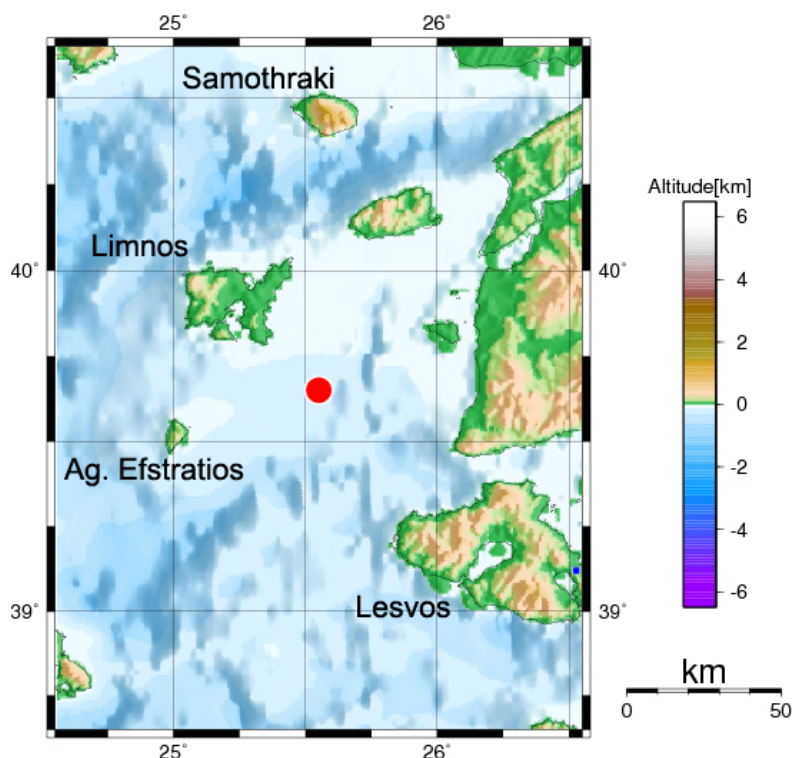


## ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ

### Σεισμός της 8<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2012 στο θαλάσσιο χώρο ΝΑ της Λήμνου

I. Καλογεράς, N. Μελής & X. Ευαγγελίδης

Στις 16:16 τοπική ώρα της 8<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2012 σημειώθηκε ισχυρή σεισμική δόνηση μεγέθους ML 5.8 (Mw 5.7), εστιακού βάρους 29km, στο θαλάσσιο χώρο 40 km ΝΑ των ακτών της Λήμνου (Εικ. 1). Ο σεισμός έγινε αισθητός στην ευρύτερη περιοχή αλλά και από κατοίκους της Αθήνας (απόσταση περίπου 250 km), ιδιαίτερα στους ανώτερους ορόφους των κτηρίων.



