

Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ

M=6.5

6 Ιανουαρίου 2008



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην έκθεση αυτή δίνεται μια συνοπτική περιγραφή του προβλήματος από το σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 (M=6.5) η οποία βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα από τις καταγραφές του δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και στις παρατηρήσεις που έκανε κλιμάκιο του ΙΤΣΑΚ που μετέβη στην πληγείσα περιοχή. Η έκθεση αυτή περιλαμβάνει:

- Συνοπτική παρουσίαση σεισμολογικών δεδομένων από το συμβάν.
- Αποτελέσματα καταγραφών από το μόνιμο δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ. Οι καταγραφές αυτές έχουν ληφθεί μέσω τηλεφωνικής τηλεμετρίας από όργανα τα οποία είχαν τέτοια δυνατότητα. Συγκεκριμένα δίνονται μέγιστες επιταχύνσεις, ταχύτητες και μετακινήσεις του εδάφους λόγω της ισχυρής εδαφικής κίνησης στην Αρεόπολη, στα Κύθηρα, στην Κορώνη, στην Καλαμάτα, στη Ζάκυνθο, στο Βαρθολομιό, στη Νάξο και την Χαλκίδα. Επιπλέον, δίνονται ενδεικτικά τα φάσματα απόκρισης επιταχύνσεων στην Αρεόπολη, την Καλαμάτα, την Κορώνη και τα Κύθηρα καθώς και η χρονοϊστορία των επιταχύνσεων στην Κορώνη. Επισημαίνεται επίσης ότι υπήρξαν και καταγραφές από το ειδικό δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στο Ευρωπαϊκό Πεδίο Δοκιμών στη Βόλβη Θεσσαλονίκης, λόγω υψηλής ανάλυσης των οργάνων αυτού του δικτύου, οι οποίες όμως δεν παρουσιάζονται σ' αυτό το υπόμνημα.
- Στοιχεία καταγραφών από το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην Υψηλή Γέφυρα της Χαλκίδας.
- Περιγραφή βλαβών επί του δομημένου περιβάλλοντος στο Λεωνίδιο και γύρω οικισμούς, σύμφωνα με παρατηρήσεις που έκανε κλιμάκιο του ΙΤΣΑΚ που έχει μεταβεί στην περιοχή καθώς και εισηγήσεις για άμεσα μέτρα.
- Διατύπωση συμπερασμάτων τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στη διαχείριση της μετασεισμικής κατάστασης από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ και τον ΟΑΣΠ.

Θεσσαλονίκη

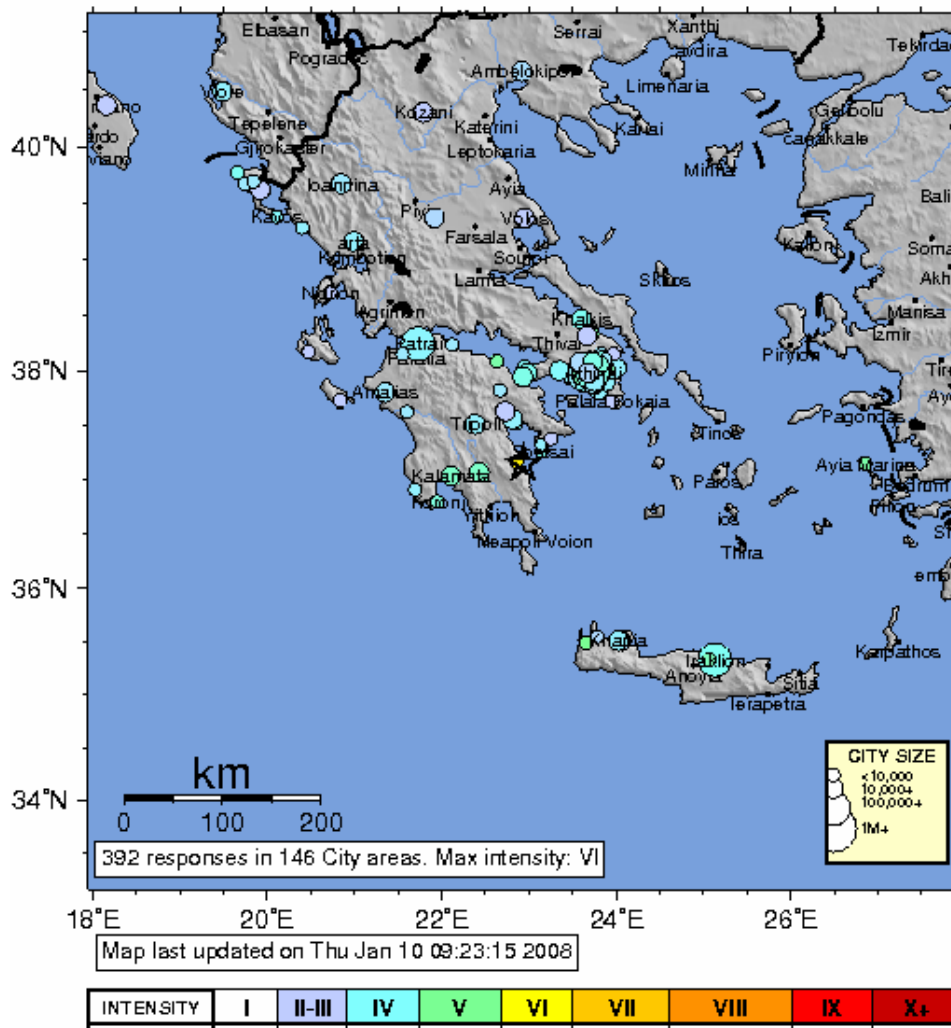
11 Ιανουαρίου 2008

ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με ανακοίνωση του Εθνικού Δικτύου Σεισμογράφων στις 6 Ιανουαρίου 2008 και τοπική ώρα 07:14 (05:14 GMT) συνέβη ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους $M=6.5$ στην περιοχή του Λεωνιδίου (Ανατολικές ακτές Πελοποννήσου).

Το επίκεντρο του σεισμού εντοπίστηκε στο χώρο με γεωγραφικές συντεταγμένες 37.1° Β και 22.7° Α. Σύμφωνα με την ανωτέρω ανακοίνωση το βάθος της εστίας του σεισμού υπολογίστηκε στα 80 km περίπου και από δημοσιογραφικές πηγές προέκυψε ότι ο σεισμός προκάλεσε περιορισμένες βλάβες στη περιοχή του Λεωνιδίου, έγινε ιδιαίτερα αισθητός στο μεγαλύτερο μέρος του ηπειρωτικού τμήματος του Ελληνικού χώρου, τη Κρήτη καθώς επίσης και στην Νότια Ιταλία.

Ο χάρτης του σχήματος (1) δίνει τη γεωγραφική κατανομή των εντάσεων σύμφωνα με τις αναφορές πολιτών στην ιστοσελίδα της Αμερικανικής Γεωλογικής Υπηρεσίας (USGS). Το άστρο παριστάνει τη θέση του επικέντρου.



Σχήμα 1. Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων από το σεισμό του Λεωνιδίου (06.01.2008) σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή USGS).

Η εικόνα αυτή της κατανομής των εντάσεων τόσο σε σχέση με την απόσταση όσο και με τη χωρική κατανομή αποτελεί τυπική εικόνα για τους σεισμούς ενδιάμεσου βάθους του νοτίου Αιγαίου (Parazachos and Comninakis, 1971; Parazachos et al., 1982; Tassos, 1984).

