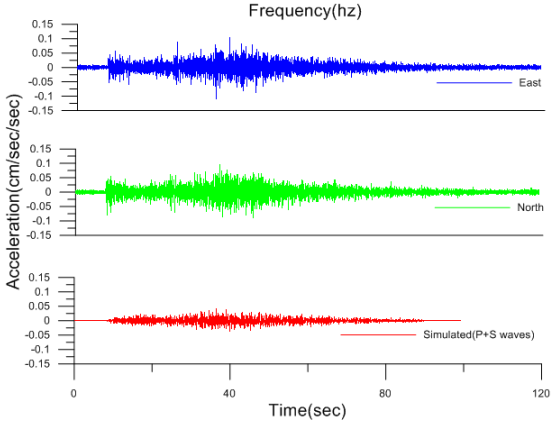


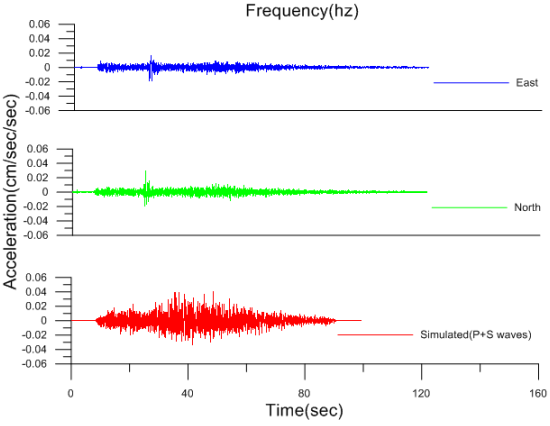






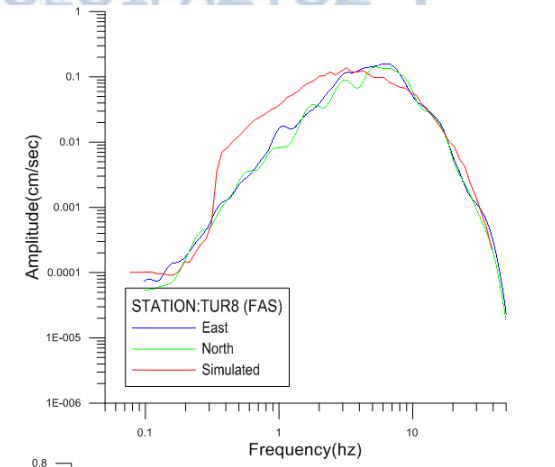


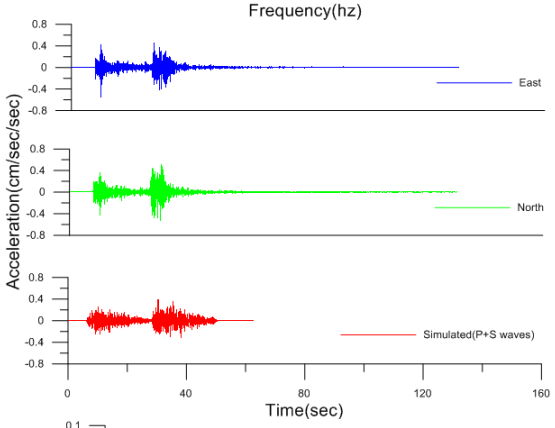


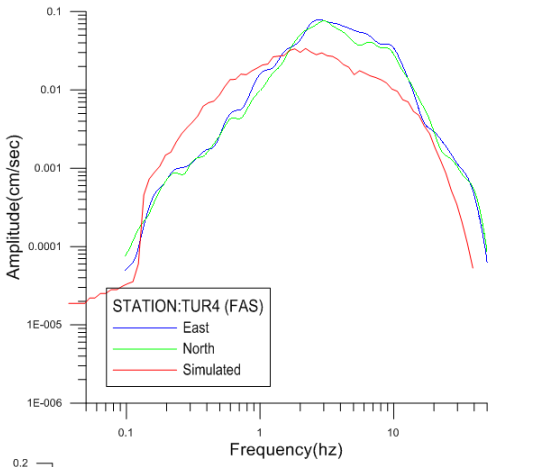


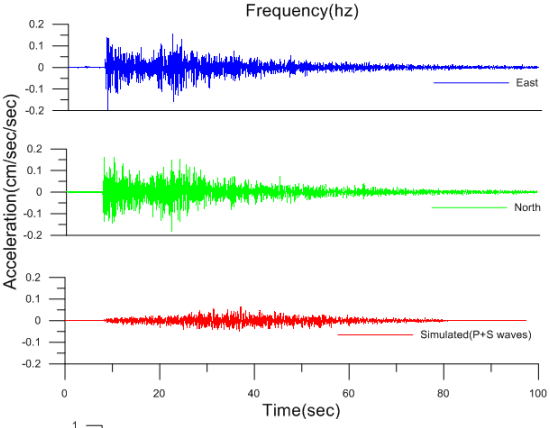
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

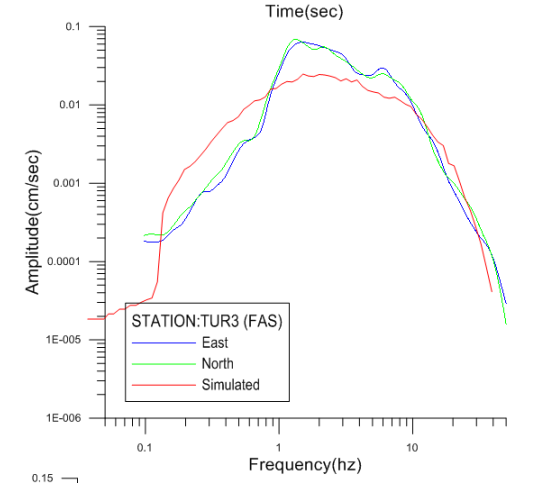
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

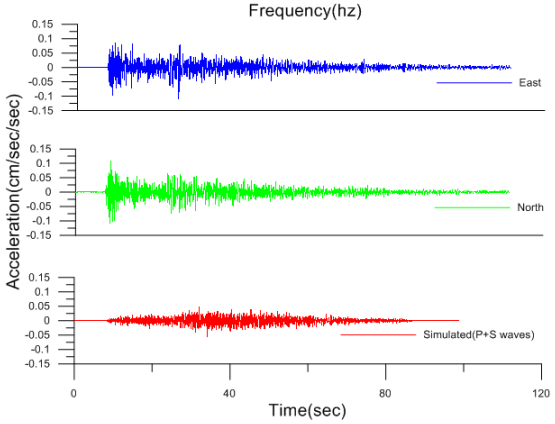


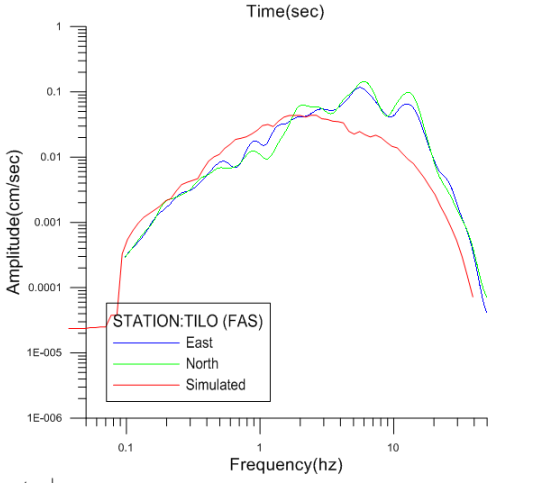


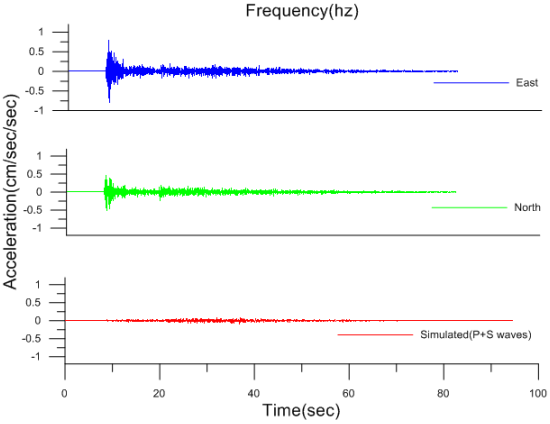






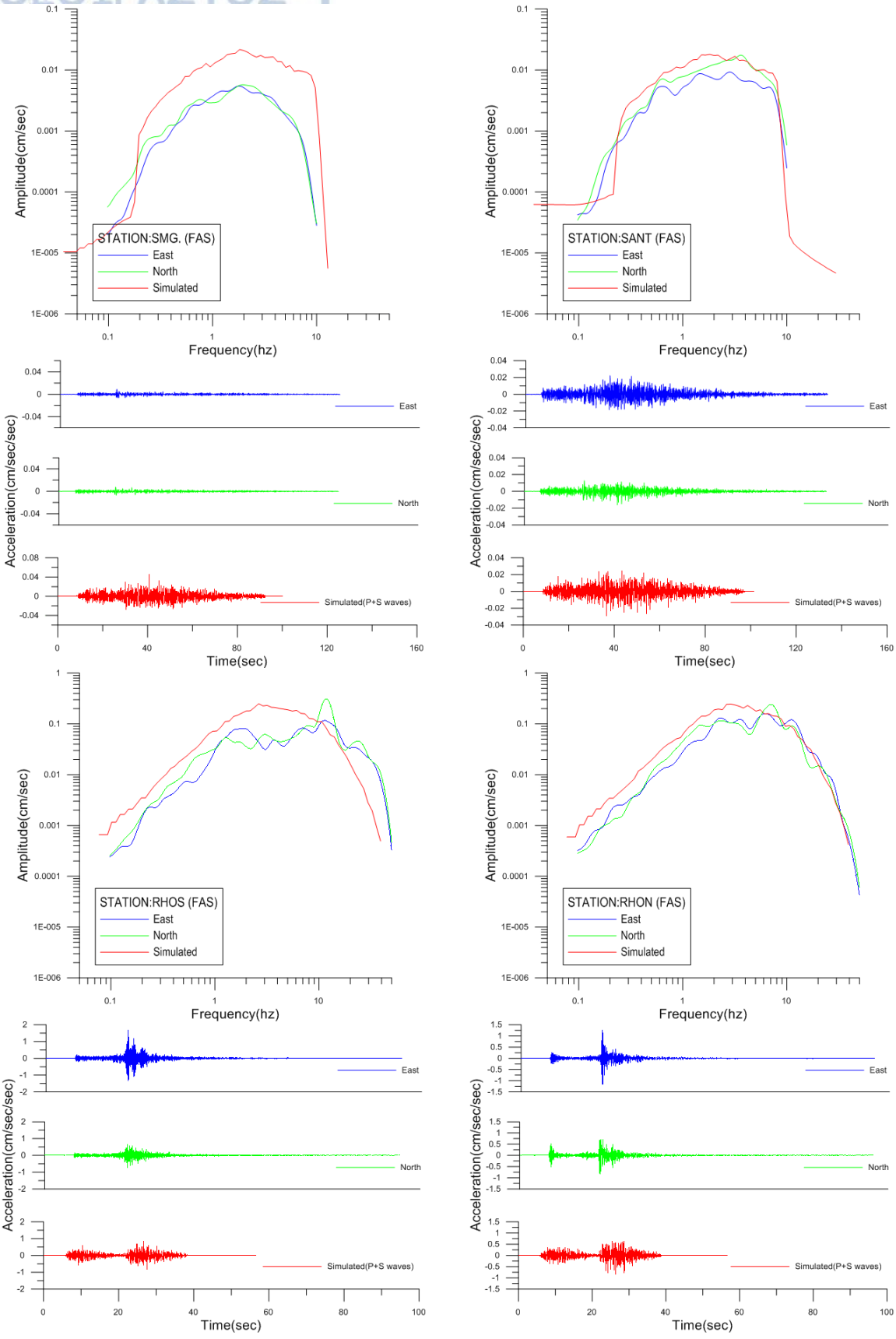






Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

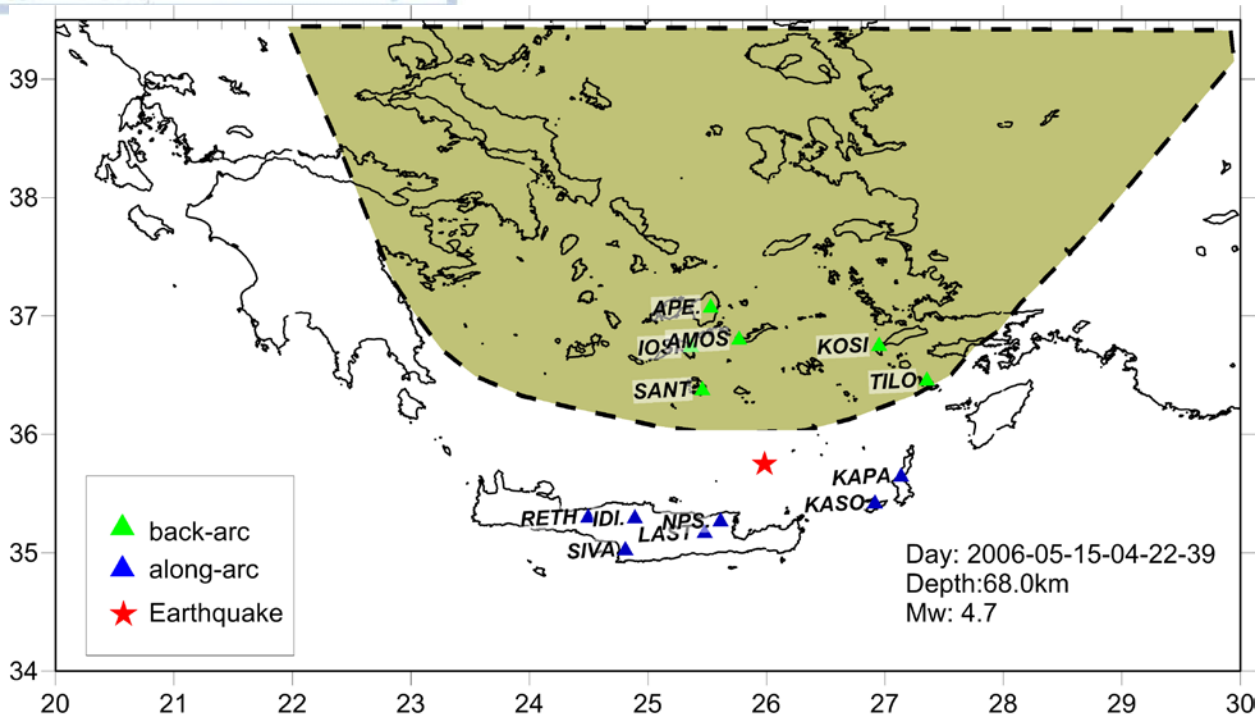
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

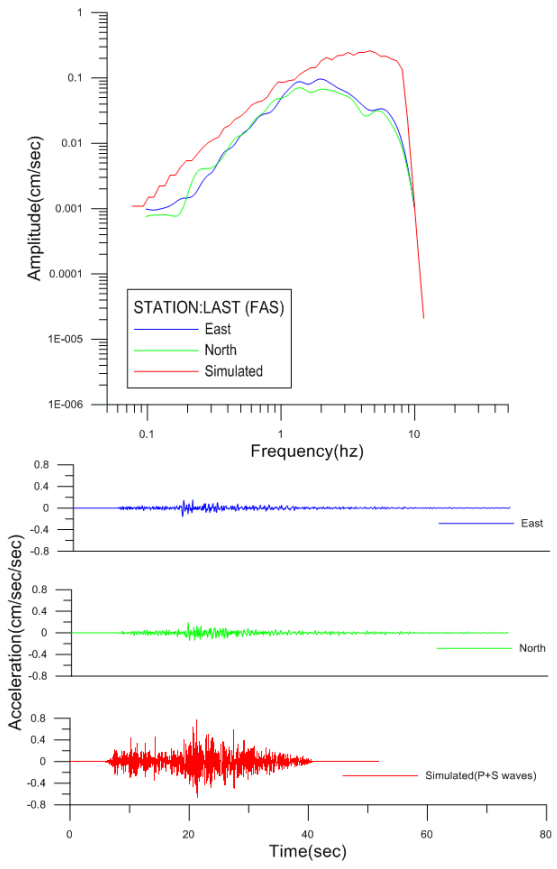


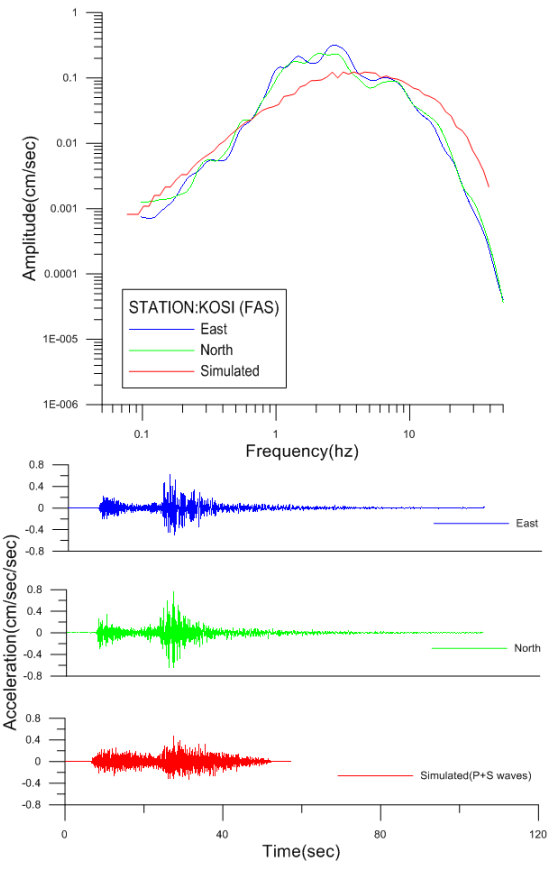
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

(17) 2006-05-15 04:22:39 Depth:68km Mw:4.7

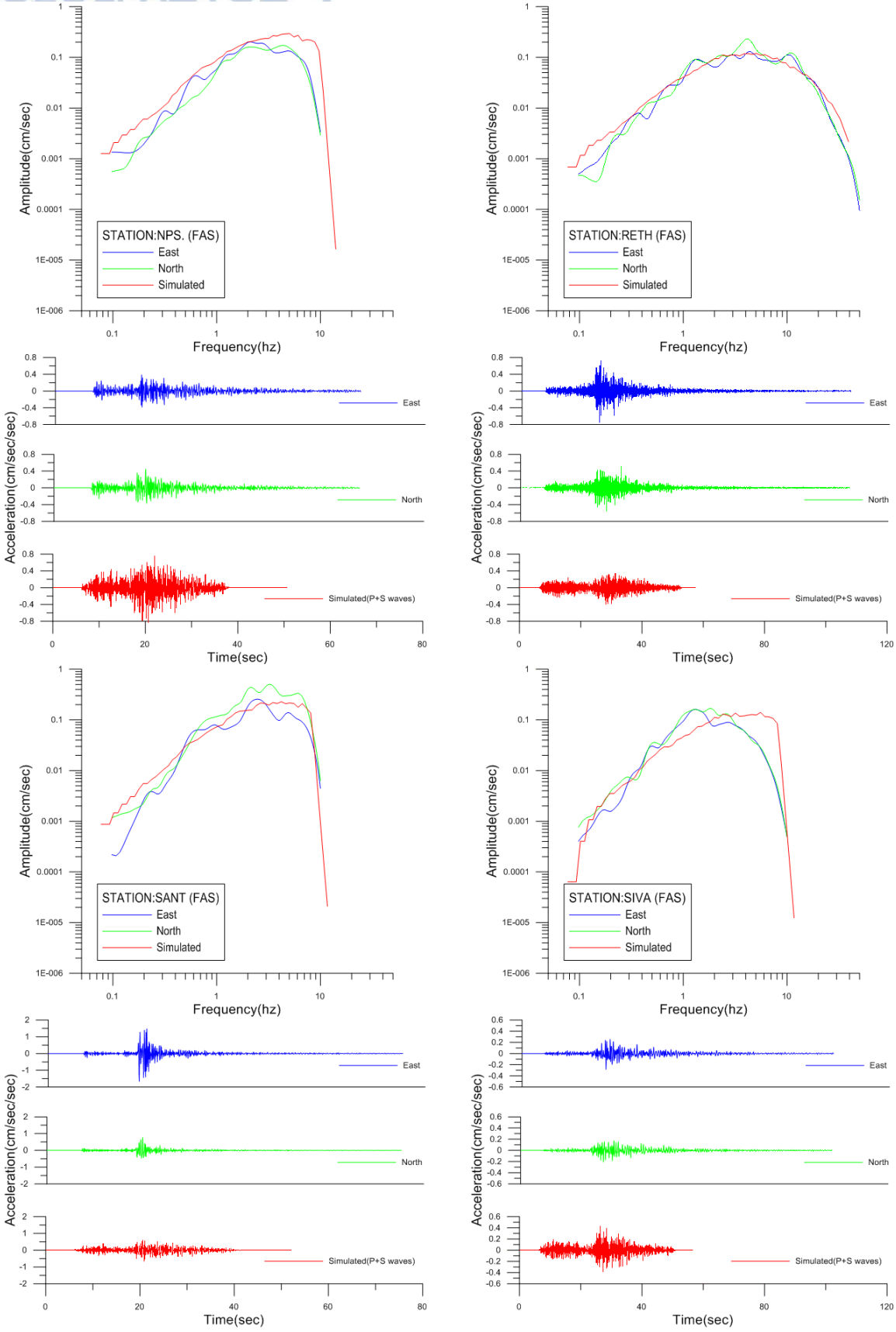






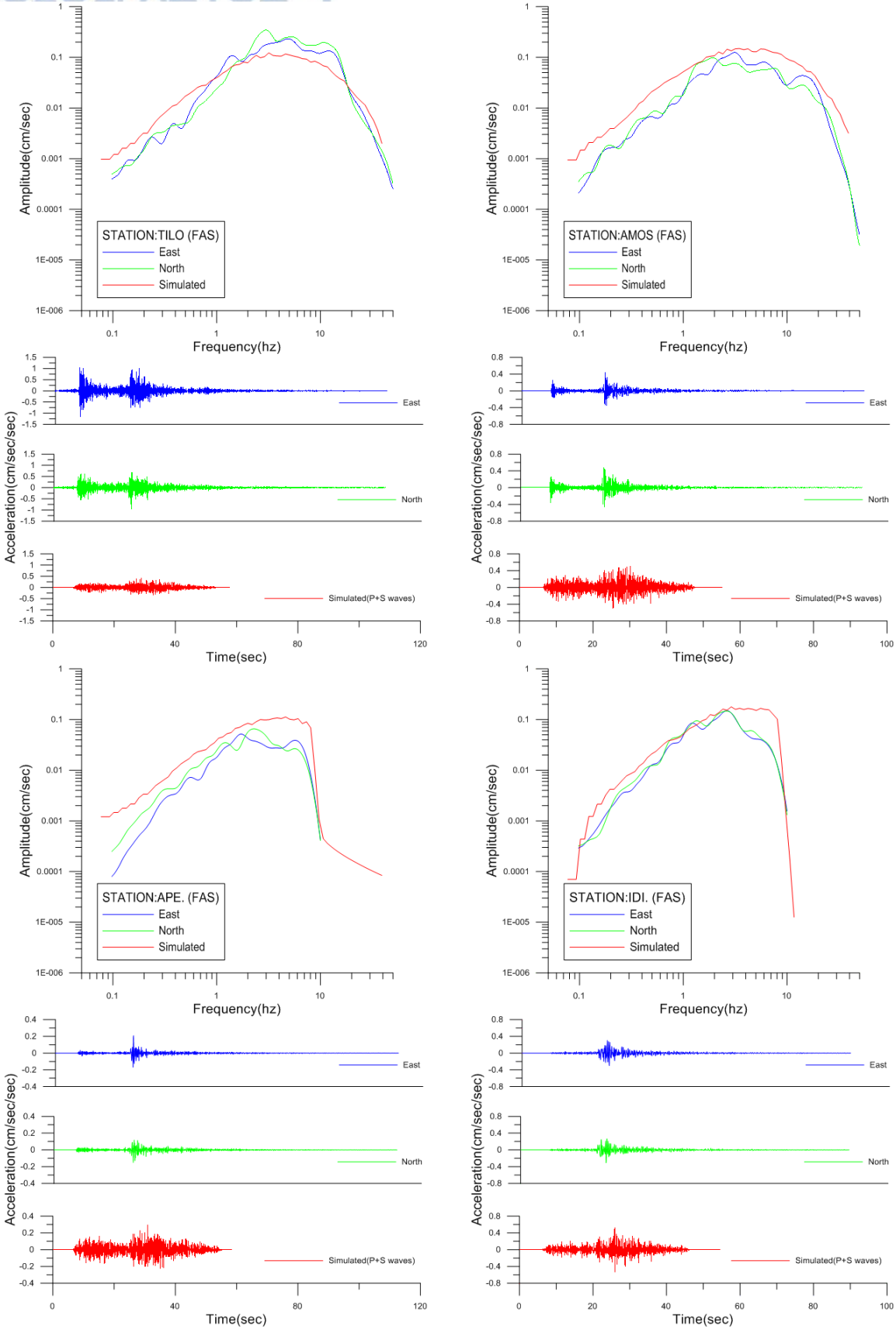
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