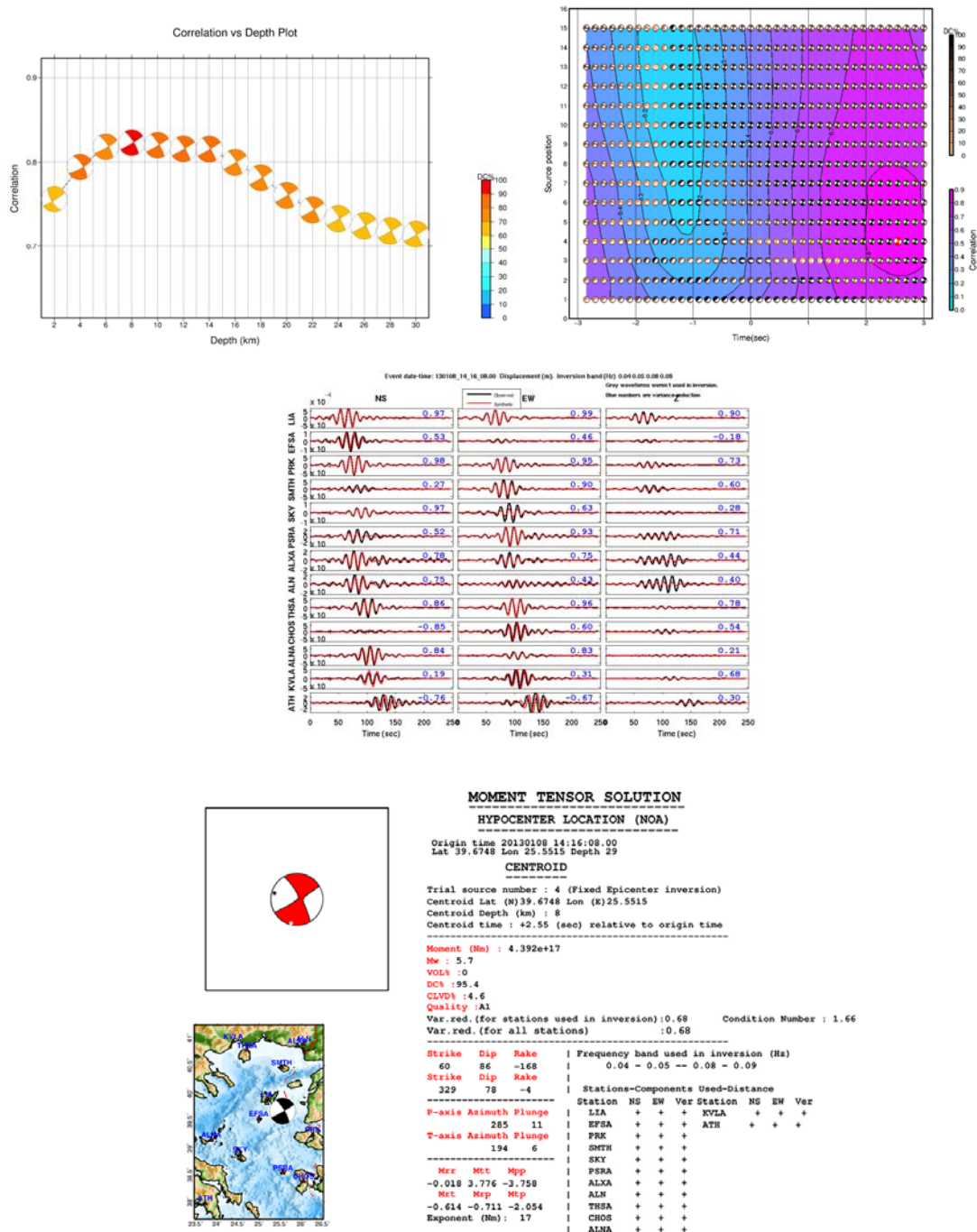
**Εικόνα 1.** Με κόκκινο κύκλο σημειώνεται το επίκεντρο του σεισμού (πηγή Γεωδυναμικό Ινστιτούτο).

Το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου (<http://accelnet.gein.noa.gr>) κατέγραψε την ισχυρή σεισμική δόνηση. Τα δεδομένα των επιταχυνσιογράφων χρησιμοποιήθηκαν στην αυτόματη επίλυση του σεισμού, στην αναθεωρημένη επίλυση του σεισμού, στην επίλυση του εστιακού μηχανισμού και στον υπολογισμό των τιμών της μέγιστης εδαφικής δόνησης. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η επίλυση του εστιακού μηχανισμού με χρήση κυρίως επιταχυνσιογράφων (LIA, EFSA, PRK, SMTH, PSRA, ALXA, ALNA, THSA και KVLA) που έχουν μια πολύ καλή αξιμουθιακή κατανομή γύρω από το επίκεντρο και 3 σειсмоγράφων ευρέος φάσματος (SKY, ALN, ATH).

Από τα εγκατεστημένα όργανα, που λειτουργούν μεταδίδοντας δεδομένα σε συνεχή καταγραφή, έγινε δυνατή η επεξεργασία καταγραφών ακόμα και απομακρυσμένων επιταχυνσιογράφων (Κασιώπη, 490km; Καστελόριζο, 530km), αποδεικνύοντας ότι η αναβάθμιση του δικτύου με επιταχυνσιογράφους σύγχρονης τεχνολογίας που έγινε κατά τα τελευταία χρόνια δίνει τη δυνατότητα να εξαχθούν αναθεωρημένες αξιόπιστες σχέσεις απόσβεσης της ισχυρής σεισμικής δόνησης για τον Ελληνικό χώρο. Επιπλέον, η χρήση του δικτύου Δημόσιας Διοίκησης “Σύζευξις” στη μετάδοση των σεισμολογικών δεδομένων έχει

βελτιώσει σημαντικά την αξιοπιστία των σεισμολογικών δικτύων αλλά και την ταχύτητα ενημέρωση Πολιτείας και κοινού.

