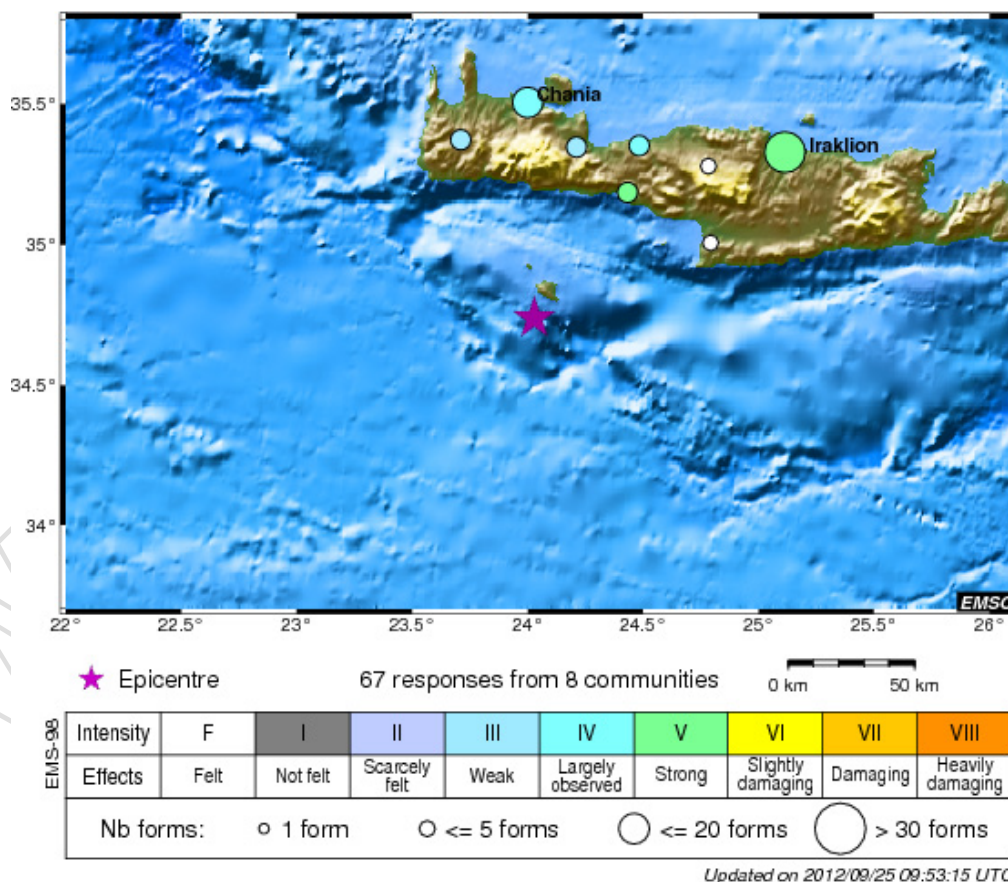


ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ ΣΤΟ ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ 5.3 ΤΗΣ 12/09/2012 ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

Την 12^η Σεπτεμβρίου 2012 και τοπική ώρα 06:27 σημειώθηκε στη περιοχή της Νοτιοδυτικής Κρήτης μία ισχυρή σεισμική δόνηση. Σύμφωνα με την ιστοσελίδα του Σεισμολογικού Σταθμού του ΑΠΘ (http://geophysics.geo.auth.gr/the_seisnet/ATLAS/web/20120912_032747/) πρόκειται για σεισμό με γεωγραφικές συντεταγμένες του epicέντρου 34.900 °Β 24.112 °Α και με βάθος του 6.5km. Το μέγεθος σεισμικής ροπής του σεισμού είναι $M_W=5.3$. Το epicέντρο του σεισμού εντοπίζεται στο θαλάσσιο χώρο της Νοτιοδυτικής Κρήτης στη περιοχή της Γαύδου. Ο σεισμός έγινε αισθητός στη Κρήτη με τη μέγιστη μακροσεισμική ένταση ($I_{EMS}=V$) να έχει παρατηρηθεί στη περιοχή του Ηρακλείου σύμφωνα με τις πληροφορίες οι οποίες συλλέχθηκαν από το Euro-Mediterranean Seismological Center. Η γεωγραφική κατανομή αυτών παρατίθενται στο χάρτη του σχήματος (1) (<http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=284984#map>). Το άστρο παριστάνει τη θέση του epicέντρου. Το χρώμα και το μέγεθος των κύκλων αντιστοιχούν στη τιμή της μακροσεισμικής έντασης και το πλήθος των παρατηρήσεων σύμφωνα με το υπόμνημα.