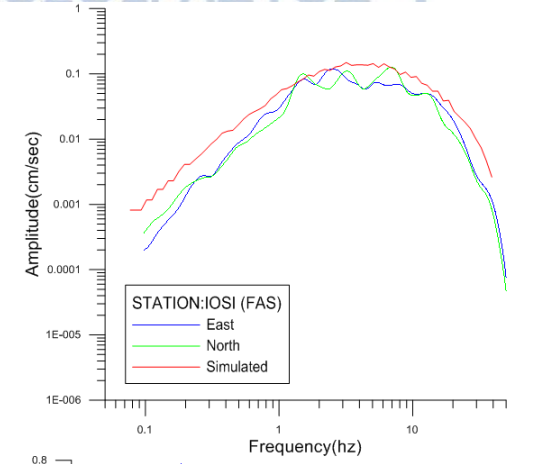
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

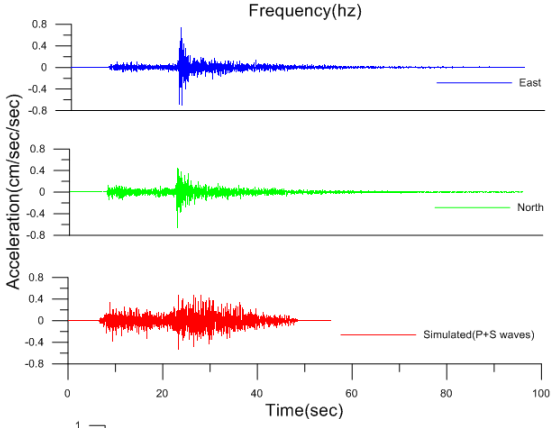
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

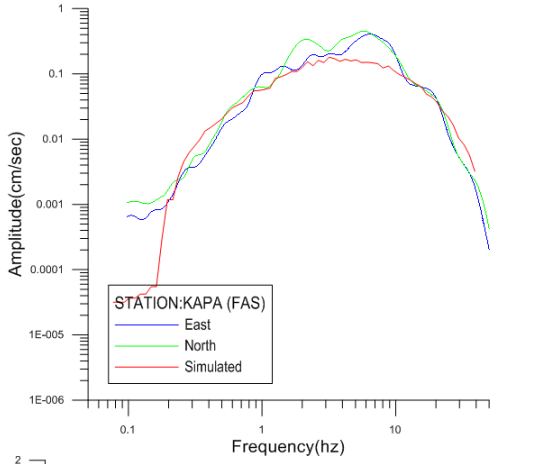


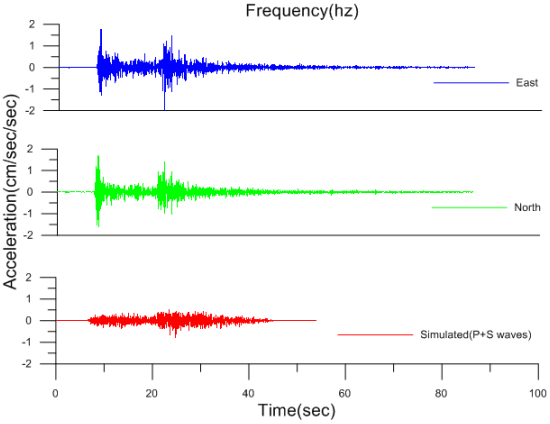
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

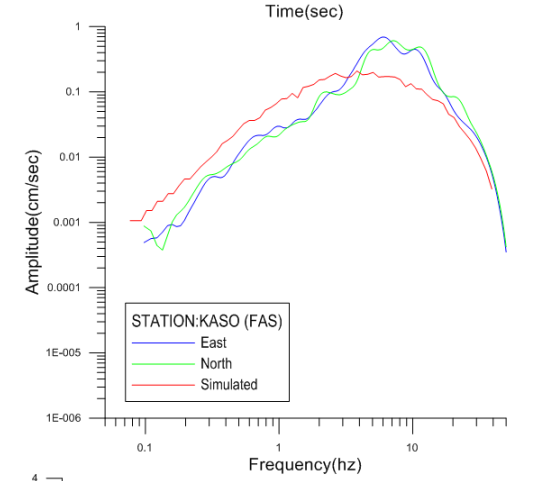
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

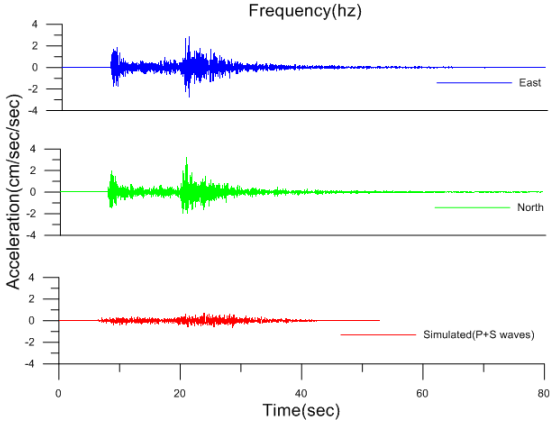








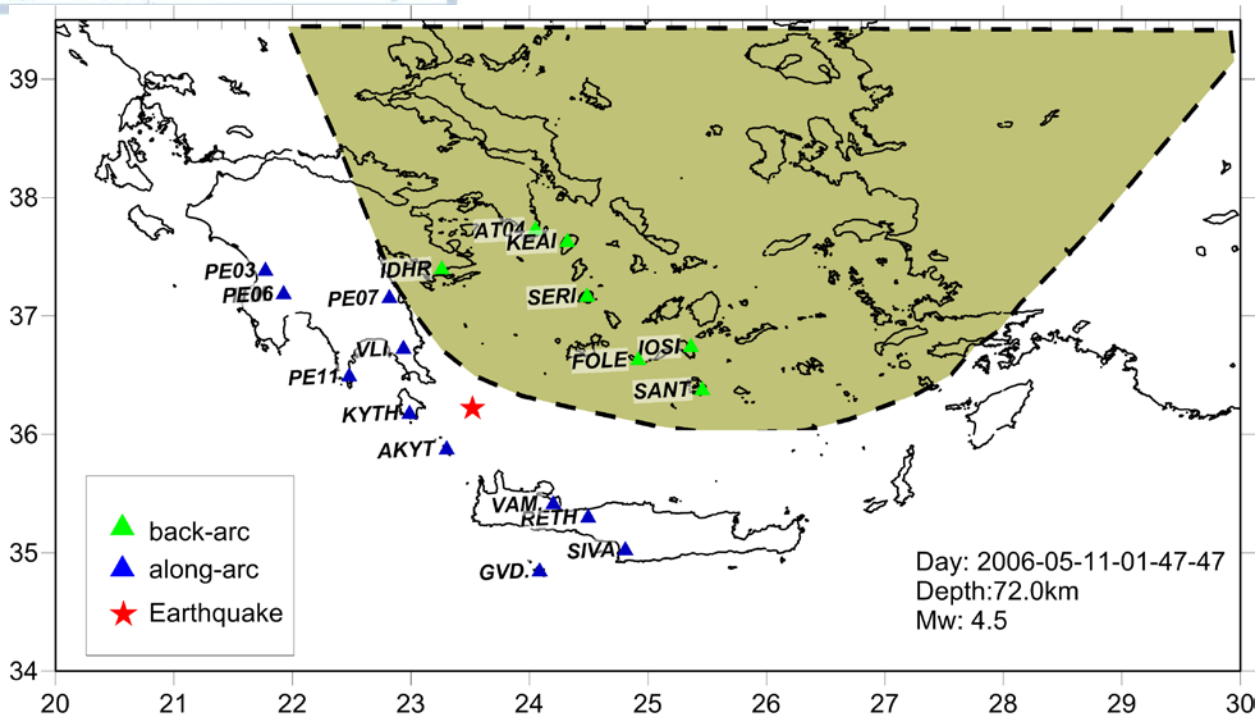


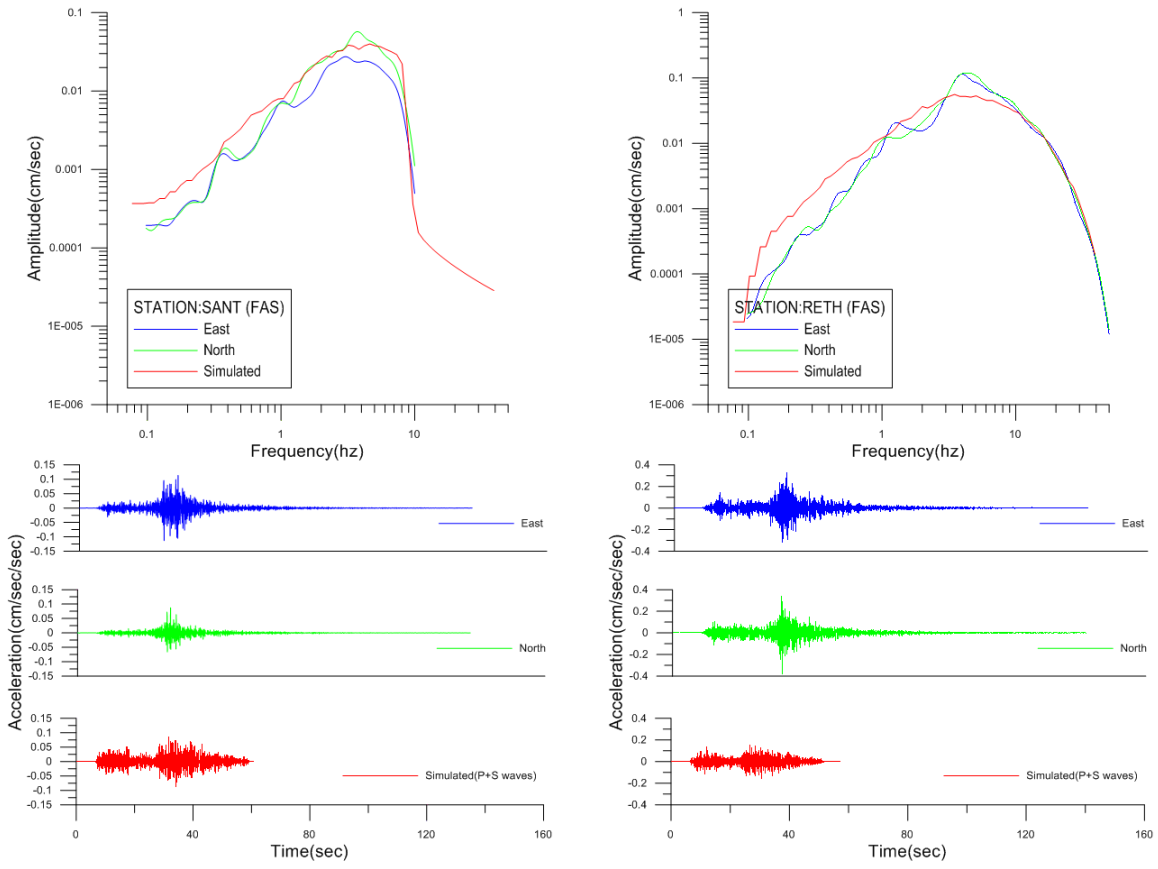


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

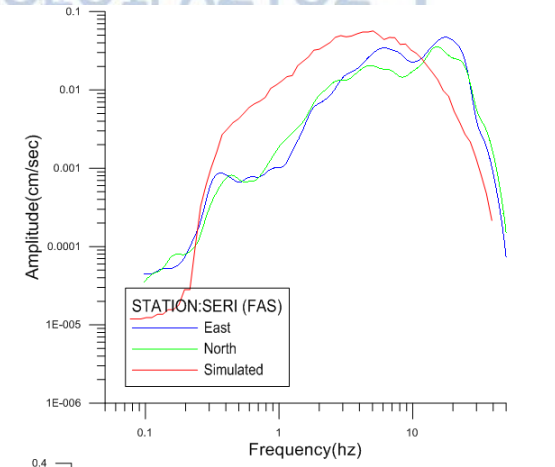
(18) 2006-05-11 01:47:47 Depth:72km Mw:4.5

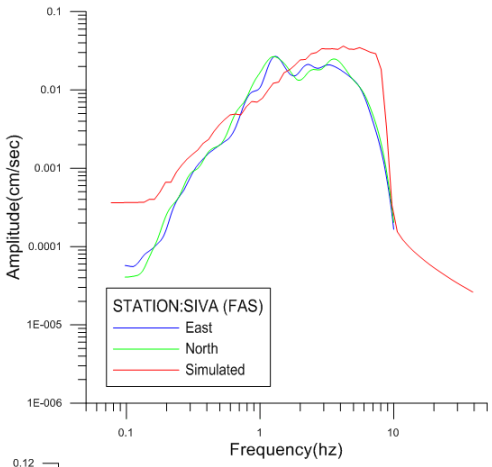


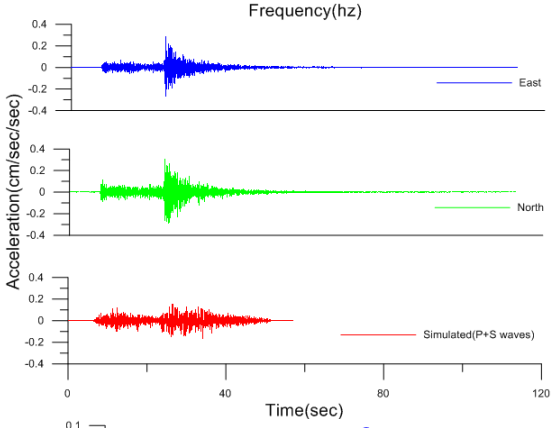


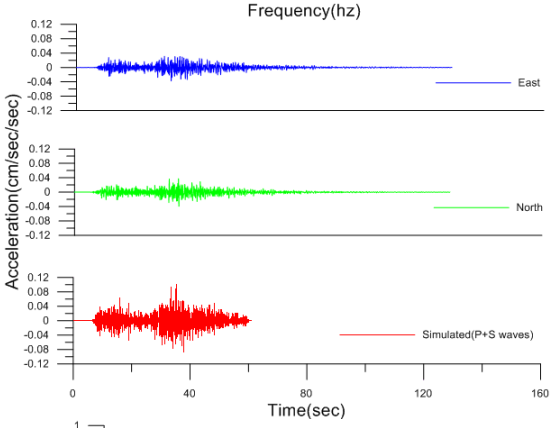
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

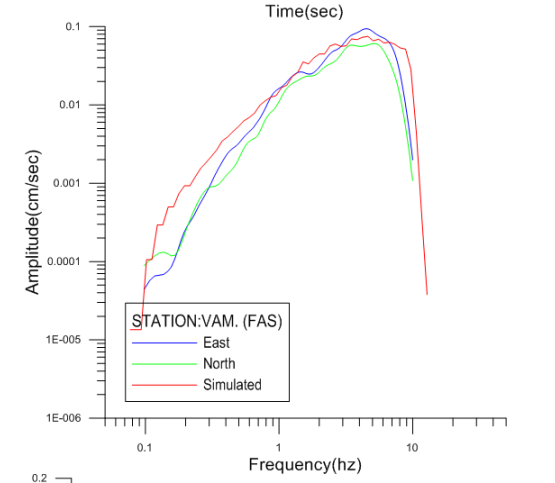
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