Η προκαταρκτική επεξεργασία περιέλαβε τους επιταχυνσιογράφους που λειτουργούν στο Βόρειο Αιγαίο και στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης και, επιπλέον δύο από τους επιταχυνσιογράφους που λειτουργούν στην Αθήνα και στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης, καθώς και τους δύο επιταχυνσιογράφους στην Κασιώπη Κέρκυρας και στο Καστελόριζο ως ακραία παραδείγματα καταγραφών σε μεγάλες επικεντρικές αποστάσεις.



Εικόνα 2. Η επίλυση του εστιακού μηχανισμού (ρήγμα οριζόντιας μετάπτωσης)

Οι μέγιστες τιμές εδαφικής επιτάχυνσης ( $PGA$ ,  $cm/s^2$ ) που προέκυψαν δεν υπερβαίνουν τα  $27 cm/s^2$  στον Άγιο Ευστράτιο και τα  $20 cm/s^2$  στους Αγγαριώνες Λήμνου σε επικεντρικές αποστάσεις 50 km και 45 και για εδαφικές συνθήκες εδάφους και βράχου αντίστοιχα. Ο

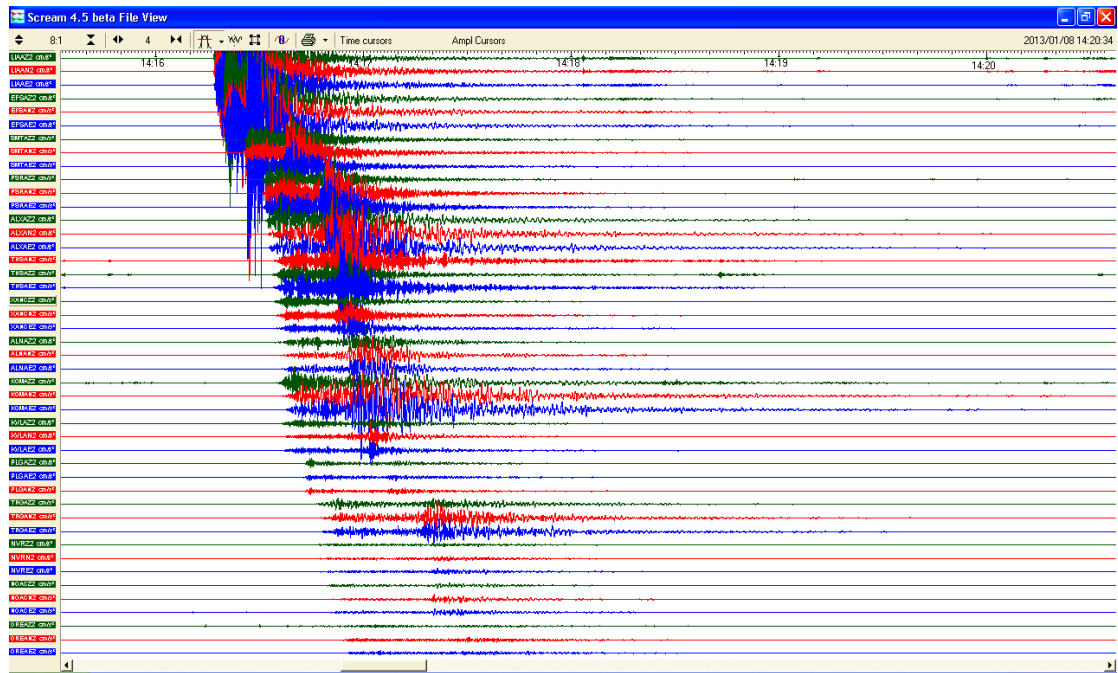
Πίνακας 1 περιλαμβάνει τις τιμές PGA για κάθε καταγραφή. Ας σημειωθεί ότι καταγραφές επιταχυνσιογράφων υπάρχουν και από άλλες θέσεις, ωστόσο στην παρούσα ενημερωτική έκθεση περιλαμβάνονται ενδεικτικά οι συγκεκριμένες τιμές.

**Πίνακας 1.** Πληροφορίες για τους σταθμούς των επιταχυνσιογράφων και τις μέγιστες τιμές εδαφικής επιτάχυνσης που προέκυψαν από την προκαταρκτική ανάλυση των αντίστοιχων καταγραφών.

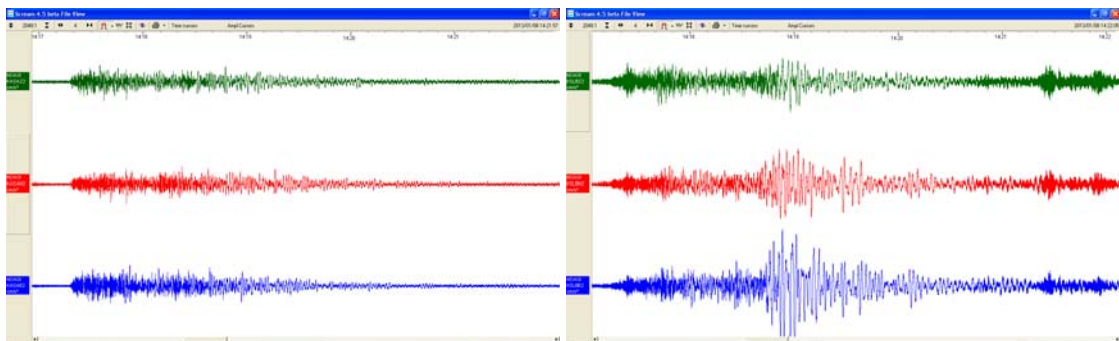
Κωδικός σταθμού	Θέση/κτήριο	Εδαφικές συνθήκες	Απόσταση km	PGA (cm/s <sup>2</sup> )		
				Z	X	Y
LIA	Λήμνος / Σεισμολογικός σταθμός	Βράχος	45	11,7	20,4	14,6
EFSA	Άγ. Ευστράτιος / Δημαρχείο	Αλλούβια	50	15,0	19,0	27,1
SMTH	Σαμοθράκη / Σεισμολογικός σταθμός	Βράχος	80	5,5	6,4	5,4
PSRA	Ψαρά / Δημαρχείο	Αλλούβια	130	3,6	6,8	10,9
ALXA	Αλεξανδρούπολη / Μουσείο Φυσικής Ιστορίας	Αλλούβια	130	4,4	7,2	7,4
THSA	Θάσος / Δασαρχείο	Αλλούβια	140	4,0	8,4	8,4
XANC	Άβδηρα / Δημαρχείο	Αλλούβια	155	1,3	2,2	2,4
ALNA	Αλόνησος / Δημαρχείο	Αλλούβια	155	2,0	2,7	2,6
KOMA	Κομοτηνή / Περιφέρεια	Αλλούβια	160	2,6	5,0	6,8
KVLA	Καβάλα / Δασαρχείο	Βράχος	170	1,4	2,5	2,2
PLG	Πολύγυρος / Σεισμολογικός σταθμός	Βράχος	200	0,8	0,4	0,5
TRGA	Τρίγωνο / Δημαρχείο	Αλλούβια	230	1,2	2,2	2,0
NVR	Νευροκόπι / Σεισμολογικός σταθμός	Βράχος	140	0,3	0,4	0,5
NOAC	Θησείο / ΕΑΑ	Βράχος	255	0,4	0,7	0,7
OREA	Ωραιόκαστρο / Δημαρχείο	Αλλούβια	260	0,3	0,5	0,4
KASA	Κασιώπη / Δημαρχείο	Βράχος	490	0,02	0,03	0,02
KSLB	Καστελόριζο / Σεισμολογικός σταθμός	Βράχος	530	0,04	0,05	0,10

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται συγκριτικά οι καταγραφές των επιταχυνσιογράφων κατά σειρά επικεντρικής απόστασης και για τις 3 συνιστώσες κάθε οργάνου. Γίνεται φανερή η ταχεία μείωση των μέγιστων πλατών ως αποτέλεσμα της απόσβεσης της σεισμικής ενέργειας με την απόσταση, αλλά και η επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών στη διαμόρφωση της καταγραφής. Για παράδειγμα οι καταγραφές που αντιστοιχούν στην Αλεξανδρούπολη (ALXA), στην Κομοτηνή (KOMA) και στο Τρίγωνο Έβρου (TRGA) χαρακτηρίζονται από τη μεγαλύτερη διάρκεια καταγραφής ως αποτέλεσμα των χαλαρών εδαφικών αποθέσεων όπου επικρατούν στη θέση εγκατάστασης. Επιπλέον η σύγκριση των καταγραφών στο Τρίγωνο Έβρου (επικεντρική απόσταση 200 km) και στον Πολύγυρο Χαλκιδικής (PLG) (επικεντρική απόσταση 230km) πέραν της διαφοράς της διάρκειας καταγραφής δείχνει και εμφανή διαφορά πλατών καταγραφής (μέχρι και 5 φορές μεγαλύτερες τιμές PGA στο Τρίγωνο).

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζονται οι δύο καταγραφές από τους περισσότερο απομακρυσμένους σταθμούς που κατέγραψαν το γεγονός. Παρά το ότι και οι δύο επιταχυνσιογράφοι είναι εγκατεστημένοι σε θέσεις που επικρατούν οι ασβεστόλιθοι, είναι χαρακτηριστική η ενίσχυση της δόνησης στο Καστελόριζο. Η διαφορετική διαδρομή διάδοσης των σεισμικών κυμάτων και πιθανότατα η ποιότητα του ασβεστολίθου (περισσότερο αποσθρωμένος στο Καστελόριζο, πιο υγιής στην Κασιώπη) είναι παράγοντες που διαμορφώνουν την εδαφική δόνηση στη θέση καταγραφής.



**Εικόνα 3.** Συγκριτική παρουσίαση καταγραφών επιταχυνσιογράφων σε αποστάσεις μέχρι 250km από το επίκεντρο. Από πάνω προς τα κάτω οι 3 συνιστώσες (Z – πράσινο, Y – κόκκινο, X – μπλε) των σταθμών LIA, EFSA, SMTH, PSRA, ALXA, THSA, XANC, ALNA, KOMA, KVLA, PLG, TRGA, NVR, NOAC, OREA.

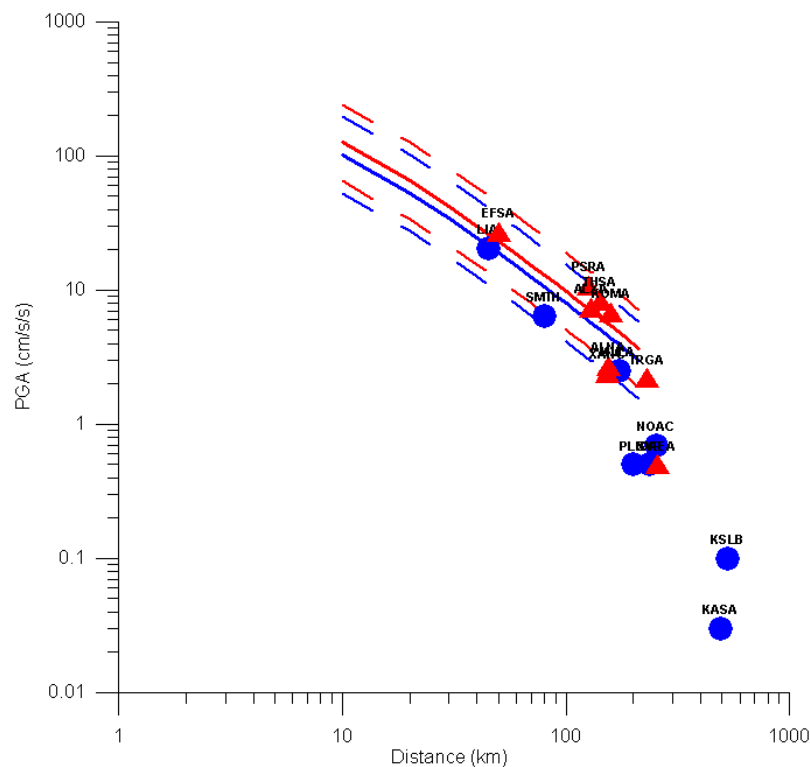


**Εικόνα 4.** Παρουσίαση καταγραφών των επιταχυνσιογράφων KASA (αριστερά) και KSLB (δεξιά), ως παράδειγμα της δυνατότητας καταγραφής σεισμών μεσαίου μεγέθους σε μεγάλες αποστάσεις (490 και 530 km αντίστοιχα).

Τέλος στην Εικόνα 5 παρουσιάζονται οι υπολογισθείσες τιμές PGA σε σύγκριση με τις προταθείσες σχέσεις απόσβεσης (π.χ. Skarlatoudis et al., 2003; Danciu & Tselentis, 2007) για επιφανειακούς σεισμούς με εστιακό μηχανισμό strike-slip και για μέγεθος Mw 5.7. Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι καμπύλες και οι θέσεις που αντιστοιχούν σε εδάφη, ενώ με μπλέ χρώμα οι καμπύλες και οι θέσεις που αντιστοιχούν σε βράχο. Οι διακεκομμένες καμπύλες αντιστοιχούν στην τυπική απόκλιση της κάθε σχέσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχέσεις απόσβεσης που βασίστηκαν σε ένα συγκεκριμένο δείγμα Ελληνικών επιφανειακών σεισμών, παρέχουν μια εικόνα της απομείωσης της ισχυρής σεισμικής δόνησης για επικεντρικές αποστάσεις μέχρι 200 km περίπου, ως αποτέλεσμα των μέχρι τότε τεχνικών προδιαγραφών των επιταχυνσιογράφων. Με τους επιταχυνσιογράφους σύγχρονης τεχνολογίας οι σχέσεις απόσβεσης μπορούν να αναθεωρηθούν για επικεντρικές αποστάσεις

μικρότερες (πραγματικά near-field γεγονότα), αλλά και μεγαλύτερες (πχ. 500 Km όπως στην παρούσα περίπτωση). Από την εικόνα 5 γίνεται φανερό ότι οι υπολογισθείσες τιμές είναι σε συμφωνία με τις σχέσεις απόσβεσης που έχουν προταθεί (ουσιαστικά για τις εκτιμώμενες εδαφικές επιταχύνσεις στα πλαίσια του αντισεισμικού κανονισμού) για επικεντρικές αποστάσεις μέχρι 170 km.

Αν οι προταθείσες καμπύλες απόσβεσης επεκταθούν για περισσότερο από 200 km στη συγκεκριμένη περίπτωση, τότε οι υπολογισθείσες τιμές παρουσιάζονται σαφώς χαμηλότερες, λαμβάνοντας υπόψη και το ότι ο συγκεκριμένος σεισμός είναι σχετικά μικρού μεγέθους υπό το πρίσμα των εφαρμογών της Αντισεισμικής Μηχανικής. Σε κάθε περίπτωση κρίνεται επιτακτική η ανάγκη αναθεώρησής των σχέσεων απόσβεσης στα πλαίσια λειτουργίας του αναβαθμισμένου Εθνικού Δικτύου Επιταχυνσιογράφων.



**Εικόνα 5.** Γράφημα για τη σύγκριση των σχέσεων απόσβεσης που έχουν προταθεί (π.χ. Skarlatoudis et al., 2003; Danciu & Tselentis, 2007) για τον Ελληνικό χώρο, για επιφανειακούς σεισμούς (εστιακού μηχανισμού strike slip) για μέγεθος Mw 5.7 και των τιμών των μέγιστων οριζόντιων εδαφικών επιταχύνσεων που υπολογίστηκαν για το σεισμό της Λήμνου. Με κόκκινο χρώμα η καμπύλη και οι θέσεις που αφορούν αλλούβια (και με διακεκομμένη γραμμή η τυπική απόκλιση) και με μπλε χρώμα η καμπύλη και οι θέσεις που αφορούν βράχο (και με διακεκομμένη γραμμή η τυπική απόκλιση).

## Αναφορές

- Danciu, I. & Tselentis, G.-A. (2007). Engineering ground-motion parameters attenuation relationships for Greece. BSSA, 97, 1, 163-183
- Hashida, T., Stavrakakis, G. & Shimazaki, K. 1988. Three-dimensional seismic attenuation structure beneath the Aegean region and its tectonic implication. Tectonophysics, 145: 43-54.

Skarlatoudis A.A., Papazachos C.B., Margaris B.N., Theodulidis N., Papaioannou Ch., Kalogeras I., Scordilis M.E. & Karakostas V. 2003, Empirical Peak Ground-Motion Predictive Relations for Shallow earthquakes in Greece. *Bull. Seism. Soc. Am.* 93(6): 2591-2603