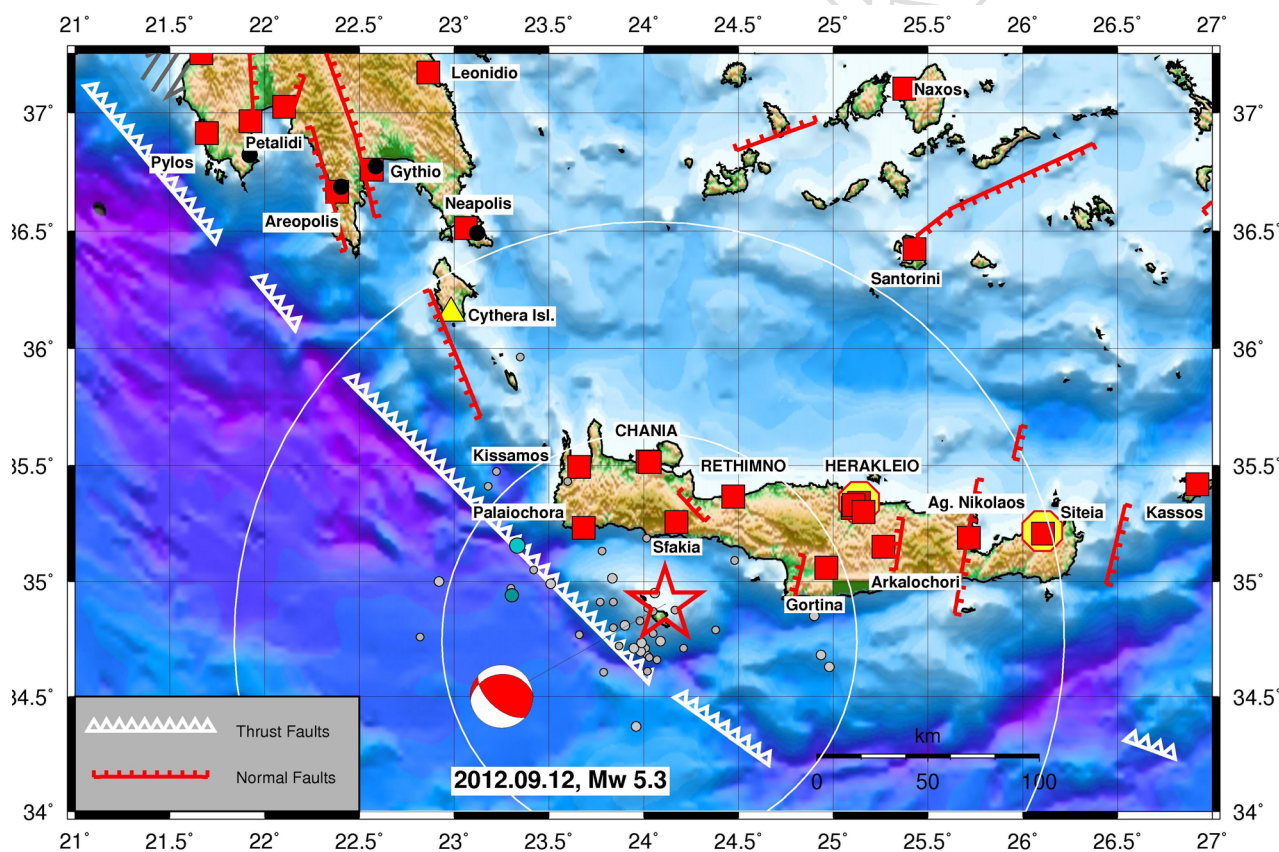


Σχήμα 1. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (EMSC <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=284984#map>)

Ο σεισμός έγινε στο νότιο τμήμα του Ελληνικού Τόξου το οποίο είναι μία από τις πλέον ενεργές σεισμογενείς περιοχές κατά μήκος της ζώνης σύγκλισης μεταξύ της Ευρασίας και της Αφρικής. Στο τμήμα αυτό της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου στον Αιγαίο χώρο εκλύεται περισσότερο από το 60% της σεισμικής δράσης του Ευρωπαϊκού χώρου, γεγονός το οποίο πιστοποιεί την ενεργό παραμόρφωση του χώρου. Η παραμόρφωση αυτή εκδηλώνεται με σεισμούς με μεγέθη μέχρι $M_w \approx 8.3$ (Papazachos, 1990, 1996). Η παραμόρφωση αυτή είναι το αποτέλεσμα της βύθισης της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από το Αιγαίο κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου (Papazachos and Delibasis, 1969; Papazachos and Comninakis, 1970, 1971; Le Pichon and Angelier, 1979) καθώς και της προς τα Δυτικά κίνησης της πλάκας της Ανατολίας κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας (McKenzie, 1970, 1972) και της επέκτασης του στο Β. Αιγαίο κατά μήκος της τάφρου του Βορείου Αιγαίου. Το επίκεντρο του σεισμού είναι στα όρια της Ελληνικής Τάφρου.

Το **ΙΤΣΑΚ**-ΟΑΣΠ έχει εγκαταστήσει πρόσφατα στον Ελληνικό χώρο ένα πυκνό δίκτυο επιταχυνσιογράφων συνεχούς λειτουργίας. Οι επιταχυνσιογράφοι είναι τύπου CMG-5TDE της Guralp Systems Ltd (<http://www.guralp.com/product-range/5t-accelerometers/>) οι οποίοι είναι εξοπλισμένοι με επιταχυνσιόμετρα ευρέως φάσματος, καταγραφείς ανάλυσης 24 bits, σύστημα απόλυτου χρόνου (GPS) και μεταβιβάζουν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο στις εγκαταστάσεις του **ΙΤΣΑΚ**-ΟΑΣΠ στη Θεσσαλονίκη.

Στο χάρτη του σχήματος (2) τα κόκκινα τετράγωνα δίνουν τη χωροθέτηση των θέσεων των επιταχυνσιογράφων CMG-5TDE συνεχούς μεταφοράς δεδομένων του **ΙΤΣΑΚ**-ΟΑΣΠ στη Κρήτη και τις γύρω



Seismicity 2012, 12.09. – 25.09

Faults after Papazachos et al. 2001
 Epicenter after GL-AUTH
 F.P.S. after GFZ Potsdam and GLOBALCMT

Σχήμα 2. Γεωγραφική κατανομή των θέσεων των επιταχυνσιογράφων στη Κρήτη και τις γύρω περιοχές του δικτύου του **ΙΤΣΑΚ**-ΟΑΣΠ. Δίνονται επίσης τα ρήγματα ισχυρών επιφανειακών σεισμών (Παπαζάχος και συν., 2001), το επίκεντρο του σεισμού, οι σεισμοί στο διάστημα 12.09. – 25.09.2012 στην ευρύτερη περιοχή του επικέντρου και ο μηχανισμός γένεσης.



περιοχές. Τα δεδομένα μεταφέρονται αδιάλειπτα μέσω του δικτύου SYZEFXIS. Το κίτρινο τρίγωνο παριστάνει τη θέση επιταχυνσιογράφου Etna (18 bits) στα Κύθηρα, τα εξαγωνα αντιστοιχούν στις εγκαταστάσεις SSA-2 (12-bits) ενώ οι μαύροι κύκλοι τις θέσεις επιταχυνσιογράφων QDR (11 bits). Αυτά τα όργανα είναι σε λειτουργία με ενεργοποίηση καταγραφής όταν η εδαφική επιτάχυνση υπερβεί ένα προεπιλεγμένο επίπεδο διέγερσης και συνδέονται με τις εγκαταστάσεις του **ΙΤΣΑΚ**-ΟΑΣΠ μέσω τηλεφωνικής τηλεμετρίας και δεν διεγέρθηκαν από τον σεισμό αυτό.

Στον ίδιο χάρτη το κόκκινο άστρο παριστάνει το επίκεντρο του σεισμού ($M_w 5.3$) ενώ παρατίθεται και ο μηχανισμός γένεσης ο οποίος υπολογίστηκε από το GFZ-Potsdam (<http://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/event.php?id=gfz2012ryed&from=email>). Ο μηχανισμός αυτός δείχνει ότι ο σεισμός της 12^{ης} Σεπτεμβρίου 2012 προκλήθηκε από μία ανάστροφη διάρρηξη, η οποία είναι σε συμφωνία με το πεδίο των τάσεων στη περιοχή (Parazachos et al., 1999) και τον τυπικό μηχανισμό για την περιοχή της νότιας Κρήτης (Parazachos and Parazachou 1997, 2003). Οι δύο ομόκεντροι κύκλοι παριστάνουν τις επικεντρικές αποστάσεις των 100 και 200 km. Τα ρήγματα των επιφανειακών σεισμών είναι από την εργασία των Παπαζάχου και συν. (2001).

Στον Πίνακα I δίνονται οι μέγιστες τιμές της εδαφικής επιτάχυνσης (cm/sec^2), ταχύτητας (cm/sec) και μετάθεσης (cm) από την προκαταρκτική ανάλυση των καταγραφών από τους επιταχυνσιογράφους συνεχούς καταγραφής Guralp CMG-5TDE οι οποίοι φαίνονται στο χάρτη του σχήματος (2). Για την ανάλυση των καταγραφών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ViewWave[©] (Kashima, 2005). Στο Παράρτημα δίνονται οι γραφικές παραστάσεις των αναλύσεων των καταγραφών. Οι γραφικές παραστάσεις των αναλύσεων των καταγραφών εμφανίζονται με Click στο όνομα της κάθε θέσης στον Πίνακα I.

ΠΙΝΑΚΑΣ I. Αποτελέσματα από την ανάλυση των καταγραφών των επιταχυνσιογράφων στη περιοχή του Νοτιοανατολικού Αιγαίου.

ΘΕΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec^2	ΤΑΧΥΤΗΤΑ cm/sec	ΜΕΤΑΘΕΣΗ cm
<u>ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ</u> - ΛΑΣΙΘΙΟΥ	$\Delta=150 \text{ km}$			
NS-comp		1.00	0.10	0.03
EW-comp		0.70	0.09	0.02
Z-comp		0.50	0.05	0.02
<u>ΑΡΕΟΠΟΛΙΣ</u>	$\Delta=251 \text{ km}$			
NS-comp		0.10	0.02	0.01
EW-comp		0.20	0.02	0.02
Z-comp		0.10	0.02	0.01
<u>ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ</u>	$\Delta=109 \text{ km}$			
NS-comp		3.6	0.33	0.05
EW-comp		2.9	0.24	0.05
Z-comp		1.8	0.13	0.03
<u>ΓΟΡΤΥΝΑ</u>	$\Delta=80 \text{ km}$			
NS-comp		5.2	0.60	0.08
EW-comp		3.4	0.36	0.08
Z-comp		3.2	0.30	0.05



ΘΕΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec ²	ΤΑΧΥΤΗΤΑ cm/sec	ΜΕΤΑΘΕΣΗ cm
ΓΥΘΕΙΟ	Δ=249 km			
NS-comp		0.3	0.04	0.01
EW-comp		0.3	0.03	0.01
Z-comp		0.1	0.01	0.01
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ	Δ=105 km			
NS-comp		4.1	0.35	0.05
EW-comp		3.7	0.37	0.05
Z-comp		2.4	0.18	0.02
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ. ΕΛΕΓΧΟΥ	Δ=102 km			
NS-comp		6.2	0.97	0.13
EW-comp		7.1	0.56	0.09
Z-comp		4.0	0.28	0.04
ΙΜΠΡΟΣ-ΣΦΑΚΙΩΝ	Δ=40 km			
NS-comp		20.2	1.04	0.07
EW-comp		23.8	0.87	0.05
Z-comp		13.4	0.44	0.04
ΚΑΣΟΣ	Δ=249 km			
NS-comp		0.1	0.03	0.01
EW-comp		0.1	0.03	0.01
Z-comp		0.1	0.02	0.01
ΚΙΣΣΑΜΟΣ-ΧΑΝΙΩΝ	Δ=78 km			
NS-comp		4.3	0.40	0.05
EW-comp		3.4	0.36	0.06
Z-comp		2.3	0.23	0.03
ΛΕΩΝΙΔΙΟ	Δ=276 km			
NS-comp		0.1	0.01	(*)
EW-comp		0.1	0.01	(*)
Z-comp		0.1	0.01	(*)
ΝΑΞΟΣ	Δ=270 km			
NS-comp		0.1	0.01	(*)
EW-comp		0.1	0.01	(*)
Z-comp		0.1	0.01	(*)

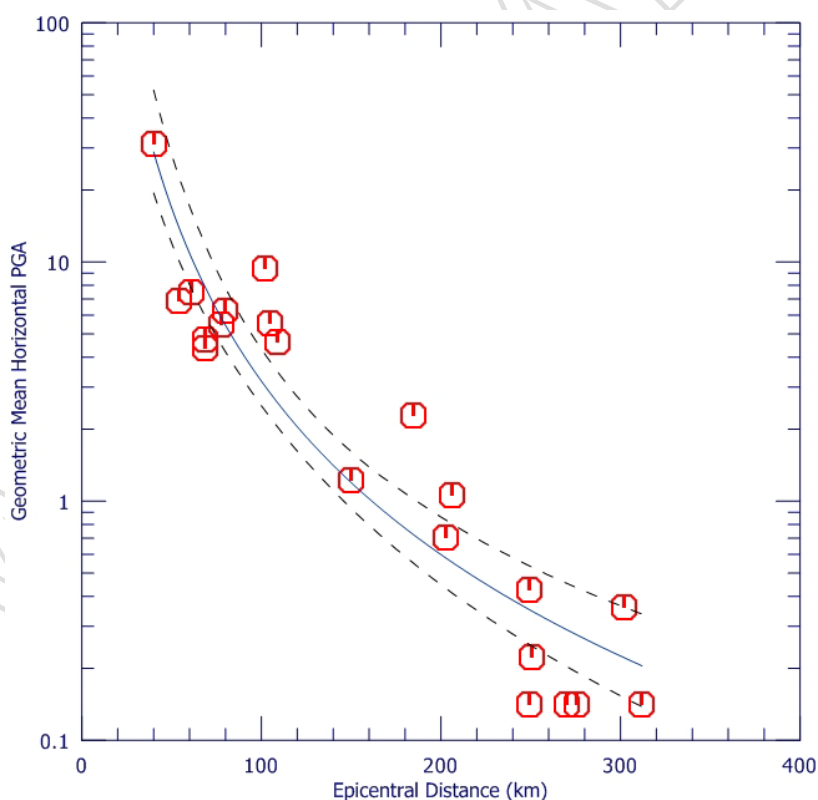


ΘΕΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec ²	ΤΑΧΥΤΗΤΑ cm/sec	ΜΕΤΑΘΕΣΗ cm
ΝΕΑΠΟΛΗ - ΛΑΚΩΝΙΑΣ	Δ=203 km			
NS-comp		0.5	0.07	0.01
EW-comp		0.5	0.05	0.01
Z-comp		0.3	0.03	(*)
ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΑ - ΧΑΝΙΩΝ	Δ=54 km			
NS-comp		4.6	0.32	0.04
EW-comp		5.1	0.27	0.04
Z-comp		2.7	0.16	0.03
ΠΕΤΑΛΙΔΙ - ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	Δ=302 km			
NS-comp		0.3	0.04	0.02
EW-comp		0.2	0.04	0.01
Z-comp		0.1	0.02	0.01
ΠΥΛΟΣ	Δ=312 km			
NS-comp		0.1	0.02	0.01
EW-comp		0.1	0.02	0.01
Z-comp		0.1	0.01	0.01
ΡΕΘΥΜΝΟ	Δ=61 km			
NS-comp		6.3	0.36	0.04
EW-comp		4.0	0.27	0.03
Z-comp		3.2	0.17	0.03
ΣΗΤΕΙΑ	Δ=185 km			
NS-comp		1.5	0.15	0.02
EW-comp		1.7	0.14	0.02
Z-comp		0.6	0.05	0.02
ΦΗΡΑ - ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ	Δ=206 km			
NS-comp		0.8	0.09	0.03
EW-comp		0.7	0.11	0.03
Z-comp		0.5	0.04	0.02
ΧΑΝΙΑ Τ.Υ ΑΝΤΙΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ	Δ=69 km			
NS-comp		3.8	0.35	0.06
EW-comp		2.8	0.31	0.06
Z-comp		2.8	0.24	0.03

ΘΕΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ cm/sec ²	ΤΑΧΥΤΗΤΑ cm/sec	ΜΕΤΑΘΕΣΗ cm
ΧΑΝΙΑ ΚΟΙΝ. ΠΡΟΝΟΙΑ ΑΝΤΙΠΕΡ. ΚΡΗΤΗΣ	Δ=69 km			
NS-comp		3.5	0.39	0.08
EW-comp		2.6	0.33	0.07
Z-comp		2.6	0.25	0.04

(*) Οι τιμές είναι μικρότερες των 0.01 cm.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση οι ισχυρότερες τιμές καταγράφηκαν στην Ίμπρο Σφακίων. Οι τιμές οι οποίες καταγράφηκαν στο Ηράκλειο (Διοίκηση Τεχνικού Ελέγχου) αν και σε αρκετά μεγαλύτερη απόσταση από το Ρέθυμνο και τα Χανιά οι επιταχύνσεις είναι υψηλότερες. Οι υψηλότερες τιμές στα Φηρά Σαντορίνης (στο εσωτερικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου) σε σχέση με τη Νεάπολη (η οποία είναι σε θέση στον άξονα του Ελληνικού Τόξου) μπορούν να σχετιστούν με την επίδραση των τοπικών (τοπογραφικών και εδαφικών) συνθηκών όπως φαίνεται και από τους λόγους των φασματικών πλατών των φασμάτων Fourier των επιταχύνσεων.



Σχήμα 3. Μεταβολή του γεωμετρικού μέσου όρου των μέγιστων οριζοντίων επιταχύνσεων σε συνάρτηση με τη απόσταση.

Στο σχήμα (3) φαίνεται η μεταβολή του γεωμετρικού μέσου των τιμών των οριζοντίων μέγιστων επιταχύνσεων (Πίνακας Ι), σε συνάρτηση με την επικεντρική απόσταση. Η εξίσωση της συνεχούς καμπύλης η οποία προσεγγίζει τα δεδομένα είναι η:



$$\log PGA_{G.MEAN} = 5.082 - 2.400 * \log(Dist)$$

όπου $PGA_{G.MEAN}$ είναι ο γεωμετρικός μέσος όρος των μέγιστων οριζοντίων εδαφικών επιταχύνσεων σε cm/sec^2 και $Dist$ είναι η επικεντρική απόσταση σε km ενώ οι δύο διακεκομμένες καμπύλες παριστάνουν το 95% διάστημα εμπιστοσύνης.

Από τον Πίνακα (I) φαίνεται η χρησιμότητα της ανάπτυξης πολλαπλών εγκαταστάσεων μέσα σε μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα για να καλυφθούν καταγραφές σε διαφορετικές τοπικές συνθήκες. Η σύγκριση των τιμών του Πίνακα για το Ηράκλειο επιβεβαιώνει την ορθότητα και χρησιμότητα αυτής της επιλογής. Επίσης η σύγκριση των τιμών της εδαφικής επιτάχυνσης μεταξύ Χανίων και Ηρακλείου επιβεβαιώνει και την κατά μία μονάδα μεγαλύτερη τιμή της Μακροσεισμικής Έντασης όπως προκύπτει και από τον χάρτη του σχήματος (1).

Τα αποτελέσματα της παρουσίασης αυτής είναι προκαταρκτικά και είναι πιθανόν να τροποποιηθούν μελλοντικά εφ' όσον γίνουν λεπτομερέστερες αναλύσεις.

Τα αδιόρθωτα δεδομένα (uncorrected data) σε αρχεία ASCII από τις ενόργανες καταγραφές των επιταχυνσιογράφων είναι διαθέσιμα μετά από αίτηση.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το δίκτυο του ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ εγκαταστάθηκε και παρακολουθείται σε στενή συνεργασία της τ. Διεύθυνσης Τεχνικής Σεισμολογίας και του Εργαστηρίου του ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ. Η κα. Κωνσταντίνиду Κυριακή, MSc Πληροφορικός, έχει την ευθύνη για την εύρυθμη 24ωρη λειτουργία του δικτύου Η/Υ του ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ και την επαφή με το δίκτυο SYZEFXIS για τη μεταφορά δεδομένων. Οι τοπικοί φορείς βοήθησαν στην επίλυση διαφόρων θεμάτων υποστήριξης. Οι Dr. Ν. Θεοδοουλίδης, Διευθυντής Ερευνών και Dr. Αλέξανδρος Σαββαΐδης, Κύριος Ερευνητής, έκαναν κριτικά ανάγνωση του κειμένου.

Θεσσαλονίκη 25 Σεπτεμβρίου 2012

Δρ. Χρήστος Παπαϊωάννου

Σεισμολόγος

Διευθυντής Ερευνών ΙΤΣΑΚ- ΟΑΣΠ

chpapai@itsak.gr

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Η έκθεση αυτή συντάχθηκε από τον Διευθυντή Ερευνών του ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ Χρήστο Α. Παπαϊωάννου, Δρ. Σεισμολόγο. Η ορθότητα των απόψεων και των συμπερασμάτων και των αποτελεσμάτων της έκθεσης αυτής αποτελούν αποκλειστική ευθύνη του ανωτέρω ερευνητή και δεν απηχούν αναγκαστικά απόψεις του φορέα..



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Kashima T. (2005): ViewWave, Building Research Institute, Tsukuba, Japan.
- 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, 1-4.
- McKenzie, D.P. (1970): The plate tectonics of the Mediterranean region. *Nature*, 226, 239-243.
- McKenzie, D., (1972): Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J.R. astr. Soc.*, 30, 109-185.
- Papazachos, B.C. (1990): Seismicity of the Aegean and surrounding area, *Tectonophysics*, 178, 287-308.
- Papazachos, B.C. (1996): Large seismic faults in the Hellenic Arc. *Analli di Geofisica*, 39, 891-903
- 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. and P.E. Comninakis (1970): Geophysical features of the Greek Island Arc and Eastern Mediterranean Ridge. *Com. Ren. des Seances de la Conference Reunie a Madrid, 1969*, 16, 74-75.
- Papazachos, B.C. and P.E. Comninakis (1971): Geophysical and tectonic features of the Aegean arc, *J. Geophys. Res.*, 76, 8517-8533.
- Papazachos, B.C. and C.B. Papazachou (1997): The earthquakes of Greece. *Ziti Publ. Thessaloniki, Greece*, 304 pp.
- Παπαζάχος, Β.Κ. και Κ.Β. Παπαζάχου (2003): Σεισμοί της Ελλάδας Γ Έκδοση, *Εκδόσεις Ζήτη*, Θεσσαλονίκη σελ. 286.
- Papazachos, B.C., Ch.A. Papaioannou, C.B. Papazachos and A.S. Savvaidis (1999): Rupture zones in the Aegean region. *Tectonophysics*, 308, 205-221.
- Papazachos, B. C., V. Karakostas, C.B. Papazachos and Scordilis, E. M. (2000): The geometry of the Wadati-Benioff zone and lithospheric kinematics of the Hellenic Arc. *Tectonophysics*, 319, 275-300.
- Παπαζάχος, Β. Κ., Δ. Μ., Μουντράκης, Κ.Β. Παπαζάχος, Μ. Δ. Τρανός, Γ. Φ, Καρακαϊσης, και Α. Σ. Σαββαΐδης (2001): Τα ρήγματα που προκάλεσαν τους γνωστούς ισχυρούς σεισμούς στην Ελλάδα και τη γύρω περιοχή από τον 5^ο αιώνα π.Χ. μέχρι σήμερα. *2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσσαλονίκη, 28-30 Νοεμβρίου 2001*, Α, 17-26.