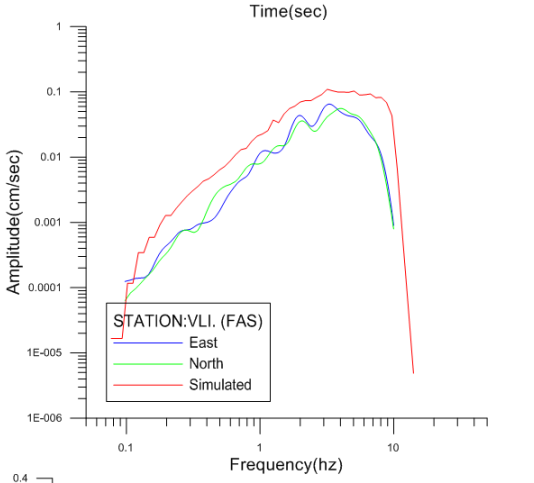


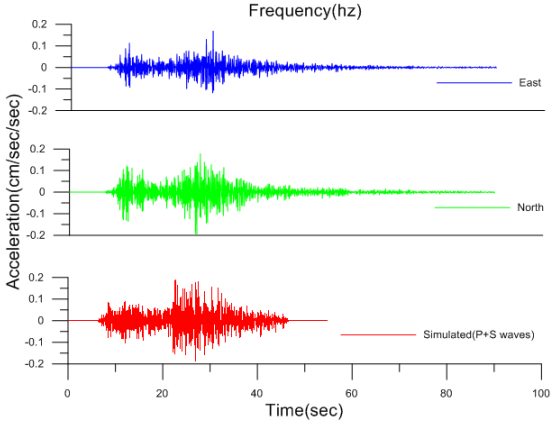


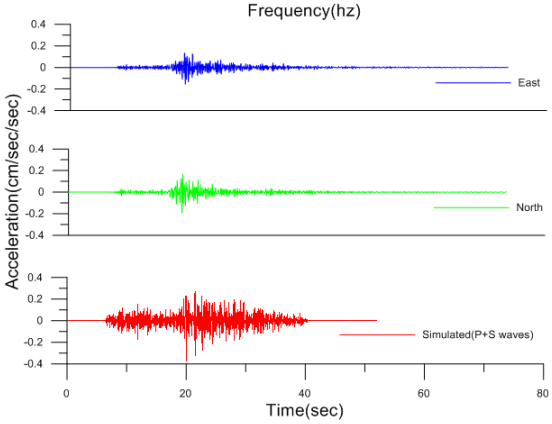






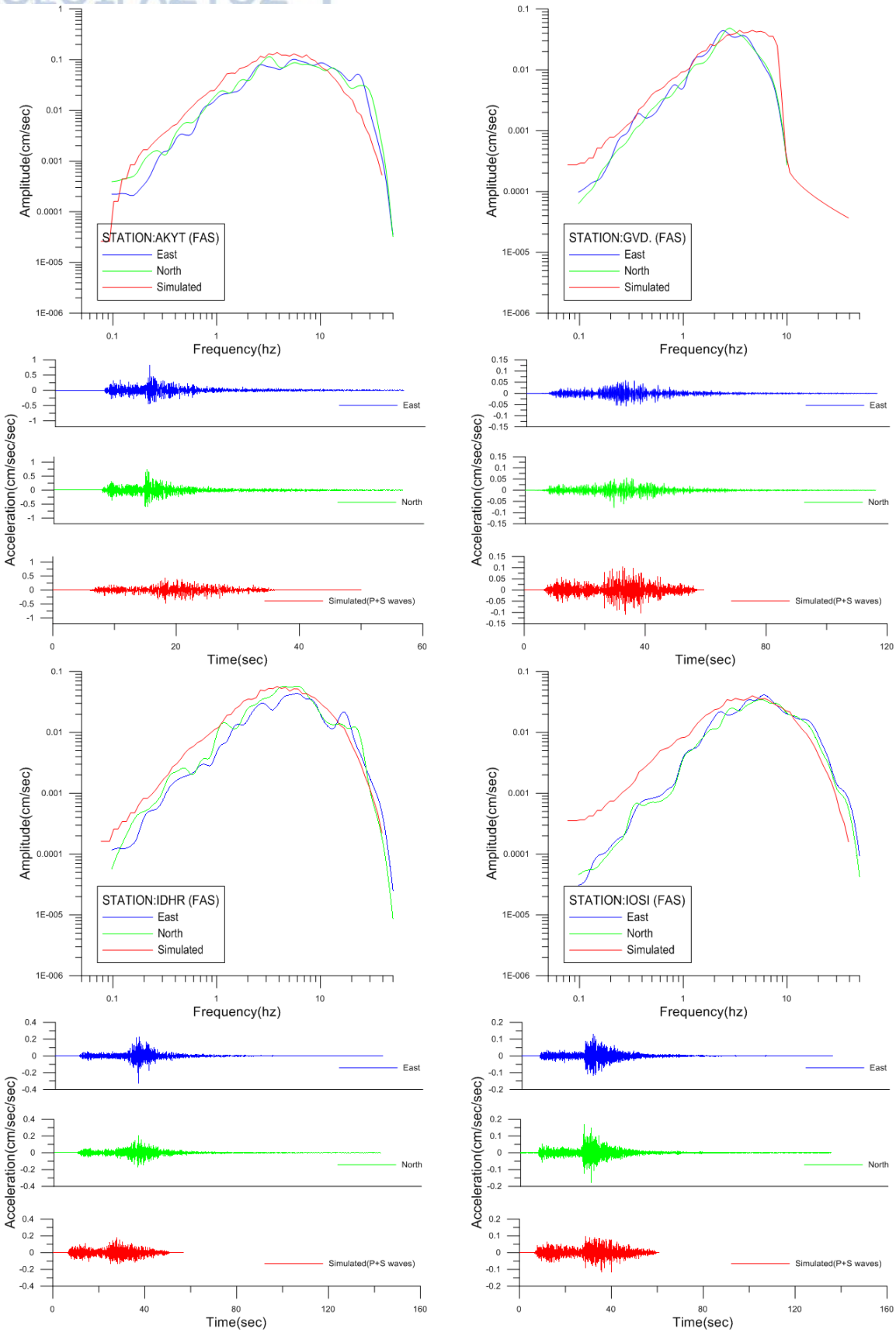






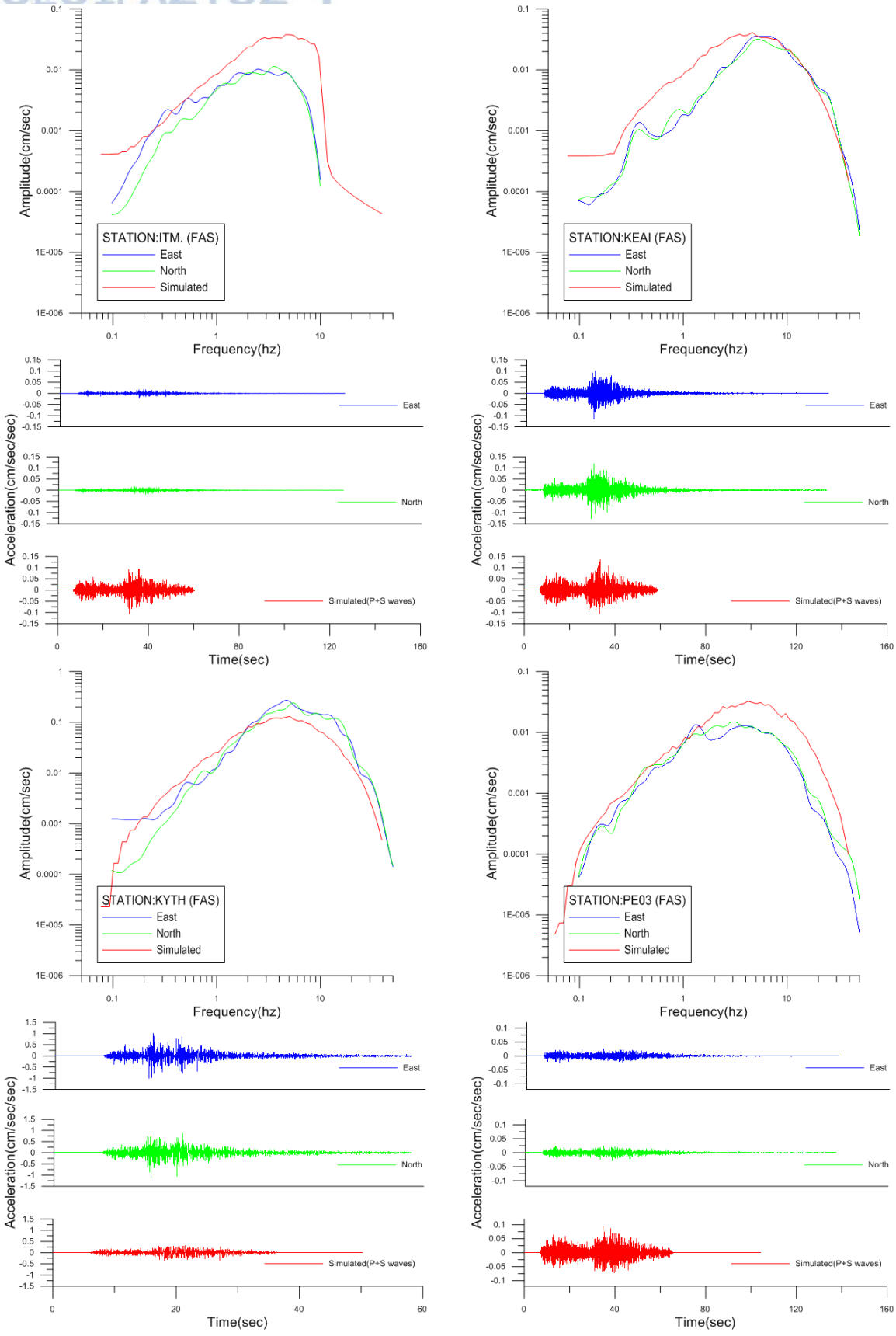
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



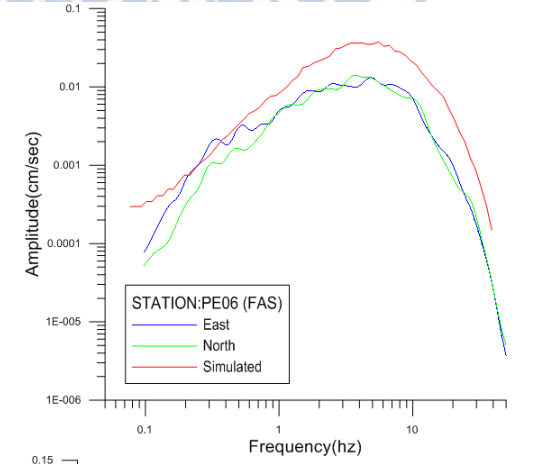
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

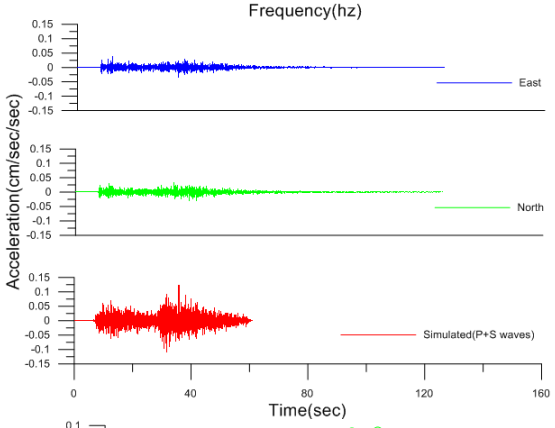
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

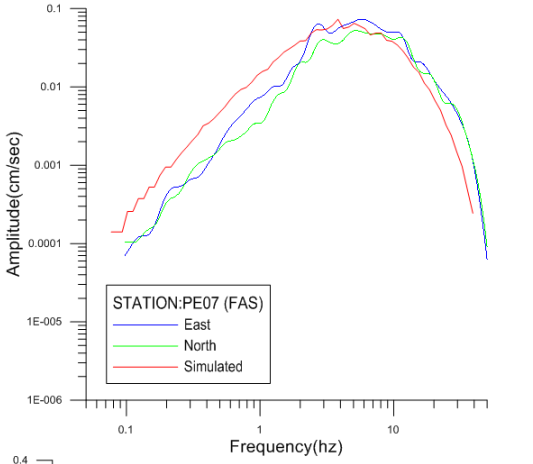


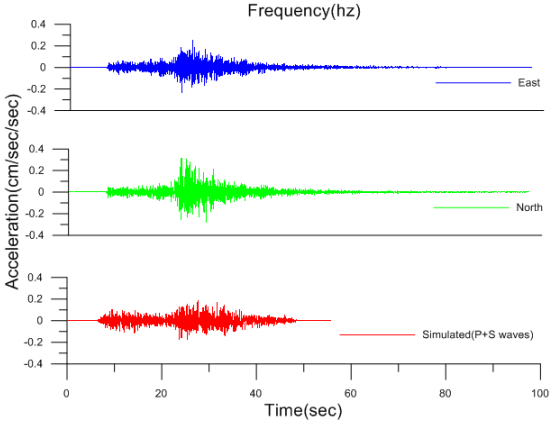
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

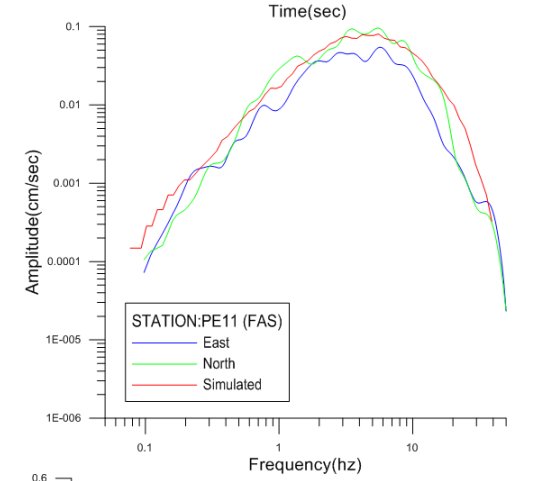
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

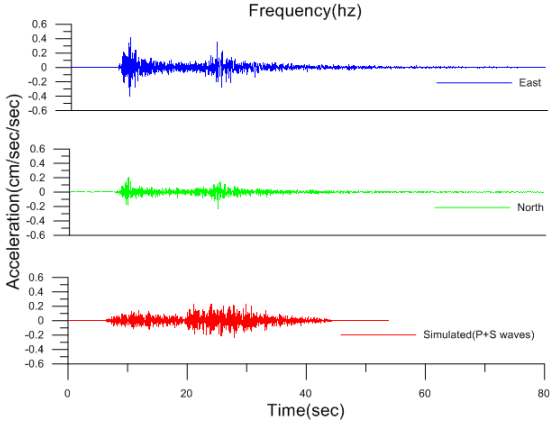








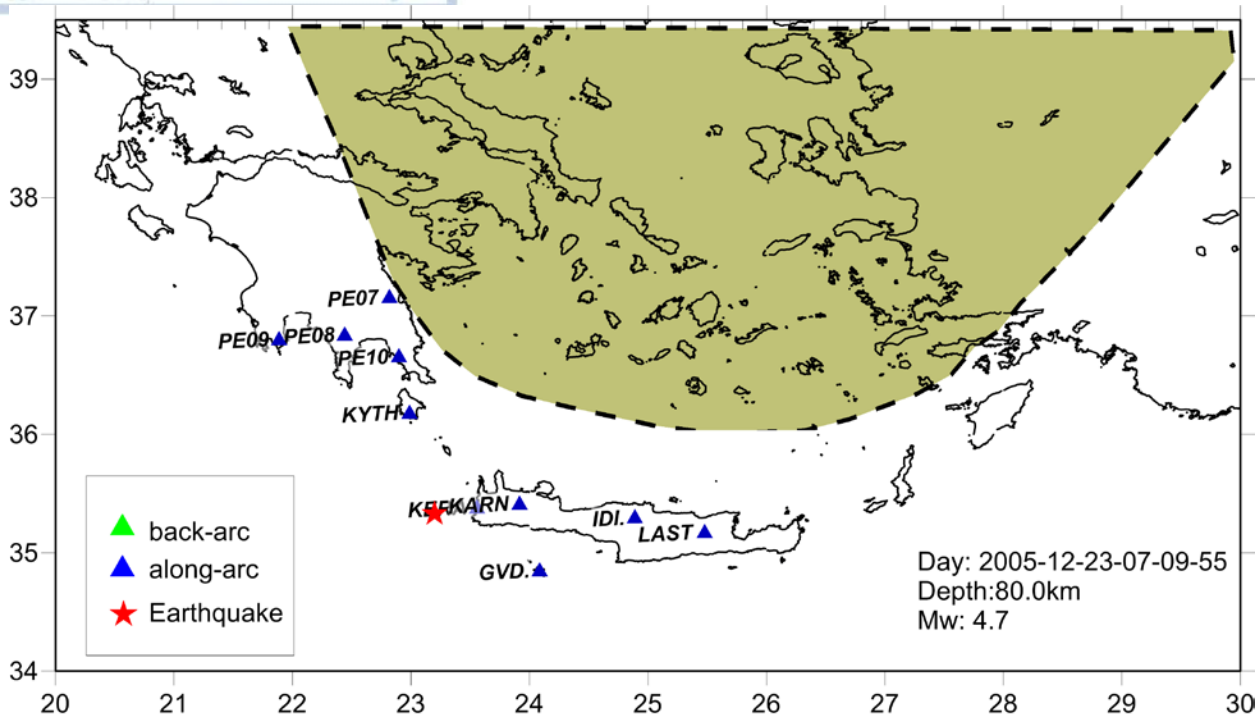


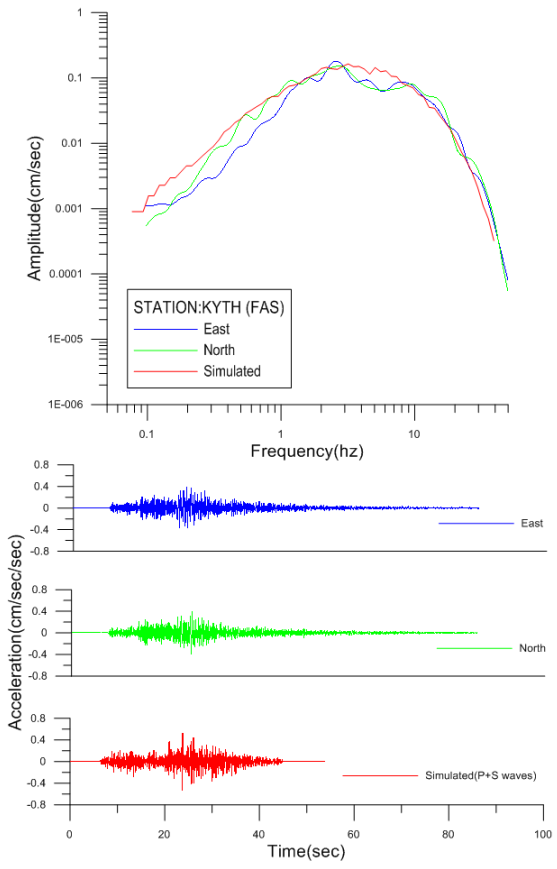


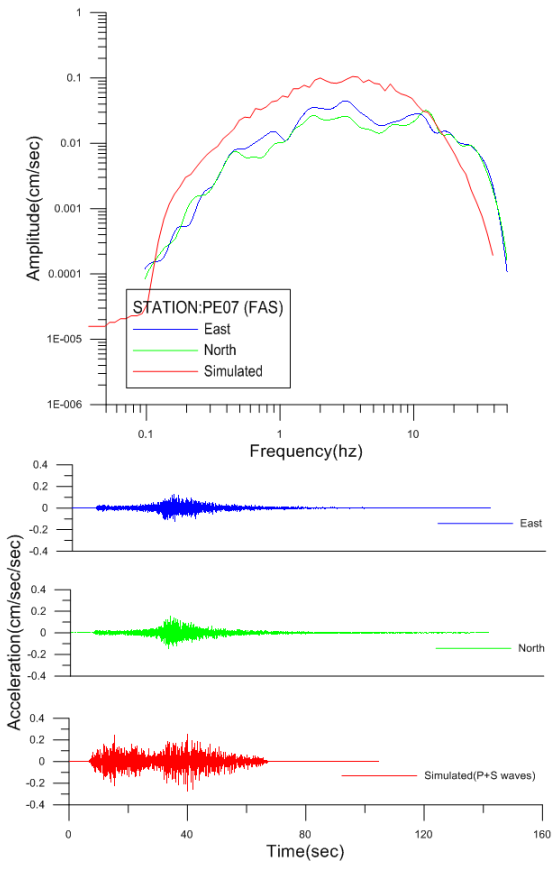
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

(19) 2005-12-23 07:09:55 Depth:80km Mw:4.7

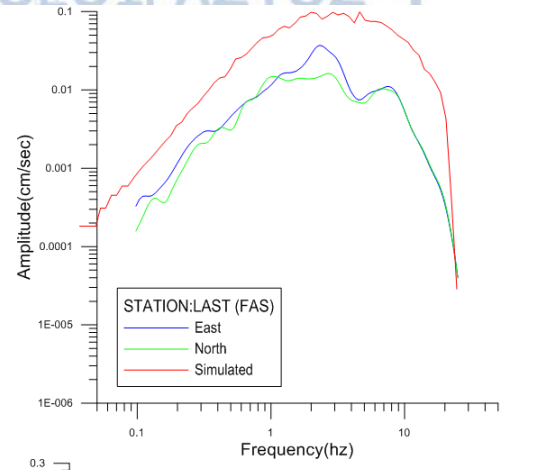


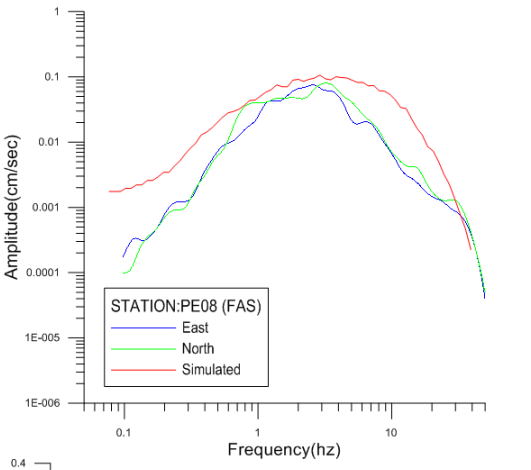


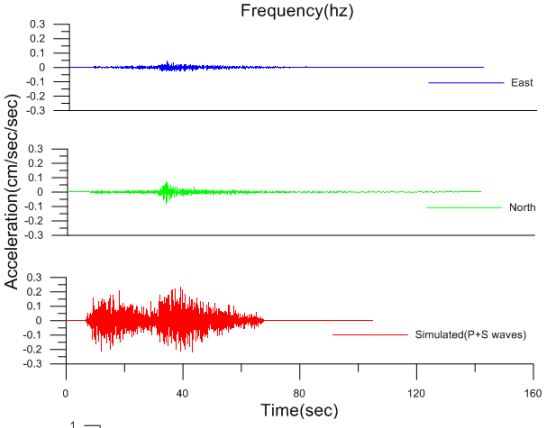


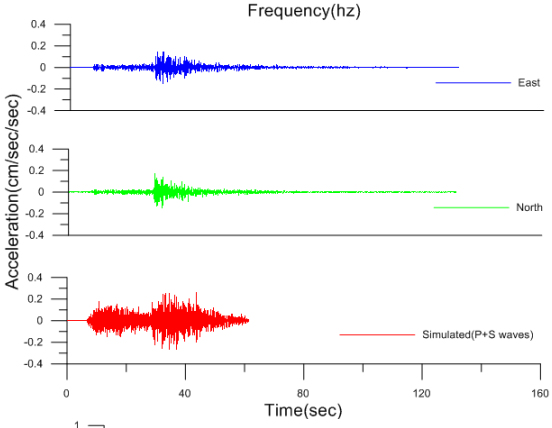
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

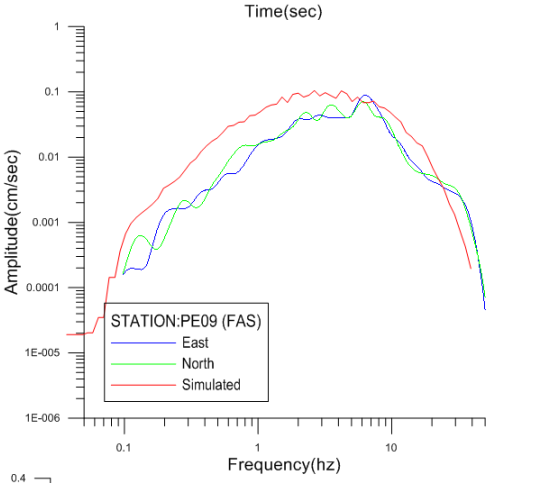
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