Το μέγεθος σεισμικής ροπής του σεισμού υπολογίστηκε από το σεισμολογικό δίκτυο του πανεπιστημίου του Harvard (HRV) ίσο με $M_w=6.1$ και το εστιακό βάθος του 88 km. Το βάθος αυτό είναι μεγαλύτερο από το βάθος του σεισμού των Κυθήρων (08.01.2006) και αυτό εξηγεί και τις περιορισμένες βλάβες του σεισμού αυτού. Από τη λύση του μηχανισμού γένεσης του σεισμού φαίνεται ότι ο σεισμός προήλθε από ένα ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης με σημαντική ανάστροφη συνιστώσα. Ο μηχανισμός αυτός

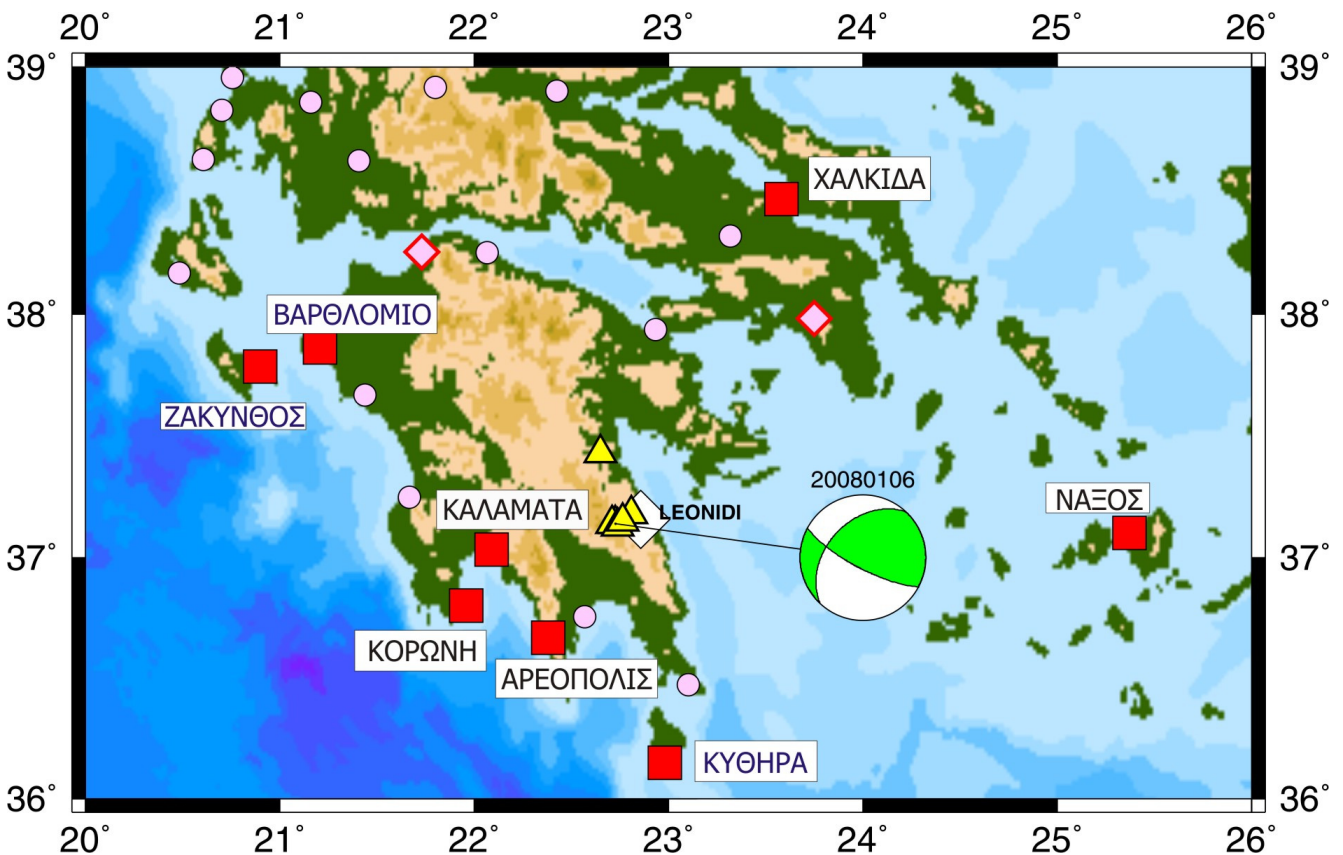
είναι σε συμφωνία με τον τυπικό μηχανισμό ο οποίος έχει προταθεί για τη περιοχή σύμφωνα με τους Παπαζάχο και Παπαζάχου (2003).

Ο εστιακός χώρος του σεισμού της 8ης Ιανουαρίου βρίσκεται στο δυτικό 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 $M_w=8.3$ (Parazachos, 1990, 1996) και είναι το αποτέλεσμα της βύθισης της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από το Αιγαίο κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου (Parazachos and Delibasis, 1969; Parazachos and Comninakis, 1971) καθώς και της προς τα Δυτικά κίνησης της πλάκας της Ανατολίας κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας (McKenzie, 1972).

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ

Το δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας & Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ) κατέγραψε την ισχυρή κίνηση ενώ μέσω τηλεφωνικής τηλεμετρίας κατέστη δυνατή η σχεδόν άμεση λήψη και επεξεργασία των καταγραφών (επιταχυνσιογραμμάτων) από θέσεις του δικτύου στην ευρύτερη περιοχή.

Τα επιταχυνσιογραφήματα ενός σεισμού και ειδικότερα σεισμού ενδιαμέσου βάθους είναι δυνατόν να μας δώσουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά για τα χαρακτηριστικά της σεισμικής κίνησης τόσο στο κοντινό πεδίο αλλά και σε μεγάλες αποστάσεις. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι οι μέγιστες τιμές της εδαφικής επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης, οι φασματικές τιμές τους αλλά και σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την απόσβεση της σεισμικής κίνησης στο ενδιαμέσο και μακρινό πεδίο του Ελληνικού χώρου.



Σχήμα 2. Γεωγραφική κατανομή των θέσεων των επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ (κόκκινα τετράγωνα) οι οποίοι κατέγραψαν τις εδαφικές επιτάχυνσεις από το σεισμό του Λεωνιδίου (06.01.2008).

Στο σχήμα (2) φαίνεται η γεωγραφική κατανομή του μόνιμου δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην ευρύτερη περιοχή του σεισμού του Λεωνιδίου. Στην επικεντρική περιοχή το ΙΤΣΑΚ δεν έχει εγκατεστημένο επιταχυνσιογράφο. Οι θέσεις οι οποίες παριστάνονται με τετράγωνα κόκκινου χρώματος παριστάνουν τις θέσεις στις οποίες οι επιταχυνσιογράφοι του ΙΤΣΑΚ διεγέρθηκαν και κατέγραψαν τη σεισμική κίνηση ενώ οι λοιπές θέσεις παριστάνονται με ροζ σύμβολα. Συγκεκριμένα οι επιταχυνσιογράφοι οι οποίοι διεγέρθηκαν από τον σεισμό βρίσκονται: στον Ποταμό Κυθήρων, στη Κορώνη, την Καλαμάτα, το Βαρθολομιό, τη Ζάκυνθο, την Αρεόπολη, τη Νάξο και στη Χαλκίδα. Επίσης καταγραφές υπήρξαν και από το δίκτυο του Ευρωπαϊκού πεδίου δοκιμών στη Μυγδονία λεκάνη (TST) λόγω της υψηλής ανάλυσης (18-24 bits) και δυναμικής μεγένθυσης των εγκατεστημένων επιταχυνσιογράφων.

Στο σχήμα (2) φαίνεται επίσης ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού ενώ τα κίτρινα τρίγωνα παριστάνουν το επίκεντρο του σεισμού και των μετασεισμών του σε διάστημα τριών ημερών. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι κανείς από τους 5 αυτούς μετασεισμούς δεν είχε μέγεθος πάνω από 3.5. Το γεγονός αυτό είναι χαρακτηριστικό των σεισμών ενδιάμεσου βάθους. Η θέση του Λεωνιδίου παριστάνεται με άσπρο ρόμβο. Όπως φαίνεται από το χάρτη του σχήματος (2) η επικεντρική απόσταση του Λεωνιδίου είναι πολύ μικρή.

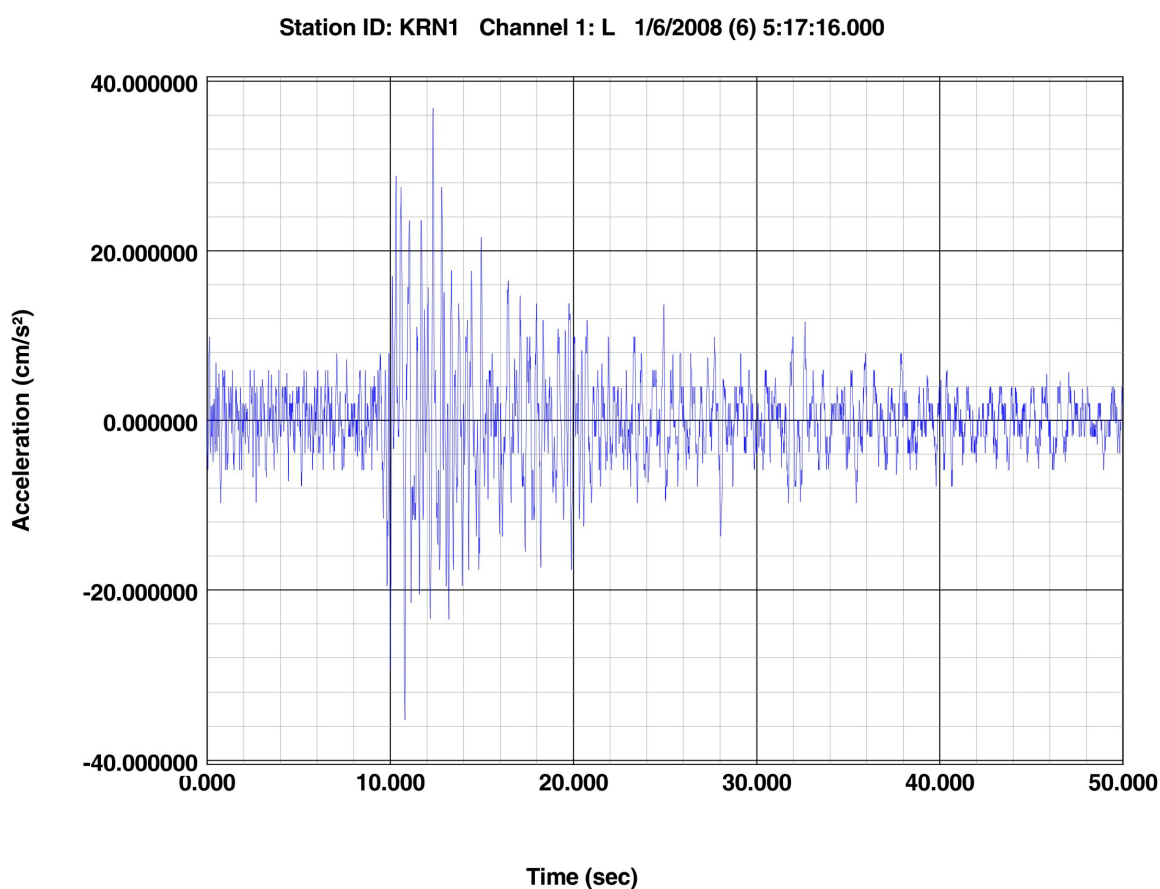
Στον Πίνακα (1) δίνονται οι θέσεις των επιταχυνσιογράφων οι οποίοι κατέγραψαν τη σεισμική κίνηση του σεισμού της 06/01/2008 (M6.5) καθώς και οι μέγιστες τιμές της εδαφικής επιτάχυνσης, ταχύτητας και μετάθεσης για κάθε σταθμό καταγραφής. Οι δύο πρώτες σειρές τιμών αντιστοιχούν στις οριζόντιες συνιστώσες ενώ η τρίτη στην κατακόρυφη.

Πίνακας 1. Στοιχεία θέσεων του μόνιμου δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ οι οποίοι κατέγραψαν τη σεισμική κίνηση του σεισμού του Λεωνιδίου. Οι τιμές της επιτάχυνσης (Acc) είναι σε cm/sec^2 , της ταχύτητας (Vel) σε cm/sec και της μετάθεσης (Disp) σε cm .

ΘΕΣΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΟΡΓΑΝΟΥ / ΑΝΑΛΥΣΗ
Κορώνη	KRN1	QDR/ 11bits
Acc: -36.4	Vel: 3.0	Disp: 0.5
Acc: -28.1	Vel: -2.4	Disp: -0.3
Acc: 12.4	Vel: -0.9	Disp: 0.2
Αρεόπολις	ARE1	QDR/ 11bits
Acc: -14.0	Vel: 1.6	Disp: -0.4
Acc: 24.1	Vel: 2.4	Disp: 0.3
Acc: -8.4	Vel: 0.6	Disp: 0.1
Ποταμός	KYT1	ETNA/ 18bits
Acc: -25.0	Vel: 3.0	Disp: 0.6
Acc: 12.8	Vel: 1.9	Disp: -0.5
Acc: 11.1	Vel: -0.9	Disp: 0.2
Καλαμάτα	KAL1	QDR/ 11bits
Acc: 19.8	Vel: -3.4	Disp: 0.6
Acc: -25.4	Vel: -2.9	Disp: -0.8
Acc: -12.0	Vel: -1.6	Disp: 0.3
Βαρθολομιό	VAR1	ETNA/ 18bits
Acc: 6.2	Vel: 0.7	Disp: 0.2
Acc: -3.0	Vel: 0.4	Disp: -0.1
Acc: 5.9	Vel: 0.7	Disp: 0.2
Ζάκυνθος	ZAK2	GURALP/ 24bits
Acc: -7.8	Vel: -0.6	Disp: -0.2
Acc: -5.6	Vel: -0.4	Disp: 0.1
Acc: 3.2	Vel: -0.2	Disp: 0.1

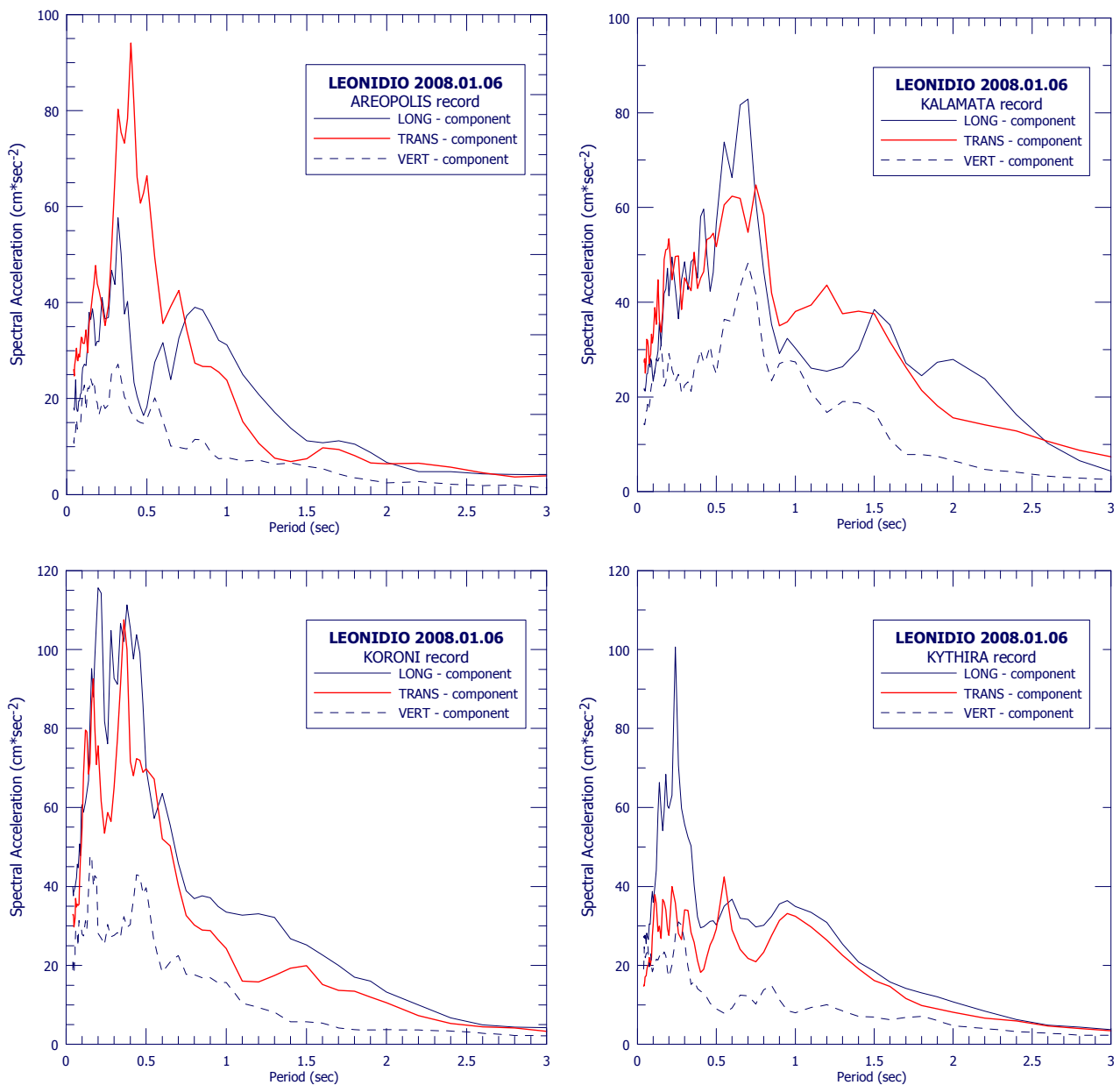
Χαλκίδα	HAL1	K2/19bits	
Acc: 6.2	Vel: 0.7	Disp: 0.2	
Acc: 5.9	Vel: 0.7	Disp: 0.2	
Acc: -3.0	Vel: 0.4	Disp: -0.1	
Νάξος	NAX1	GURALP/ 24bits	
Acc: 3.3	Vel: -0.2	Disp: -0.03	
Acc: 2.1	Vel: 0.2	Disp: -0.02	
Acc: 2.1	Vel: -0.1	Disp: -0.02	

Στο σχήμα (3) δίνεται η καταγραφή στη Κορώνη η οποία είχε την υψηλότερη καταγεγραμμένη επιτάχυνση.



Σχήμα 3. Οριζόντια συνιστώσα της καταγραφής στη Κορώνη με μέγιστη επιτάχυνση 36.4 cm/sec^2 του σεισμού του Λεωνιδίου (06/01/2008)

Με βάση τις διορθωμένες καταγραφές της ισχυρής κίνησης του σεισμού του Λεωνιδίου, υπολογίσθηκαν τα φάσματα απόκρισης για ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης ($\xi=5\%$) των καταγραφών. Στο σχήμα (4) παρουσιάζονται τα φάσματα απόκρισης για συντελεστή κρίσιμης απόσβεσης $\xi=5\%$ των οριζοντίων συνιστωσών των επιταχυνσιογραμμάτων τα οποία καταγράφηκαν στην Αρεόπολη, την Καλαμάτα, την Κορώνη και στον Ποταμό Κυθήρων.

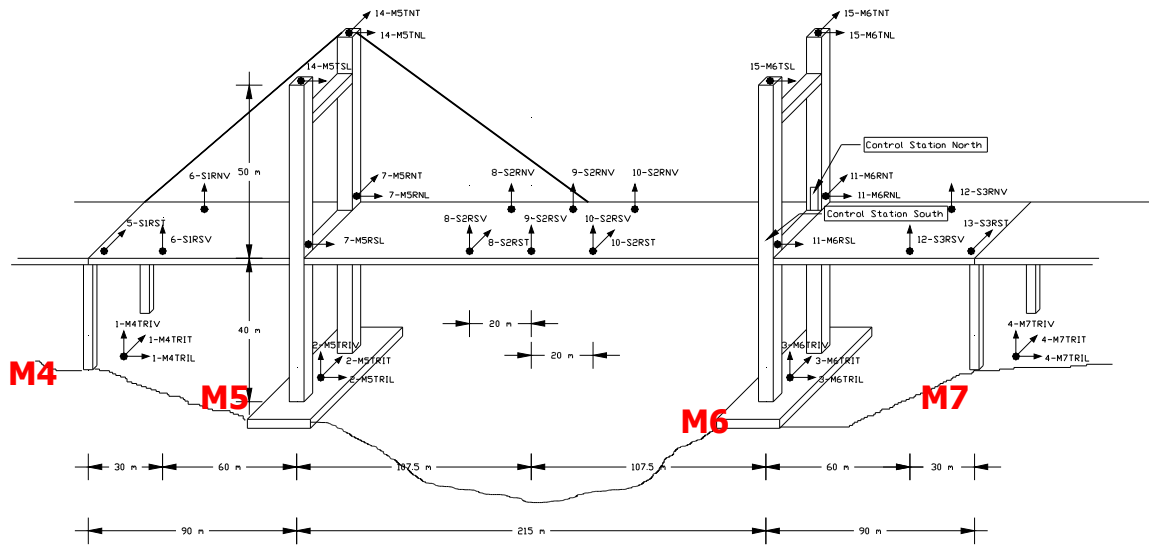


Σχήμα 4. Φάσματα απόκρισης ($\xi=5\%$) των 2 οριζοντίων συνιστωσών (συνεχής γραμμή) και των κατακόρυφων συνιστωσών (διακεκομμένη γραμμή) των επιταχυνσιογραμμάτων για τις θέσεις Αρεόπολη, Καλαμάτα (άνω) και Κορώνη και Κυθήρων (κάτω) του σεισμού του Λεωνιδίου (06/01/2008).

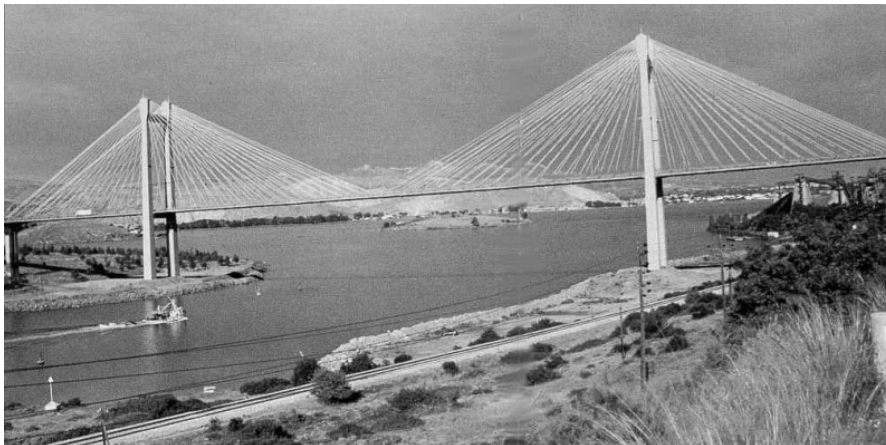
ΤΟ ΕΙΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ ΚΑΙ Η ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΟΥ ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ

Στο σχήμα (5) δίνεται η διάταξη ενοργάνωσης της υψηλής γέφυρας της Χαλκίδας πανοραμική εικόνα της οποίας δίνεται στη φωτογραφία (1). Έξι αισθητήρες ανίχνευσης της κατακόρυφης κίνησης και δύο για την καταγραφή της εγκάρσιας, καταγράφουν την απόκριση στο μεσαίο άνοιγμα της γέφυρας, ενώ στον καθένα από τους δύο πυλώνες τοποθετήθηκαν έξι αισθητήρες. Υπάρχουν επίσης 4 τριαξονικά επιταχυνσιόμετρα, δύο στη βάση του κάθε πυλώνα και δύο ελεύθερου πεδίου, σε κάθε μία από της ακτές του -

πορθμού. Όλοι οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι με την καταγραφική μονάδα ώστε να έχουν κοινή διέγερση, κοινή δειγματοληψία και χρόνο



Σχήμα 5. Διάταξη των αισθητήρων της είναι τοποθετημένοι στη γέφυρα.

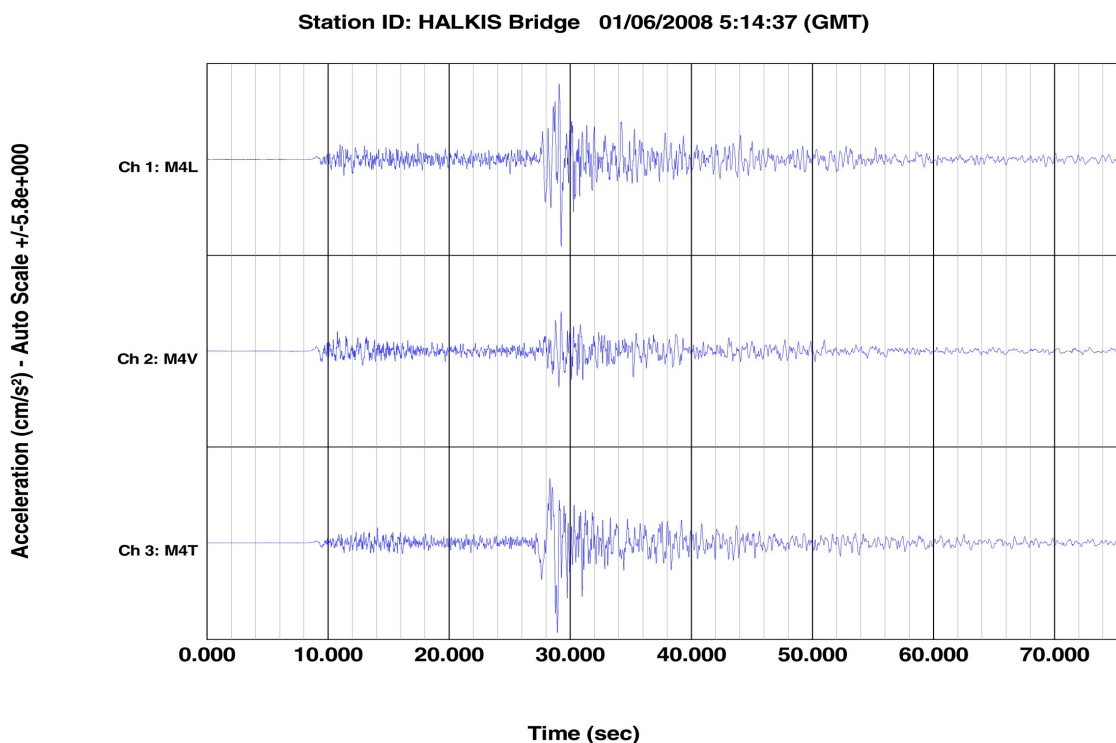


Φωτογραφία 1. Η καλωδιωτή γέφυρα του Ευρίπου

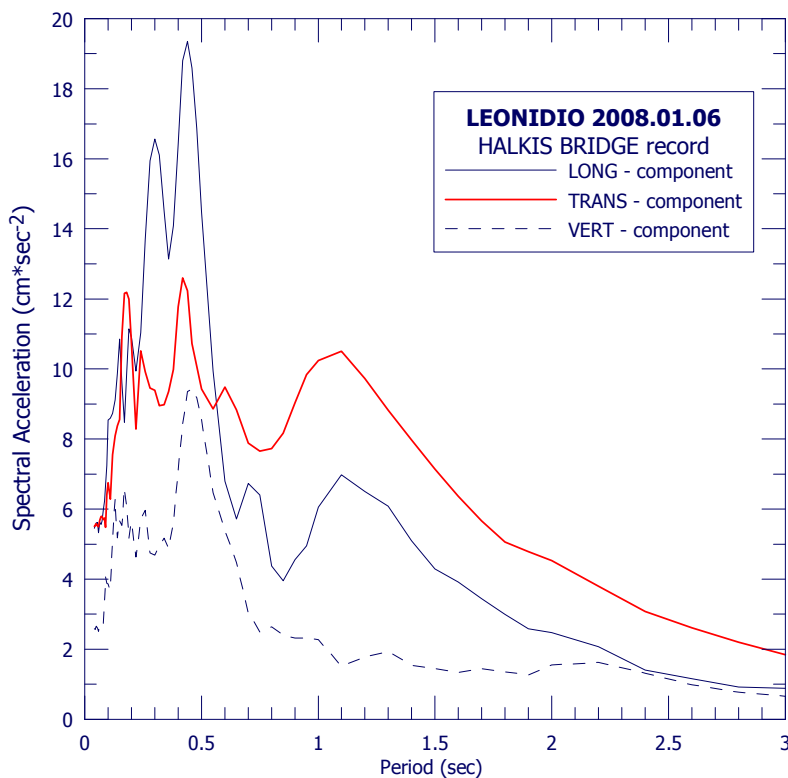
Λόγω της χωρικής διαφοροποίησης της κίνησης κατά μήκος της Γέφυρας υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα διέγερσης (threshold levels) σε κάθε πυλώνα. Έτσι οι καταγραφές (επιμήκης συνιστώσα) είναι της τάξης των 0.5 %g στις βάσεις των βάρων της Γέφυρας. Στην κορυφή του πυλώνα και στο κέντρο του ανοίγματος κυμαίνονται από 0.55-0.60 %g, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι πρώτες ιδιομορφές βρίσκονται περίπου στα 2.70 sec.

Στο δίκτυο της υψηλής γέφυρας της Χαλκίδας υπάρχουν τέσσερις μονάδες καταγραφής. Η πρώτη είναι υψηλής ανάλυσης ψηφιοποιητή, είναι συνδεδεμένη με έναν τριαξωνικό αισθητήρα ελευθέρου πεδίου και έχει τη δυνατότητα να καταγράφει και ασθενείς δονήσεις με καλή διακριτότητα. Οι λοιπές είναι χαμηλής ανάλυσης, είναι συνδεδεμένες με τους λοιπούς αισθητήρες και δεν έχουν τη δυνατότητα να καταγράψουν με διακριτότητα ασθενείς δονήσεις. Από το σεισμό στο Λεωνίδιο η μοναδική καταγραφή προέρχεται από τη μονάδα υψηλής ανάλυσης ψηφιοποιητή. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η παρακολούθηση της συμπεριφοράς ειδικών κατασκευών (όπως είναι η καλωδιωτή γέφυρα της Χαλκίδας) στη περίπτωση ισχυρών σεισμών είναι σημαντική για την επιστημονική κοινότητα της Ελλάδας κρίνεται επιτακτική η ανάγκη της αναβάθμισης των μονάδων καταγραφής του ειδικού αυτού δικτύου.

Στο σχήμα (6) δίνεται η καταγραφή στη θέση της Χαλκίδας ενώ στο σχήμα (7) δίνονται τα αντίστοιχα φάσματα.



Σχήμα 6. Καταγραφής στη θέση της καλωδιωτής γέφυρας της Χαλκίδας από το σεισμό του Λεωνιδίου (06/01/2008).



Σχήμα 7. Φάσματα απόκρισης για συντελεστή απόσβεσης 5% των τριών συνιστωσών της καταγραφής στη θέση της καλωδιωτής γέφυρας της Χαλκίδας από το σεισμό του Λεωνιδίου (06/01/2008).

Από τα σχήματα (4) και (7) φαίνονται οι σχετικά μεγάλες φασματικές τιμές σε ένα εύρος ιδιοπεριόδων 0.4-1.0 sec, χαρακτηριστικό των σειμών ενδιάμεσου βάθους όπως αναφέρθηκε και στον σεισμό των Κυθήρων (ΙΤΣΑΚ, 2006). Επιφανειακοί σεισμοί αντίστοιχου μεγέθους παρουσιάζουν μεγάλες φασματικές τιμές για ένα εύρος ιδιοπεριόδων από 0.1 ως 0.5 sec. Οι διαφορές αυτές στο φασματικό περιεχόμενο των καταγραφών της σεισμικής κίνησης έχουν ως αποτέλεσμα και την διαφορετική επίδρασή τους σε διαφορετικού τύπου κατασκευές. Είναι γνωστό ότι το διαφορετικό φασματικό περιεχόμενο, πέραν των τοπικών εδαφικών συνθηκών, μπορεί να οφείλεται στη σεισμική πηγή και το εστιακό βάθος.

Οι καταγραφές ισχυρής κίνησης και τα αντίστοιχα φάσματα απόκρισης από σεισμούς ενδιάμεσου βάθους στον Ελληνικό χώρο είναι δυνατόν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες στον τεχνικό κόσμο της χώρας και είναι απαραίτητο να συνεκτιμηθούν σε μία μελλοντική αναθεώρηση του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού.

ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κλιμάκιο από ερευνητές του ΙΤΣΑΚ μετέβη στο Λεωνίδιο και τις γειτονικές περιοχές για τη συστηματική καταγραφή των επιπτώσεων του σεισμού τόσο στο δομημένο όσο και στο φυσικό περιβάλλον. Επίσης, συγκεντρώθηκαν στοιχεία και δεδομένα χρήσιμα για περαιτέρω αναλύσεις των επιπτώσεων του σεισμού στην σεισμόπληκτη περιοχή.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η σεισμική απόκριση του δομημένου περιβάλλοντος και περιγράφονται οι δομικοί τύποι των κατασκευών οι οποίοι συναντώνται στην περιοχή. Παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα των ελέγχων που διεξήχθησαν στο Λεωνίδιο και στον γειτονικό οικισμό Πούλιθρα, και περιγράφονται οι βλάβες στις κατασκευές ανάλογα με το δομικό τους τύπο, όπως αυτές καταγράφηκαν και αξιολογήθηκαν από το κλιμάκιο των ερευνητών του ΙΤΣΑΚ που επισκέφθηκε την περιοχή.

Τέλος, παρατίθενται τα πρώτα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τις μέχρι σήμερα ελέγχους για το σεισμό του Λεωνιδίου της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 και προτείνονται ενέργειες άμεσης προτεραιότητας.



Φωτ.1. Φωτογραφία του Λεωνιδίου. Φαίνεται καθαρά το γεωλογικό ανάγλυφο της περιοχής και ο ξεροπόταμος Δαφνώνας. Οι βλάβες ήταν συγκεντρωμένες κυρίως στο πρανές που βρίσκεται μεταξύ του λεγόμενου «κόκκινου βράχου» και του οικισμού (βλ. αριστερά της φωτογραφίας).



Φωτ.2. Αεροφωτογραφία του Λεωνιδίου. Φαίνεται ο ξεροπόταμος Δαφνώνας.

ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

Οι αστοχίες φυσικών πρανών, ορυγμάτων (τεχνητών πρανών) και επιχωμάτων οδοποιίας που προκλήθηκαν από το σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 ήταν γεωγραφικά ιδιαίτερα περιορισμένες. Εντοπίστηκαν μεμονωμένες μόνον περιπτώσεις κατολισθήσεων φυσικών πρανών, αστοχίας οδικών επιχωμάτων χωρίς εμφάνιση ρηγματώσεων επί του ασφαλτοτάπητα του οδικού δικτύου. Μετά τον κύριο σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008, παρατηρήθηκαν μικρά προβλήματα στο δίκτυο ύδρευσης του Λεωνιδίου. Συγκεκριμένα αναφέρθηκαν δύο αστοχίες στο δίκτυο ύδρευσης οι οποίες και αποκαταστάθηκαν άμεσα. Σημειώνεται ότι στο Λεωνίδιο δεν υπάρχει σε λειτουργία δίκτυο αποχέτευσης και τα λήμματα διοχετεύονται σε ιδιόκτητους βόθρους. Προβλήματα στην ηλεκτροδότηση ή στις τηλεπικοινωνίες εξαιτίας του σεισμού δεν διαπιστώθηκαν. Διαπιστώθηκαν παραμορφώσεις στα «ζαρζανέτ», στις όχθες του ξεροποτάμου Δαφνώνας (Φωτ.3,4) που διασχίζει το Λεωνίδιο, αλλά κατά πληροφορίες σε αρκετές περιπτώσεις αυτές προϋπήρχαν και πιθανώς επιβαρύνθηκαν από το σεισμό.



Φωτ.3, & 4. Μετατόπιση τμημάτων «ζαρζανέτ» στις όχθες του ξεροποτάμου Δαφνώνας που διασχίζει το Λεωνίδιο.

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΓΕΝΙΚΑ.

Η πλειονότητα των κατασκευών του Λεωνιδίου και των γύρω περιοχών οικιστικών περιοχών μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις ευρείες κατηγορίες ανάλογα με το σύστημα ανάληψης των φορτίων. Οι εν λόγω κατηγορίες και τα βασικά τους χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 1.

Πίνακας 2. Κατηγορίες κατασκευών στην ευρύτερη περιοχή του Λεωνιδίου

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
A	Μονώροφα ή διώροφα παραδοσιακά κτίρια με φέρουσα λιθοδομή.	Στα κτίρια αυτά ανήκουν τα παλαιά κτίρια κατοικιών ή επαγγελματικών ή αποθηκευτικών χώρων. Η τοιχοποιία είναι κατασκευασμένη από λιθοδομή με συνδετικό υλικό από ασβέστη, τσιμέντο ή λάσπη. Ένα μικρό ποσοστό από τις κατασκευές αυτές μπορεί να έχει «σενάζ» από ξύλο (διαζώματα) ή σκυρόδεμα ή ξύλινα διαγώνια δεσίματα. Στην πλειονότητα τους, στα κτίρια αυτά δεν λήφθηκαν μέτρα αντισεισμικής προστασίας, όπως αυτά που προβλέπονται από τις διατάξεις των αντισεισμικών κανονισμών.
B	Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα.	Στην πλειονότητα τους κτίρια κατοικιών, γραφείων ή ξενοδοχείων με φέροντα οργανισμό από επιτόπου εγχυόμενο οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες πλήρωσης από διάτρητα τούβλα. Στην πλειονότητα τους είναι μικρού ύψους (μέχρι 2 ορόφων). Τα περισσότερα κτίρια είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959, ένα σημαντικό ποσοστό έχει σχεδιασθεί με τον κανονισμό του 1984, ενώ τα υπόλοιπα είναι χτισμένα με τους κανονισμούς ΕΑΚ-2000 και ΕΚΩΣ-2000.
Γ	Μνημεία & Διατηρητέα.	Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται κατασκευές με σημαντική πολιτιστική κληρονομιά όπως Αρχοντικά, Μνημεία και λοιπά διατηρητέα κτίρια συνήθως χωρίς την ύπαρξη συγκεκριμένων αντισεισμικών μέτρων.
Δ	Γέφυρες κατά μήκος του οδικού δικτύου.	Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται γέφυρες τόσο από Ο/Σ, όσο και λιθόκτιστες κατά μήκος του οδικού δικτύου.

Το Λεωνίδιο ανήκει διοικητικά στο Νομό Αρκαδίας. Ο πληθυσμός του ανέρχεται στους περί 3500 κατοίκους και ο αριθμός των κτιρίων περί στα 1300, από τα οποία η συντριπτική πλειονότητα είναι από φέρουσα λιθόκτιστη τοιχοποιία. Μεγάλο ποσοστό από τα κτίρια αυτά είναι χτισμένα από την 100ετή περίοδο 1830-1930 και υπάρχουν πολλά αρχοντικά. Η μειονότητα των κτιρίων είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα μέχρι δύο ορόφων. Οι περισσότερες βλάβες κτιρίων από τον σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 εμφανίστηκαν στο Λεωνίδιο και λιγότερες βλάβες στους οικισμούς Πούλιθρα, Βλησίδα, Κουνούπια και Τσιτάλια. Υπάρχουν και αρκετά εγκαταλειμμένα κτίρια.

Οι κατασκευές του Λεωνιδίου οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία Α είναι στην μεγάλη τους πλειονότητα παλιές, είναι κτίρια κατοικιών ή επαγγελματικών χώρων, στην πλειονότητα τους μονώροφα ή δώροφα, που μερικά από αυτά είναι ηλικίας άνω των 170 ετών, με φέρουσες τοιχοποιίες από λιθοδομή. Στα κτίρια αυτά υπάρχουν κάποιες παραδοσιακές εμπειρικές κατασκευές για ανάληψη σεισμικών φορτίων που είναι όμως κατά κανόνα ανεπαρκείς. Τα κτίρια της κατηγορίας Β είναι μέχρι δύο ορόφους. Τα κτίρια αυτά έχουν φέροντα οργανισμό από επί τόπου εγχυόμενο οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ οι τοίχοι πλήρωσης είναι κατασκευασμένοι από διάτρητα τούβλα με ασβεστοκονίαμα. Στην κατηγορία Γ εντάσσονται τα νεώτερα μνημεία (Ι.Ναοί, Διατηρητέα αρχοντικά) στα οποία είτε δεν έχουν εφαρμοσθεί καθόλου αντισεισμικά μέτρα, είτε τα αντισεισμικά μέτρα είναι υποτυπώδη. Τέλος, στις κατασκευές της κατηγορίας Δ εντάσσονται οι διάφορες γέφυρες κατά μήκος του οδικού δικτύου της περιοχής, αρκετές από τις οποίες είναι λιθόκτιστες.

Ο πρώτος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΑΚ/1959) τέθηκε σε ισχύ το 1959. ο οποίος για τη διαστασιολόγηση συνδυαζόταν με τον κανονισμό του οπλισμένου σκυροδέματος (Β.Δ.1954) με βάση την μέθοδο των «επιτρεπόμενων τάσεων». Το 1984, ο τότε ισχύων Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959, τροποποιήθηκε σημαντικά και αναθεωρήθηκε, χωρίς όμως να μεταβάλει τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού των συνήθων κατασκευών στην περιοχή της Ανατολικής Πελοποννήσου. Το 1992 τέθηκε σε ισχύ ο Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΝΕΑΚ/92) που μετέβαλε τη φιλοσοφία (εισαγωγή φασμάτων απόκρισης) των σεισμικών δράσεων σχεδιασμού, και ο οποίος συνδυαζόταν με τον κανονισμό του οπλισμένου σκυροδέματος για διαστασιολόγηση με βάση την μέθοδο των «οριακών καταστάσεων», ενώ το 1995 έγινε περιορισμένη τροποποίησή του και τέθηκε σε πλήρη ισχύ (την περίοδο 1992-1995 υπήρχε παράλληλη ισχύς του παλαιού και του νεότερου κανονισμού). Το 2000 τέθηκε σε ισχύ ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ/2000) και ακολούθησαν δύο αναθεωρήσεις το 2003 (ΕΑΚ/2003). Τα παλαιότερα κτίρια (που χτίστηκαν σύμφωνα με τους κανονισμούς 1959, 1984 ή χωρίς κανονισμούς), είναι στην πλειονότητα τους χαμηλού ύψους (μέχρι 2 ορόφων), ενώ σημαντικός αριθμός από αυτά είναι λιθόκτιστα και έχουν εν γένει χαμηλή θεμελιώδη ιδιοπερίοδο ($T < 0.15 \text{sec}$).

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΟ ΛΕΩΝΙΔΙΟ

Οι βλάβες στις κατασκευές ήταν γενικά περιορισμένες και παρατηρήθηκαν κυρίως στην περιοχή «Στάη» που βρίσκεται πλησιέστερα στο πραινές που υπάρχει μεταξύ του Λεωνιδίου και του «κόκκινου βράχου» (βλ. Φωτ.1). Από τον πρωτοβάθμιο έλεγχο προέκυψαν λίγα κτίρια (λιγότερα των δέκα, ενώ οι έλεγχοι δεν έχουν ακόμα ολοκληρωθεί) που χαρακτηρίστηκαν ως «μη κατοικήσιμα» και αυτά είχαν ιδιαίτερα υψηλή τρωτότητα λόγω παλαιότητας και ελλιπούς συντήρησης. Τα αποτελέσματα αυτά πιθανόν να διαφοροποιηθούν, όταν ολοκληρωθούν και οι δευτεροβάθμιοι έλεγχοι.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κτίρια με φέρουσα λιθοδομή

Τα παραδοσιακά κτίρια από φέρουσα λιθοδομή (κατηγορία Α του Πίνακα 1) είναι μέχρι τριώροφα. Αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του δομικού πλούτου του Λεωνιδίου. Βλάβες (ρηγματώσεις και τοπικές καταρρεύσεις των λιθοδομών και ξερολιθιών) σε κτίρια αυτού του τύπου αποδίδονται κυρίως σε ελλιπή ή και ανύπαρκτα μέτρα σεισμικής προστασίας (σχεδόν όλα κτίστηκαν χωρίς τη συμμόρφωση με κάποιον αντισεισμικό κανονισμό), καθώς και στην ήδη κακή κατάσταση τους πριν από τον σεισμό (λόγω μεγάλης ηλικίας και ανεπαρκούς συντήρησης). Σημειώνεται ότι πολλές προϋπάρχουσες ρηγματώσεις λιθοδομών επιδεινώθηκαν με αφορμή το σεισμικό συμβάν. Ενδεικτικά παρατίθενται οι φωτογραφίες 5 έως 12.



Φωτ.5. Αστοχία λιθόκτιστου κτιρίου (κατασκευής πριν το 1880) στο Λεωνίδιο με εμφάνιση έντονης κατακόρυφης ρωγμής. Η ξύλινη στέγη κατέρρευσε (Φωτ.6).



Φωτ.6. Αστοχία λιθόκτιστου κτιρίου (κατασκευής πριν το 1880) όπου η ξύλινη στέγη κατέρρευσε, στο Λεωνίδιο.



Φωτ.7. Ανάπτυξη ρηγματώσεων σε παλιό λιθόκτιστο κτίριο στο Λεωνίδιο..



Φωτ.8. Ανάπτυξη ρηγματώσεων σε παλιό λιθόκτιστο κτίριο στο Λεωνίδιο..



Φωτ.9. Ανάπτυξη ρηγματώσεων σε παλιό εγκατελειμένο λιθόκτιστο κτίριο στο Λεωνίδιο..



Φωτ.10. Πτώση λιθοσωμάτων σε λιθόκτιστο παλιό κτίριο στο Λεωνίδιο..



Φωτ.11. Τμηματική πτώση φέροντα τοίχου σε λιθόκτιστο κτίριο κατασκευής πριν το 1900 στο Λεωνίδιο.



Φωτ.12. Πτώση σοφάδων και αστοχία κεραμιδιών σε παλιό λιθόκτιστο κτίριο στο Λεωνίδιο.

Κτίρια από Ο/Σ

Στο Λεωνίδιο και στους γύρω οικισμούς ένα μικρό ποσοστό κτιρίων (Κατηγορίας Β του Πίν.1) μέχρι δύο ορόφων, είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Σε κτίρια αυτού του τύπου δεν διαπιστώθηκαν βλάβες στον φέροντα οργανισμό, ενώ μερικά από αυτά έχουν υποστεί μικρορρηγματώσεις στους τοίχους πλήρωσης.

Μνημεία και Διατηρητέα

Στους Ιερούς Ναούς (Ι.Ν.) δεν διαπιστώθηκαν βλάβες. Λίγες βλάβες διαπιστώθηκαν σε 2-3 πέτρινα καμπαναριά (Ι.Ν. Αγ. Αικατερίνης (Φωτ.13,14) και Αγ. Κυριακής). Σημειώνεται ότι η πλειονότητα των Ι.Ν. στο Λεωνίδιο διαθέτει λιθόκτιστη περιμετρική τοιχοποιία με ορθογωνική κάτοψη. Σε μερικές περιπτώσεις ναών, προϋπάρχουσες ρηγματώσεις λιθοδομών επιδεινώθηκαν με αφορμή το σεισμό. Ο λιθόκτιστος Ι.Ν. του Αγ. Ιωάννη του Θεολόγου στον οικισμό Πούλιθρα, δεν εμφάνισε βλάβες στην φέρουσα τοιχοποιία του αλλά μόνο στο τέμπλο (Φωτ.15,16). Σε αρκετά διατηρητέα αρχοντικά εμφανίσθηκαν ρηγματώσεις, πτώση σοφάδων και αετωμάτων (Φωτ.17,18)



Φωτ. 13,14. Βλάβη στο λιθόκτιστο καμπαναριό του Ι.Ν. Αγ. Αικατερίνης του Λεωνιδίου.



Φωτ. 15,16. Βλάβη στο τέμπλο του λιθόκτιστου Ι.Ν. Αγ. Ιωάννη του Θεολόγου στον οικισμό Πούλιθρα.



Φωτ.17. Πτώση σοφάδων και αετωμάτων σε διατηρητέο διώροφο αρχοντικό στο Λεωνίδιο.



Φωτ.18. Ανάπτυξη ρηγματώσεων στην λιθόκτιστη τοιχοποιία του διατηρητέο διώροφου αρχοντικού της φωτ.17, στο Λεωνίδιο.

Γέφυρες κατά μήκος του οδικού δικτύου

Δεν αναφέρθηκαν βλάβες στις γέφυρες του οδικού δικτύου του Λεωνιδίου και των γύρω περιοχών, τόσο σε αυτές από Ο/Σ, όσο και σε παλαιές λιθόκτιστες τοξωτού τύπου, οι οποίες συναντώνται αρκετά συχνά (Φωτ.19).



Φωτ. 19. Λιθόκτιστη Γέφυρα στο Λεωνίδιο , επί του ξεροποτάμου Δαφνώνα, κατασκευής 1830, που δεν εμφάνισε βλάβες.

Σχολικά κτίρια

Στο Γυμνάσιο και Λύκειο του Λεωνιδίου παρατηρήθηκαν σε έναν τοίχο έντονες ρηγματώσεις οι οποίες προήλθαν από διάνοιξη προϋπαρχουσών ρηγματώσεων λόγω διαφορετικής καθίζησης. Επίσης, αναπτύχθηκαν αρκετές μικρορηγματώσεις που μπορεί όμως να μην δημιουργούν προβλήματα στατικής επάρκειας χρήζουν όμως άμεσης επισκευής (Φωτ.20).



Φωτ. 20. Διάνοιξη προϋπάρχουσας ρηγματώσης στο Γυμνάσιο-Λύκειο του Λεωνιδίου.

ΣΥΝΟΨΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΜΕΣΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ

Οι γεωτεχνικού χαρακτήρα επιπτώσεις του σεισμού στο Λεωνίδιο ήταν ιδιαίτερα περιορισμένες. Οι βλάβες στις κατασκευές από τον σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 στο Λεωνίδιο ήταν επίσης περιορισμένες, χρήζουν όμως άμεσης αποκατάστασης για λόγους ασφάλειας των κτιρίων. Ωστόσο, ο αριθμός των μικρορηγματώσεων στα κτίρια συνολικά δεν ήταν αμελητέος και οι μικρορηγματώσεις που εμφανίσθηκαν θα πρέπει να αποκατασταθούν για λειτουργικούς λόγους. Οι διάφορες μικρό-βλάβες που παρατηρήθηκαν σε κτίρια από λιθοδομή μπορεί να αποδοθούν σε πολλές περιπτώσεις στην παλαιότητα, στην έλλειψη συντήρησης, στην παντελή έλλειψη αντισεισμικών κατασκευαστικών μέτρων και στη χαμηλή ποιότητα των υλικών δόμησης.

Ως μέτρα άμεσης προτεραιότητας επιβάλλεται η λήψη κατάλληλων μέτρων για την αποφυγή διείσδυσης ομβρίων υδάτων από τις ρωγμές στα διάφορα λιθόκτιστα κτίρια, μέχρις ότου γίνουν οι κατάλληλες επισκευαστικές εργασίες.

Η παραπάνω αναφορά βασίζεται στα αποτελέσματα των παρατηρήσεων που έγιναν στους οικισμούς Λεωνίδιο και Πούλιθρα από το κλιμάκιο του ΙΤΣΑΚ στο διάστημα από 10 έως 12 Ιανουαρίου του 2008.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην έκθεση αυτή δίνεται μια συνοπτική περιγραφή του προβλήματος από το σεισμό της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 (M=6.5) η οποία βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα από τις καταγραφές του δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και στις παρατηρήσεις που έκανε κλιμάκιο του ΙΤΣΑΚ που μετέβη στην πληγείσα περιοχή.

Ο σεισμός της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008 (M=6.8) με επίκεντρο στο Λεωνίδιο Πελοποννήσου και με εστιακό βάθος 88 Km, έγινε αισθητός στο μεγαλύτερο μέρος του ηπειρωτικού τμήματος του Ελληνικού χώρου, την Κρήτη καθώς επίσης και στη Νότια Ιταλία.

Η ισχυρή εδαφική κίνηση από αυτό το σεισμό καταγράφηκε από το μόνιμο δίκτυο επιταχυνσιογράφων του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ). Μέσω της τηλεφωνικής τηλεμετρίας κατέστη δυνατή η σχεδόν άμεση λήψη και επεξεργασία των καταγραφών (επιταχυνσιογραμμάτων) από θέσεις του δικτύου στην ευρύτερη περιοχή και συγκεκριμένα από την Αρεόπολη, την Κορώνη την Καλαμάτα, τα Κύθηρα, το Βαρθολομιό, τη Ζάκυνθο, τη Νάξο και τη Χαλκίδα, καθώς και από το ειδικό δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ, υψηλής ανάλυσης, στο Ευρωπαϊκό Πεδίο Δοκιμών στην περιοχή Βόλβης Θεσσαλονίκης. Οι καταγραφές αυτές παρουσιάζουν ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον και μπορούν να τύχουν περαιτέρω ερευνητικής επεξεργασίας για παραγωγή νέας γνώσης δεδομένου του ελάχιστου δείγματος καταγραφών από επιταχυνσιογράφους στον Ελλαδικό χώρο από σεισμούς μεγάλου βάθους, όπως ο σεισμός της 6^{ης} Ιανουαρίου 2008. Ήδη μια πρώτη προκαταρκτική επεξεργασία αυτών των καταγραφών έχει γίνει στα πλαίσια αυτής της έκθεσης.

Έτσι λοιπόν, το περιεχόμενο αυτής της έκθεσης περιλαμβάνει νέα επιστημονικά δεδομένα και πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν και να βοηθήσουν ακόμα καλύτερα τις παραπέρα προσπάθειες για διαχείριση της μετασεισμικής καταστάσεως τόσο από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ όσο και από τον ΟΑΣΠ. Προς την κατεύθυνση αυτή και στην παρούσα φάση μπορούν να διατυπωθούν τα παρακάτω συμπεράσματα και παρατηρήσεις:

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ

1. Λόγω του μεγάλου εστιακού βάθους και του μεγέθους του σεισμού η σεισμική κίνηση έγινε αισθητή σε μεγάλη έκταση, γεγονός που επιβεβαιώνεται από τις καταγραφές των επιταχυνσιογράφων σε αποστάσεις ακόμα και πέραν των 150Km από το επίκεντρο.
2. Από τις καταγραφές που έχουν ληφθεί από την Αρεόπολη, την Καλαμάτα, την Κορώνη, τα Κύθηρα, το Βαρθολομιό, τη Ζάκυνθο, τη Νάξο και τη Χαλκίδα προκύπτουν σχετικά μικρές επιταχύνσεις (μικρότερες από 0.036g, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας).
3. Χαρακτηριστικό αυτών των καταγραφών είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια της ισχυρής εδαφικής κίνησης η οποία σε αρκετές θέσεις, όπως καταγράφηκε, ξεπερνά τα 40sec.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΙΟΓΡΑΦΩΝ

4. Από τα φάσματα απόκρισης των καταγραφών των επιταχυνσιογράφων προκύπτει ότι η προεξάρχουσα περίοδος της εδαφικής κίνησης διαφοροποιείται αναλόγως της θέσης που έχουν ληφθεί αυτές οι καταγραφές. Για παράδειγμα η προεξάρχουσα περίοδος της σεισμικής κίνησης στα Κύθηρα είναι περίπου 0.2sec ενώ στην Καλαμάτα είναι περίπου 0.7sec. Η επισήμανση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική και σ' αυτή θα πρέπει να προστεθεί και το γεγονός ότι σε κάποιες περιοχές, όπως π.χ. στην Καλαμάτα, έχει προκύψει μέσα από την επεξεργασία των καταγραφών ότι υπάρχει ιδιαίτερη ενίσχυση της εδαφικής κίνησης σε σχετικά μεγάλες περιόδους, ακόμα και πέραν του 1.0sec.
5. Συνέπεια αυτής της μορφής φασμάτων απόκρισης είναι ότι αναμένεται να διεγερθούν κατασκευές μεγάλου εύρους ιδιοσυχνοτήτων. Το γεγονός αυτό πιθανώς θα πρέπει να συνεκτιμηθεί τόσο από τα κανονιστικά φάσματα απόκρισης του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ) όσο και από τους διενεργούμενους μετασεισμικούς ελέγχους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

6. Από το κλιμάκιο του ΙΤΣΑΚ που μετέβη στο Λεωνίδιο και τους γύρω οικισμούς έχουν εντοπιστεί βλάβες κυρίως σε λιθόκτιστα κτίρια. Οι σοβαρότερες από αυτές τις βλάβες είναι ρωγμές στη φέρουσα τοιχοποιία και σε αρκετές περιπτώσεις επιβάλλεται η άμεση αποκατάστασή τους για λόγους ασφάλειας των κτιρίων. Επίσης, επιβάλλεται η λήψη σχετικών μέτρων προστασίας για αποφυγή διείσδυσης ομβρίων υδάτων, δεδομένης και της χειμερινής περιόδου, αλλά και γιατί μια τέτοια περίπτωση μπορεί να επιδεινώσει ακόμα περισσότερο την ασφάλεια των κτιρίων. Δυστυχώς στο Λεωνίδιο δεν υπάρχει επιταχυνσιογράφος από το μόνιμο δίκτυο του ΙΤΣΑΚ και έτσι δεν μπορεί να γίνει άμεση συσχέτιση αυτών των βλαβών με το επίπεδο επιταχύνσεων που αναπτύχθηκε σ' αυτή την περιοχή κατά τον κύριο σεισμό.
7. Οι σχετικά μικρές επιταχύνσεις που αναπτύχθηκαν στις περιοχές όπου υπήρξαν καταγραφές από τους επιταχυνσιογράφους και οι οποίες ήταν μικρότερες από 0.036g, δικαιολογούν ως ένα βαθμό τη μη εκδήλωση έντονων ζημιών σ' αυτές τις περιοχές (Αρεόπολη, Καλαμάτα, Κορώνη, Κύθηρα, Βαρθολομιό, Ζάκυνθος, Νάξος και Χαλκίδα).
8. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της εδαφικής κίνησης από τον κύριο σεισμό (διάδοση σε μεγάλη έκταση, μεγάλη χρονική διάρκεια, μεγάλο εύρος ιδιοπεριόδων κ.λ.π.) σε συνδυασμό με το γεγονός ότι αρκετές κατασκευές στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου χαρακτηρίζονται από υψηλή τρωτότητα διότι δεν τυγχάνουν συστηματικής συντήρησης λόγω εγκατάλειψης αλλά και λόγω παλαιότητας, δεν θα πρέπει να αποκλείουν την πιθανότητα ύπαρξης βλαβών σε κατασκευές, μικρής μάλλον έντασης, ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις από το επίκεντρο του σεισμού. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι από το σεισμό των Κυθήρων της 8^{ης} Ιανουαρίου 2006 (M=6.9), επίσης μεγάλου εστιακού βάθους, είχαν προκληθεί βλάβες σε κτίρια του Νομού Χανίων.

Θεσσαλονίκη

11 Ιανουαρίου 2008

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στο τεχνικό προσωπικό του Εργαστηρίου του ΙΤΣΑΚ, για τη διατήρηση του Δικτύου επιταχυνσιογράφων σε υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και την άμεση κινητοποίηση και συμβολή του στη συλλογή των δεδομένων αμέσως μετά το σεισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Τάσσοσ, Σ.Τ. (1984): Στατικές και δυναμικές ιδιότητες του πάνω μανδύα στο Νότιο Αιγαίο. *Διδακτορική Διατριβή, Πανεπ. Θεσ/νίκης*, σελ. 155.
- ΙΤΣΑΚ (2006): Ο σεισμός των Κυθήρων ($M_w=6.9$), 8 Ιανουαρίου 2006: Ισχυρή εδαφική κίνηση - συνέπειες του σεισμού στο δομημένο και φυσικό περιβάλλον. Θεσσαλονίκη, 39 σελ.
- Lyberis N., Angelier J., Barrier E., and S. Lallemand, (1982). "Active deformation of a segment of arc: the strait of Kythira, Hellenic arc, Greece", *Journal of Structural Geology*, Vol.4, No.3, pp.299-311.
- 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 (1971): Geophysical and tectonic features of the Aegean arc, *J. Geophys. Res.*, 76, 8517-8533.
- Παπαζάχος, Β.Κ. και Κ.Β. Παπαζάχου (2003): Σεισμοί της Ελλάδας, *Εκδόσεις Ζήτη*, Θεσσαλονίκη σελ. 286.