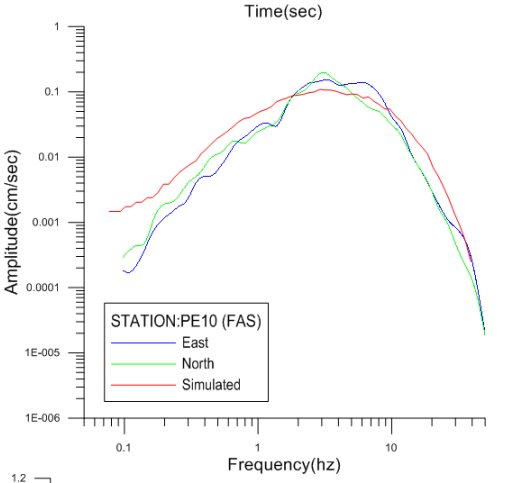


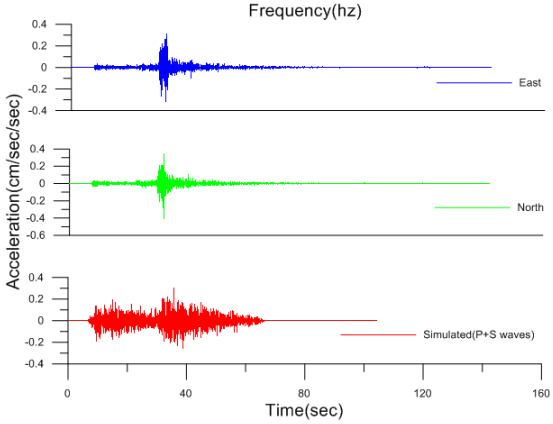


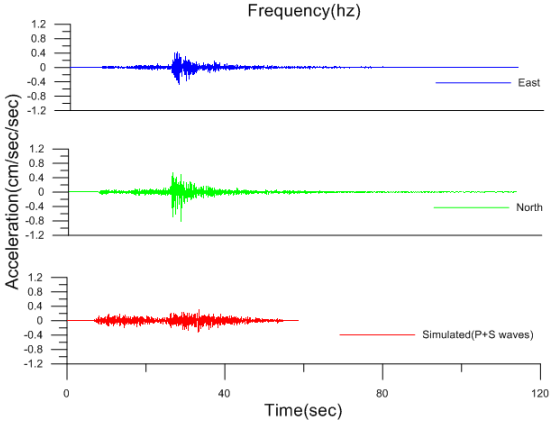






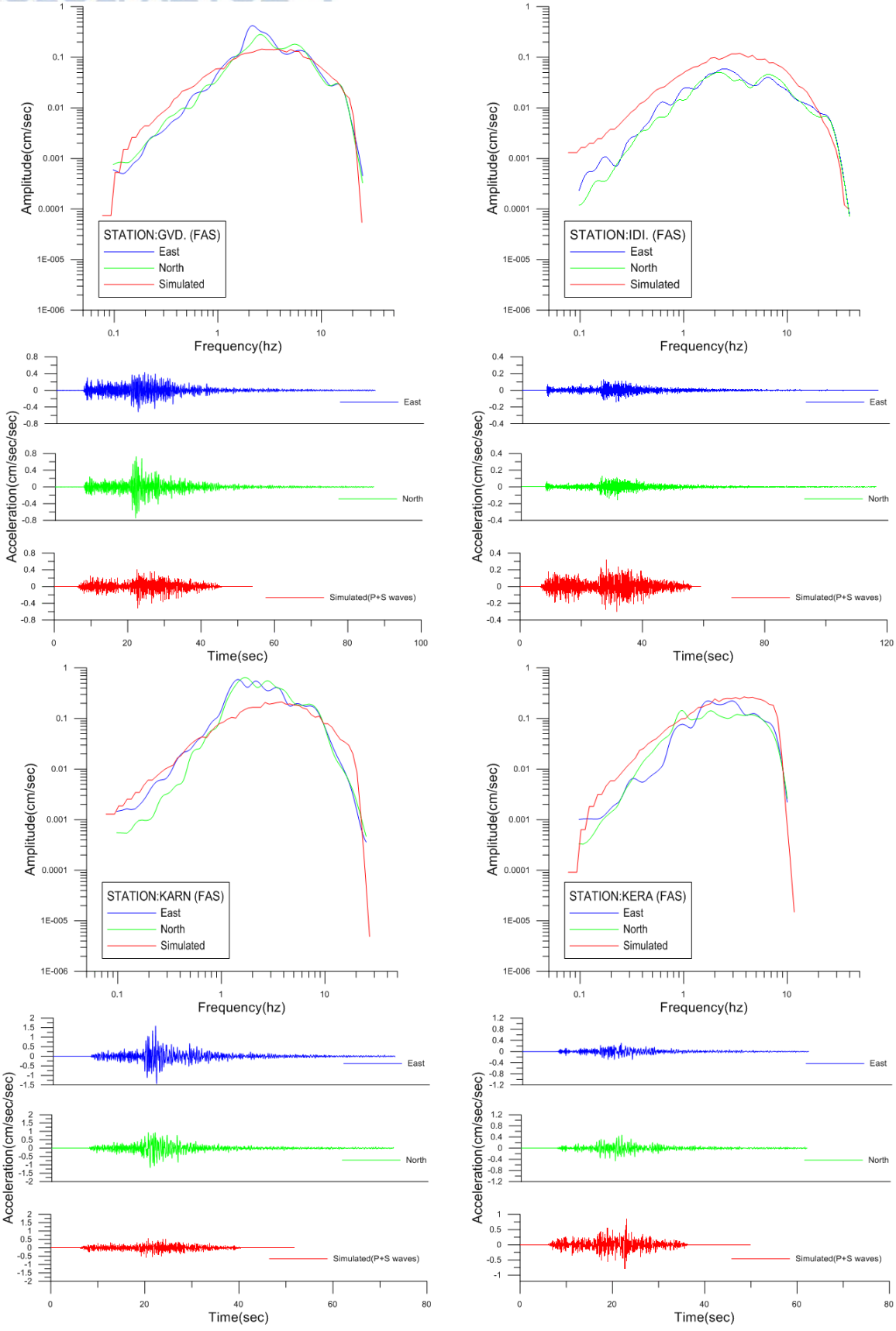






Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

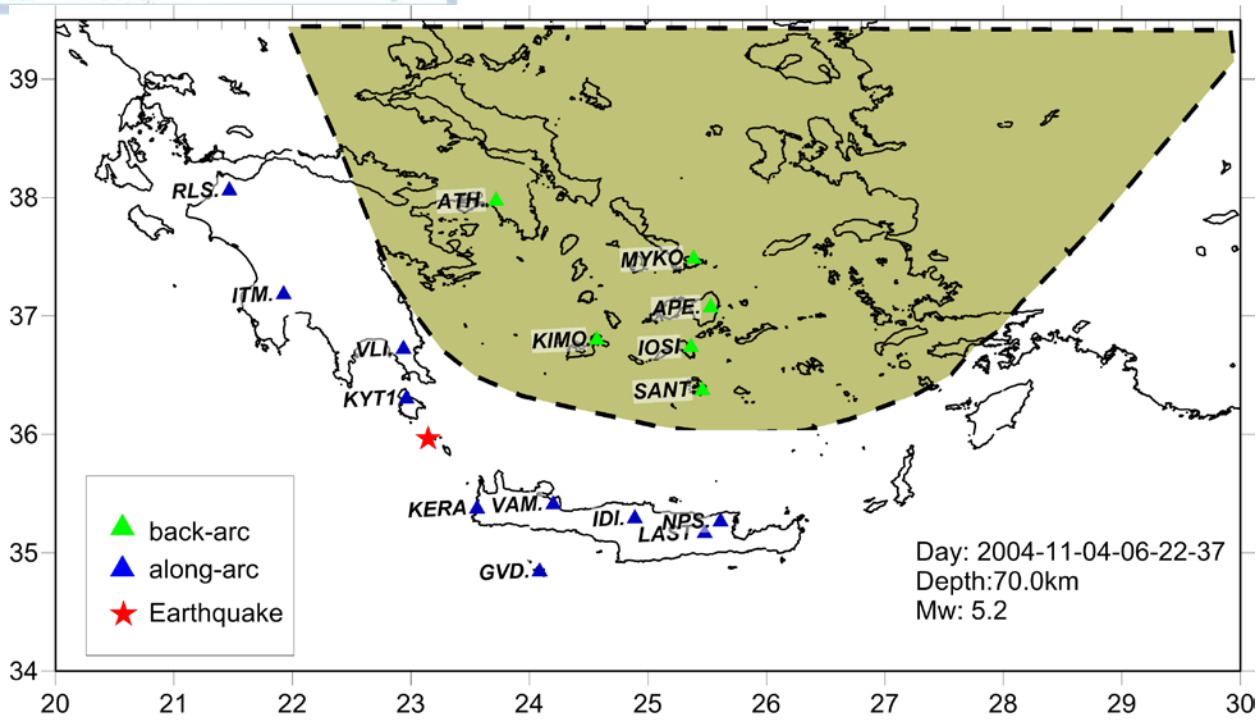
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

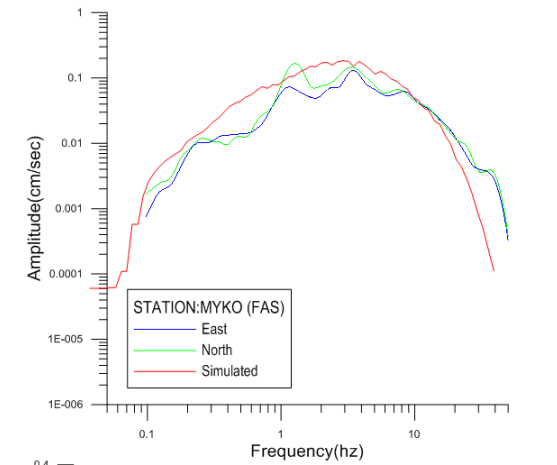


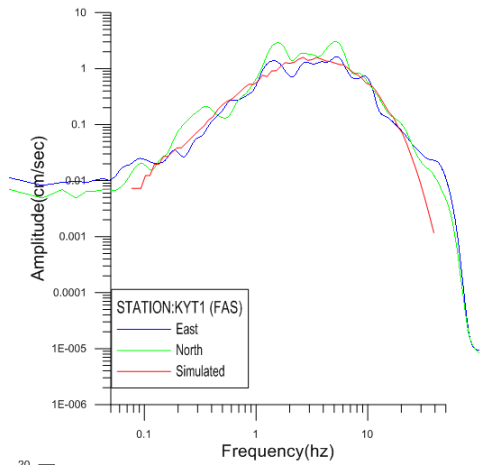
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

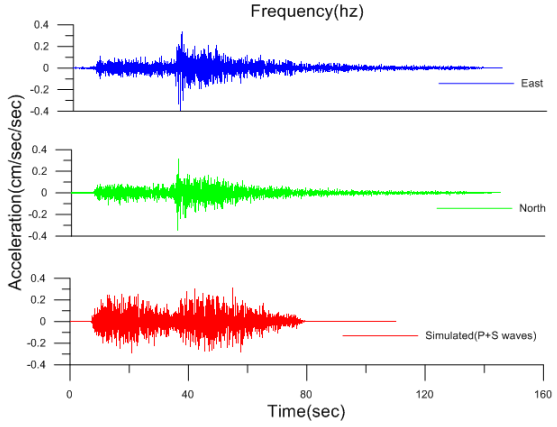
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

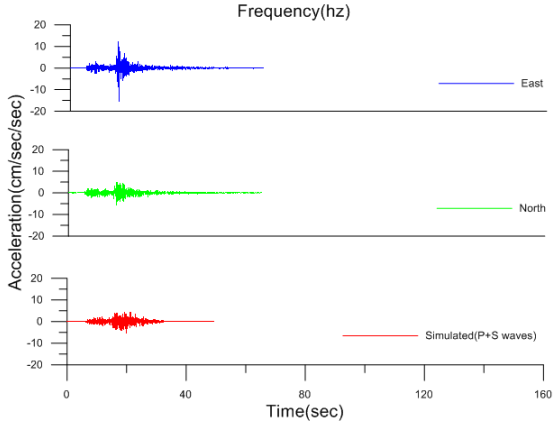
(20) 2004-11-04 06:22:37 Depth:70km Mw:5.2





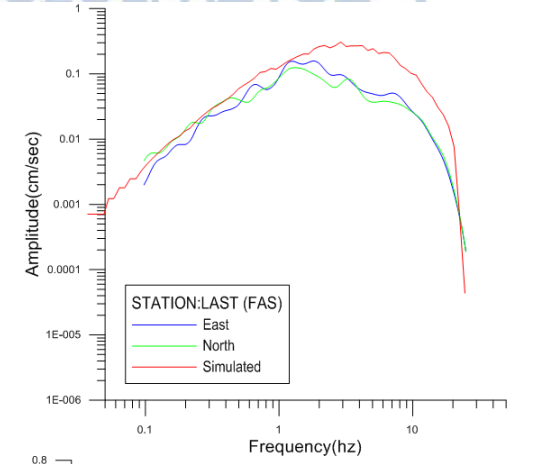


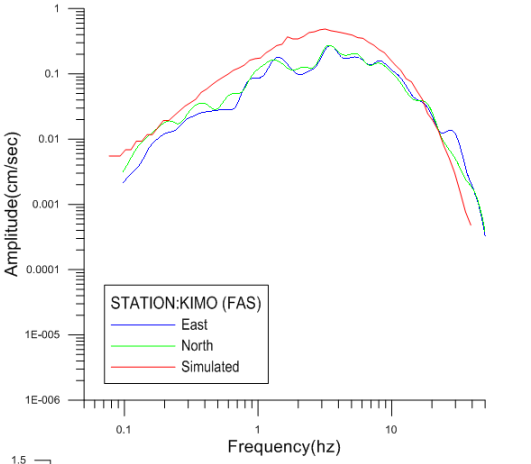


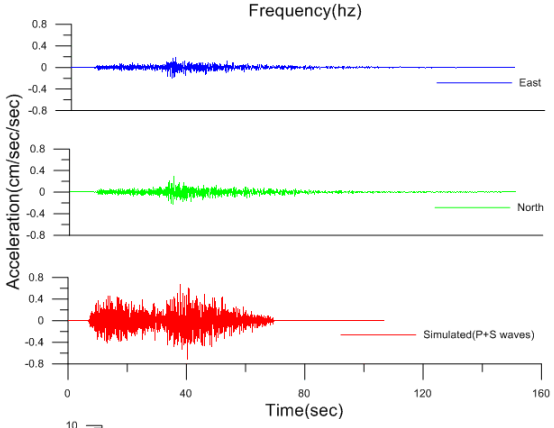


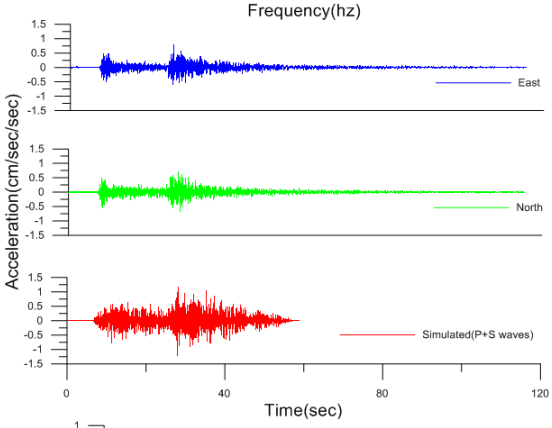
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

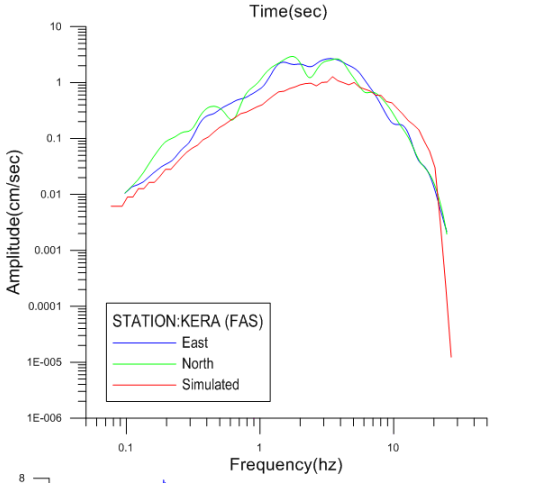
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

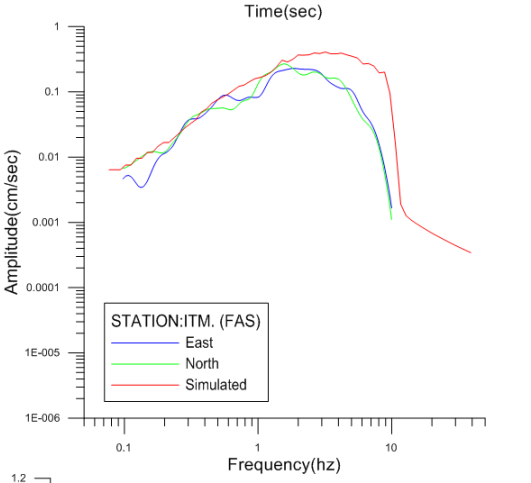


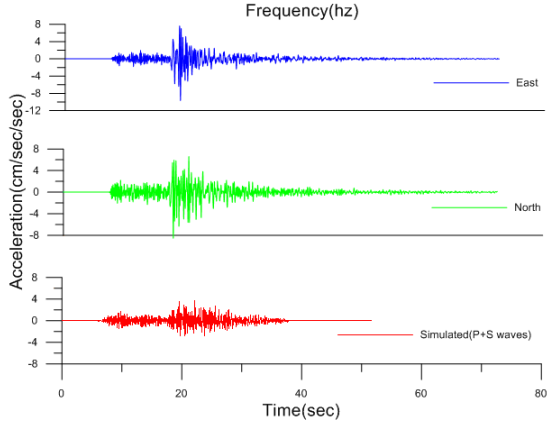


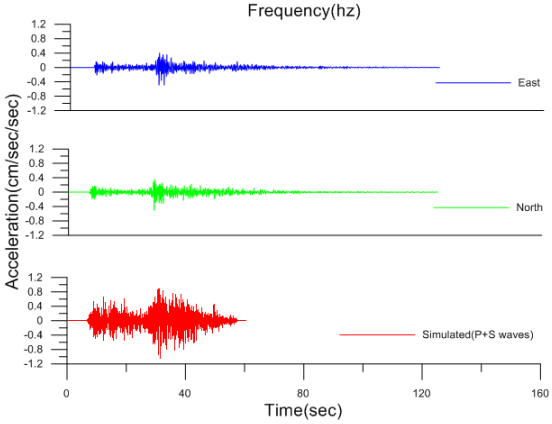






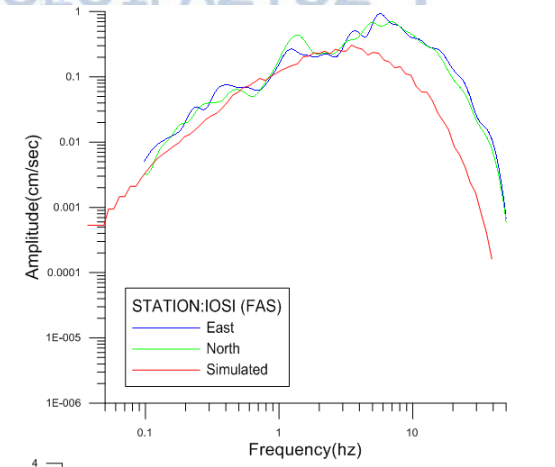


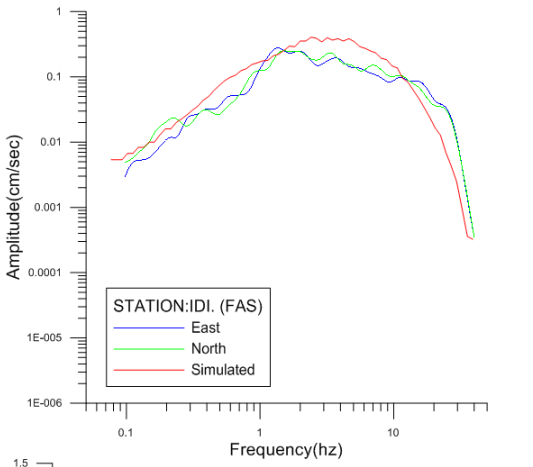


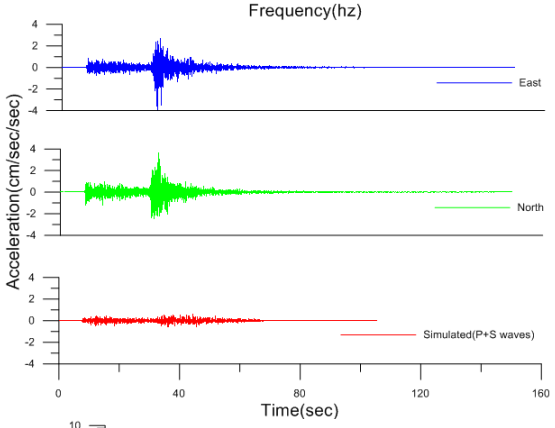


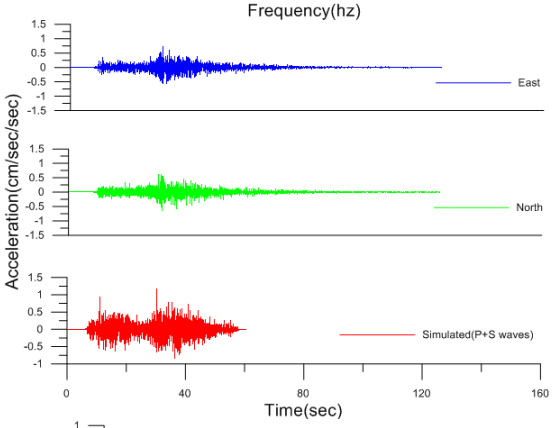
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

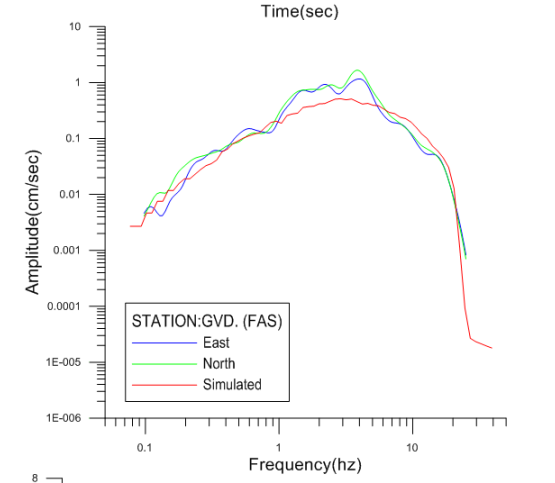
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

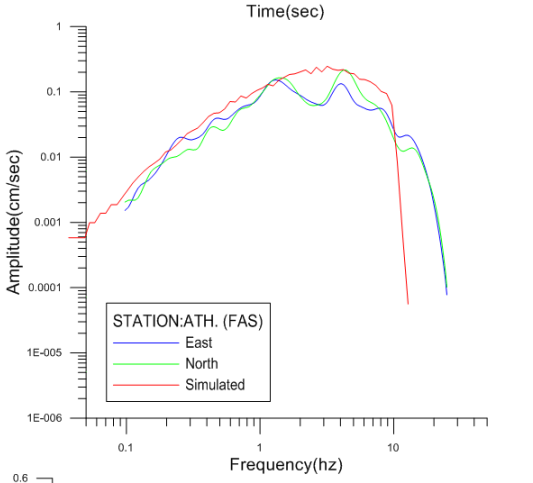


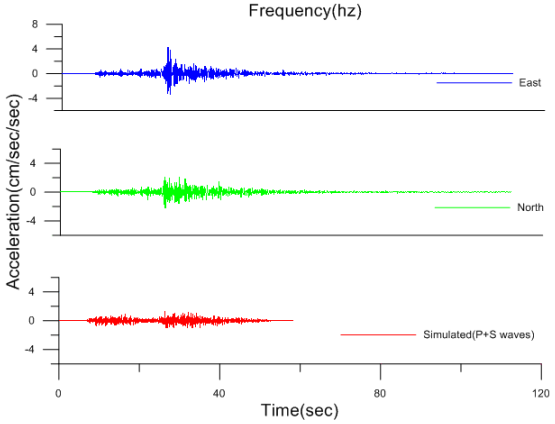


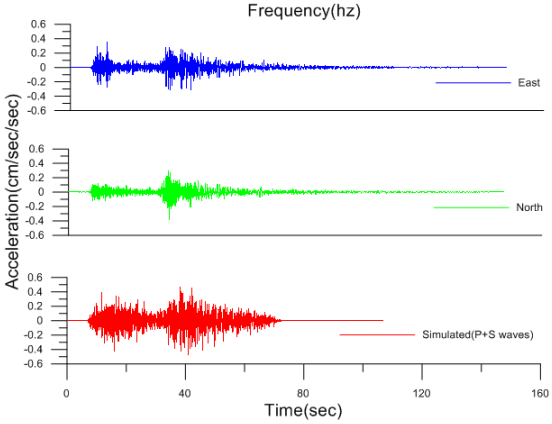






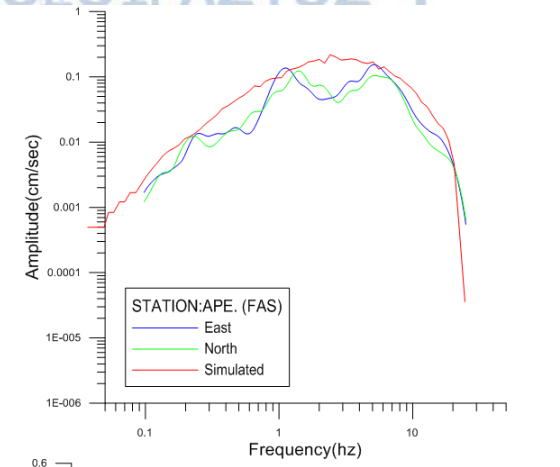


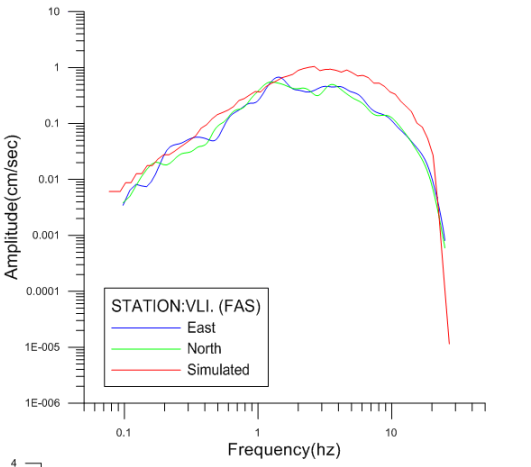


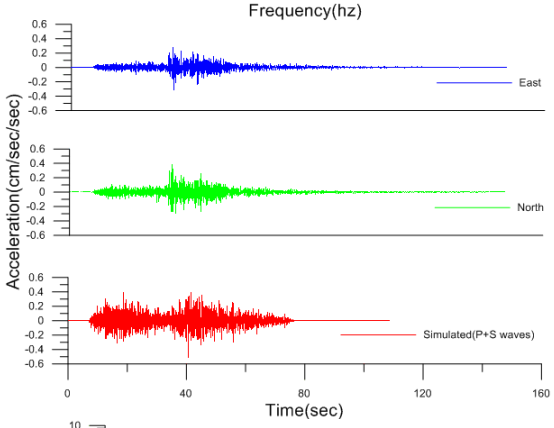


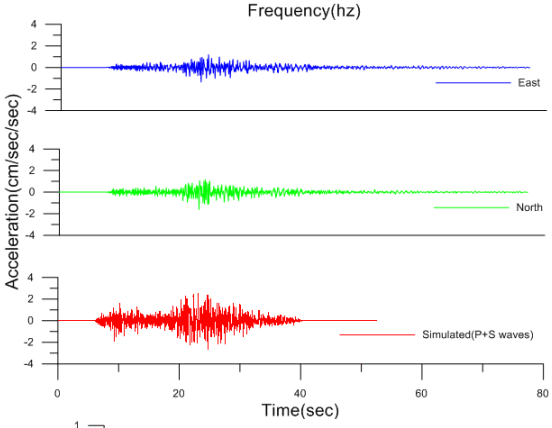
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

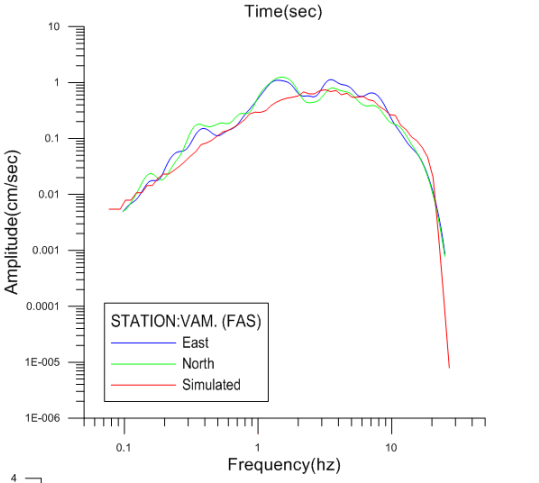
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

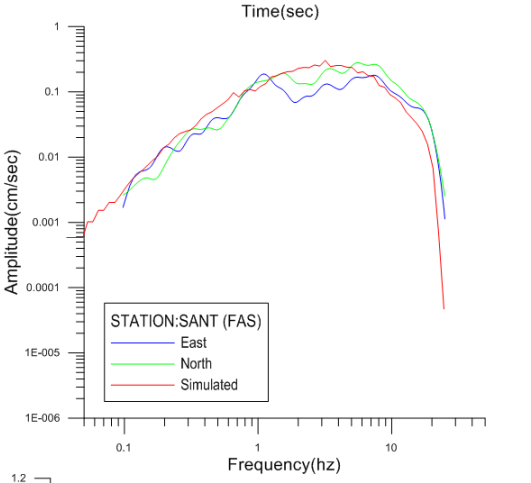


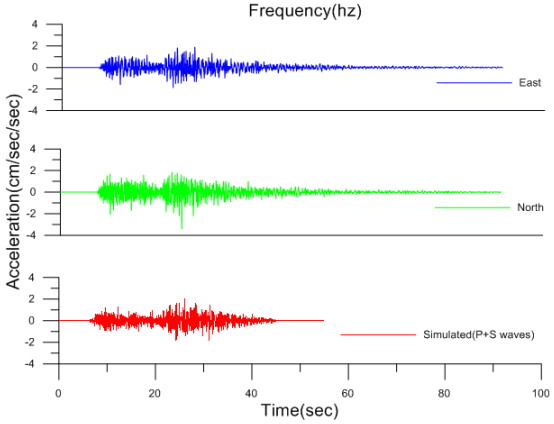


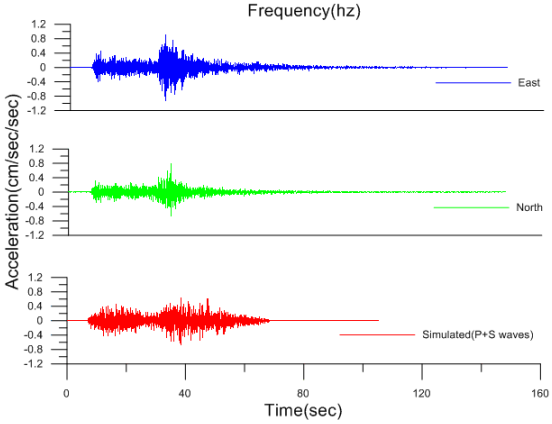






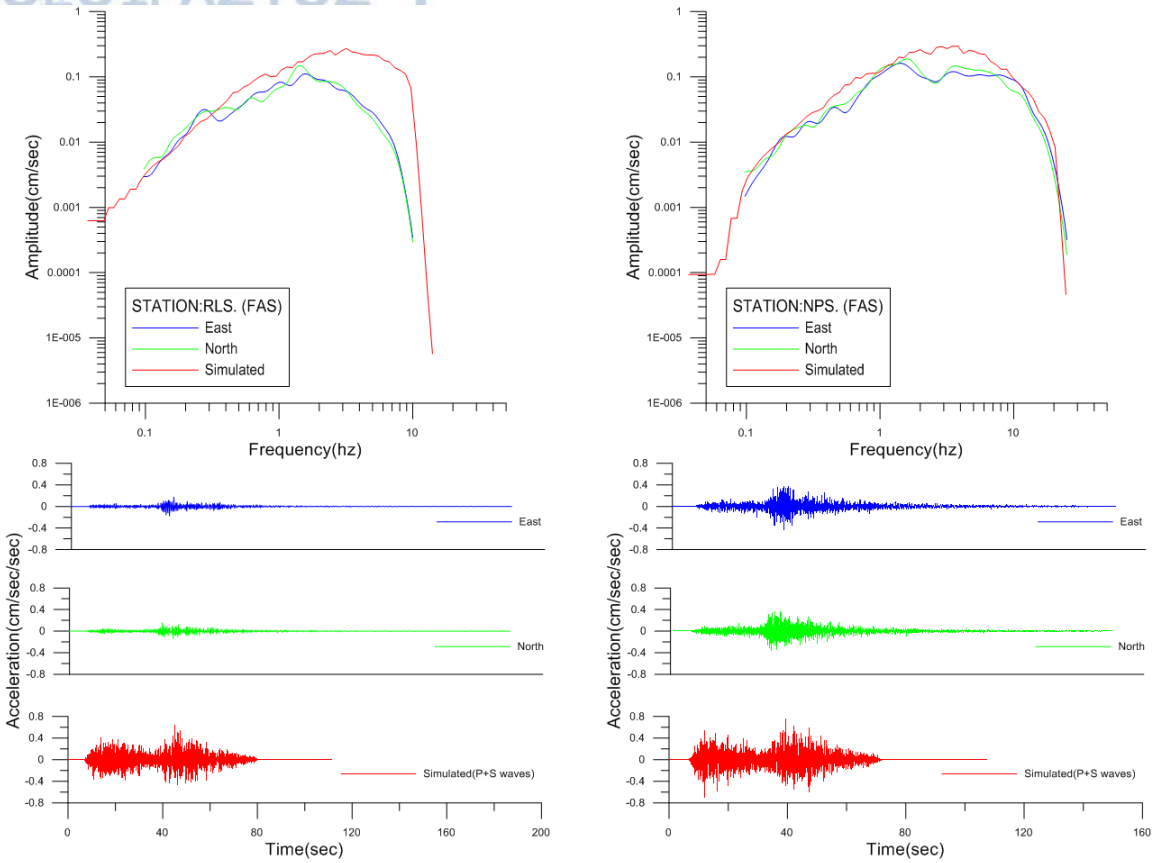




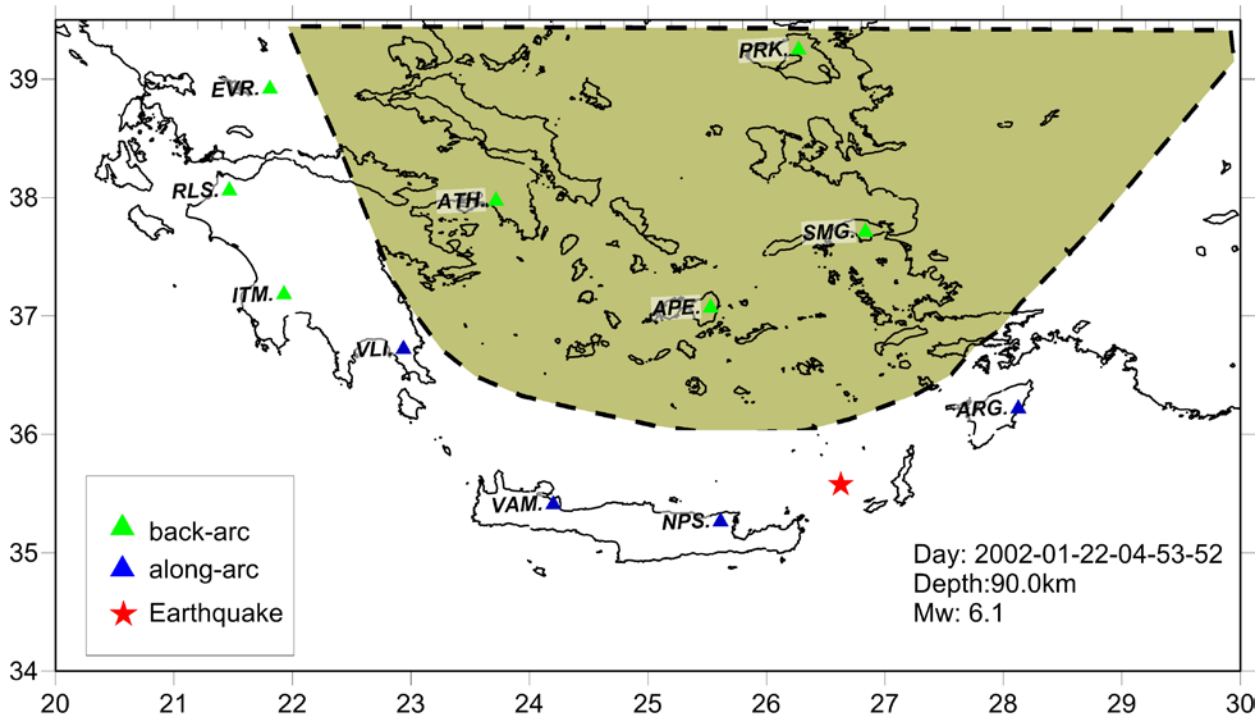


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

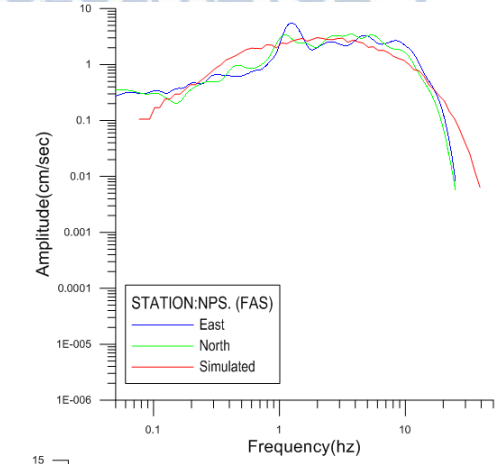


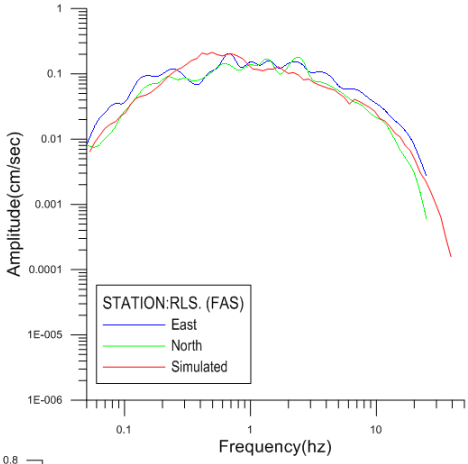
(21) 2002-01-22 04:53:52 Depth:90km Mw:6.1

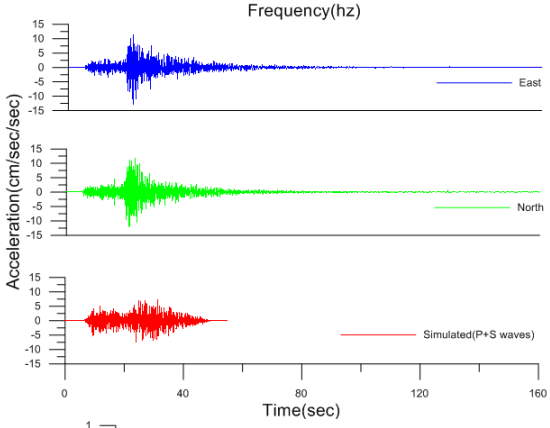


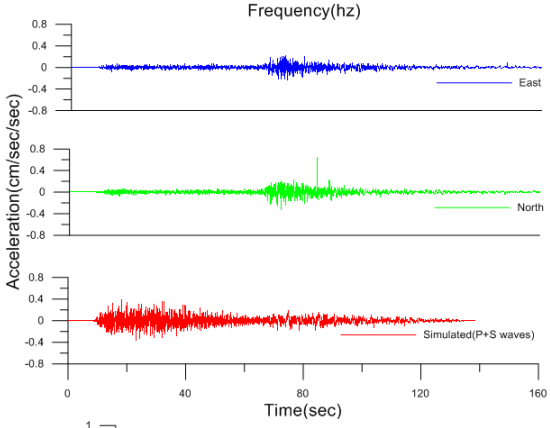
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

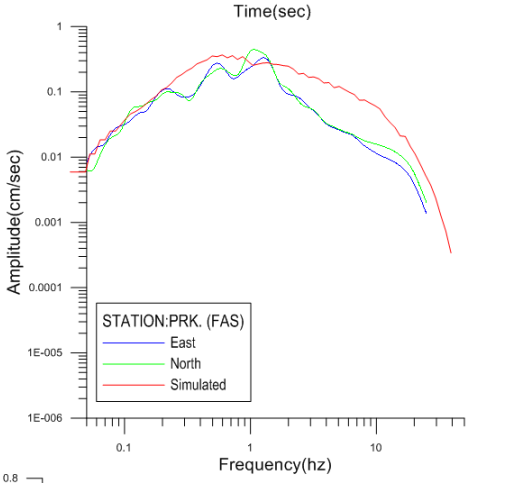
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

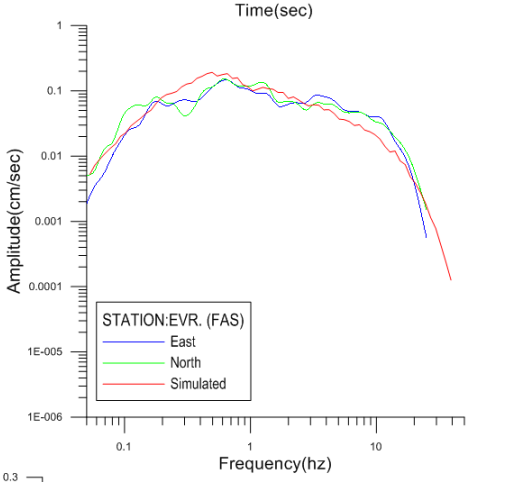


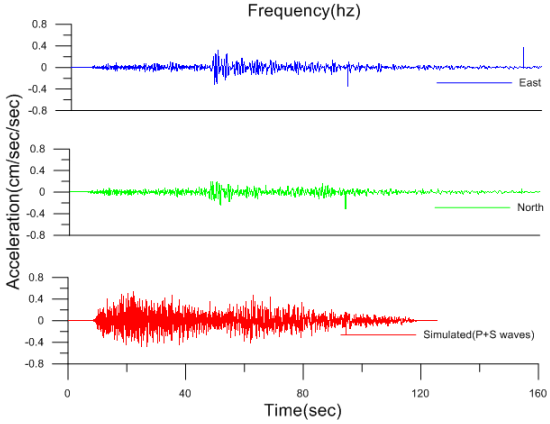


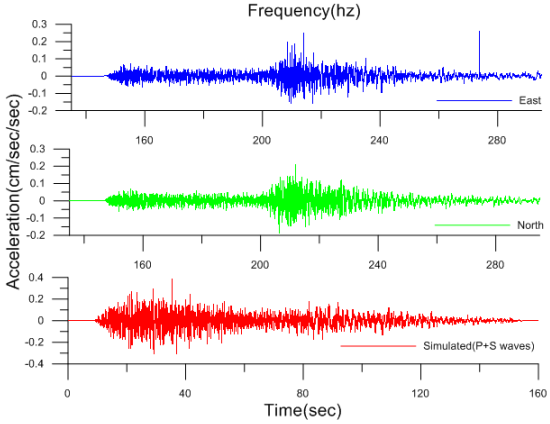






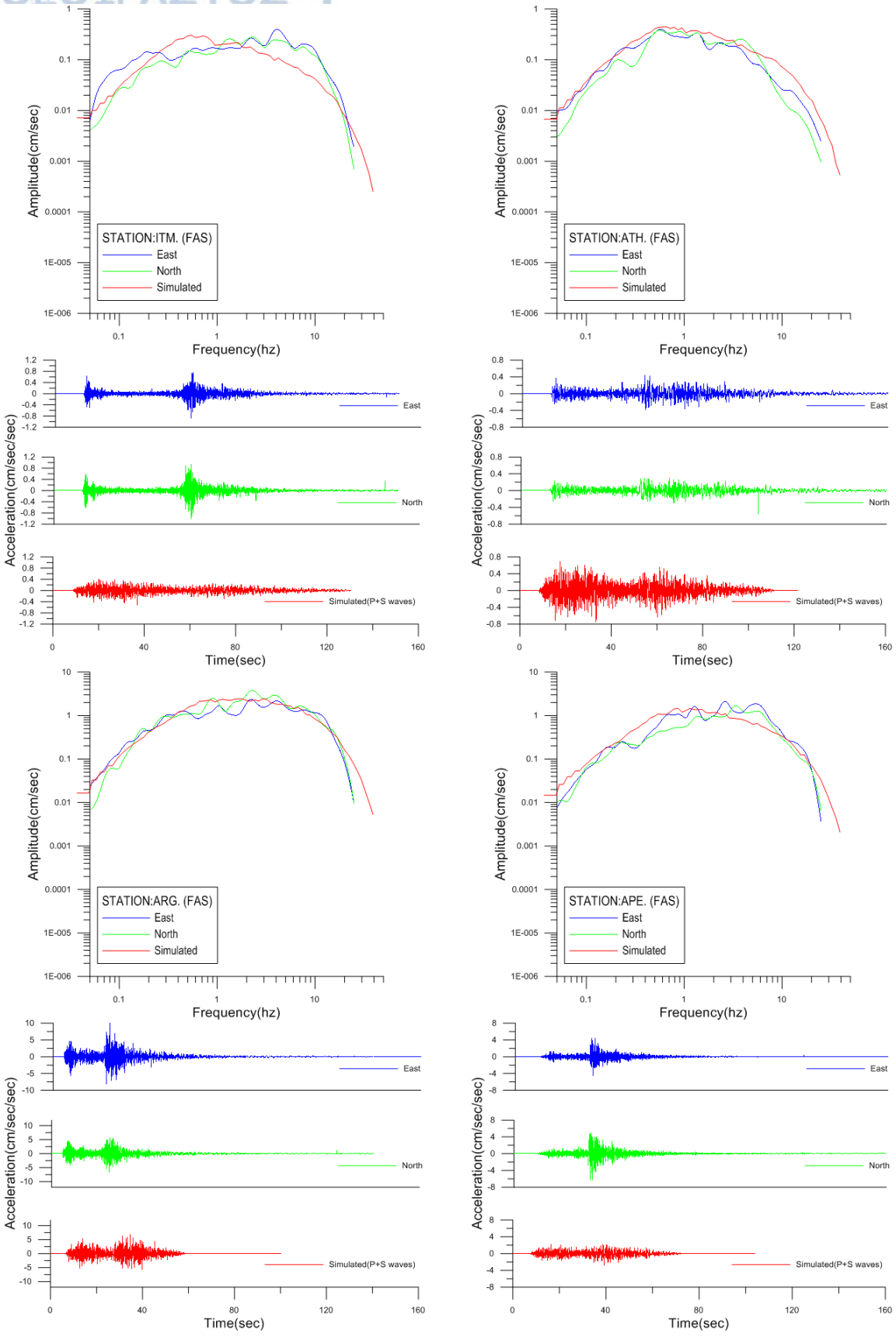






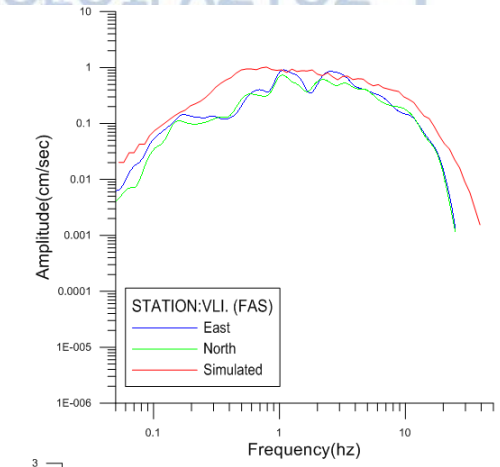
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

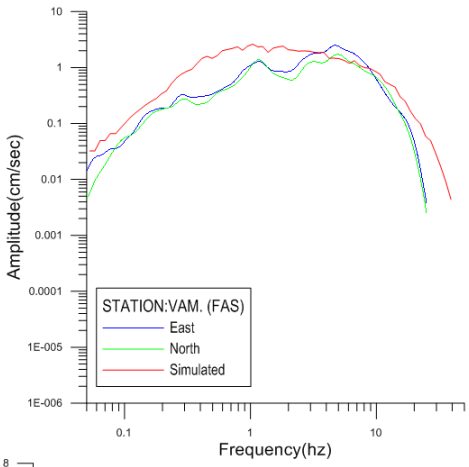
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

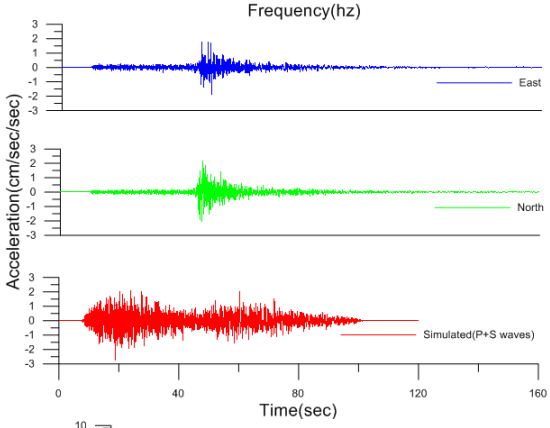


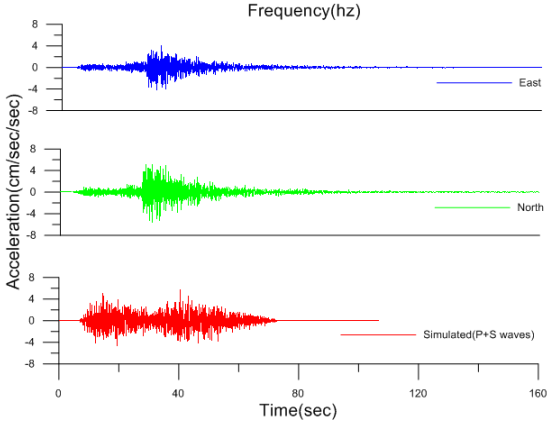
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

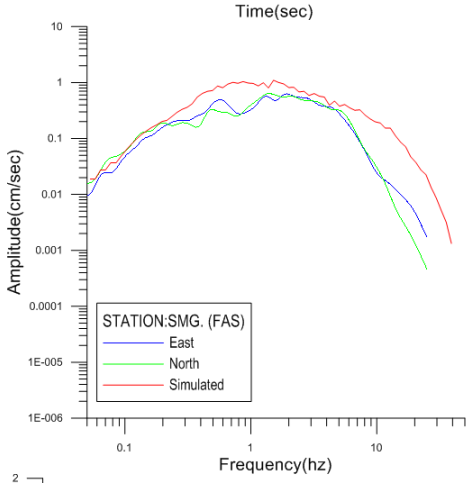
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

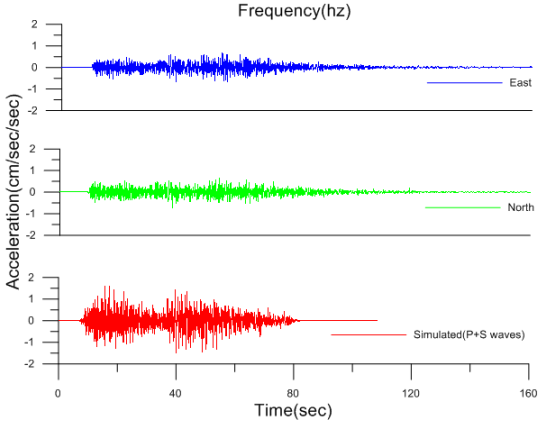










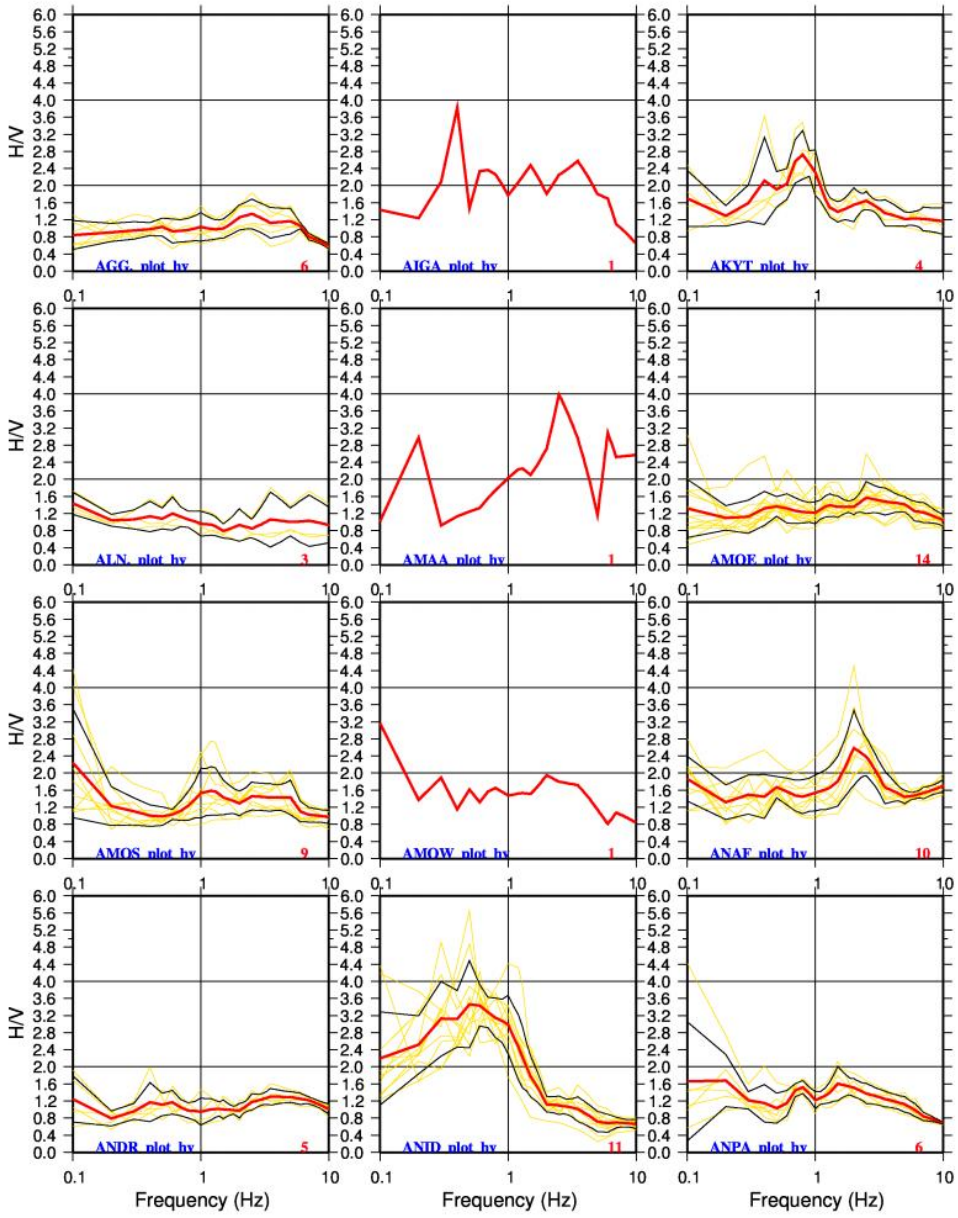


Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας

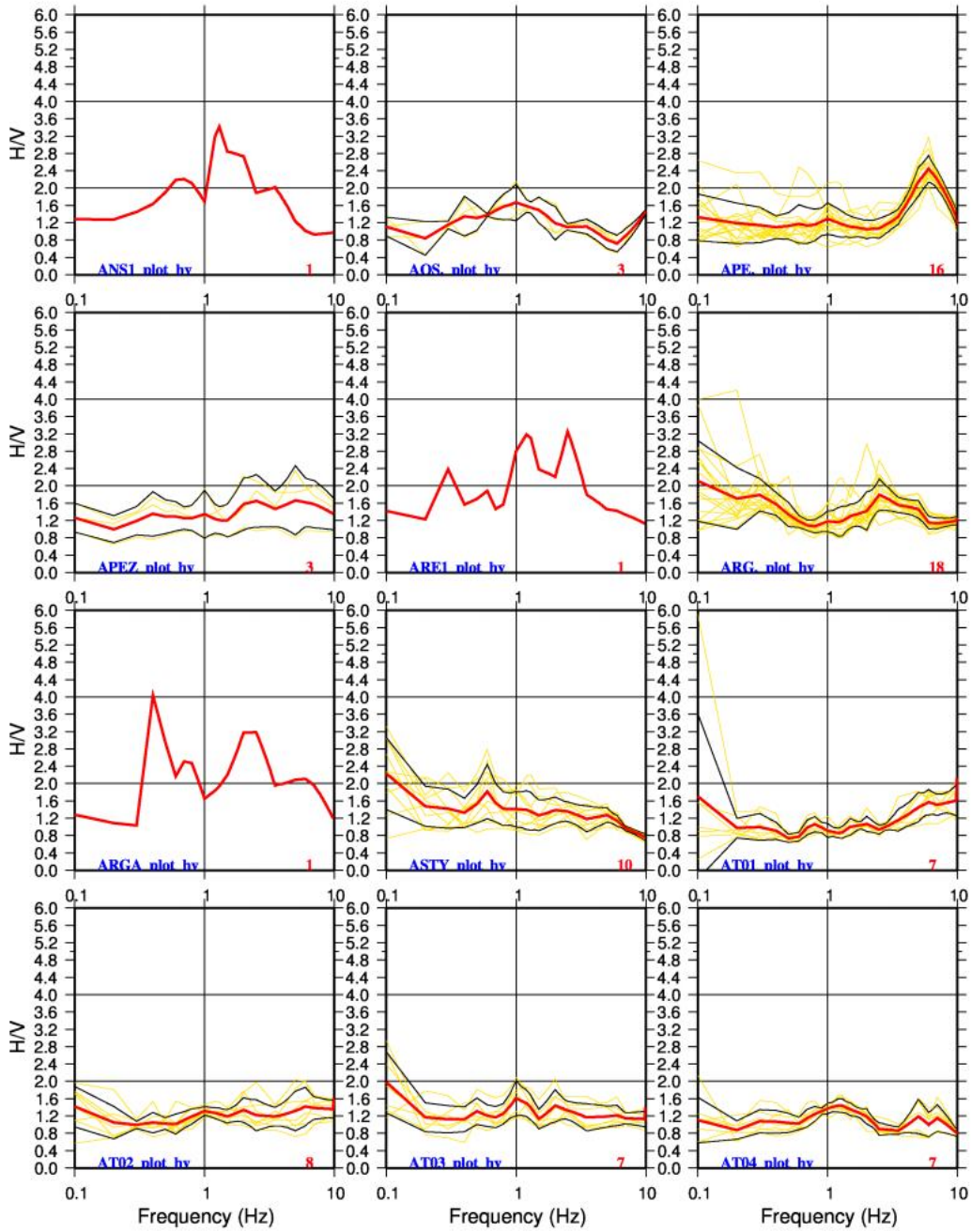
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Φασματικοί λόγοι της οριζόντιας προς την κατακόρυφη συνιστώσα (Horizontal to Vertical Spectral Ration, HVSR). Οι κίτρινες γραμμές αντιστοιχούν στους φασματικούς λόγους (που προέκυψαν με την μέθοδο HVSR) των σταθμών από δεδομένα διαφορετικών σεισμών ενώ με κόκκινη γραμμή είναι ο μέσος όρος HVSR για κάθε σταθμό. Με μαύρες γραμμές παρουσιάζονται τα διαστήματα της τυπικής απόκλισης από το μέσο όρο. Σε κάθε σχήμα αναγράφεται ο σταθμός (γαλάζιο χρώμα), καθώς και ο αριθμός των φασματικών λόγων που έχουν χρησιμοποιηθεί (κόκκινο χρώμα).



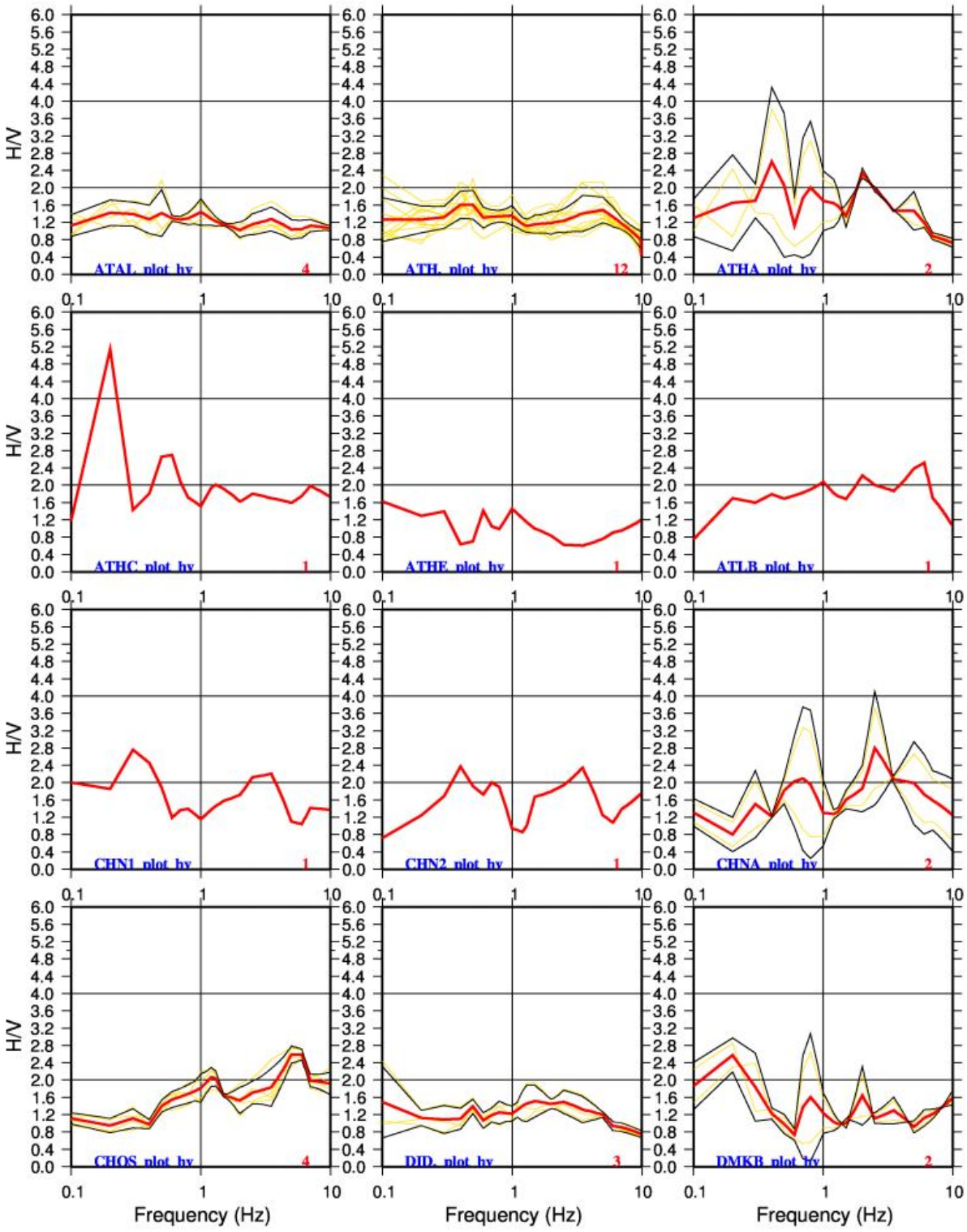
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



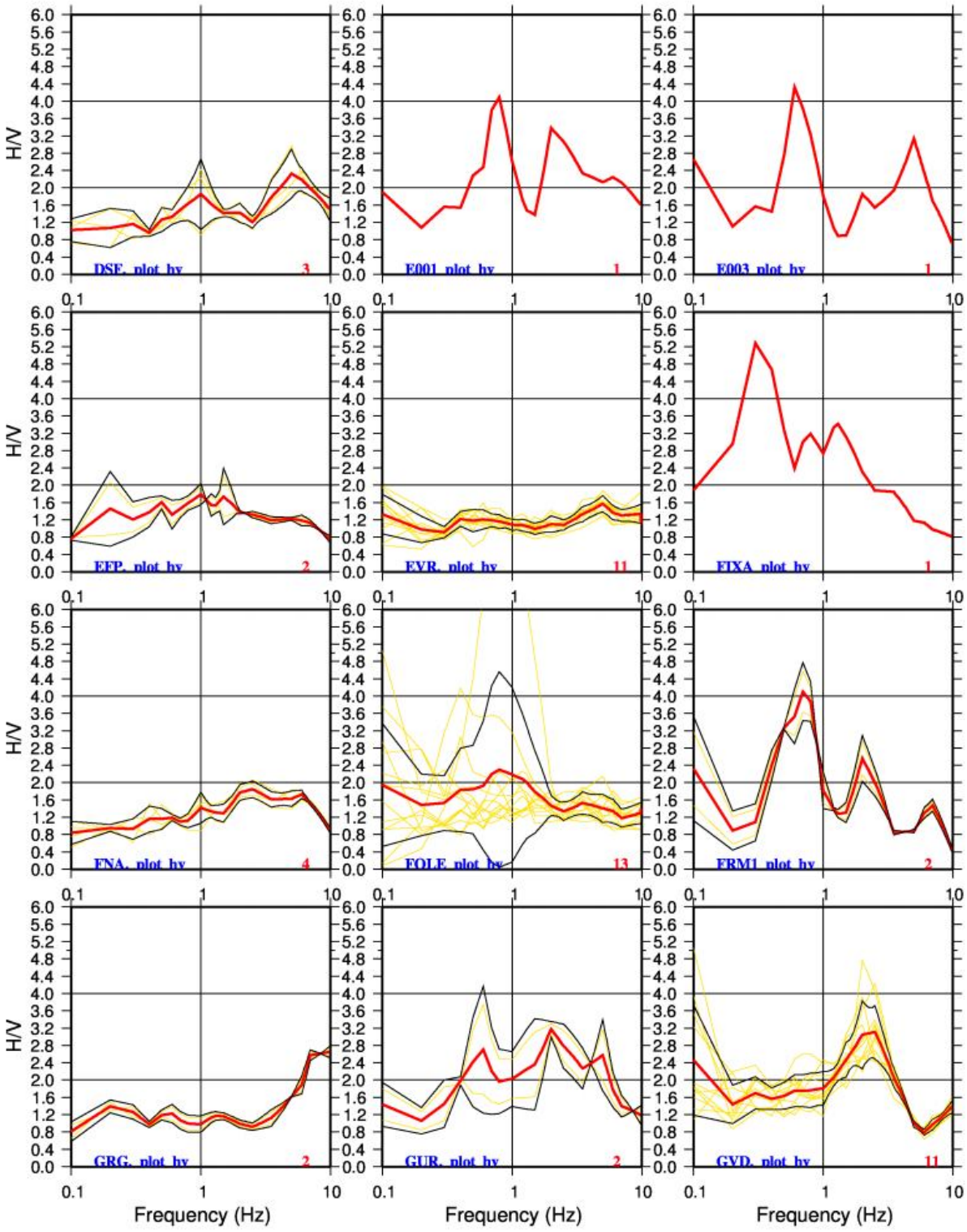
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



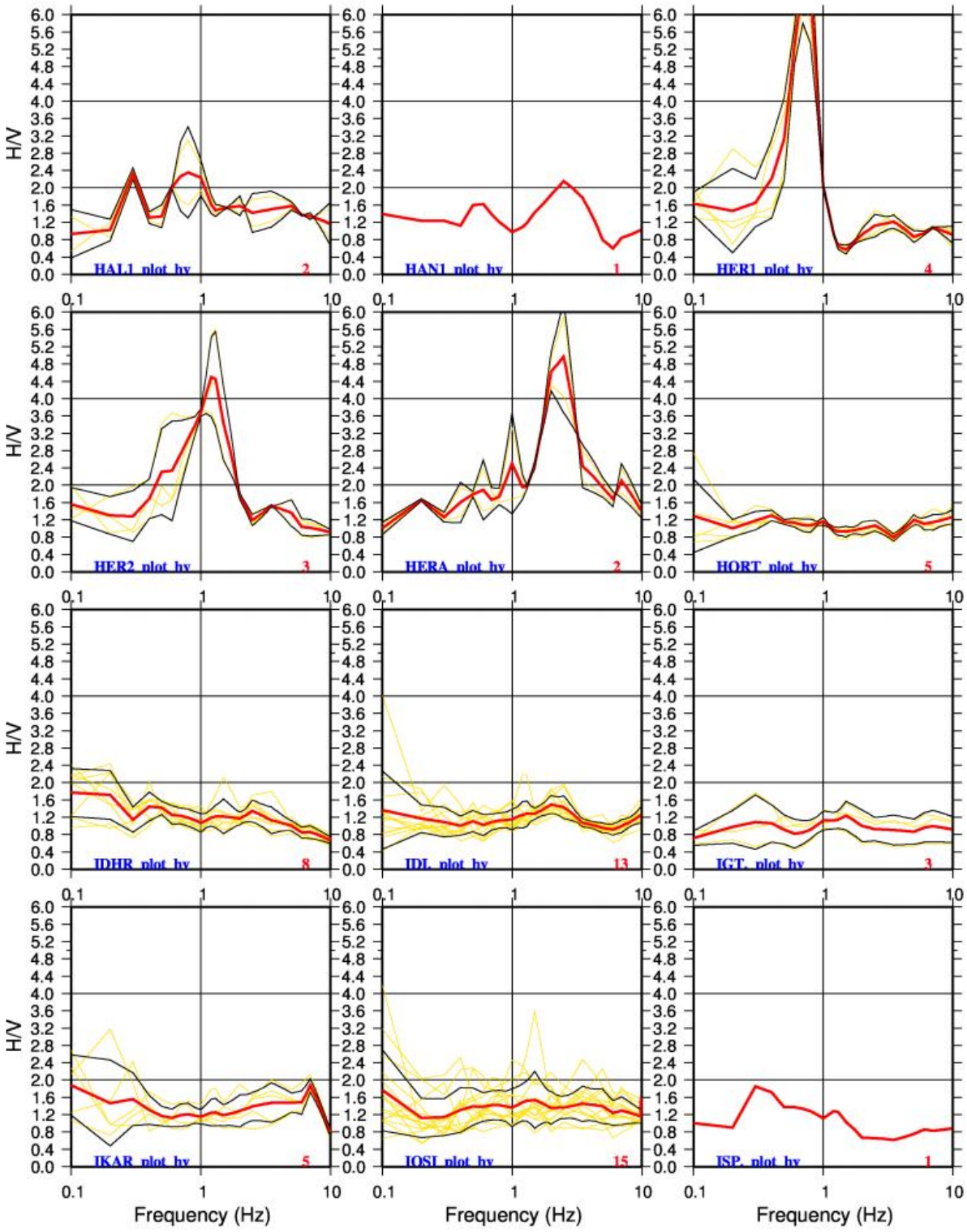
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



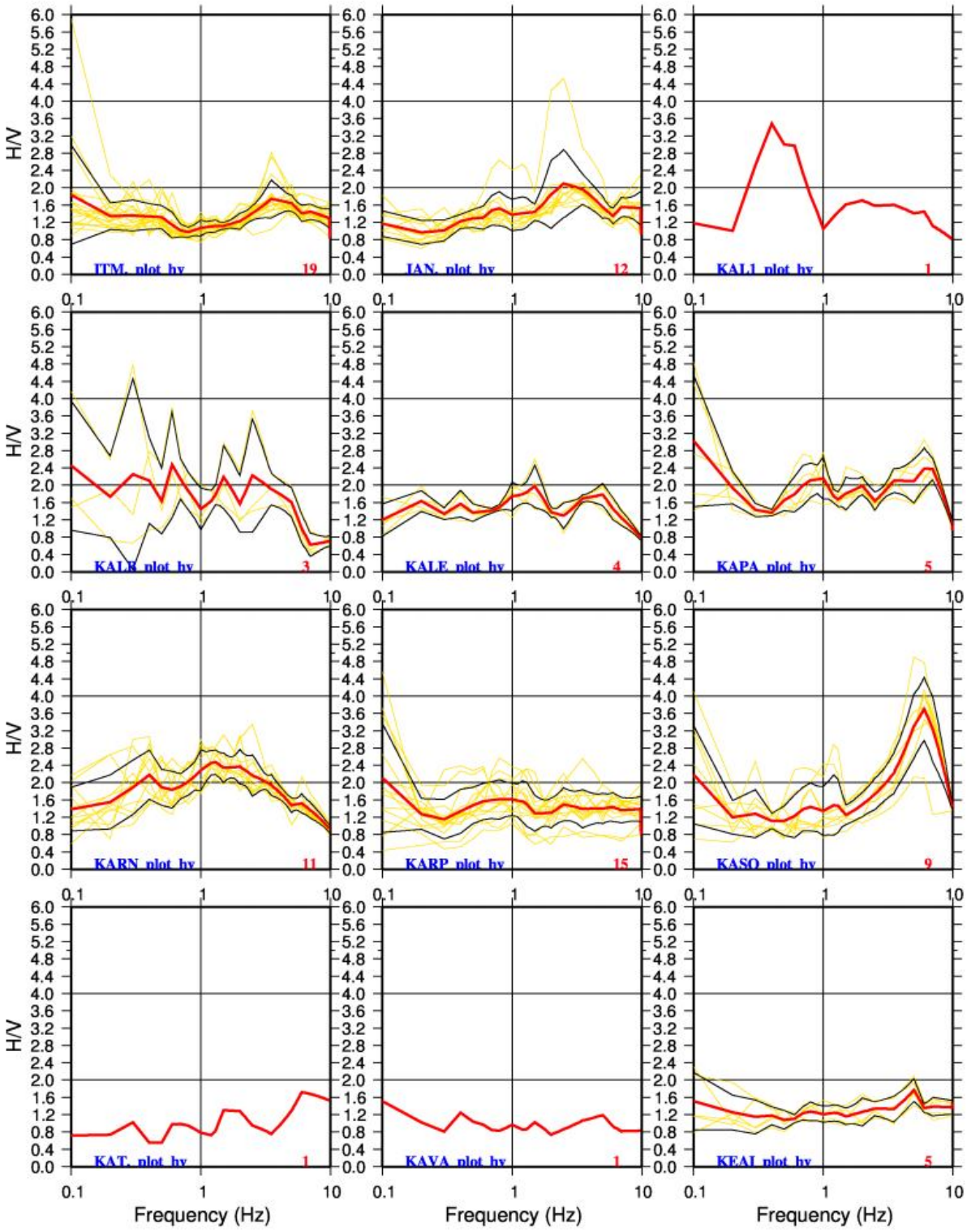
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



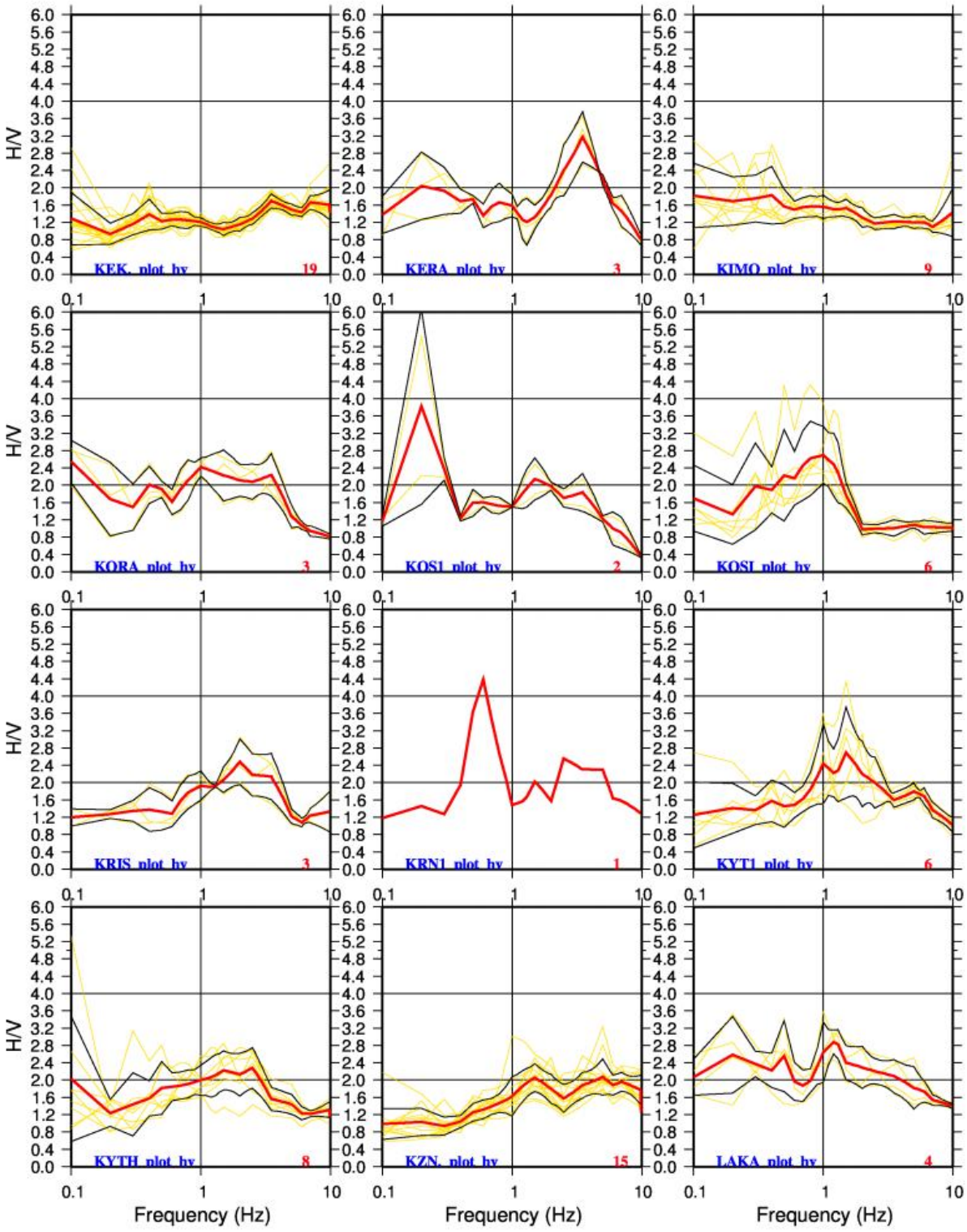
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



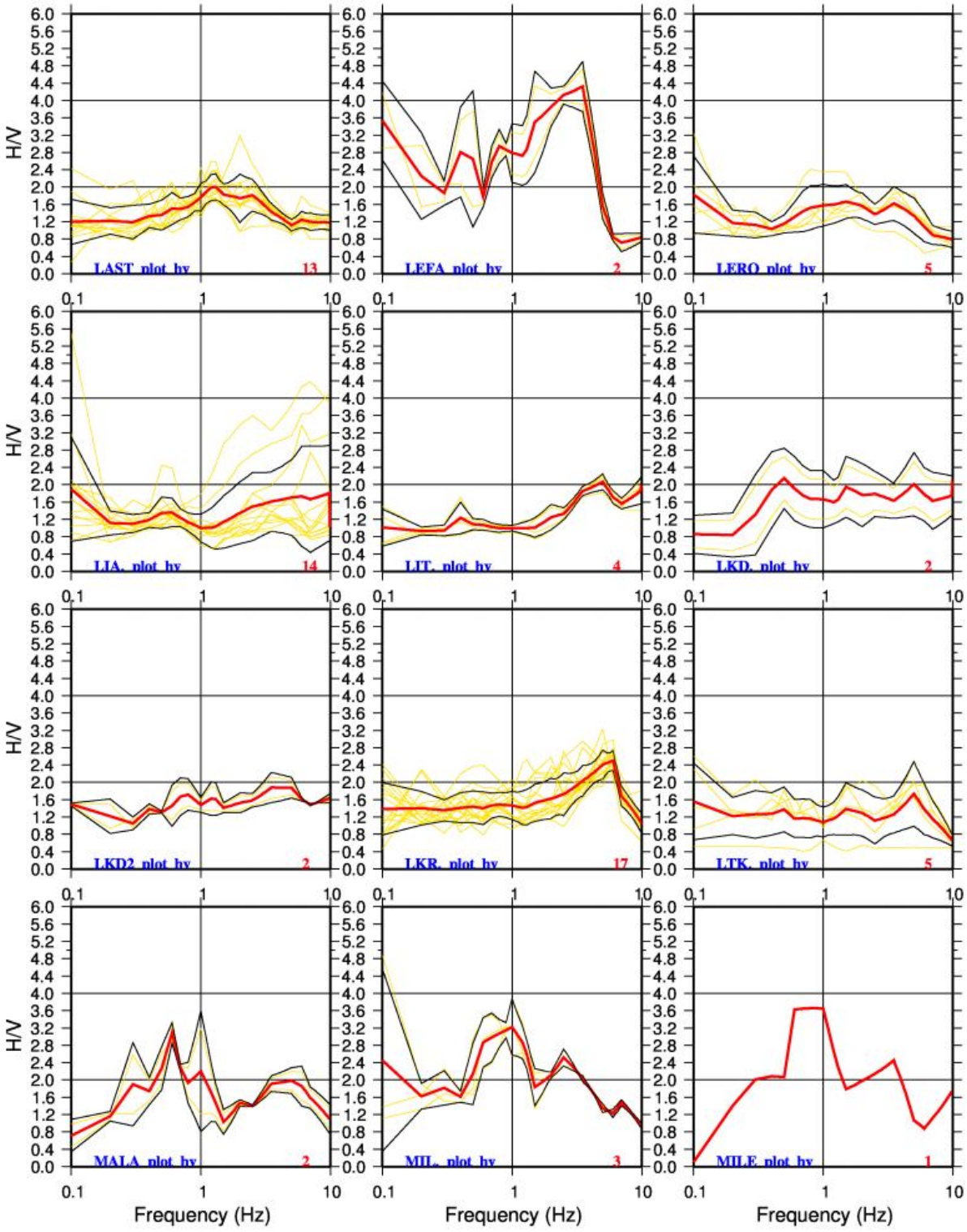
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



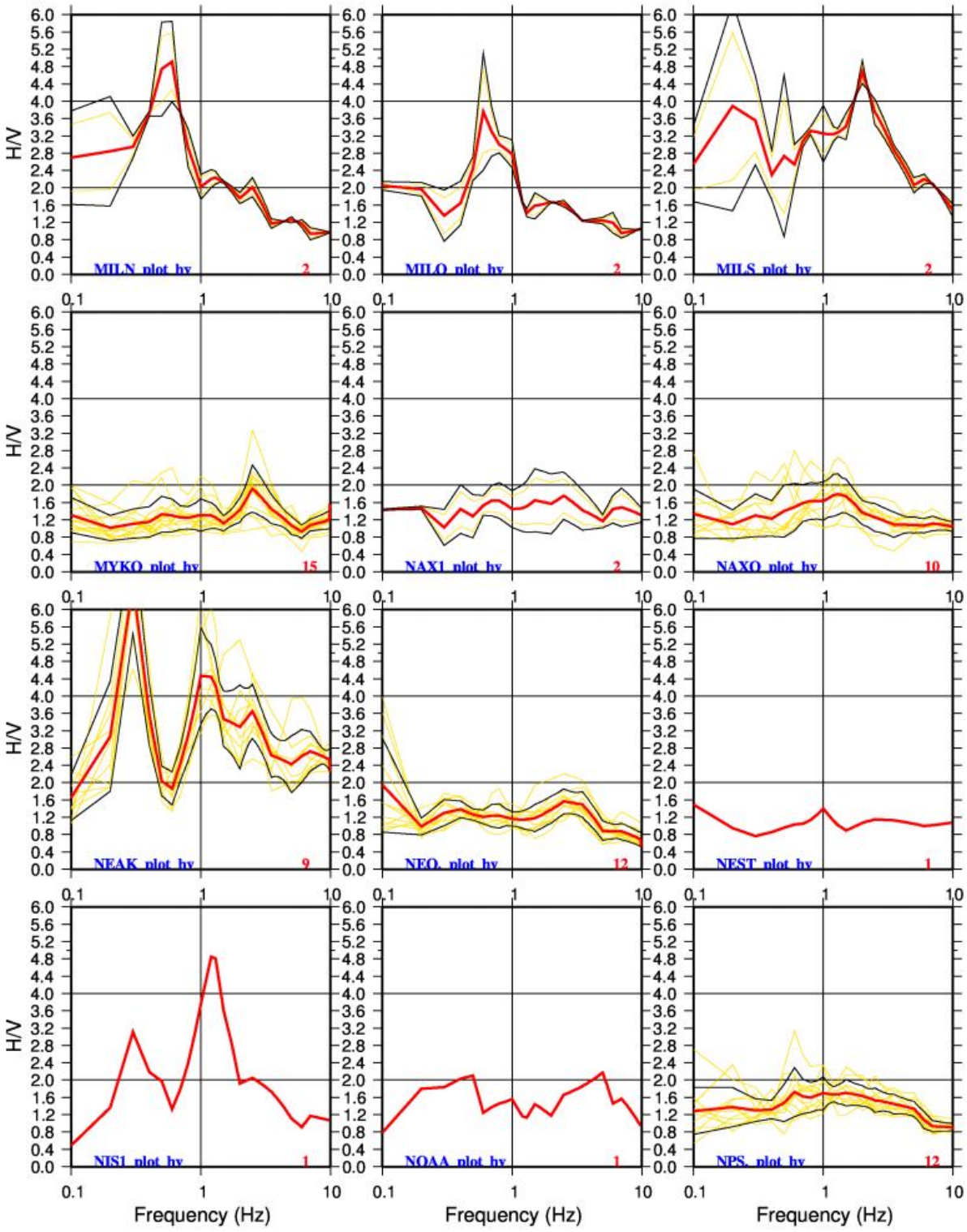
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



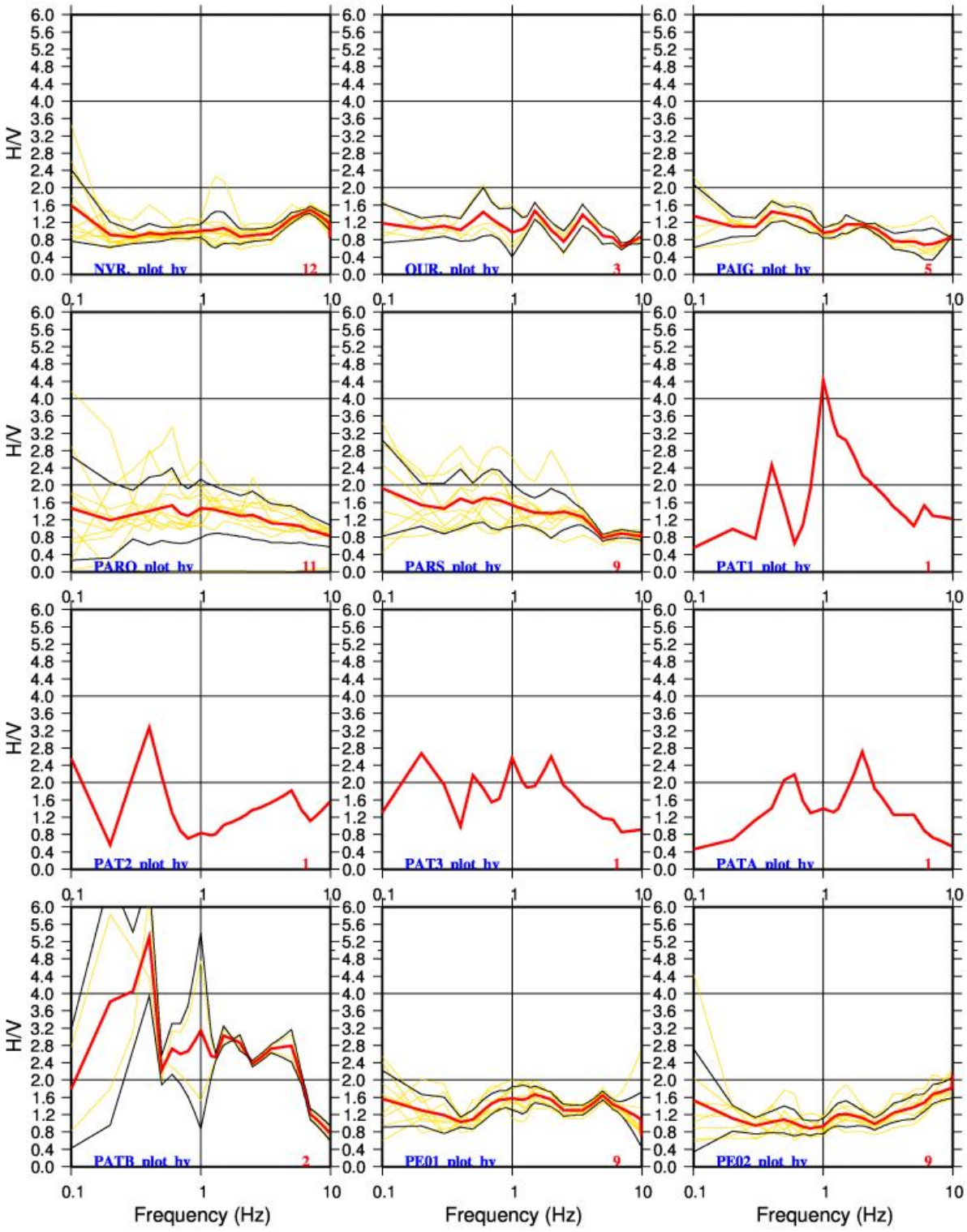
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



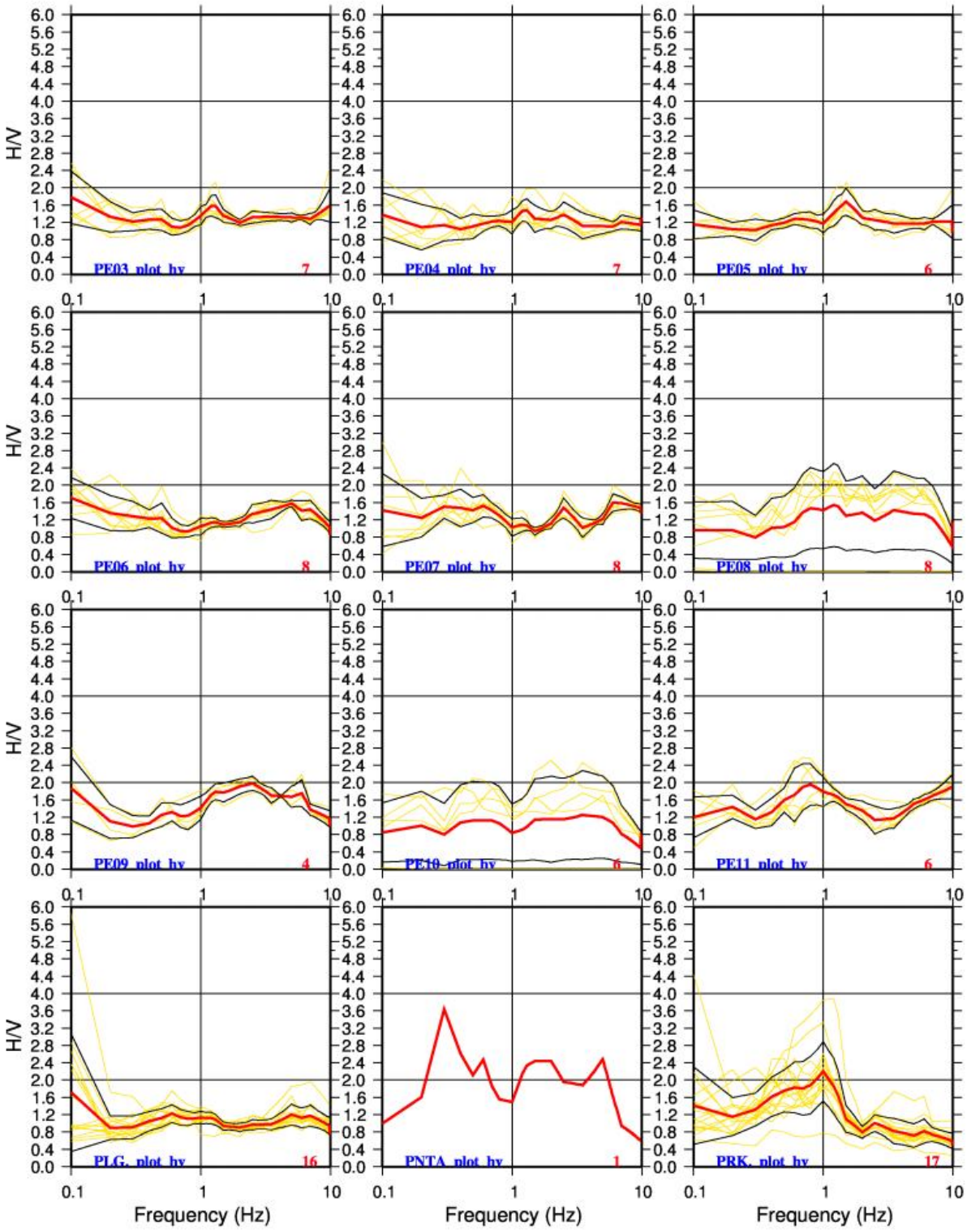
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



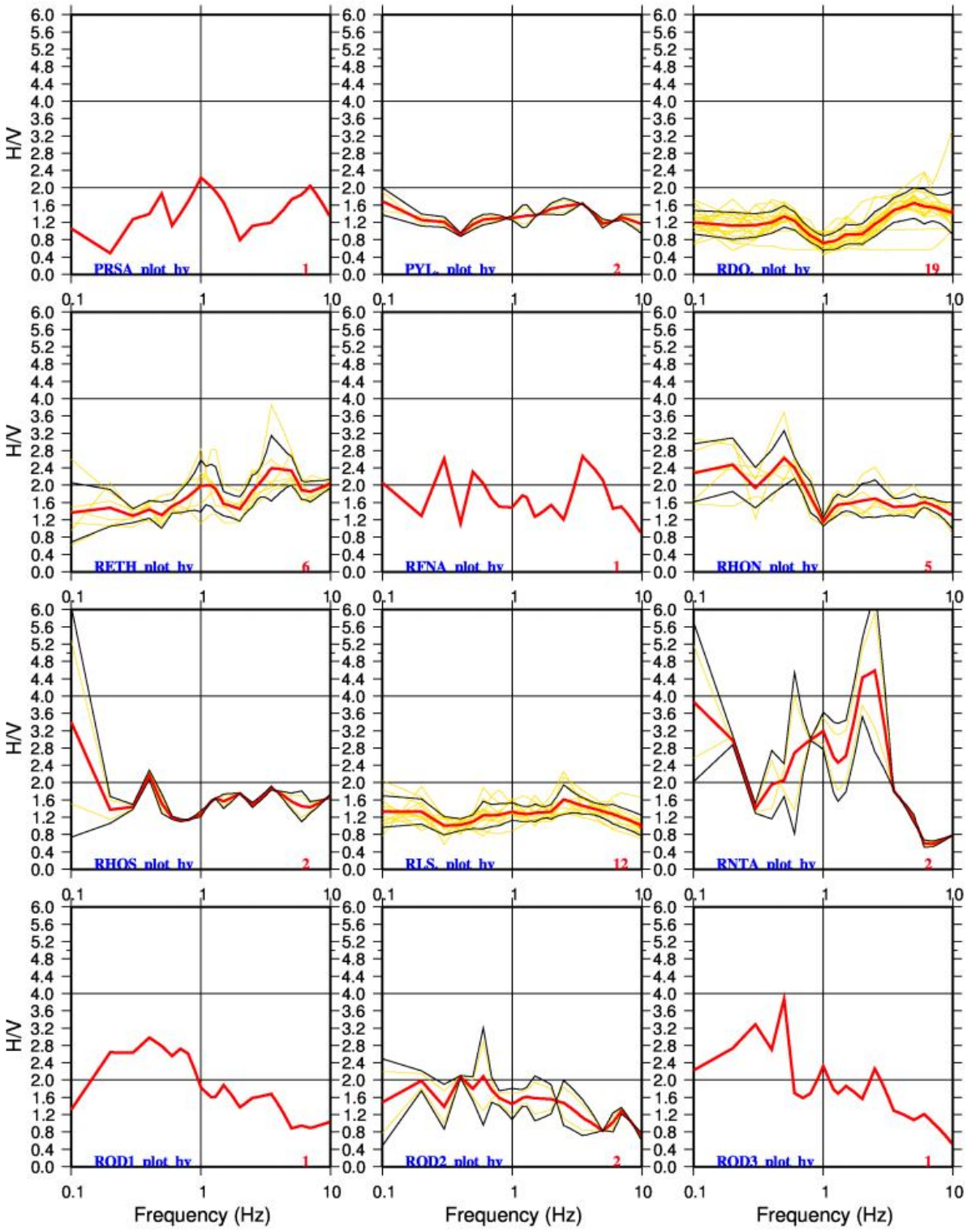
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



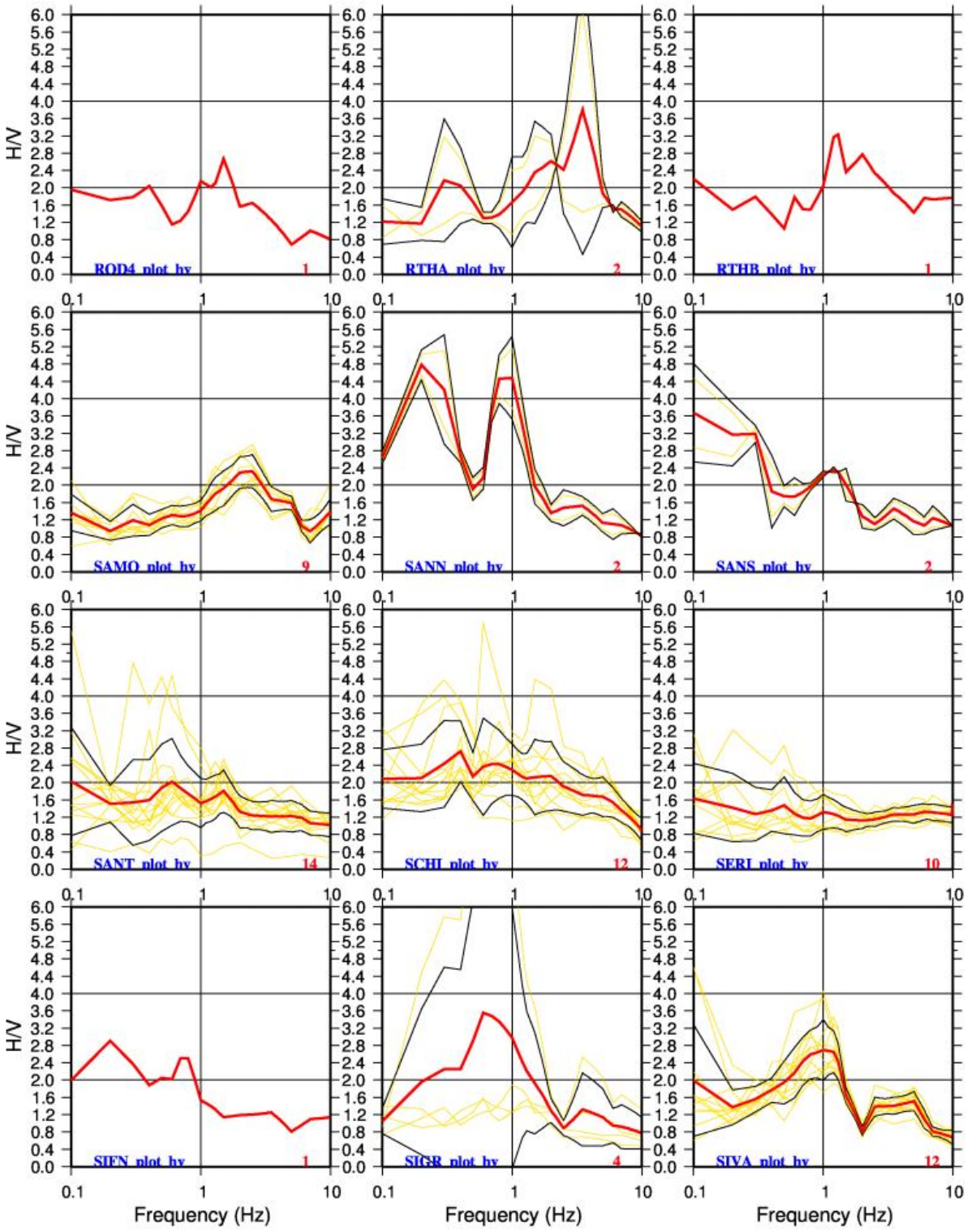
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



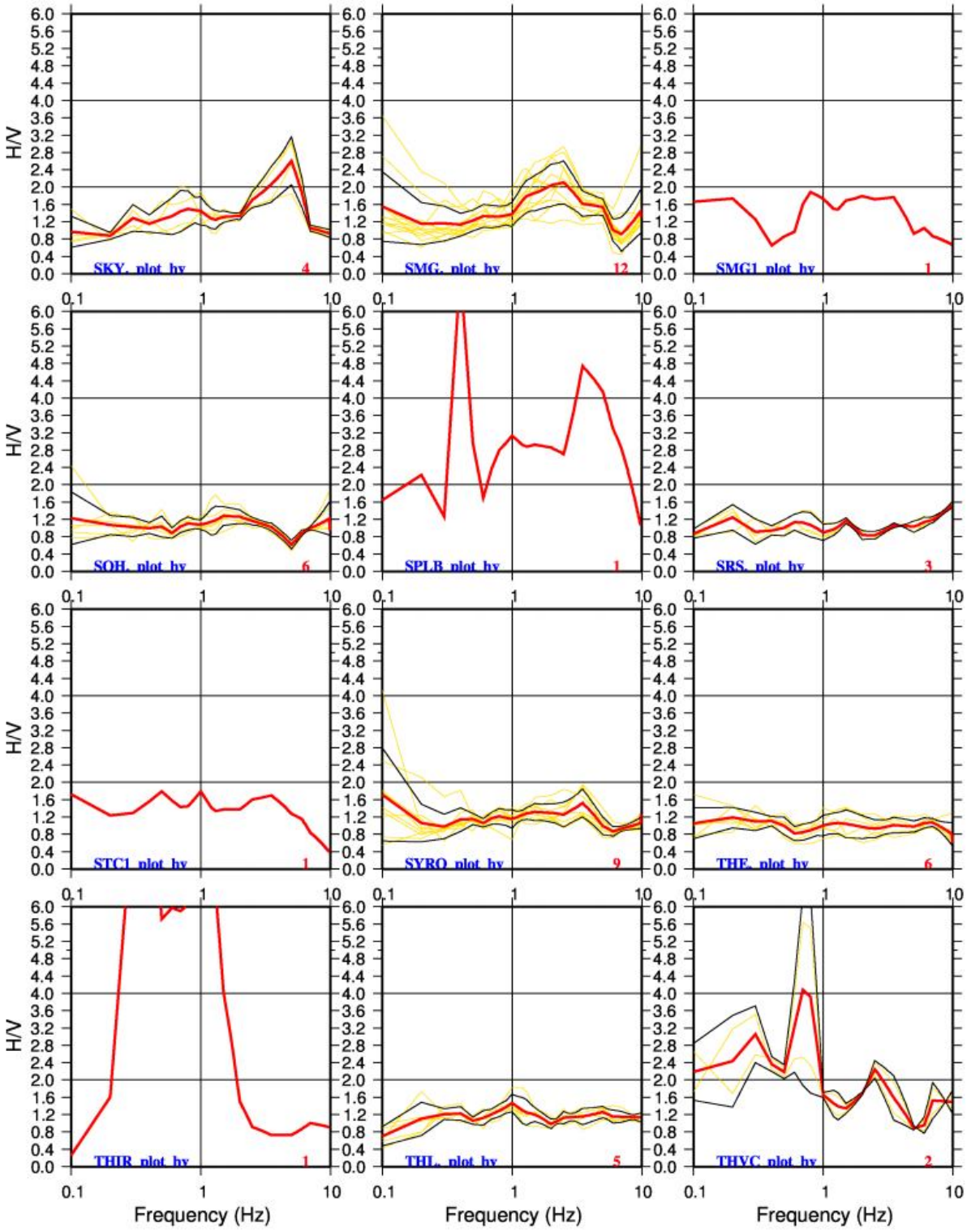
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



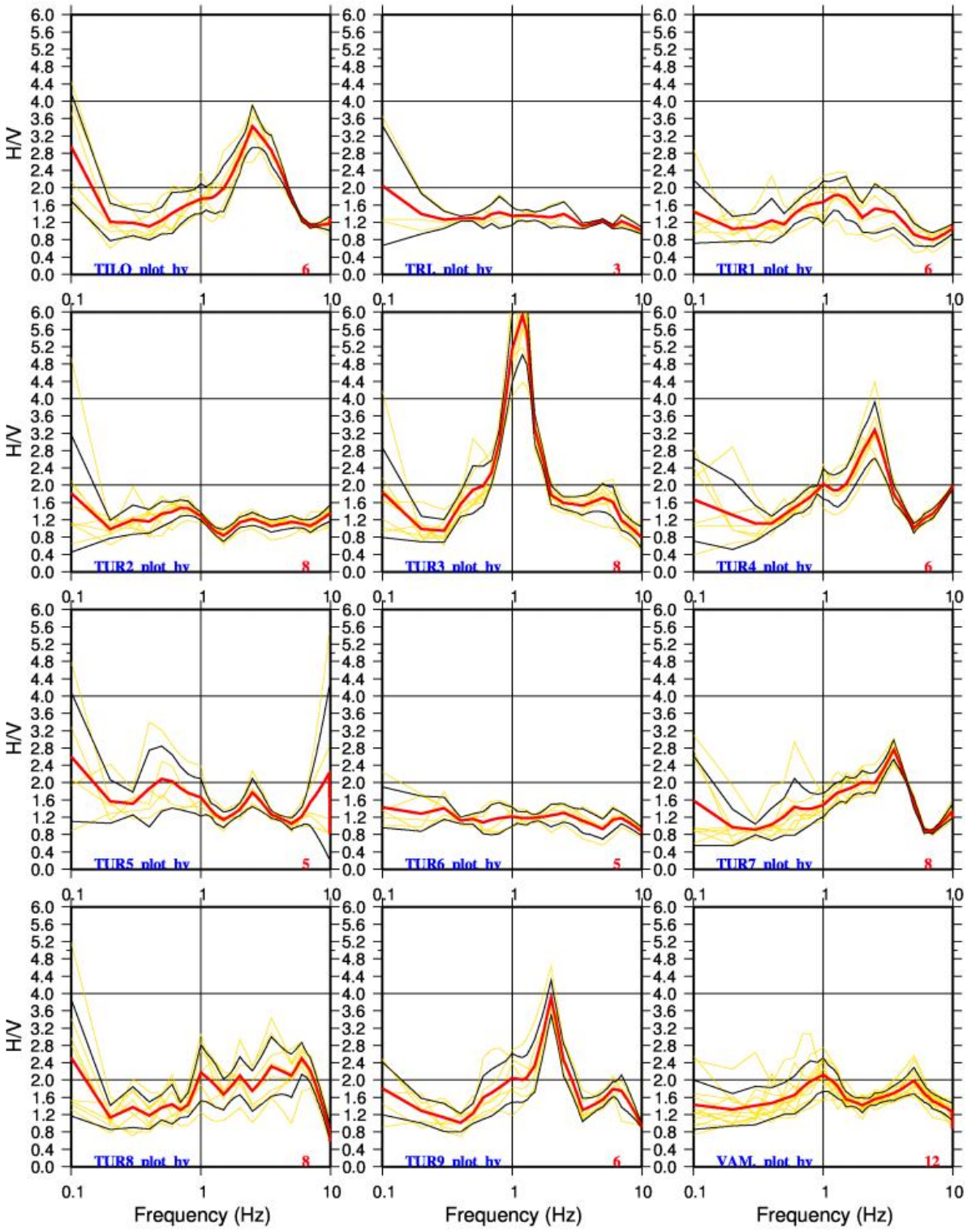
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



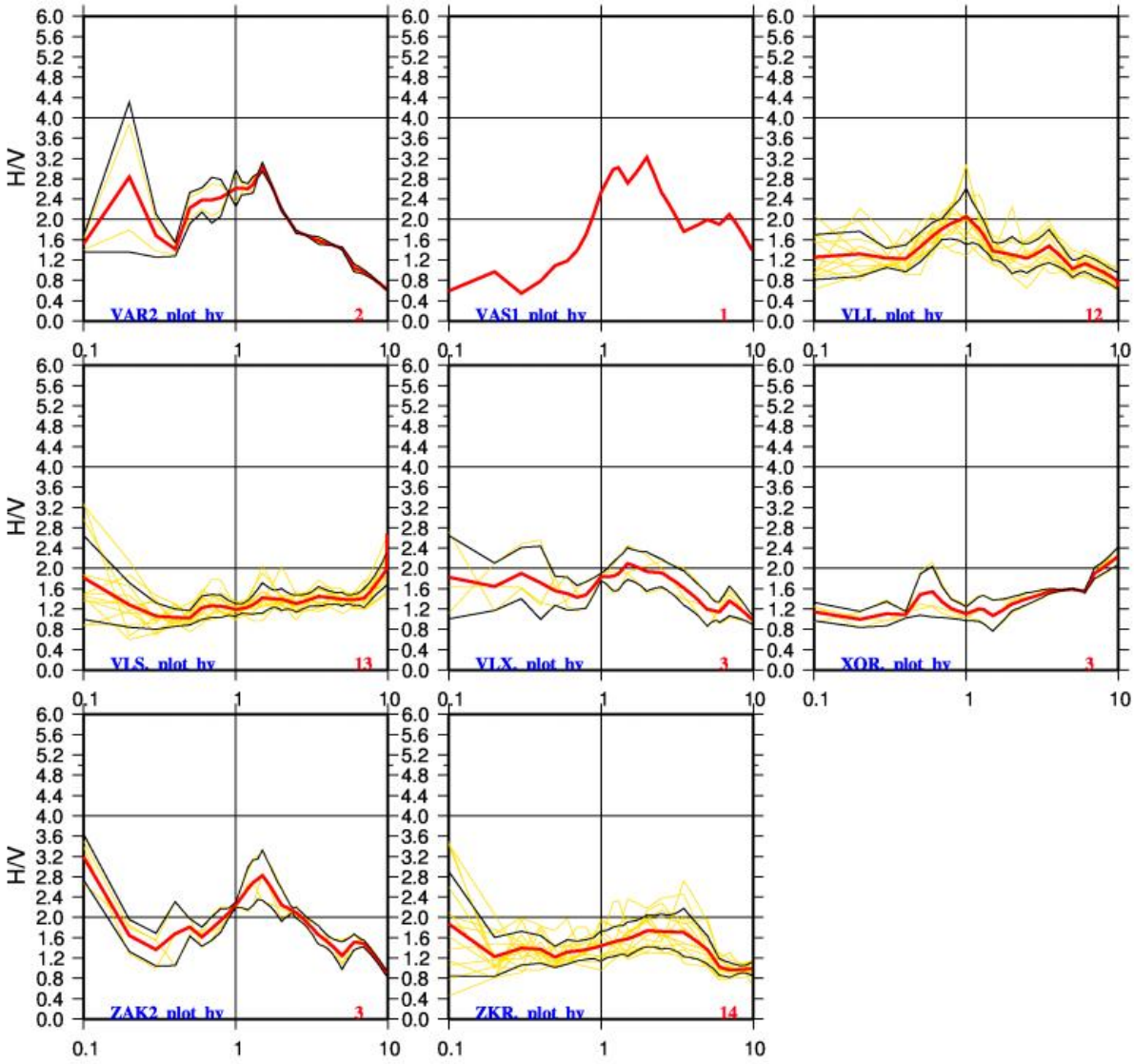
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης