

# **Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΑΧΑΪΑΣ - ΗΛΕΙΑΣ**

**M=6.5**

**8 Ιουνίου 2008**



**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2008**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην έκθεση αυτή δίνεται μια συνοπτική περιγραφή πληροφοριών του σεισμού της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου 2008 (M=6.5) με επίκεντρο στη ΒΔ Πελοπόννησο, η οποία βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα των καταγραφών του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και στις παρατηρήσεις και συμπεράσματα που έκαναν κλιμάκια ερευνητών του ΙΤΣΑΚ που είχαν μεταβεί στην πληγείσα περιοχή.

Οι καταγραφές των επιταχυνσιογράφων του Δικτύου του ΙΤΣΑΚ καθώς και τα αντίστοιχα φάσματα απόκρισης, σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή, έχουν αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)) από τη δεύτερη μέρα μετά το σεισμό και είναι διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο.

Τα κλιμάκια του ΙΤΣΑΚ που είχαν μεταβεί στην περιοχή είχαν προβεί στην ανάπτυξη προσωρινού δικτύου επιταχυνσιογράφων στην πλειόσειστη περιοχή με πέντε όργανα υψηλής ακρίβειας, στην ανάπτυξη επίσης προσωρινού δικτύου από 13 φορητούς σειсмоγράφους στην περιοχή από Πύργο μέχρι Πάτρα, στην ενοργάνωση μιας πενταώροφης οικοδομής στην Πάτρα για παρακολούθηση της σεισμικής της συμπεριφοράς σε ματασεισμικές διεγέρσεις, στην αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς κτιριακών κατασκευών καθώς και στην αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς έργων υποδομής, φυσικών και τεχνητών πρηνών. Την περιοχή επισκέφθηκαν επίσης ο Πρόεδρος και ο Αντιπρόεδρος του ΔΣ του ΙΤΣΑΚ.

Η έκθεση αυτή, έστω και σε συνοπτική μορφή, παρέχει αρκετά δεδομένα, πληροφορίες και συμπεράσματα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για παραπέρα μελέτη τόσο για την κατανόηση των επιπτώσεων του σεισμού στο δομημένο περιβάλλον όσο και για τη διαχείριση της μετασεισμικής κατάστασης από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ και τον ΟΑΣΠ. Για το λόγο αυτό η παρούσα έκθεση έχει αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)) και είναι διαθέσιμη σε κάθε ενδιαφερόμενο.

Επίσης, η έκθεση αυτή έχει μια επιπλέον αξία αφού με αυτή εμπλουτίζονται ακόμα περισσότερο τα δεδομένα από πραγματικούς σεισμούς που διαθέτουμε για τη Δυτική Πελοπόννησο τόσο σε ενόργανες μετρήσεις από επιταχυνσιογράφους όσο και σε παρατηρήσεις από εικόνες βλαβών στην περιοχή. Τα δεδομένα αυτά, σε συνδυασμό με αντίστοιχα δεδομένα από προηγούμενους σεισμούς, μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για την παραπέρα εμβάθυνση στο θέμα της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής και την εκπόνηση ειδικών μελετών σεισμικής διακινδύνευσης όσο και για τον αντισεισμικό σχεδιασμό μεγάλων αναπτυξιακών έργων στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου. Εξ' αφορμής λοιπόν του σεισμού της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου 2008 αναδεικνύεται και προβάλλεται για άλλη μια φορά η διαχρονική συνεισφορά του ΙΤΣΑΚ σε θέματα παραγωγής δεδομένων που μπορούν να συμβάλουν στην αναβάθμιση της Αντισεισμικής Προστασίας της χώρας.

Από τη θέση αυτή, 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.

**Θεσσαλονίκη, 28 Ιουνίου 2008.**



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	i
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	iii
<b>ΕΙΣΓΩΓΗ</b>	1
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></u>: ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΤΑΧΥ- ΝΣΕΩΝ</b>	
1.1. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	5
1.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ	8
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></u>: ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ</b>	
2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	17
2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗ ΒΔ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ.	19
2.2.1. Πάτρα (σταθμοί ΡΑΤ1, ΡΑΤ2, ΡΑΤ3)	19
2.2.2. Πύργος (σταθμός ΡΥΡ1)	20
2.2.3. Βαρθολομιό (σταθμός VAR2)	22
2.3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ	24
2.3.1. Κατολισθήσεις και Καταπτώσεις βραχωδών τεμαχών	24
2.3.2. Ρευστοποίηση – Οριζόντια Εξάπλωση – Δυναμική Καθίζηση	25
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></u>: ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b>	
3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΑΧΑΪΑΣ – ΗΛΕΙΑΣ	31
3.2. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ	32
3.3. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΕΙΟΣΕΙΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	34
3.4. ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΙΣΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	38
3.5. ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	39
3.6. ΣΥΝΟΨΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	42
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	55
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	59



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις 8/6/2008 ισχυρή σεισμική δόνηση μεγέθους  $M=6.5$  με επίκεντρο περίπου 35Km νοτιοδυτικά της Πάτρας έγινε ιδιαίτερα αισθητή σε μεγάλο μέρος του Ελληνικού χώρου. Λόγω του σεισμού έχασαν τη ζωή τους δύο άνθρωποι και προκλήθηκαν υλικές ζημιές σε κτίρια κυρίως στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας. Παρατηρήθηκαν επίσης άλλα φαινόμενα γεωτεχνικού χαρακτήρα τα οποία συνδέονται με την ισχυρή εδαφική κίνηση.

Με την εκδήλωση του σεισμού, η κινητοποίηση του ΙΤΣΑΚ ήταν άμεση. Την ίδια μέρα (8/6/2008) αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)) η πρώτη ανακοίνωση με την οποία δίνονται οι μέγιστες επιταχύνσεις όπως καταγράφηκαν από πέντε όργανα του μόνιμου Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην ευρύτερη περιοχή με τα οποία υπάρχει τηλεμετρική επικοινωνία (Πάτρα, Βαρθολομιό, Πύργος, Ζάκυνθος και Αργοστόλι). Με δεύτερη ανακοίνωση που ακολούθησε σε δύο μέρες, οι καταγραφές αυτές καθώς και τα αντίστοιχα φάσματα απόκρισης είχαν καταστεί διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο, σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή, επίσης μέσω της ιστοσελίδας του ΙΤΣΑΚ.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι πιο πάνω καταγραφές έχουν αναληφθεί μέχρι σήμερα από πολλούς ενδιαφερόμενους και αναμένεται ότι θα έχουν καθοριστική σημασία με την παραπέρα αξιοποίησή τους τόσο από Πολιτικούς Μηχανικούς όσο και από Σεισμολόγους. Χαρακτηριστικά αξίζει να αναφερθεί ότι το εστιακό βάθος του σεισμού υπολογίστηκε αρχικά στα 3 km ενώ αργότερα, και μετά από συνεκτίμηση και των καταγραφών του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ, το εστιακό βάθος του σεισμού επανεκτιμήθηκε από το Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ στα 31 km.

Αμέσως μετά την εκδήλωση του σεισμού, πέντε κλιμάκια του ΙΤΣΑΚ από ερευνητές και τεχνικούς είχαν μεταβεί στην περιοχή. Σκοπός αυτών των κλιμακίων ήταν η ανάπτυξη προσωρινού δικτύου επιταχυνσιογράφων στην πλειόσειστη περιοχή με πέντε όργανα υψηλής ακρίβειας, η ανάπτυξη επίσης προσωρινού δικτύου από 13 φορητούς σειсмоγράφους στην περιοχή από Πύργο μέχρι Πάτρα, η ενοργάνωση μιας πενταώροφης οικοδομής στην Πάτρα για παρακολούθηση της σεισμικής της συμπεριφοράς σε ματασεισμικές διεγέρσεις, η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς κτιριακών κατασκευών καθώς και η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς έργων υποδομής, φυσικών και τεχνητών πρानών. Την περιοχή επισκέφθηκαν επίσης ο Πρόεδρος και ο Αντιπρόεδρος του ΔΣ του ΙΤΣΑΚ.

Η έκθεση αυτή βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα των καταγραφών του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και στις παρατηρήσεις που έκαναν κλιμάκια ερευνητών του ΙΤΣΑΚ που είχαν μεταβεί στην πληγείσα περιοχή. Έστω και σε συνοπτική μορφή, η έκθεση αυτή παρέχει αρκετά δεδομένα, πληροφορίες και συμπεράσματα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για παραπέρα μελέτη τόσο για την κατανόηση των επιπτώσεων αυτού του σεισμού όσο και για τη διαχείριση της μετασεισμικής κατάστασης από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ και τον ΟΑΣΠ. Η έκθεση αυτή περιλαμβάνει:

- Συνοπτική παρουσίαση σεισμολογικών δεδομένων.
- Καταγραφές ισχυρής εδαφικής κίνησης από το μόνιμο δίκτυο επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στη πλειόσειστη περιοχή.
- Συνοπτική παρουσίαση της Γεωλογίας της περιοχής και των γεωτεχνικών συνθηκών στις θέσεις εγκατάστασης των οργάνων του μόνιμου δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ με στόχο την κατάταξη των εδαφικών σχηματισμών στη θέση των επιταχυνσιογράφων σύμφωνα με τον ΕΑΚ και τον EC8.

- Συνοπτική περιγραφή των επιπτώσεων γεωτεχνικού χαρακτήρα από το σεισμό με έμφαση σε κατολισθητικά φαινόμενα και φαινόμενα ρευστοποίησης του εδάφους σε διάφορες θέσεις της πληγείσας περιοχής.
- Περιγραφή χαρακτηριστικών δομικών συστημάτων στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας.
- Συσχέτιση της ισχυρής εδαφικής κίνησης με τους σεισμικούς συντελεστές των Αντισεισμικών Κανονισμών.
- Κατανομή των βλαβών στην πλειόσειστη περιοχή.
- Παρατηρηθείσες βλάβες σε κατασκευές ανάλογα με το δομικό σύστημα.
- Συνοπτική περιγραφή της ενοργάνωσης μιας πενταώροφης οικοδομής στην Πάτρα για παρακολούθηση της σεισμικής της συμπεριφοράς σε μετασεισμικές διεγέρσεις.
- Διατύπωση συμπερασμάτων τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για την κατανόηση των επιπτώσεων αυτού του σεισμού όσο και για τη διαχείριση της μετασεισμικής κατάστασης από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ και του ΟΑΣΠ.

Τόσο η παρούσα έκθεση όσο και οι καταγραφές από το μόνιμο Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και από τα άλλα προσωρινά δίκτυα του ΙΤΣΑΚ που αναπτύχθηκαν στην πλειόσειστη περιοχή αμέσως μετά το σεισμό, έχουν και μια άλλη επίσης καθοριστικής σημασίας αξία για την ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου.

Ως γνωστό, η Δυτική Πελοπόννησος, από την Καλαμάτα μέχρι την Πάτρα, έχει πληγεί τα τελευταία 22 χρόνια από 7 (επτά) σειμούς οι οποίοι προκάλεσαν ανθρώπινα θύματα και υλικές ζημιές.

- Καλαμάτα, 1986, Mw=6.0
- Κυλλήνη, 1988, Mw=6.0
- Πύργος, 1993, Mw=5.2
- Πάτρα, 1993, Mw=5.4
- Βαρθολομιό, 2002, Mw=5.6
- Κορώνη, 2008, Mw=6.7
- Αχαΐας – Ηλείας, 2008, Mw=6.5

Σε όλες τις πιο πάνω περιπτώσεις, το Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ κατέγραψε την ισχυρή εδαφική κίνηση τόσο του κυρίως σεισμού όσο και μετασεισμών που ακολούθησαν ενώ για τις περιπτώσεις των σεισμών της Καλαμάτας (1986), του Πύργου και της Πάτρας (1993) του Βαρθολομιού (2002), της Κορώνης (2008) καθώς και του πρόσφατου σεισμού Αχαΐας – Ηλείας (2008), έχουν συνταχθεί ειδικές εκθέσεις και έχουν εκπονηθεί παράλληλα επιστημονικές εργασίες που έχουν δημοσιευτεί (βλέπε βιβλιογραφία Εισαγωγής)

Επίσης, σημαντικές και ιδιαίτερης αξίας είναι και οι καταγραφές του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στη Δυτική Πελοπόννησο οι οποίες προέρχονται από σειμούς με επίκεντρα σε μεγάλες αποστάσεις. Αναφέρονται ενδεικτικά οι παρακάτω σεισμοί



για τους οποίους το ΙΤΣΑΚ, πέρα από τη λήψη καταγραφών από το Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων στη Δυτική Πελοπόννησο έχει εκπονήσει και ειδικές εκθέσεις ή και επιστημονικές δημοσιεύσεις (βλέπε επίσης βιβλιογραφία Εισαγωγής):

- Αίγιο, 1995, Mw=6.4
- Λευκάδα, 2003, Mw=6.2
- Κύθηρα, 2006, Mw=6.9
- Ζάκυνθος, 2007, Mw=5.5
- Λεωνίδιο, 2008, Mw=6.5

Το σύνολο λοιπόν των καταγραφών της ισχυρής εδαφικής κίνησης του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στη Δυτική Πελοπόννησο από τους πιο πάνω σεισμούς καθώς και οι ειδικές εκθέσεις και επιστημονικές εργασίες που συνοδεύουν αυτούς τους σεισμούς αποτελούν ένα τεράστιο υλικό ιδιαίτερης σημασίας το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο για την παραπέρα εμβάθυνση στο θέμα της σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής και την εκπόνηση ειδικών μελετών σεισμικής διακινδύνευσης όσο και για τον αντισεισμικό σχεδιασμό μεγάλων αναπτυξιακών έργων στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι καταγραφές αυτές περιλαμβάνουν και περιπτώσεις καταγραφών με πλούσιο συχνοτικό περιεχόμενο το οποίο επεκτείνεται σε μεγάλες περιόδους, πέραν του 0.8sec, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα ενίσχυση της εδαφικής κίνησης

Κατόπιν της πιο αναφοράς, είναι προφανές ότι η παρούσα έκθεση έχει μια επιπλέον ιδιαίτερη αξία πέραν αυτής καθ' αυτής της μελέτης του σεισμού της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου 2008, αφού εμπλουτίζει με σημαντικά στοιχεία τα δεδομένα από πραγματικούς σεισμούς που διαθέτουμε για τη Δυτική Πελοπόννησο, τόσο σε καταγραφές επιταχυνσιογράφων όσο και σε παρατηρήσεις επί των επιπτώσεων των σεισμών στο δομημένο περιβάλλον.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> :

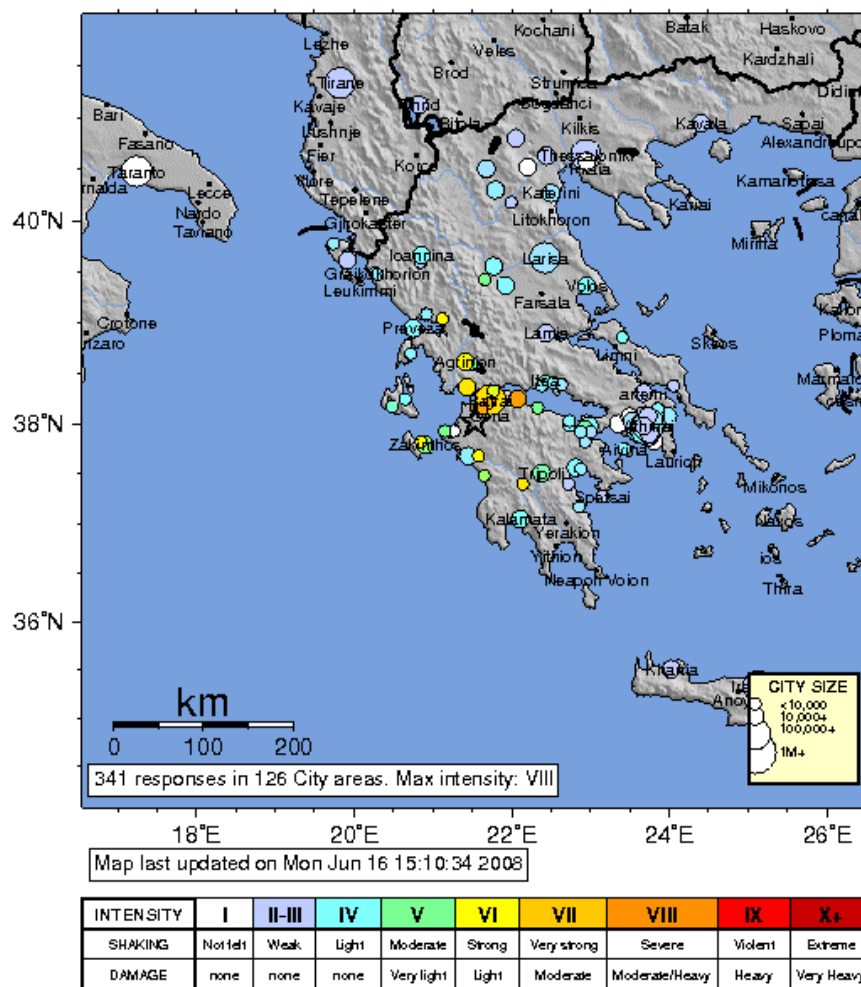
### ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ

#### 1.1. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σύμφωνα με ανακοίνωση του Εθνικού Δικτύου Σεισμογράφων στις 6 Ιουνίου 2008 και τοπική ώρα 15:25 (12:25 GMT) συνέβη ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους  $M=6.5$  στην περιοχή ΒΔ Πελοποννήσου.

Το επίκεντρο του σεισμού εντοπίστηκε από τον Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ στο χώρο με γεωγραφικές συντεταγμένες  $37.944^{\circ}$  Β και  $21.5438^{\circ}$  Α. Σύμφωνα με την ανωτέρω ανακοίνωση το βάθος της εστίας του σεισμού υπολογίστηκε στα 3 km περίπου, ο σεισμός προκάλεσε βλάβες σε οικισμούς της Αχαΐας και Ηλείας και έγινε αισθητός σε μεγάλο μέρος του Ελληνικού χώρου, την Κρήτη καθώς επίσης στην Νότια Ιταλία και την Αλβανία.

Ο χάρτης του σχήματος 1.1. 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 1.1.** Γεωγραφική κατανομή των μακροσεισμικών εντάσεων από το σεισμό της Βορειοδυτικής Πελοποννήσου (08.06.2008) σύμφωνα με την απόκριση των κατοίκων (Πηγή USGS: <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2008/us2008taaw/#maps>).

Με χρήση και των καταγραφών των επιταχυνσιογράφων στην επικεντρική περιοχή (Βαρθολομίο και Ζάκυνθος) έγινε δυνατός ο επανακαθορισμός με μεγαλύτερη ακρίβεια του επικέντρου από τον Σεισμολογικό Σταθμό του ΑΠΘ ο οποίος κατέληξε στις γεωγραφικές συντεταγμένες 37.9933°B and 21.5887°A με βάθος 31 km.

Διάφορα ινστιτούτα υπολόγισαν το μέγεθος σεισμικής ροπής,  $M_w$ . Ο πίνακας 1.1. δίνει τις παραμέτρους του ρήγματος και το μέγεθος σεισμικής ροπής όπως καθορίστηκαν από τα διάφορα σεισμολογικά κέντρα (HRV: Harvard University USA, INGV: Istituto di Geofisica e Vulcanologia ITALY, ATH: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο ΕΑΑ, THE: Εργαστήριο Γεωφυσικής ΑΠΘ, USGS: National Earthquake Information Service USA) Από τη λύση του μηχανισμού γένεσης του σεισμού φαίνεται να υπάρχει συμφωνία μεταξύ των ινστιτούτων ότι ο σεισμός προήλθε από ένα δεξιόστροφο ρήγμα οριζόντιας μετατόπισης. Ο μηχανισμός αυτός είναι σε συμφωνία με τον τυπικό μηχανισμό ο οποίος έχει προταθεί για την περιοχή από τους Παπαζάχο και Παπαζάχου (2003).

Πίνακας 1.1. Πληροφορίες για το μηχανισμό γένεσης και το μέγεθος σεισμικής ροπής,  $M_w$ , του σεισμού της 08.06.2008 από διάφορα Ινστιτούτα.

	NP1			NP2			Mw
	Strike	Dip	Rake	Strike	Dip	Rake	
<b>HRV</b>	210	86	162	301	72	4	6.3
<b>INGV</b>	210	85	179	300	89	5	6.4
<b>ATH</b>	210	82	175	301	86	8	6.4
<b>THE</b>	211	90	178	301	88	0	6.5
<b>USGS</b>	30	89	-160	299	71	0	6.3

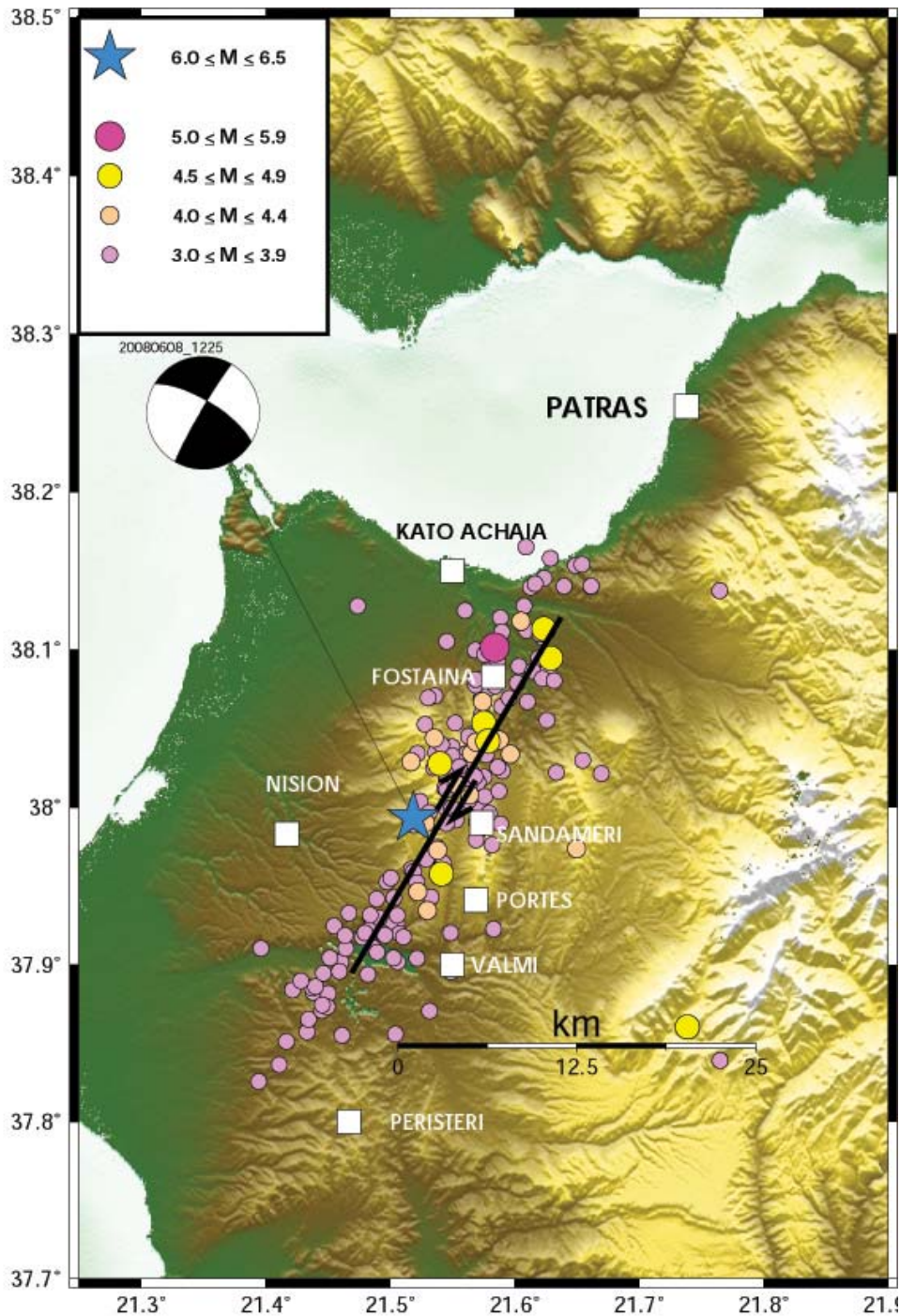
Ο εστιακός χώρος του σεισμού της 8ης Ιουνίου βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου, το οποίο είναι μία από τις ενεργές σεισμογενείς περιοχές της Ελλάδας. Οι Παπαζάχος και Παπαζάχου (2003) αναφέρουν τρεις ιστορικούς επιφανειακούς σεισμούς (1785 M6.4, 1804 M6.4 and 1806 M6.2) οι οποίοι έπληξαν της περιοχή. Ο Πίνακας II δίνει τις πληροφορίες για του σεισμούς αυτούς. Σύμφωνα με τους συγγραφείς το σφάλμα στον υπολογισμό του επικέντρου είναι της τάξης των 20 km ενώ στο μέγεθος είναι  $\pm 0.3$  του μεγέθους.

Πίνακας 1.2. Πληροφορίες για τις παραμέτρους εστίας και τα αποτελέσματα των ιστορικών σεισμών στη ΒΔ Πελοπόννησο (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ	M	I <sub>MAX</sub>	ΘΕΣΗ
1785.02.10	38.2	21.7	6.4	IX	Πάτρα
1804.06.08	38.1	21.7	6.4	IX	Πάτρα
1806.01.23	38.3	21.8	6.2	VIII	Πάτρα

Στο χάρτη του σχήματος 1.2 δίνεται η κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών με μεγέθη  $3.0 \leq M \leq 5.0$  με βάση τον κατάλογο των σεισμών του Σεισμολογικού Σταθμού του ΑΠΘ μέχρι την 20 Ιουνίου 2008. Στο ίδιο σχήμα δίνεται και ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού όπως

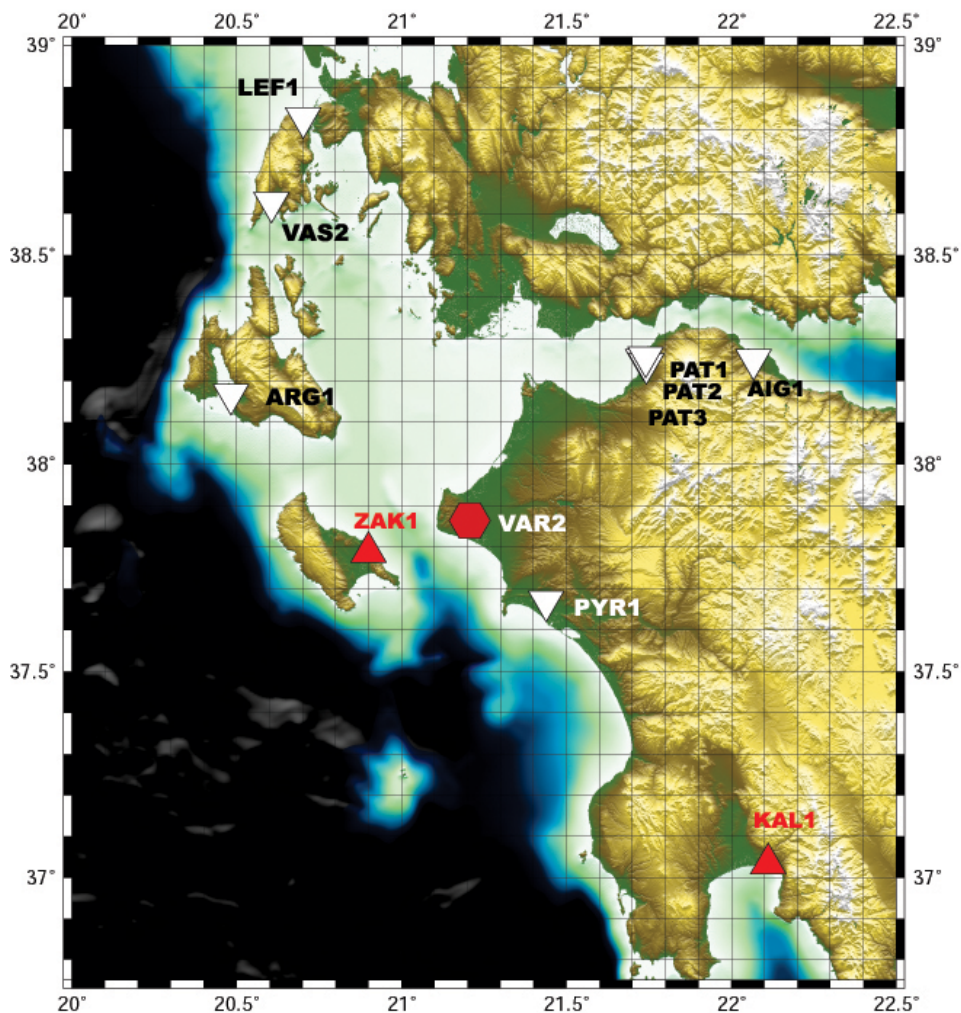
καθορίστηκε από το HRV. Η κατανομή των επικέντρων δείχνει να κατανέμεται σε μία ζώνη με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ η οποία είναι σε καλή συμφωνία με τον μηχανισμό γένεσης. Το μπλε άστρο δείχνει την θέση του επικέντρου ενώ τα άσπρα τετράγωνα τις θέσεις οικισμών στους οποίους παρατηρήθηκαν βλάβες. Η μαύρη γραμμή παριστάνει το ρήγμα του σεισμού της 08.06.2008 όπως προκύπτει από τη κατανομή των επικέντρων. Αν λάβουμε υπόψη ότι το μέσο μέγεθος του σεισμού ήταν 6.4 τότε με βάση σχέση την οποία πρότεινε ο Παπαζάχος (1989) προκύπτει μήκος ρήγματος 26 km γεγονός το οποίο είναι σε καλή συμφωνία με την κατανομή των επικέντρων.



**Σχήμα 1.2.** Γεωγραφική κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών μέχρι 20.06.2008 με μέγεθος  $3.0 \leq M \leq 5.0$ . Το επίκεντρο του σεισμού παριστάνεται με άστρο ενώ δίνεται επίσης και ο μηχανισμός γένεσης. Τα άσπρα τετράγωνα παριστάνουν θέσεις όπου παρατηρήθηκαν βλάβες σε κατασκευές.

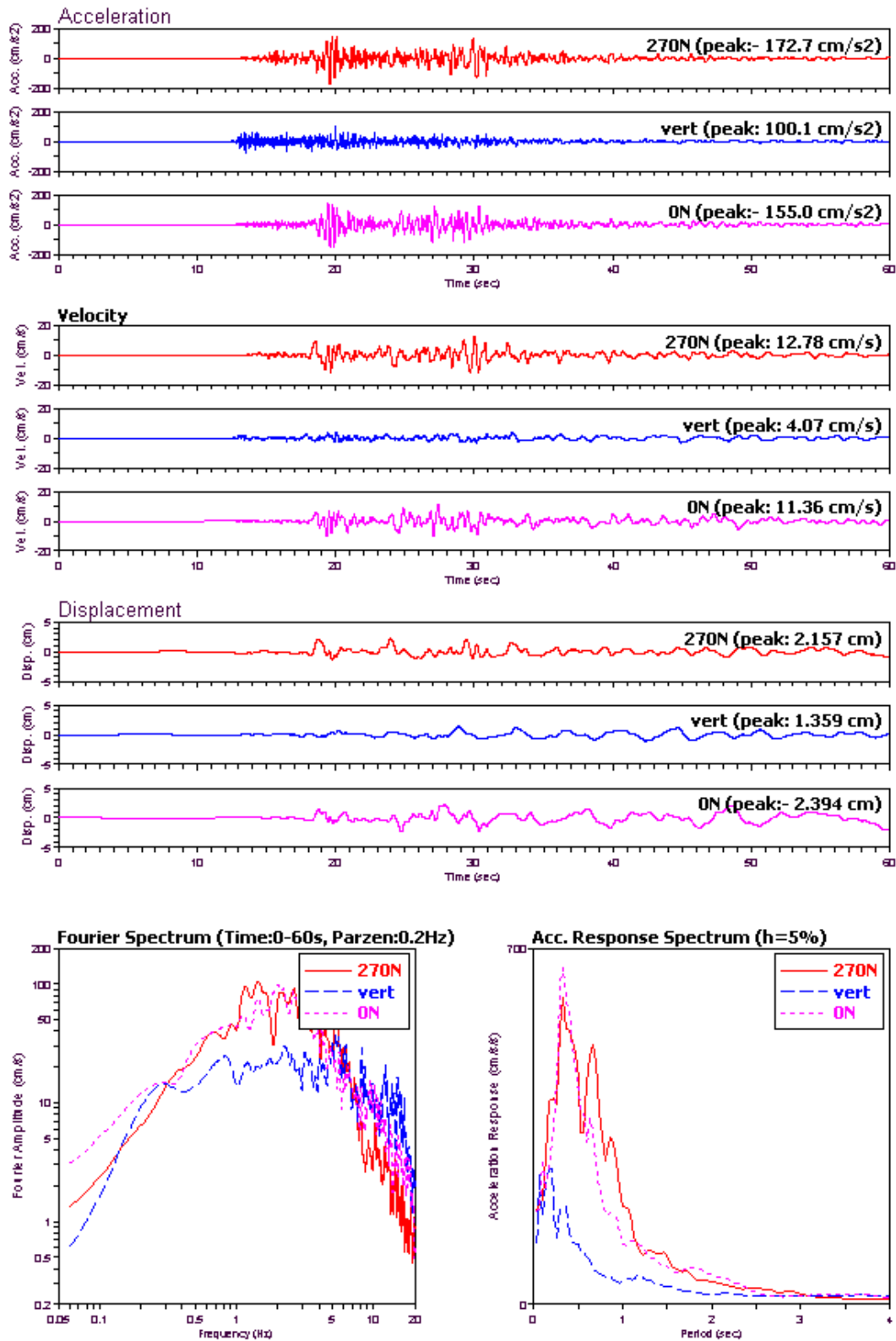
## 1.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΝ

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. Η σχετική προκαταρκτική έκθεση διαβιβάστηκε στο ΥΠΕΧΩΔΕ την ίδια ημέρα και αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)). Ο χάρτης του σχήματος 1.3 δίνει τη γεωγραφική κατανομή των θέσεων των επιταχυνσιογράφων στην ευρύτερη περιοχή. Τα ανάποδα άσπρα τρίγωνα παριστάνουν θέσεις (Λευκάδα, Βασιλική, Αργοστόλι, 3 θέσεις στην Πάτρα, Πύργος και Αίγιο) ενοργανωμένες με επιταχυνσιογράφους QDR (11 bits ανάλυσης). Στη Ζάκυνθο και τη Καλαμάτα υπάρχουν επιταχυνσιογράφοι CMG-5TD ευρέως φάσματος (24 bits ανάλυσης) ενώ στο Βαρθολομιό (κόκκινος ρόμβος) υπάρχει επιταχυνσιογράφος ETNA (ανάλυσης 18 bits). Καταγραφές επιταχύνσεων είχε το ΙΤΣΑΚ επίσης στη γέφυρα της Χαλκίδας στα Κύθηρα καθώς επίσης και στο δίκτυο του Ευρωπαϊκού πεδίου δοκιμών στη Μυγδονία λεκάνη (TST) λόγω της υψηλής ανάλυσης (18-24 bits) και δυναμικής μεγέθυνσης των εγκατεστημένων επιταχυνσιογράφων.



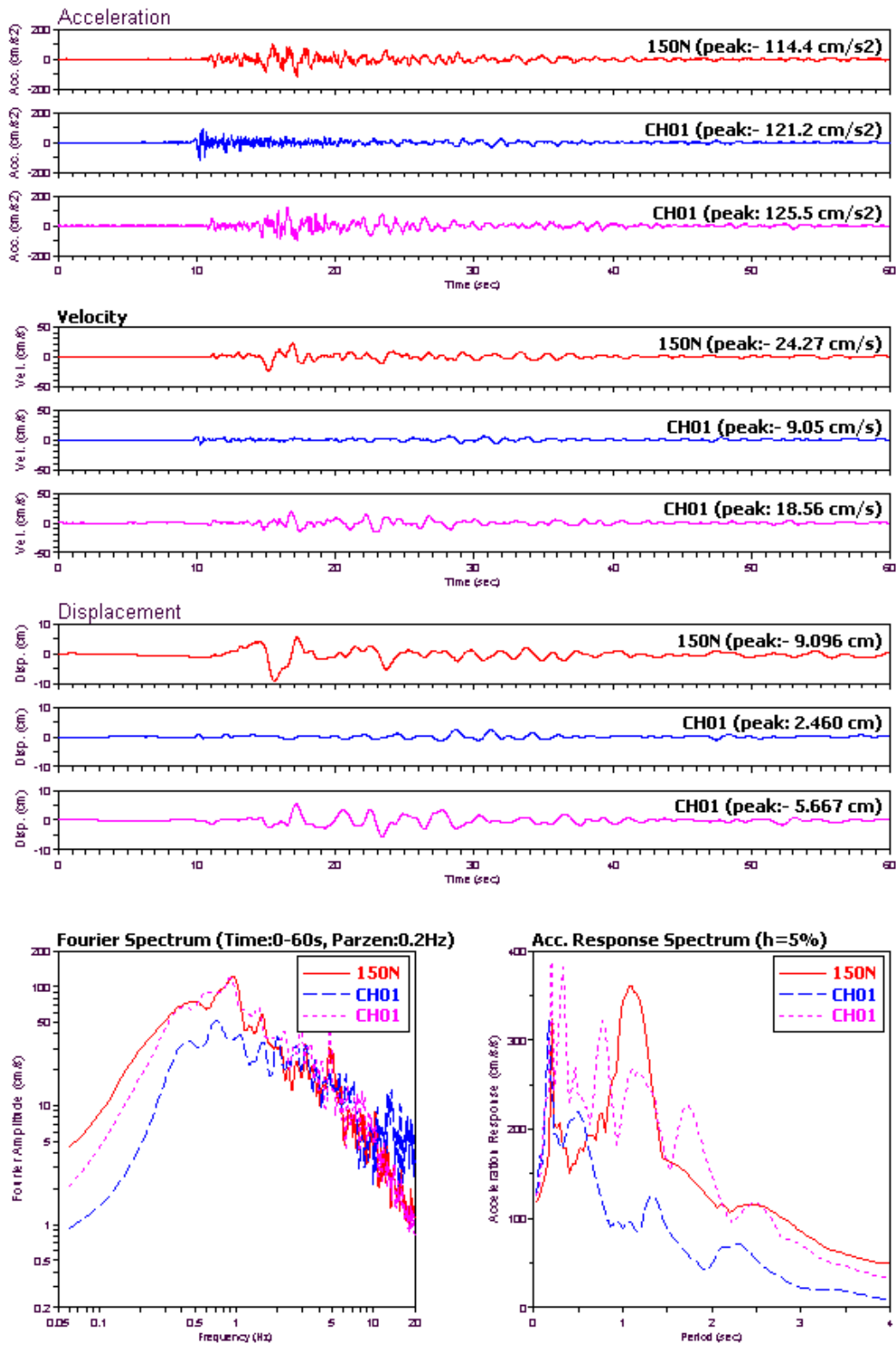
**Σχήμα 1.3.** Γεωγραφική κατανομή των θέσεων των επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην ευρύτερη περιοχή οι οποίοι κατέγραψαν τις εδαφικές επιταχύνσεις από το σεισμό της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου 2008.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η προκαταρκτική ανάλυση των ισχυρότερων καταγραφών δηλαδή για το Βαρθολομίο, τις τρεις καταγραφές της Πάτρας (PAT1, PAT2, και PAT3) και τον Πύργο.



2008/06/08 12:25:23, Site: VAR2

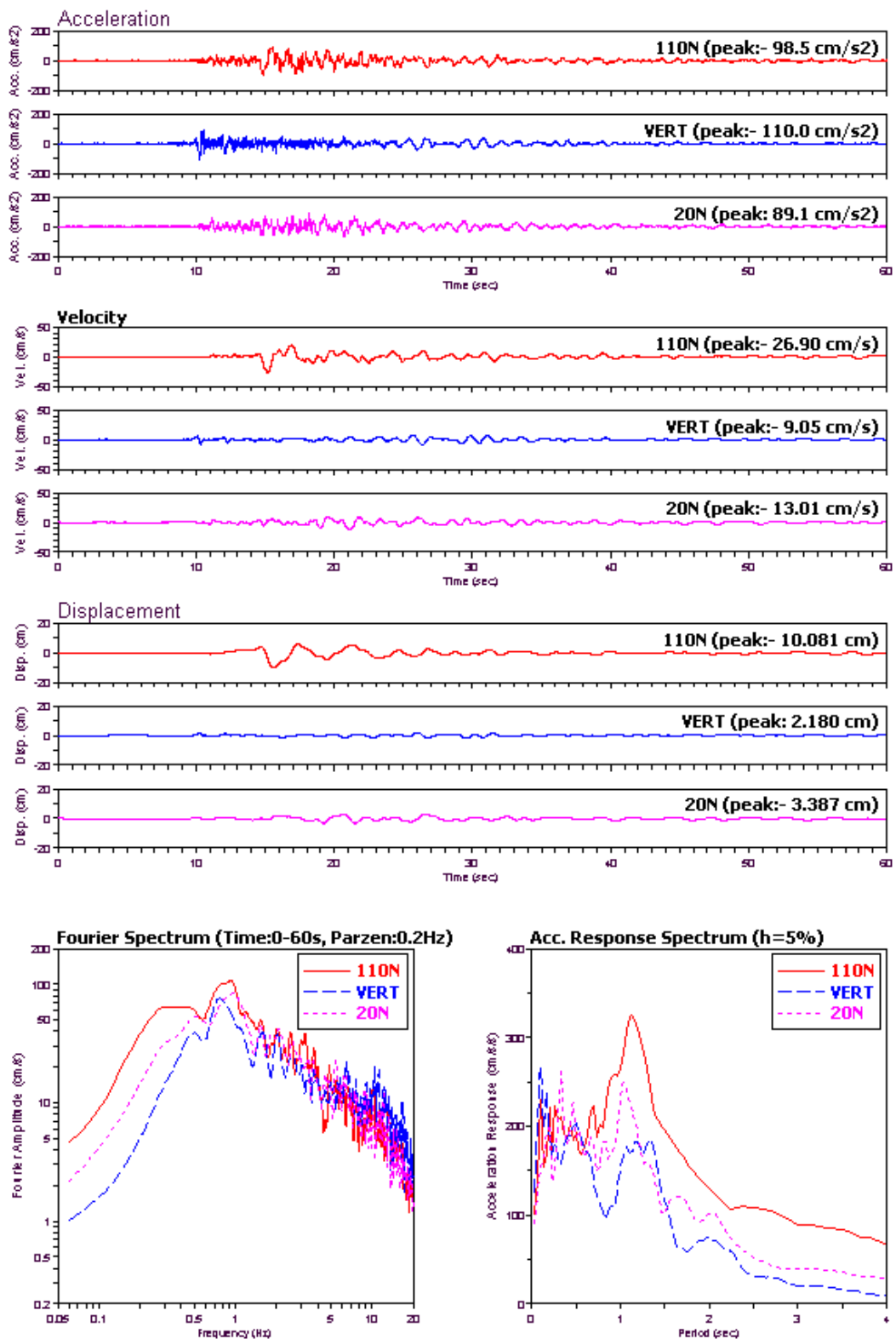
**Σχήμα 1.4.** Ανάλυση των διορθωμένων τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης και φασμάτων για το επιταχυνσιογράφημα του κύριου σεισμού στο Βαρθολομίο.



2008/06/08 12:25, Site: PAT1 - NAT. Bank

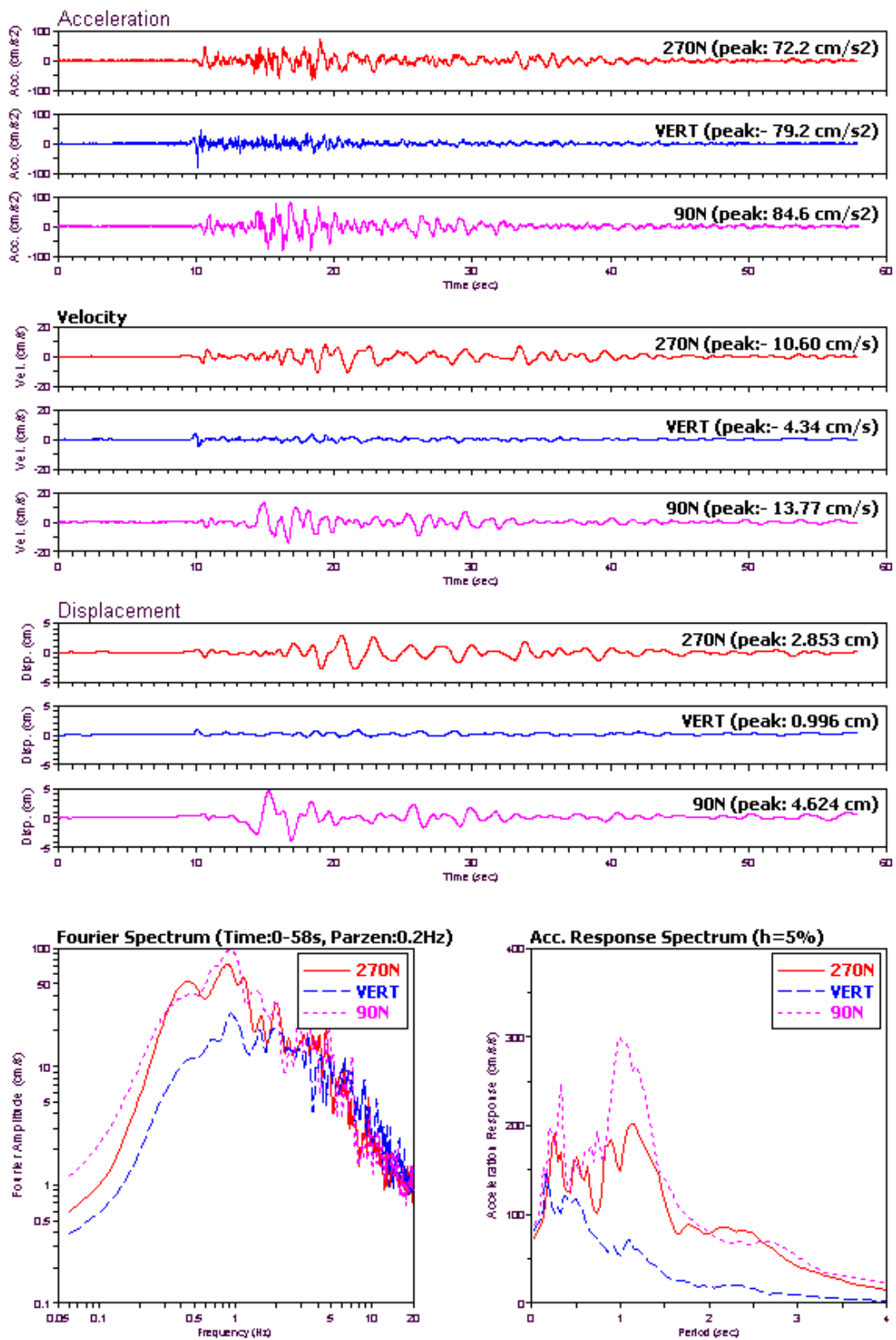
**Σχήμα 1.5.** Ανάλυση των διορθωμένων τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης και φασμάτων για το επιταχυνσιογράφημα του κύριου σεισμού στη θέση PAT1 (Εθνική Τράπεζα Πάτρας)





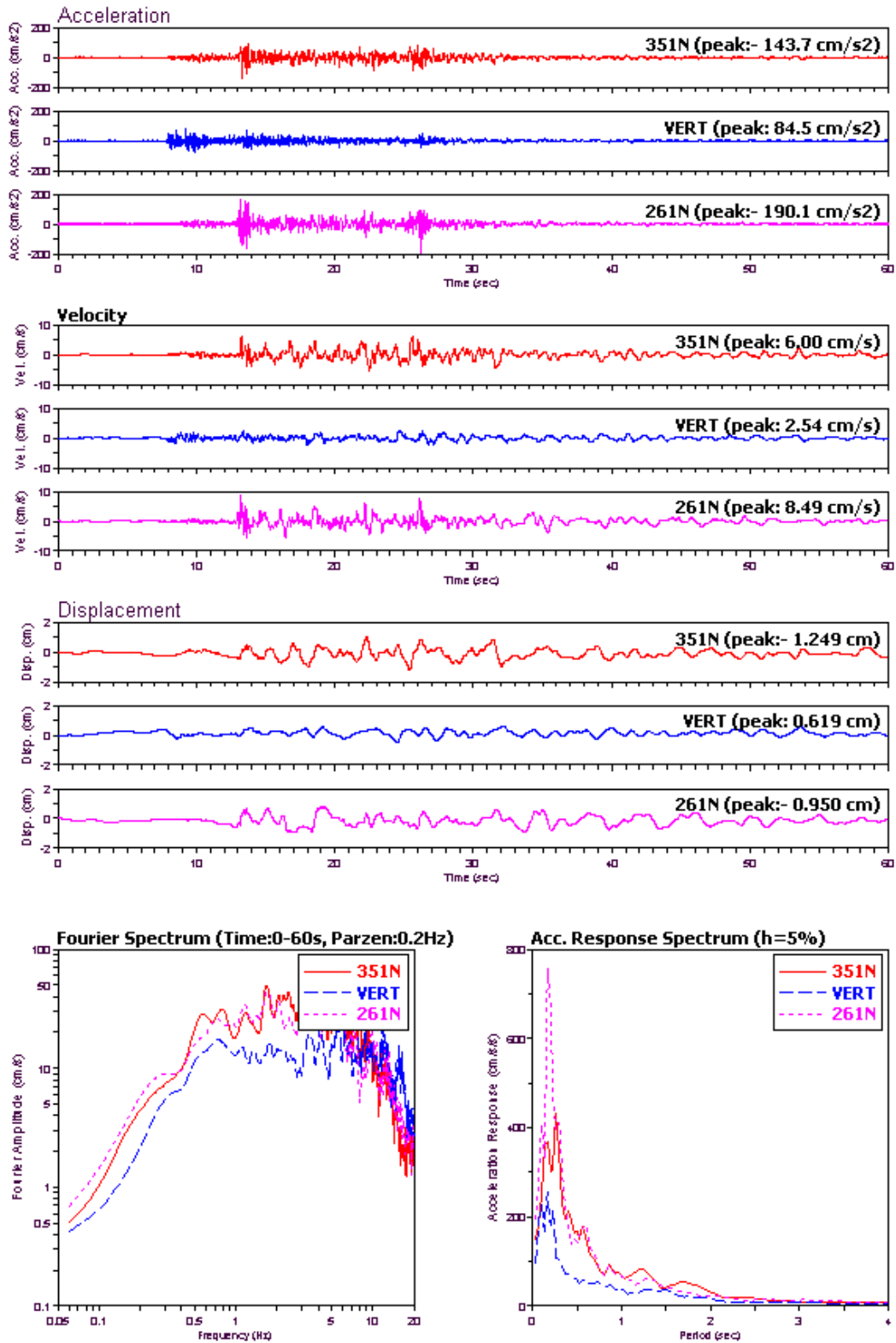
2008/06/08 12:25, Site: PAT2

**Σχήμα 1.6.** Ανάλυση των διορθωμένων τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης και φασμάτων για το επιταχυνσιογράφημα του κύριου σεισμού στη θέση PAT2 (εκκλησία Αγίου Δημητρίου).



2008/06/08 12:25, Site: PAT3

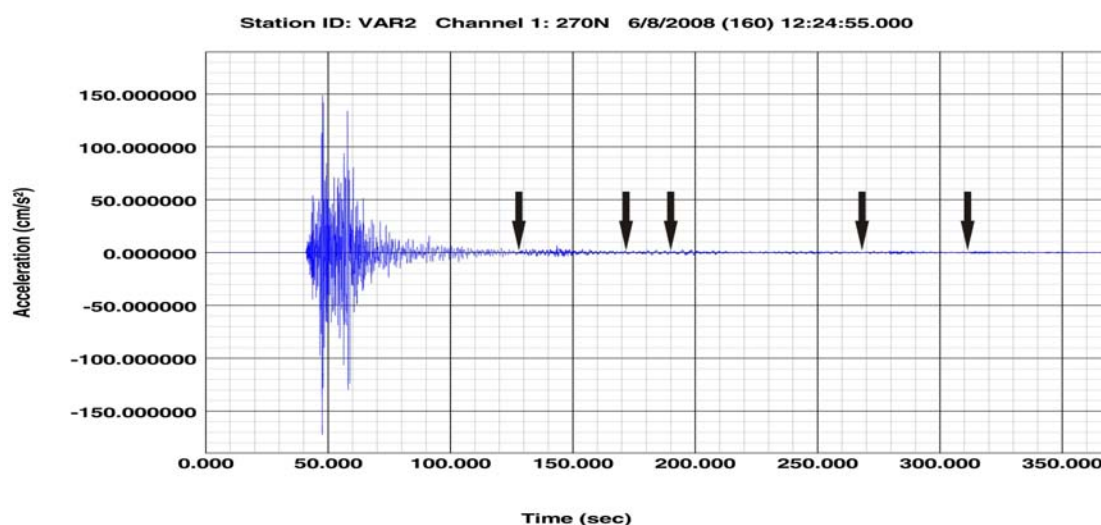
**Σχήμα 1.7.** Ανάλυση των διορθωμένων τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης και φασμάτων για το επιταχυνσιογράφημα του κύριου σεισμού στη θέση PAT3 (6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Πάτρας).



2008/06/08 12:25, Site: PYR1

**Σχήμα 1.8.** Ανάλυση των διορθωμένων τιμών επιτάχυνσης, ταχύτητας, μετάθεσης και φασμάτων για το επιταχυνσιογράφημα του κύριου σεισμού στον Πύργο Ηλείας (PYR1).

Αμέσως μετά τη γένεση του κύριου σεισμού ακολούθησαν μετασεισμοί οι οποίοι καταγράφηκαν στον επιταχυνσιογράφο του ΙΤΣΑΚ στο Βαρθολομιό όπως φαίνεται στο σχήμα 1.9 (σημειώνονται με βέλη) με αποτέλεσμα το αρχείο της καταγραφής να είναι ιδιαίτερα μεγάλο (χρόνος καταγραφής 380 sec).



**Σχήμα 1.9.** Καταγραφή οριζόντιας συνιστώσας του επιταχυνσιογράμματος στο Βαρθολομιό. Οι μετασεισμοί φαίνονται με βέλη.

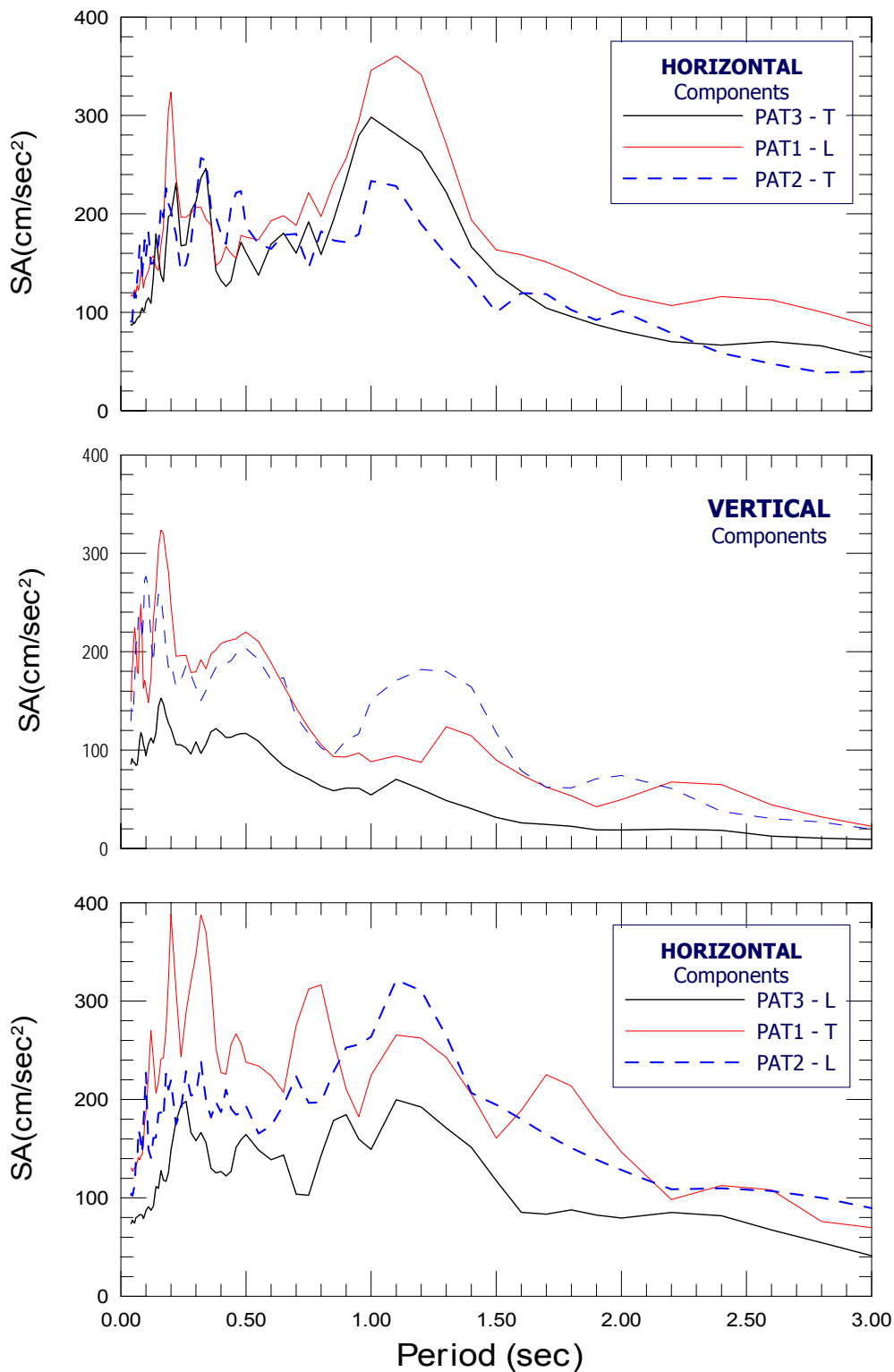
Οι μέγιστες επιταχύνσεις καθώς και στοιχεία για τις θέσεις εγκατάστασης των οργάνων στην ευρύτερη περιοχή δίνονται στον Πίνακα 1.3. Οι εδαφικές συνθήκες αυτών των θέσεων περιγράφονται στο Κεφάλαιο 2.

Πίνακας 1.3. Μέγιστες Επιταχύνσεις από καταγραφές του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ

ΠΟΛΗΣ	Θέσεις οργάνων			Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση
	ΚΤΙΡΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΧΩΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	
Πάτρα	Εθνική Τράπεζα	Υπόγειο	PAT1	<b>0.13g</b>
Πάτρα	I. N. Αγίου Δημητρίου	Ισόγειο	PAT2	<b>0.11g</b>
Πάτρα	6 <sup>ο</sup> Γυμνάσιο (περιοχή I.N. Αγίου Αλεξίου)	Ισόγειο	PAT3	<b>0.09g</b>
Βαρθολομιό	Κτίριο ΟΤΕ	Ισόγειο	VAR2	<b>0.17g</b>
Πύργος	Αγροτική Τράπεζα	Υπόγειο	PYR1	<b>0.19g</b>
Ζάκυνθος	Κτίριο ΟΤΕ	Ισόγειο	ZAK2	<b>0.04g</b>
Αργοστόλι	Κτίριο ΟΤΕ	Υπόγειο	ARG1	<b>0.03g</b>

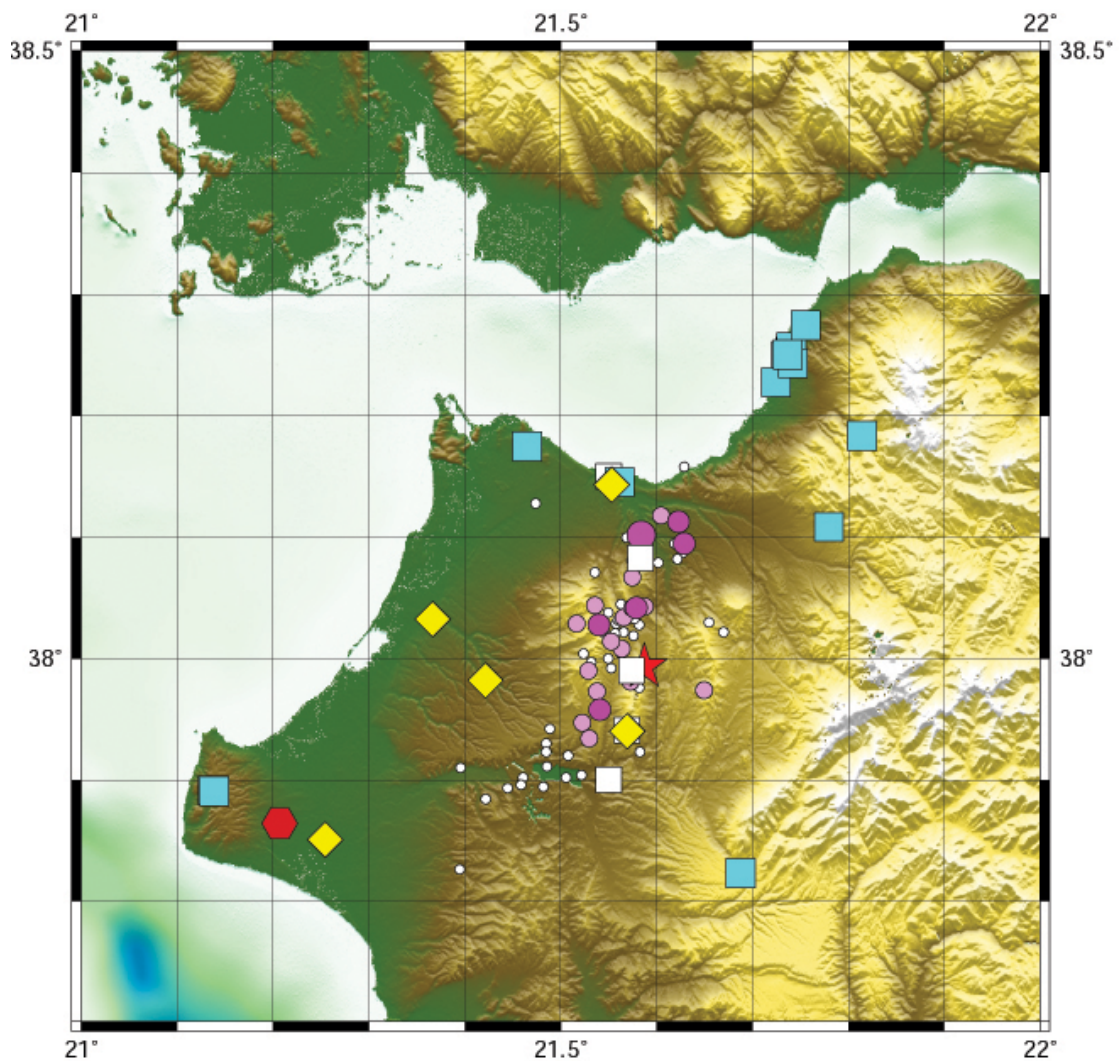
Όλα τα δεδομένα των διορθωμένων χρονιστοριών και των φασματικών τιμών από όργανα με τα οποία υπήρχε τηλεμετρική σύνδεση με το ΙΤΣΑΚ, ήταν διαθέσιμα σε χρονικό διάστημα 48ώρων σε όλη την ερευνητική και τεχνική κοινότητα της χώρας μέσω της ιστοσελίδας του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)), σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή.

Αξιοσημείωτη παρατήρηση από αυτές τις καταγραφές είναι η ενίσχυση των φασματικών τιμών επιτάχυνσης σε μεγάλες περιόδους και στις τρεις θέσεις εγκατάστασης των επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην Πάτρα. Στο σχήμα 1.10 δίνονται για σύγκριση τα φάσματα επιταχύνσεων ( $\zeta=5\%$ ) στις τρεις θέσεις της Πάτρας από τα οποία φαίνεται μία ενίσχυση για περιόδους 0.8-1.4 sec και στις τρεις θέσεις εγκατάστασης των οργάνων (PAT1, PAT2, PAT3).



**Σχήμα 1.10.** Σύγκριση των φασμάτων απόκρισης από τους τρεις σταθμούς επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην Πάτρα (PAT1, PAT2, PAT3). Στο μεσαίο σχήμα γίνεται σύγκριση της κατακόρυφης συνιστώσας του σεισμού από τους τρεις σταθμούς ενώ στα άλλα δύο συγκρίνονται οι οριζόντιες συνιστώσες.

Αμέσως μετά το σεισμό μέλη της Διεύθυνσης Τεχνικής Σεισμολογίας του ΙΤΣΑΚ μετακινήθηκαν στην περιοχή του εστιακού χώρου του σεισμού και εγκατέστησαν δίκτυο από αισθητήρες ευρέως φάσματος με μονάδες καταγραφής ανάλυσης 24 bits. Όλες οι μονάδες είναι εξοπλισμένες με σύστημα απόλυτου χρόνου. Συνολικά εγκαταστάθηκαν 5 επιταχυνσιογράφοι CMG-5TD και 13 μονάδες CMG-6TD (ταχυτητόμετρα) με σκοπό να συλλεχθούν δεδομένα για τον ακριβή καθορισμό των επικέντρων των μετασεισμών, τη μελέτη της επίδρασης των εδαφικών συνθηκών και της τοπογραφίας στην διαμόρφωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης και στη μελέτη της απόσβεσης των πλατών της σεισμικής κίνησης στο κοντινό πεδίο. Η χωροθέτηση του δικτύου φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 1.11.



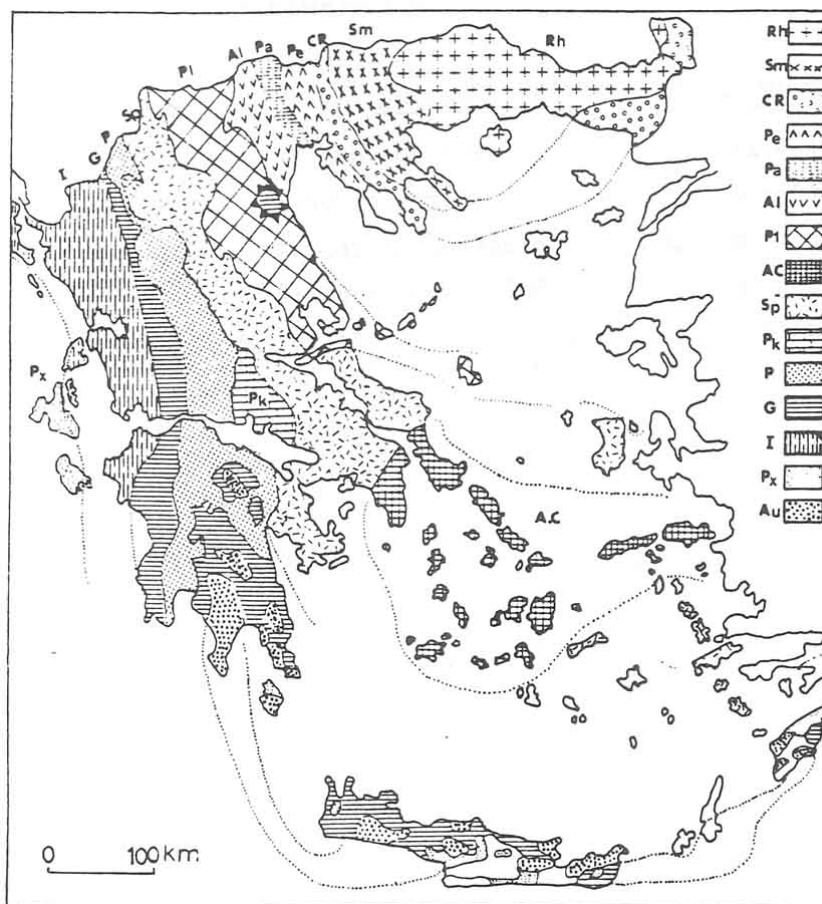
**Σχήμα 1.11.** Χωροθέτηση του μετασεισμικού δικτύου στη Βορειοδυτική Πελοπόννησο. Τα μπλέ τετράγωνα δίνουν τις θέσεις των 13 ταχυτητομέτρων ενώ οι κίτρινοι ρόμβοι παριστάνουν τις θέσεις εγκατάστασης των επιταχυνσιογράφων. Το κόκκινο εξάγωνο παριστάνει τη θέση του σταθμού VAR2 (Βαρθολομιό). Τα άσπρα τετράγωνα δίνουν τους οικισμούς οι οποίοι είχαν σημαντικές βλάβες ενώ φαίνονται επίσης και τα επίκεντρα των μετασεισμών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

#### 2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

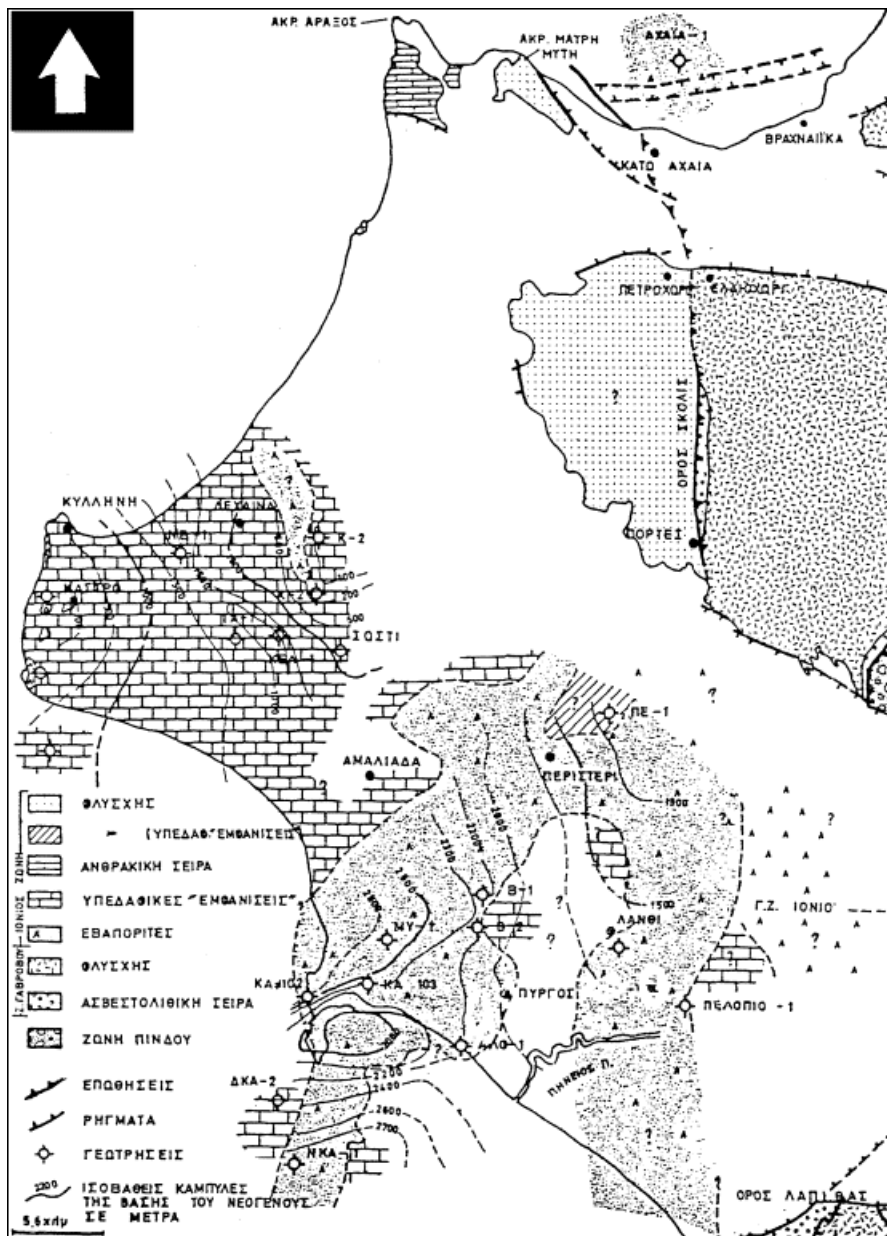
Σύμφωνα με το γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών (Mountrakis et al. 1983), η περιοχή της ΒΔ Πελοποννήσου ανήκει στην Αδριατικοϊόνιο ζώνη, γνωστή και ως «Ιόνιος ζώνη» (σχ. 2.1), η οποία εκτείνεται κατά μήκος της δυτικής παραλίας της Ηπειρωτικής Ελλάδας με διεύθυνση Β-Ν και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της Ηπείρου, την Ακαρνανία, τμήματα των Ιονίων Νήσων και την Βορειοδυτική Πελοπόννησο. Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη καθώς και οι ζώνες Παρνασσού-Γκιώνας, Γαβρόβου-Τρίπολης και Παξών (Εξωτερικές Ελληνίδες ζώνες) τοποθετούνται στην Απουλία μικροπλάκα και αντιπροσωπεύουν περιοχές ιζηματογένεσης ηπειρωτικού περιθωρίου με συνεχή ανθρακική κατά το πλείστον ιζηματογένεση. Ωστόσο, κάποια διαφοροποίηση παρατηρείται στην ιζηματογένεση της Αδριατικοϊόνιου ζώνης, η οποία θεωρείται πλέον σαν μια τυπική ηπειρωτική λεκάνη που αναπτύχθηκε πάνω στην Απουλία πλάκα και έδωσε μερική πελαγική ιζηματογένεση, ενώ η ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης έπαιξε το ρόλο του υφαλώδους φράγματος.



**Σχήμα 2.1.** Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. **Rh:** Μάζα της Ροδόπης, **Sm:** Σερβομακεδονική μάζα, **CR:** Περιροδοπική ζώνη, (**Pe:** Ζώνη Παιανίας, **Pa:** Ζώνη Πάικου, **Al:** Ζώνη Αλμωπίας) = Ζώνη Αξιού, **PI:** Πελαγονική ζώνη, **Ac:** Αττικό-Κυκλαδική ζώνη, **Sp:** Υποπελαγονική ζώνη, **Pk:** Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας, **P:** Ζώνη Πίνδου, **G:** Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, **I:** Ιόνιος ζώνη, **Px:** Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, **Au:** Ενότητα «Γαλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθου» πιθανόν της Ιονίου ζώνης. (Κατά Mountrakis et al. 1983).

Για τη ΒΔ. Πελοπόννησο, ο Καμπέρης (1987), δέχεται ότι τα όρια μεταξύ της Ιόνιας ζώνης και της ενότητας Γαβρόβου – Πύλου – Τρίπολης περνούν από τις δυτικές παρυφές της κομόπολης Κάτω Αχαΐα και του όρους Σκολίς (χωριά Πόρτες, Σαντομερί), ανατολικά της Θέσης της γεάτρησης Πελόπιο-1 και από τις δυτικές παρυφές του βουνού Λάπιθας (σχήμα 2.2). Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και οι υπεδαφικές "εμφανίσεις" της Ιόνιας ενότητας καθώς και οι ισοβαθείς καμπύλες της βάσης του νεογενούς.

Περισσότερα γεωλογικά στοιχεία δίνονται στις επόμενες ενότητες για τις περιοχές- θέσεις της ΒΔ Πελοποννήσου όπου είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί (επιταχυνσιογράφοι) καταγραφής της ισχυρής εδαφικής κίνησης του ΙΤΣΑΚ και ειδικότερα για την Πάτρα (3 σταθμοί), τον Πύργο (1 σταθμός) και το Βαρθολομιά (1 σταθμός).



**Σχήμα 2.2.** Υπεδαφικές "εμφανίσεις" της Ιόνιας ενότητας στη ΒΔ Πελοπόννησο και η οριοθέτησή της με την ενότητα Γαβρόβου – Πύλου – Τρίπολης (Καμπέρης, 1987).

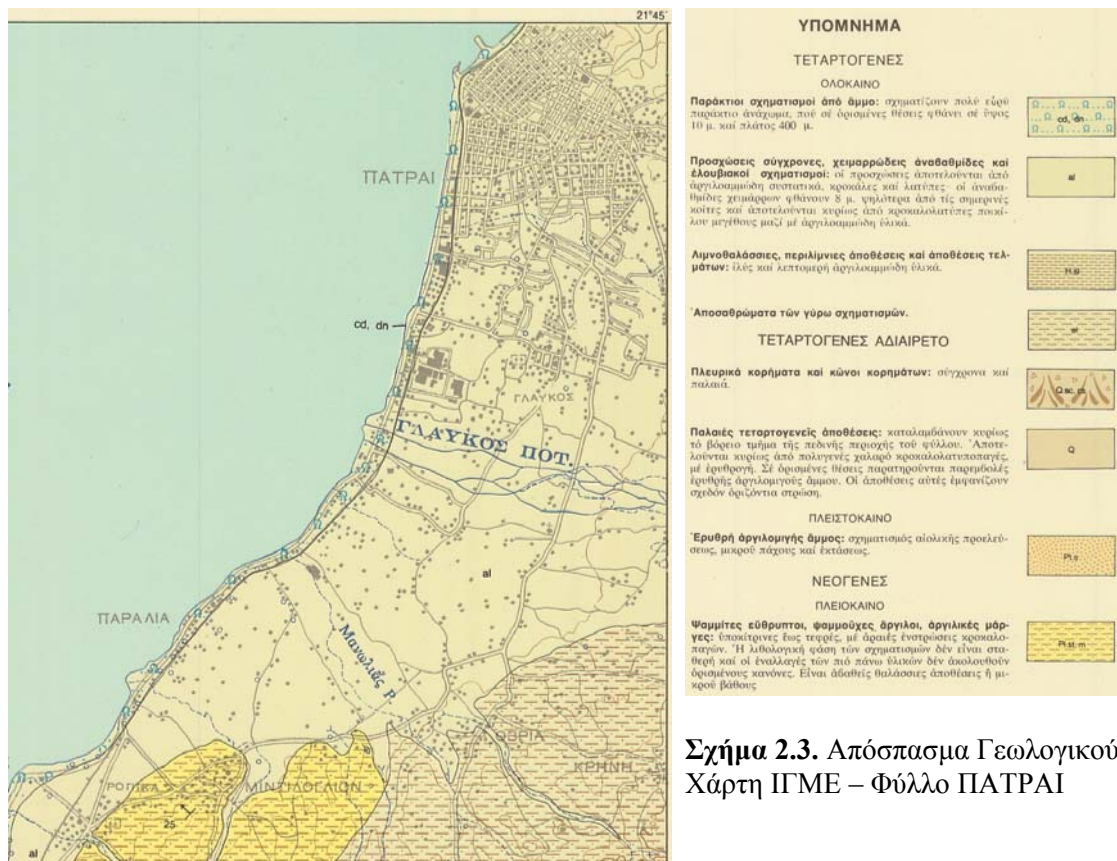


## 2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΕΛΔΑΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗ ΒΔ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟ.

### 2.2.1. ΠΑΤΡΑ (σταθμοί ΡΑΤ1, ΡΑΤ2, ΡΑΤ3)

Γενικά η περιοχή της Πάτρας από γεωλογικής πλευράς αποτελείται από λεπτομερείς κυρίως προσχώσεις του τεταρτογενούς οι οποίες καλύπτουν Πλειστοκαινικά ιζήματα. Των ιζημάτων υπόκειται ο κατώτερος ορίζοντας των τεφροκυανών αργιλομαργών του Πλειστοκαινού που έχει πολύ μεγάλο πάχος. Τα Πλειστοκαινικά ιζήματα από πλευράς διάρρηξης χαρακτηρίζονται από δύο κύρια συστήματα γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ. Τα πρώτα συμπίπτουν με τους κύριους άξονες της ακτογραμμής και τα όρια της ιζηματογενούς λεκάνης-αλπικού υποβάθρου. Γενικά οι επικρατούσες διευθύνσεις που αναφέρθηκαν χαρακτηρίζουν τη νεώτερη ρηξιγενή τεκτονική της Αχαΐας.

Η Πάτρα βρίσκεται πάνω από ένα γεωλογικό σχηματισμό ο οποίος έχει την ακόλουθη γενική περιγραφή: Τεταρτογενές – Ολόκαινο. Προσχώσεις σύγχρονες, χειμαρρώδεις αναβαθμίδες και αλλουβιακοί σχηματισμοί: οι προσχώσεις αποτελούνται από αργιλοαμμώδη συστατικά, κροκάλες και λατύπες - οι αναβαθμίδες χθόνιων φθάνουν 8 μ. ψηλότερα από τις σημερινές κοίτες και αποτελούνται κυρίως από κροκαλοατύπες ποικίλου μεγέθους μαζί με αργιλοαμμώδη υλικά.

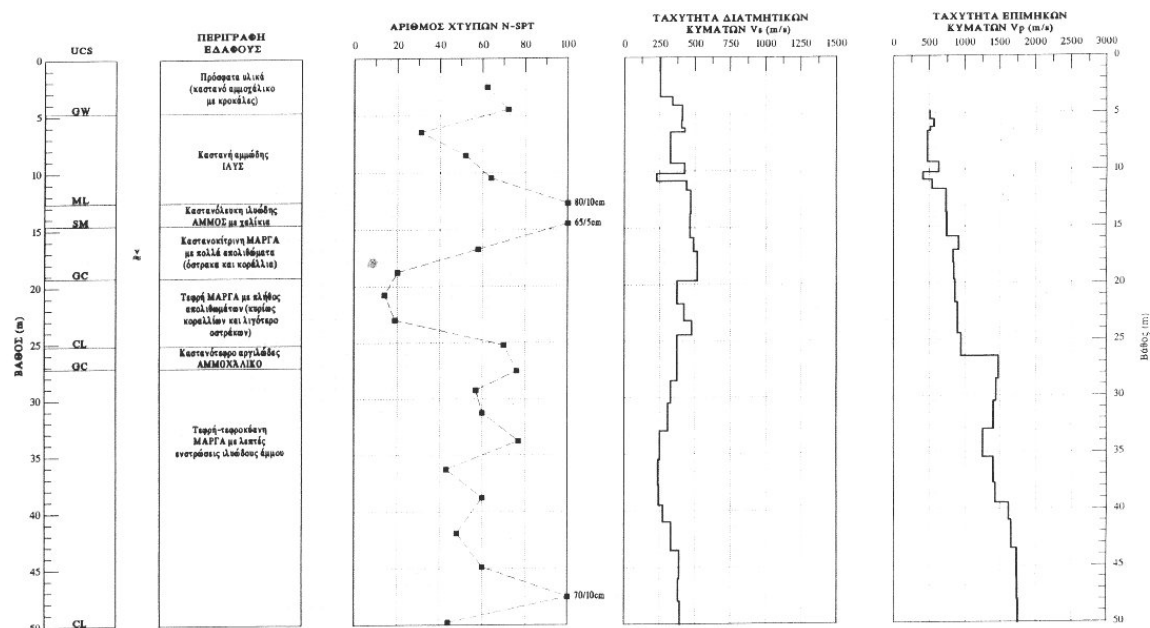


Σχήμα 2.3. Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη ΙΓΜΕ – Φύλλο ΠΑΤΡΑΙ

Στην Πάτρα υπάρχουν τρεις εγκατεστημένοι επιταχυνσιογράφοι με τις κωδικοποιημένες ονομασίες ΡΑΤ1, ΡΑΤ2, ΡΑΤ3. Ο επιταχυνσιογράφος ΡΑΤ1 βρίσκεται εγκατεστημένος στο υπόγειο του 7όροφου κτηρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα της Εθνικής Τράπεζας, ο ΡΑΤ2 στο ισόγειο της εκκλησίας του Αγ. Δημητρίου και ο ΡΑΤ3 στο ισόγειο του 6<sup>ου</sup> Γυμνασίου Πάτρας (Αγ Αλέξιος).

Στα πλαίσια συντονισμένου ερευνητικού προγράμματος (ΑΠΘ-ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ 1996), σε μία (1) από τις τρεις (3) θέσεις των επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ και συγκεκριμένα στη θέση PAT2 (Εκκλησία Αγ. Δημητρίου) πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική έρευνα με σκοπό τη λεπτομερή τεκμηρίωση της θέσης καταγραφής.

Στο σχήμα 2.4 δίνεται η γεωτεχνική περιγραφή των εδαφικών σχηματισμών στη θέση PAT2 και συνοψίζονται τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών ( $N_{SPT}$ , Cross-Hole). Με βάση τα αποτελέσματα της δοκιμής πεδίου Cross-Hole, η μέση ταχύτητα διάδοσης στα επιφανειακά 30m, υπολογίστηκε  $V_{S30} = 345\text{m/sec}$ . Κατά συνέπεια η θέση PAT2 κατατάσσεται στην κατηγορία Β κατά ΕΑΚ/2003 και στην κατηγορία C κατά EC8.



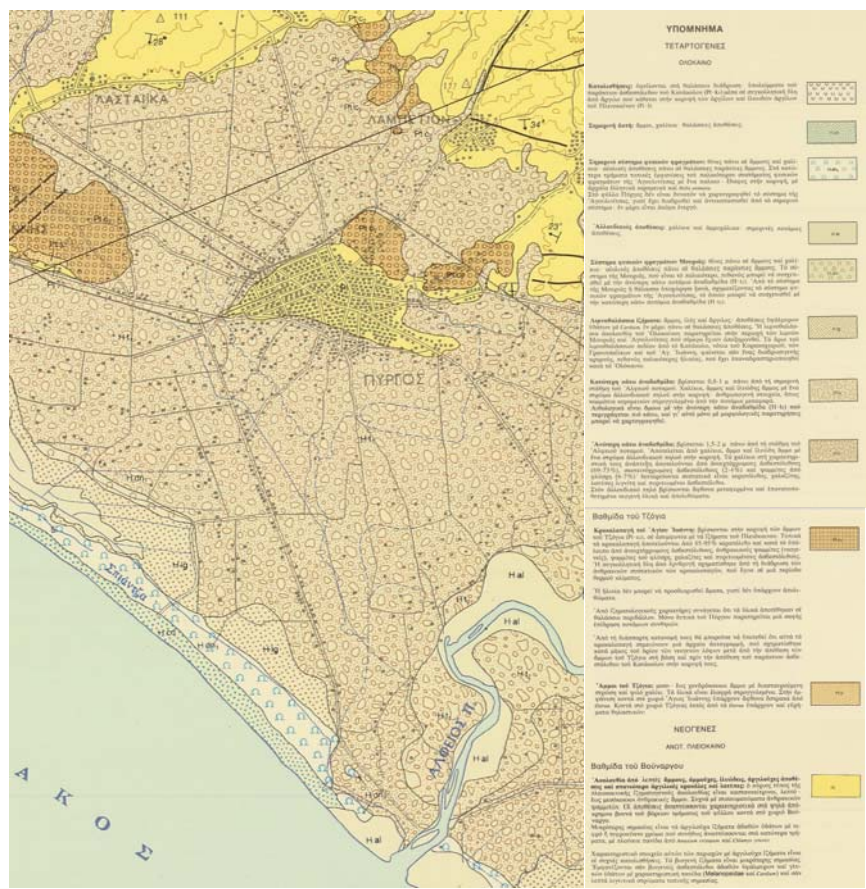
**Σχήμα 2.4.** ΠΑΤΡΑ – PAT2: Γεωτεχνική τομή και αποτελέσματα πρότυπης δοκιμής δειξίδυσης και ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών και επιμήκων κυμάτων.

Στις θέσεις PAT1 (Εθνική Τράπεζα) και PAT3 (6<sup>ο</sup> Γυμνάσιο) δεν υπάρχουν διαθέσιμα περισσότερα γεωτεχνικά ή γεωφυσικά στοιχεία και ως εκ τούτου η κατάσταση θα βασισθεί κυρίως στην ποιοτική προσέγγιση του γεωλογικού χάρτη, αλλά και στα επιπλέον στοιχεία που υφίστανται για τη θέση του επιταχυνσιογράφου στην εκκλησία του Αγ. Δημητρίου. Θεωρώντας ότι δεν υφίστανται ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των δύο θέσεων (σύμφωνα με τα συμπεράσματα του προαναφερθέντος ερευνητικού προγράμματος) η γεωτεχνική και εδαφοδυναμική τομή θεωρείται αντιπροσωπευτική και για τις θέσεις των επιταχυνσιογράφων PAT1 και PAT3 οι οποίοι κατατάσσονται ομοίως στην κατηγορία Β κατά ΕΑΚ/2003 και στην κατηγορία C κατά EC8.

### 2.2.2. ΠΥΡΓΟΣ (σταθμός PYR1)

Τα ιζήματα της περιοχής του Πύργου αναφέρονται στο γεωλογικό χάρτη ως βαθμίδα του Βουνάργου του Ανωτ. Πλειόκαινου. Επιφανειακά οι σχηματισμοί καλύπτονται κατά θέσεις από παχύ μανδύα των ιδίων αποσπασμάτων. Όπου δεν υπάρχει ο μανδύας αυτός, εμφανίζονται αμμώδεις σχηματισμοί σε εναλλαγές με αργίλους. Στην κοίτη του μικροχειμάρρου αποκαλύπτονται ενσπρώσεις απολιθοματοφόρων μαργών έως μαργαϊκών ασβεστόλιθων (Σχήμα 2.5). Η περιοχή είναι τεκτονισμένη και περικλείεται μεταξύ τριών ρηγμάτων τα οποία σχηματίζουν μεταξύ τους το γράμμα Π. Ο Πύργος βρίσκεται πάνω από ένα γεωλογικό σχηματισμό ο οποίος έχει την ακόλουθη γενική περιγραφή:

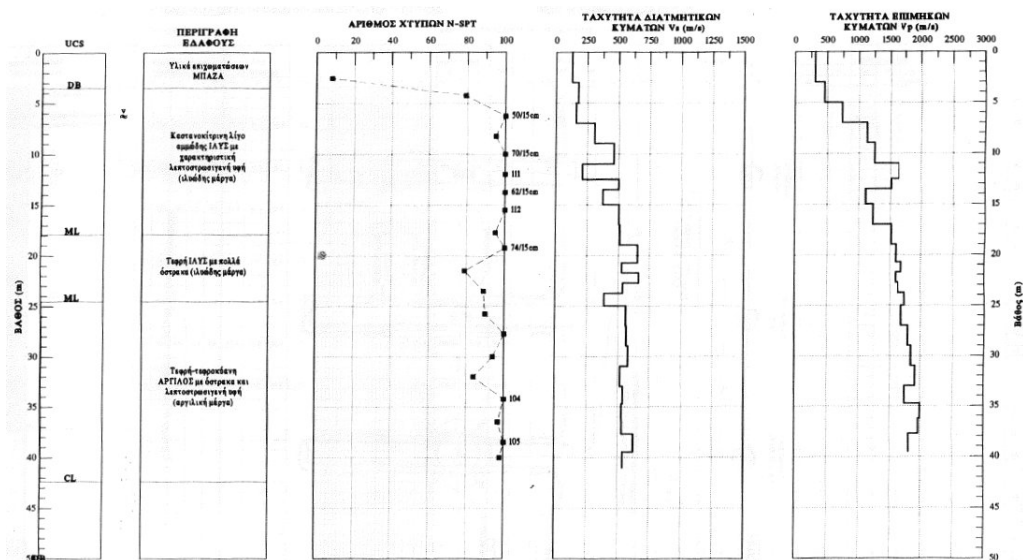
- Τεταρτογενές – Ολόκαινο. Ανώτερη κάτω αναβαθμίδα: βρίσκεται 1.5-2μ πάνω από τη στάθμη του Αλφειού ποταμού. Αποτελείται από χαλίκια, άμμο και ιλυώδη άμμο με ένα στρώμα αλλουβιακού πηλού στην κορυφή. Τα χαλίκια στην χαρακτηριστική τους ανάπτυξη αποτελούνται από ανοιχτόχρωμους ασβεστόλιθους (69-73%), σκοτεινόχρωμους ασβεστόλιθους (2-4%) και ψαμμίτες με φλύσχη (6-7%). Δευτερεύοντα συστατικά είναι κερατόλιθος, χαλαζίτης, λατύπες λιγνίτη και πυριτιωμένοι ασβεστόλιθοι. Στον αλλουβιακό πηλό βρίσκονται άφθονα μεταφερμένα και επανατοποθετημένα νεογενή υλικά και απολιθώματα.
- Πλειστόκαινο. Βαθμίδα του Τζόγια. Κροκαλοπαγή του Αγ. Ιωάννη: βρίσκονται στην κορυφή των άμμων του Τζόγια (Pt.c2) σε ασυμφωνία με τα ιζήματα του Πλειόκαινου. Τυπικά τα κροκαλοπαγή αποτελούνται από 85-95% κερατόλιθο και κατά το υπόλοιπο από ανοιχτόχρωμους ασβεστόλιθους, ανθρακικούς ψαμμίτες (νεογενείς), ψαμμίτες του φλύσχη, χαλαζίτες και πυριτιωμένους ασβεστόλιθους. Η συγκολλητική ύλη από ερυθρογή σχηματίστηκε από τη διάβρωση των ανθρακικών συστατικών των κροκαλοπαγών, που έγινε σε περίοδο θερμού κλίματος.
- Νεογενές – Ανώτερο Πλειστόκαινο. Βαθμίδα του Βουνάργου. Ακολουθία από λεπτές άμμους, αμμόδεις, ιλυώδεις, αργιλόδεις αποθέσεις και σπανιότερα αργιλικές κροκάλες και λατύπες: ο κύριος τύπος της πλειοκαινικής ιζηματογενούς ακολουθίας είναι καστανοκίτρινες, λεπτό- έως μεσόκοκκες ανθρακικές άμμοι. Συχνά συναντώνται με συσσωματώματα ανθρακικών ψαμμιτών.



Σχήμα 2.5. Απόσπασμα Γεωλογικού Χάρτη ΓΓΜΕ – Φύλλο ΠΥΡΓΟΣ

Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος (ΑΠΘ-ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ 1996) που προαναφέρθηκε, στη θέση του επιταχυνσιογράφου (PYR1) του ΙΤΣΑΚ (Κτίριο Αγροτικής Τράπεζας Πύργου) πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική έρευνα με σκοπό τη λεπτομερή τεκμηρίωση της θέσης καταγραφής.

Στο Σχήμα 2.6 δίνεται η γεωτεχνική περιγραφή των εδαφικών σχηματισμών στη θέση PYR1 και συνοψίζονται τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών ( $N_{SPT}$ , Cross-Hole). Από πλευράς μέσης ταχύτητας διάδοσης των διατμητικών κυμάτων σε βάθος 30m προκύπτει, από τις δοκιμές πεδίου Cross - Hole που έγιναν, τιμή  $V_{S30} = 315\text{m/sec}$ . Επομένως, σύμφωνα με όλα τα παραπάνω στοιχεία, το έδαφος κατατάσσεται κατά ΕΑΚ/2003 στην κατηγορία Β και κατά EC8 στην κατηγορία C.

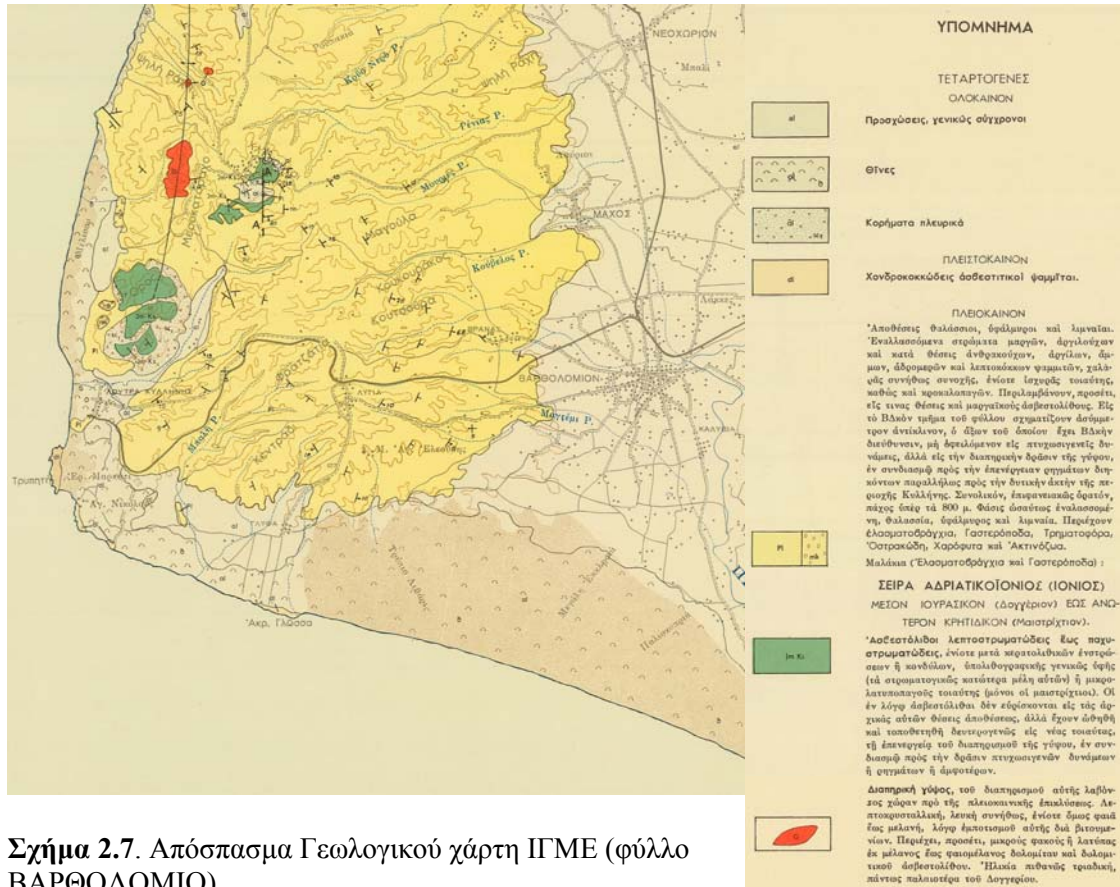


**Σχήμα 2.6.** Πύργος – PYR1: Γεωτεχνική τομή και αποτελέσματα πρότυπης δοκιμής διείδυσης και ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών και επιμήκων κυμάτων.

### 2.2.3. ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ (σταθμός VAR2)

Η ευρύτερη περιοχή του Βαρθολομιού, δομείται από τεταρτογενείς σχηματισμούς οι οποίοι επικάθονται σε μεταλλικούς σχηματισμούς (μειοκαινικά ιζήματα, πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί) μεγάλου πάχους. Οι μεταλλικοί σχηματισμοί επικάθονται ασύμφωνα στους Αλπικούς σχηματισμούς που αποτελούν το υπόβαθρο της περιοχής και ανήκουν στην Ιόνια γεωτεκτονική ζώνη. Οι πλειο-πλειστοκαινικοί σχηματισμοί συνίστανται από ασβεστιτικούς ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, μάργες, εναλλασσόμενες στρώσεις ιλυωδών άμμων και αργίλων πάχους μεγαλύτερου από 1500 μέτρα. Οι τεταρτογενείς, ολοκαινικές αποθέσεις αποτελούνται κυρίως από εναλλασσόμενες στρώσεις άμμων, ιλύων και αργίλων, συχνά σε χαλαρή δομή και πρόσφατες προσχώσεις από άμμους και κροκάλες, λόγω της δράσης των χειμάρρων στην ευρύτερη περιοχή (σχήμα 2.7). Κατά μήκος της νοτιοδυτικής και βορειοδυτικής παράκτιας ζώνης (Κυλλήνη, λουτρά Κυλλήνης, ακρ. Γλώσσα) εμφανίζονται θίνες πάχους 3-4 m, όπου και είχαν παρατηρηθεί εδαφικές διαρρήξεις λόγω ρευστοποίησης κατά τον σεισμό του 1988.

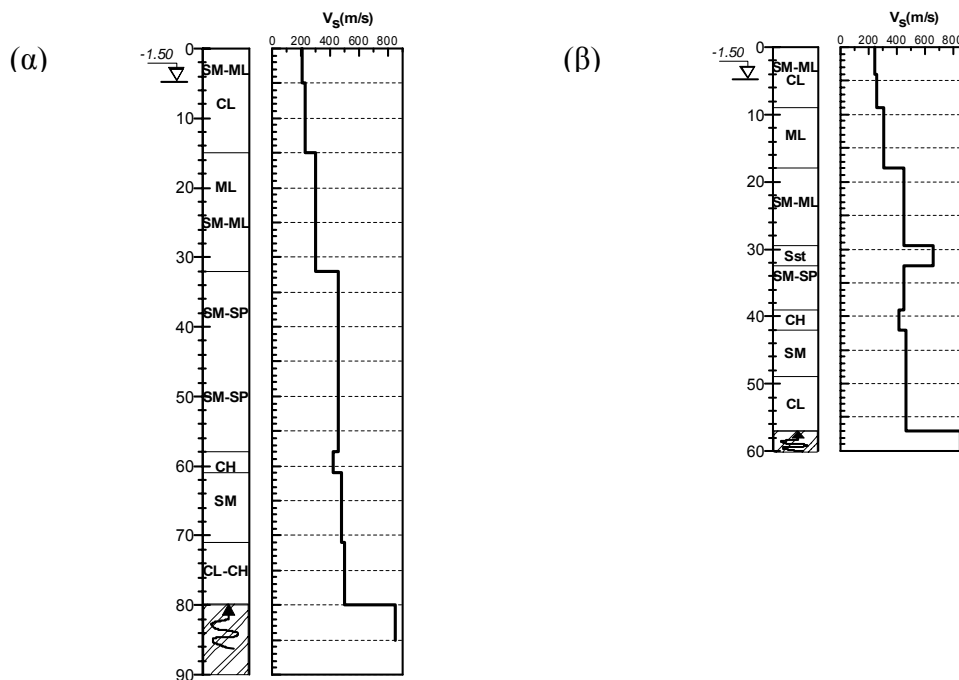
Τα διαθέσιμα γεωτεχνικά στοιχεία για την πόλη του Βαρθολομιού προέρχονται από τρεις δειγματοληπτικές - ερευνητικές γεωτρήσεις, σχετικά μεγάλου βάθους (52-76m) που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν από το ΚΕΔΕ κατά μήκος του άξονα με διεύθυνση Α-Δ στο κέντρο του Βαρθολομιού (Τσελέντης et al., 1997) καθώς και από τέσσερις γεωτρήσεις (βάθους έως 31.5 m) που διενεργήθηκαν (Αρχείο ΚΕΔΕ, Αποτελέσματα Γεωτρήσεων σε οικόπεδο Ο.Ε.Κ., 1996) σε απόσταση ~160m από το κτίριο του ΟΤΕ.



**Σχήμα 2.7.** Απόσπασμα Γεωλογικού χάρτη ΓΓΜΕ (φύλλο ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟ)

Στα πλαίσια προκαταρκτικής μελέτης της σεισμικής απόκρισης των εδαφικών σχηματισμών της περιοχής Βαρθολομιού μετά τον ισχυρό σεισμό ( $M=5.6$ ) της 2ας Δεκεμβρίου 2002 (βλ. έκδοση ΤΕΕ, 2003; Δημοσθένους και συν. 2003), υιοθετήθηκαν, βάση των διαθέσιμων στοιχείων, 2 εδαφικές τομές αντιπροσωπευτικές της ανατολικής και κεντρικής περιοχής της πόλης του Βαρθολομιού. Η πρώτη εξ' αυτών (θέση 1), αναφέρεται στην ανατολική περιοχή πλησίον της θέσης του επιταχυνσιογράφου του ΙΤΣΑΚ (VAR2), όπου το πάχος των πρόσφατων χαλαρών εδαφικών αποθέσεων είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με την κεντρική περιοχή (περιοχή Αγ. Ιωάννη) όπου περιγράφεται από τη θέση 2. Στο Σχήμα 2.8 δίδονται οι δύο εδαφικές τομές που χρησιμοποιήθηκαν στις προκαταρκτικές αναλύσεις.

Ως σεισμικό υπόβαθρο θεωρήθηκε η πλειοκαινική εδαφική στρώση που αποτελείται από μάργες με τιμές της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων μεγαλύτερες από 750 m/s (Αθανασόπουλος, 1995; Τσελέντης κ.σ., 1997). Τα δύο εδαφικά προσομοιώματα κατατάσσονται στην κατηγορία Γ κατά ΕΑΚ 2000 και στην κατηγορία C κατά EC8 (οι τιμές της μέσης σταθμισμένης ταχύτητας των διατμητικών κυμάτων των επιφανειακών 30μ είναι 256m/sec και 327m/sec για τις θέσεις 1 και 2 αντίστοιχα).



**Σχήμα 2.8.** Εδαφικές τομές που υιοθετήθηκαν στα πλαίσια προκαταρκτικών αναλύσεων της σεισμικής απόκρισης των εδαφικών σχηματισμών α) Θέση1 – Ανατολική Περιοχή, β) Θέση 2 – Κεντρική περιοχή Αγ. Ιωάννη.

### 2.3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

Η γενική εκτίμηση από την επιτόπου επίσκεψη στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού της Αχαΐας – Ηλείας (Μ6.5, 8 Ιουνίου 2008), είναι ότι οι γεωτεχνικού ενδιαφέροντος επιπτώσεις του σεισμού έχουν τοπικό χαρακτήρα, είναι περιορισμένες σε έκταση και σε βλάβες στο δομημένο περιβάλλον. Ωστόσο, δεδομένης της μεγάλης έκτασης της πλειόσειστης περιοχής, αλλά και του μικρού χρονικού διαστήματος παραμονής του κλιμακίου του ΙΤΣΑΚ στην περιοχή, η παρούσα αναφορά δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρης, αλλά εστιάζεται μόνον στο υλικό που συλλέχθηκε επιτόπου από τους ερευνητές του Ινστιτούτου.

Οι γεωτεχνικού ενδιαφέροντος επιπτώσεις του σεισμού που καταγράφηκαν κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά στις εδαφικές και βραχώδεις αστοχίες λόγω κατολισθήσεων και καταπτώσεων με πιθανή επιρροή της τοπογραφίας και η δεύτερη σε φαινόμενα ρευστοποιήσεων, πλευρικών μετακινήσεων και δυναμικών καθιζήσεων.

#### 2.3.1. Κατολισθήσεις και Καταπτώσεις βραχωδών τεμαχών

Ο σεισμός της Αχαΐας – Ηλείας (Μ6.5, 8 Ιουνίου 2008) διέγειρε έναν αριθμό κατολισθήσεων, καταπτώσεων και ανατροπών βραχωδών τεμαχών στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού. Παρόλο που ο αριθμός των κατολισθήσεων και των καταπτώσεων που εντοπίστηκαν κατά την επιτόπου μετάβαση στην περιοχή ήταν περιορισμένος, αναφέρονται στην παρούσα έκθεση καθώς υπήρξαν σοβαρές επιπτώσεις τοπικού χαρακτήρα.

Οι εδαφικές ή βραχώδεις αστοχίες που συνέβησαν ως αποτέλεσμα του κύριου σεισμού εντοπίζονται κυρίως στην επικεντρική περιοχή του σεισμού (χωριά Βάλμη, Πόρτες και Σαντομέρι) ενώ άλλη μία κατολίσθηση εντοπίστηκε σχεδόν στην άκρη της διάρρηξης του ρήγματος όπως αυτή καθορίστηκε από την κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών.

Τα χωριά Σαντομέρι (Φωτ.2.1) και Πόρτες βρίσκονται στο ήπιο μέρος των φυσικών πρανών

τα οποία αποτελούνται από φλύσχη με οριζόντες ψαμμίτη και κροκαλοπαγών, ενώ πάνω από αυτά υπάρχουν φυσικά, απόκρημνα, πρανή με κλίσης  $\nu:\beta$  (ύψος:βάση) 2:1 έως 5:1 ασβεστολίθων. Το ύψος των πρανών αυτών υπερβαίνει τα 100μ στη θέση του χωριού Σαντομέρι, ενώ στις Πόρτες το ύψος των υπερκείμενων ασβεστολίθων εκτιμάται χρονδρικά μεταξύ 50 με 80μ.

Και στις δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκαν ανατροπές ασβεστολιθικών τεμαχών ως αποτέλεσμα του δυσμενούς συνδυασμού της μεγάλης κλίσης των πρανών με τις σχεδόν κατακόρυφες εφελκυστικές ρηγματώσεις και ελαφρά κλίση της στρώσης των ασβεστολίθων ικανοποιώντας τις κινηματικές συνθήκες ανατροπής τους. Εκτιμάται ότι η συνδυασμένη δράση των οριζοντίων και κατακόρυφων συνιστωσών της σεισμικής κίνησης υπήρξε η αιτία των παραπάνω αστοχιών. Ο όγκος των βραχωδών τμημάτων που ανατράπηκαν εκτιμάται αδρά μεταξύ 1 και  $7\mu^3$ . Στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας 2.2 παρουσιάζεται η αρχική θέση του βράχου που αποκολλήθηκε από το πρανές, ενώ στο δεξιό μέρος, παρουσιάζεται ο ίδιος ο ογκόλιθος που αποκολλήθηκε και στη συνέχεια κύλησε κατά μήκος του πρανούς και προκάλεσε σοβαρές ζημιές σε κατοικία του χωριού Σαντομέρι (ευτυχώς χωρίς ανθρώπινες απώλειες). Η ίδια εικόνα επαναλαμβάνεται και στην περίπτωση του χωριού Πόρτες (Φωτ. 2.3) σε μικρότερο βαθμό.

Κατά μήκος του δρόμου που συνδέει τα χωριά Πόρτες και Βάλμη, κοντά στη Βάλμη, παρατηρήθηκε ένας σύνθετος τύπος ολίσθησης σε μία γεωλογική ενότητα που ονομάζεται «σχηματισμός Βάλμης». Η γεωλογική αυτή ενότητα αποτελείται από εναλλαγές αργιλικών, ιλυωδών και αμμωδών σχηματισμών με στερεοποιημένα και μη κροκαλοπαγή. Σημαντικές ποσότητες πλευρικών κορημάτων μαζί με τμήματα ασθενών βραχωδών σχηματισμών κατέλαβαν μερικώς το οδόστρωμα. Στα πρανή όπου παρατηρήθηκε η συγκεκριμένη κατολίσθηση, εκτιμάται ότι ένας μηχανισμός αποκόλλησης των βραχωδών τεμαχίων εξαιτίας της ισχυρής εδαφικής κίνησης (οριζόντιας και κατακόρυφης) διέγειρε την συγκεκριμένη αστάθεια του πρανούς. Ο μηχανισμός αυτός αναπτύχθηκε πιθανώς εξαιτίας προϋπαρχουσών σχεδόν κατακόρυφων ρηγματώσεων ή στρώσεων μειωμένης αντοχής της βραχομάζας. Μετά την αποκόλληση και την κύλιση στο σχετικά ήπιο πρανές, τα βραχώδη τμήματα σταδιακά μετατράπηκαν σε κορήματα εξαιτίας των χαμηλών τιμών των μηχανικών τους ιδιοτήτων. Ωστόσο, μερικοί ογκόλιθοι, σχετικά υψηλής αντοχής, παρέμειναν στο οδόστρωμα ή/και το διέσχισαν. Το απόκρημνο μέρος του πρανούς εκτιμάται ότι είναι 40μ ύψους με κλίση  $\nu:\beta=3:2$  έως 2:1 σε αδρή προσέγγιση. Το μήκος των πλευρικών κορημάτων που συσσωρεύτηκε στη βάση του πρανούς εκτιμάται άνω των 100μ ενώ το πλάτος εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 20 και 40μ (Φωτ. 2.4).

### **2.3.2. Ρευστοποίηση – Οριζόντια Εξάπλωση – Δυναμική Καθίζηση**

Φαινόμενα ρευστοποίησης παρατηρήθηκαν σε 5 περιοχές: 1) σε δύο θέσεις στην Κάτω Αχαΐα, 2) στην παραλία Μανωλάδας, 3) στην τεχνητή λίμνη του Πηνειού και 4) στο χωριό Νησί. Όλες οι περιοχές όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, εξαιρουμένης της τεχνητής λίμνης του Πηνειού, βρίσκονται βορειώς της επικεντρικής περιοχής. Επίσης, με εξαίρεση την περιοχή του Νησιού, όλες οι υπόλοιπες βρίσκονται σε περιοχές που γειτνιάζουν με θάλασσα ή λίμνη.

Όλες οι παραπάνω θέσεις παρουσιάζονται στο σχήμα 2.9. Σημειώνεται ότι φαινόμενα ρευστοποίησης δεν παρατηρήθηκαν στο σιδηροδρομικό σταθμό της Κάτω Αχαΐας (όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα εδαφικής αστοχίας), στα Βραχναίικα (όπου παρατηρήθηκε σημαντική δυναμική καθίζηση) και στη Μπούκα, παραλία σε μικρή απόσταση από το Βαρθολομιό.



**Φωτ. 2.1.** Χωριό Σαντομέρι: Γενική άποψη των ασβεστολίθων επικρεμάμενων επί φλύσχη.



**Φωτ. 2.2.** Χωριό Σαντομέρι: Αρχική θέση του αποκολλημένου βραχώδους τμήματος που ανατράπηκε (αριστερά) – το ίδιο το βραχώδες τμήμα (όγκου 6 με 7μ<sup>3</sup>) το οποίο προκάλεσε σοβαρές ζημιές σε κατοικία του χωριού (δεξιά)



**Φωτ. 2.3.** Χωριό Πόρτες: γενική άποψη των ασβεστολιθικών πετρωμάτων των φυσικών πρανών (αριστερά) και των τμημάτων τους (<0.5μ<sup>3</sup>) που ανατράπηκαν (δεξιά)



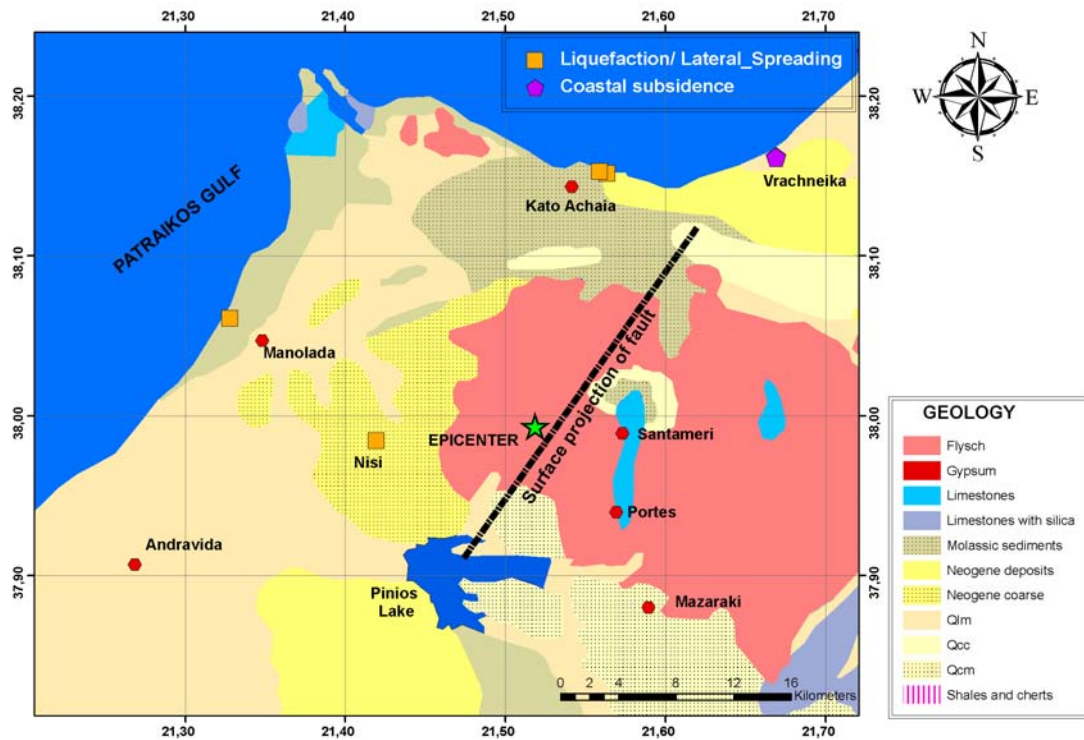


**Φωτ. 2.4.** Κατολίσθηση κατά μήκος του δρόμου από το χωριό Πόρτες στη Βάλμη (διεύθυνση Β-Ν) κοντά στην επικεντρική περιοχή. Η γενική εικόνα της κατολίσθησης δίνεται στο αριστερό μέρος, όπου αποκολλημένα βραχώδη τμήματα σωρεύτηκαν με τη μορφή πλευρικών κορημάτων στη βάση του σχετικά ήπιου τμήματος του πρανούς. Αποκολλημένο βραχώδες τμήμα εκτιμώμενου όγκου  $2\mu^3$ , κύλησε από το πρανές και διέσχισε το δρόμο (δεξιά).

Στην Κάτω Αχαΐα, φαινόμενα ρευστοποίησης παρατηρήθηκαν σε δύο παραλιακές θέσεις περίπου 700μ βορείως του σιδηροδρομικού σταθμού (όπου οι εδαφικές αστοχίες που παρατηρήθηκαν εκεί είχαν ως αποτέλεσμα την κύρτωση των σιδηροδρομικών γραμμών).

Τα φαινόμενα ρευστοποίησης στο ανατολικό τμήμα της παραλίας της Κάτω Αχαΐας, καταλαμβάνουν έκταση  $150\mu \times 90\mu$  περίπου 30μ από την ακτογραμμή και έγιναν αντιληπτά από την εμφάνιση κρατήρων άμμου και ρηγματώσεις με ή χωρίς ανάδυση του λεπτόκοκκου ιλύώδους υλικού (φωτ. 2.5-2.6). Στη δεύτερη θέση της παραλίας της Κάτω Αχαΐας, 200μ δυτικότερα της πρώτης, παρατηρήθηκαν μικροί κρατήρες άμμου με περιορισμένη ή/και χωρίς ανάδυση αμμοϊλύωδους κλάσματος (φωτ. 2.7). Σε αντίθεση με την πρώτη περιοχή (ανατολικά) οι εδαφικές ρωγμές και τα φαινόμενα οριζόντιας εξάπλωσης ήταν πολύ περιορισμένα. Στην παραλία της Μανωλάδας, περίπου 19χλμ ΒΑ της Ανδραβίδας, φαινόμενα ρευστοποίησης παρατηρήθηκαν με τη μορφή μικρών κρατήρων άμμου (μερικών εκατοστών) (φωτ. 2.8) σε απόσταση 50 με 70μ από την ακτογραμμή. Ρωγμές ή/και αναδύσεις λεπτόκοκκου υλικού δεν παρατηρήθηκαν.

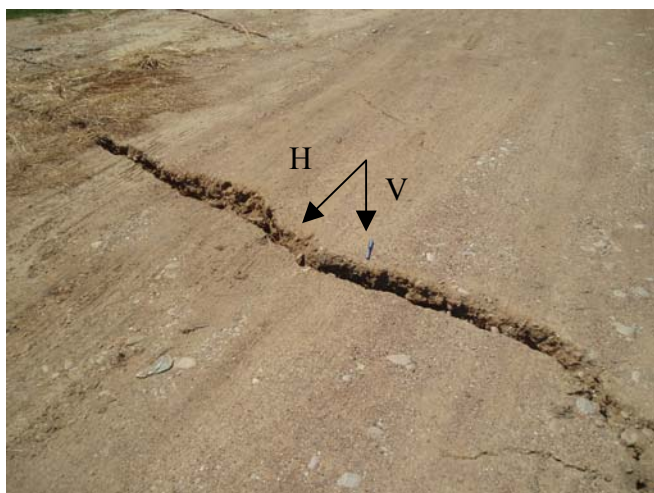
Στα αναχώματα της τεχνητής λίμνης του Πηνείου και στην περιοχή του χωριού Νησί, αναφέρθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης για τα οποία όμως δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.



**Σχήμα 2.9:** Χάρτης της ΒΔ Πελοποννήσου με τις θέσεις όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, οριζόντιας εξάπλωσης και δυναμικής καθίζησης.



**Φωτ. 2.5:** Κάτω Αχαΐα – ανατολικά: Κρατήρες άμμου με ανάδυση του ρευστοποιημένου εδαφικού υλικού αμμοϊλυδούς σύστασης.



**Φωτ. 2.6:** Κάτω Αχαΐα – ανατολικά: Εδαφικές ρωγμές χωρίς (αριστερά) ή με ανάδυση (αριστερά) αμμώδους υλικού. Οριζόντια μετατόπιση από 4 έως 8cm και κατακόρυφη μετατόπιση από 3 έως 6cm



**Φωτ. 2.7:** Κάτω Αχαΐα – δυτικά: Κρατήρες άμμου (αριστερά). Λεπτομέρεια από το ρευστοποιημένο εδαφικό υλικό.



**Φωτ. 2.8 :** Παραλία Μανωλάδας: Μικροί κρατήρες άμμου



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

#### 3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΝΟΜΟΥΣ ΑΧΑΪΑΣ – ΗΛΕΪΑΣ

Η περιοχή που επλήγει από τον σεισμό της 8/6/2008 (Νομοί Αχαΐας-Ηλείας) ήταν αρκετά μεγάλη και σ' αυτή συναντώνται σχεδόν όλοι οι συνήθεις δομικοί τύποι κατασκευών που υπάρχουν στην Ελλάδα, τόσο από άποψη είδους φέροντος οργανισμού, όσο και έτους κατασκευής. Η πλειονότητα των κατασκευών των οικιστικών περιοχών των Νομών Αχαΐας - Ηλείας μπορεί να ταξινομηθεί σε πέντε κύριες κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο του στατικού συστήματος ανάληψης των φορτίων. Οι εν λόγω κατηγορίες και τα βασικά τους χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

**Πίνακας 3.1.** Βασικές κατηγορίες κατασκευών στους Νομούς Αχαΐας – Ηλείας

Κατηγορία	Περιγραφή	Παρατηρήσεις
<b>A</b>	Μονώροφα ή διώροφα κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία.	Στα κτίρια αυτά ανήκουν τα παλαιά κτίρια κατοικιών ή επαγγελματικών ή αποθηκευτικών χώρων. Παρατηρήθηκαν κυρίως δύο τύποι τοιχοποιιών. Τοιχοποιίες με ακατέργαστους ή ημικατεργασμένους λίθους και άργιλο ως συνδετικό κονίαμα και επίχρισμα. Επίσης παρατηρήθηκαν αρκετά κτίρια με τοιχοποιίες ωμοπλίνθων. Οι πλίνθοι αυτοί ήταν κατασκευασμένοι από άργιλο με ποσότητα άχυρου στην μάζα τους. Επίσης ως συνδετικό κονίαμα και επίχρισμα σε αυτές τις κατασκευές χρησιμοποιούνταν άργιλος. Ένα μικρό ποσοστό από τις κατασκευές αυτές έχει «σενάζ» (διαζώματα) από ξύλο. Στην πλειονότητα τους, στα κτίρια αυτά δεν λήφθηκαν ιδιαίτερα μέτρα αντισεισμικής προστασίας, όπως αυτά που προβλέπονται από τις διατάξεις των αντισεισμικών κανονισμών.
<b>B</b>	Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα.	Στην πλειονότητα τους είναι κτίρια κατοικιών, γραφείων ή ξενοδοχείων με φέροντα οργανισμό από επιτόπου εγχυόμενο οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες πλήρωσης από διάτρητα τούβλα. Υπάρχουν αρκετά τέτοια κτίρια τα οποία έχουν από έναν μέχρι επτά ορόφους. Τα περισσότερα από τα κτίρια αυτά είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959, ένα σημαντικό ποσοστό έχει σχεδιασθεί με τον κανονισμό του 1984, ενώ τα κτίρια που κτίστηκαν με τους ισχύοντες κανονισμούς είναι αριθμητικά λιγότερα.
<b>Γ</b>	Μνημεία και άλλα διατηρητέα κτίρια.	Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται κατασκευές με σημαντική πολιτιστική κληρονομιά όπως τα διάφορα μνημεία (Ι. Ναοί και Κάστρα). Υπάρχουν επίσης αρκετά διατηρητέα κτίρια τα οποία είναι κατοικίες ή έχουν εμπορική χρήση στο ισόγειο. Τα κτίρια αυτά είναι δομημένα με βάση παραδοσιακές αντισεισμικές τεχνικές.
<b>Δ</b>	Γέφυρες κατά μήκος του οδικού δικτύου.	Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται γέφυρες τόσο από Ο/Σ, όσο και λιθόκτιστες κατά μήκος του οδικού δικτύου.
<b>E</b>	Μεταλλικές κατασκευές	Τυπικές μεταλλικές κατασκευές κυρίως για επαγγελματική χρήση (αποθηκευτικοί χώροι, silos κλπ), διαφόρων ηλικιών

Τα κτίρια της κατηγορίας Α συναντώνται κυρίως στις επαρχίες των δύο Νομών. Οι περιμετρικές τοιχοποιίες κατασκευάζονταν όπως περιγράφηκε στον πίνακα 3.1. Στον μεγαλύτερο αριθμό αυτών των κατασκευών δεν γινόταν η χρήση ενδιάμεσου ξύλινου σενάζ καθ' ύψος των τοιχοποιιών. Σε αρκετά από αυτά οι εσωτερικές τοιχοποιίες είναι ξυλόπηκτες (δομημένες με κατακόρυφους ξύλινους στύλους και οριζόντιο σανίδωμα με επίχρισμα). Σε άλλα κτίρια, το δομικό σύστημα είναι φέρουσα τοιχοποιία με λίθους ή οπτοπλίνθους ή ωμοπλίνθους. Τα πατώματα είναι ξύλινα με κύριες ξυλοδοκούς σε μία διεύθυνση και σανίδωμα στην επάνω πλευρά. Η στέγη επικάλυψης των κτιρίων αυτών εδράζεται στις περιμετρικές τοιχοποιίες και στα εσωτερικά χωρίσματα. Η έδραση της στέγης στις τοιχοποιίες γίνεται μέσω παράλληλων ξυλοδοκών που εδράζονται στην στέγη των τοιχοποιιών και συνδέονται εγκάρσια με ξύλινα στοιχεία. Στα περισσότερα από αυτά τα κτίρια έχουν γίνει επεμβάσεις διατήρησης ή/και επανάχρησης. Οι επεμβάσεις αυτές είναι εκτενέστερες στις μεγάλες πόλεις λόγω της ανάπλασης των αστικών κέντρων. Σε πολλά από αυτά τα κτίρια είχαν αναπτυχθεί βλάβες από προηγούμενους σεισμούς, οι οποίες επισκευάζονταν τοπικά.

Τα κτίρια από σκυρόδεμα (κατηγορία Β) διαθέτουν από ένα μέχρι επτά ορόφους. Στις επαρχίες των δύο νομών υπάρχουν κυρίως μονώροφα ή διώροφα κτίρια από σκυρόδεμα με επικάλυψη ξύλινης στέγης. Στις μεγαλύτερες πόλεις (Πύργο, Πάτρα, Αμαλιάδα) τα κτίρια από σκυρόδεμα είναι από διώροφα μέχρι πολυώροφα και διαθέτουν τοιχώματα σε δύο διευθύνσεις.

Στην κατηγορία Γ περιλαμβάνονται αρκετές επιμέρους ομάδες κτιρίων και κατασκευών. Οι ομάδες αυτές διακρίνονται ανάλογα με την χρήση του κάθε κτιρίου σε: Κάστρα, Ναούς, Κατοικίες, Καταστήματα, Διατηρητέα Μνημεία και κτίρια Μικτής χρήσης.

Στον οδικό άξονα Πατρών – Πύργου υπάρχουν πολλές γέφυρες οι οποίες κατασκευάστηκαν τα τελευταία χρόνια. Επίσης κατά την διενέργεια των αυτοψιών παρατηρήθηκαν γέφυρες από Οπλισμένο Σκυρόδεμα στο επαρχιακό δίκτυο των δύο Νομών.

### **3.2. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΙΣΧΥΡΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ**

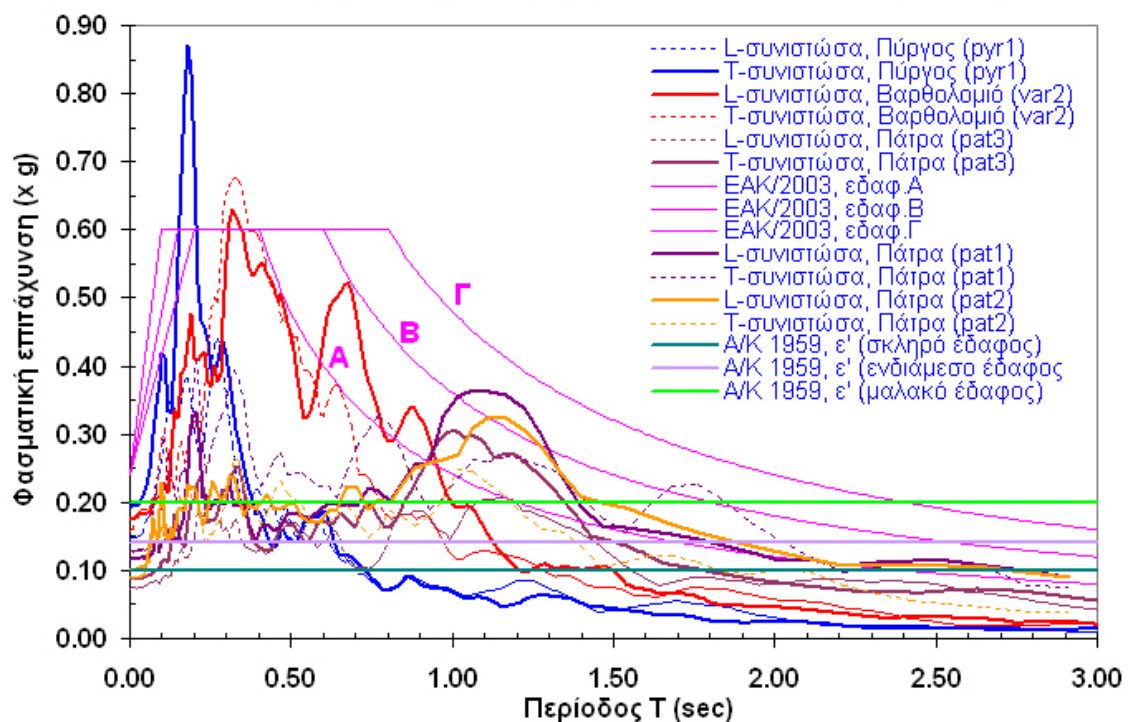
Ο πρώτος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΑΚ/1959) τέθηκε σε ισχύ το 1959. Η διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων των κατασκευών μετά από την Αντισεισμική Ανάλυση γινόταν με τον κανονισμό του οπλισμένου σκυροδέματος (Β.Δ.1954) με βάση την μέθοδο των «επιτρεπόμενων τάσεων». Το 1984, ο τότε ισχύων Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959, τροποποιήθηκε σημαντικά και αναθεωρήθηκε, χωρίς όμως να μεταβάλει τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού των συνήθων κατασκευών στην περιοχή των Νομών Αχαΐας και Ηλείας. 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». Το 1995 έγινε περιορισμένη τροποποίησή του ΝΕΑΚ/92 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). Όμως, με τις παραπάνω δύο τροποποιήσεις (η μία εκ των οποίων αφορούσε την αναθεώρηση του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας) δεν μεταβλήθηκαν οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού για τις νέες κατασκευές στην περιοχή των Νομών Αχαΐας - Ηλείας.

Ο κανονισμός του 1959 (και η τροποποίηση του 1984) στηριζόταν στη μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων για τη διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων, ενώ οι μετέπειτα κανονισμοί (ΝΕΑΚ/92 και νεώτεροι), βασίζονται στη μέθοδο της οριακής κατάστασης αντοχής και λειτουργικότητας. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959

(και της τροποποίησης του 1984), ο συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης για τις περιοχές των Νομών Αχαΐας και Ηλείας (σεισμικότητα II) ήταν  $\varepsilon=0.06, 0.08$  και  $0.12$ , για εδάφη μικρής, μέτριας και μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας αντίστοιχα. Ο συντελεστής  $\varepsilon$  είχε σταθερή τιμή, ανεξάρτητα από την ιδιοπερίοδο του κτιρίου. Σύμφωνα με προτεινόμενη μέθοδο (Anagnostopoulos et al., 1987) οι τιμές του συντελεστή  $\varepsilon$  ανάγονται στις τιμές  $\varepsilon'=0.10, 0.14$  και  $0.20$  αντίστοιχα ώστε αυτές να είναι αντίστοιχες στη μέθοδο διαστασιολόγησης με βάση τις οριακές καταστάσεις και να μπορούν να συγκριθούν με τα αντίστοιχα ελαστικά φάσματα των σύγχρονων κανονισμών (βλέπε σχήμα 3.1.). Σύμφωνα με τον ΝΕΑΚ/92 οι δύο Νομοί κατατάσσονταν στην Ζώνη III με ενεργή εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού  $A=0.24g$ , ενώ, όπως αναφέρθηκε, η αναθεώρηση του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος το 2003 δεν μετέβαλε την ενεργή εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού  $A=0.24g$  στους Νομούς αυτούς.

Οι εδαφικές συνθήκες στις θέσεις καταγραφής PAT1, PAT2, PAT3 και PYR1 προσομοιάζουν με την κατηγορία B του ΕΑΚ2003 (ή με εδάφη μετριας σεισμικής επικινδυνότητας, σύμφωνα με τους προ του 1992 κανονισμούς), ενώ στη θέση VAR2 με την κατηγορία Γ κατά ΕΑΚ2003 (ή εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας σύμφωνα με τους προ του 1992 κανονισμούς). Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζονται τα ελαστικά φάσματα απόκρισης (για συντελεστή ισοδύναμης ιξώδους απόσβεσης  $\zeta=5\%$ ) των δύο οριζόντιων σεισμικών συνιστωσών του κυρίως σεισμού, όπως αυτός καταγράφηκε από τους σταθμούς του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στον Πύργο (PYR1), το Βαρθολομιά (VAR2) και την Πάτρα (PAT1, PAT2, PAT3). Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζεται το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού του ΕΑΚ/2003, για διάφορες εδαφικές συνθήκες, καθώς και οι τιμές των αντίστοιχων ανηγμένων συντελεστών σεισμικής επιβάρυνσης των προ του 1992 αντισεισμικών κανονισμών (κανονισμοί 1959 και 1985).

**ΣΕΙΣΜΟΣ ΑΧΑΪΑΣ-ΗΛΕΙΑΣ, 08 Ιουνίου 2008,  $M=6.5$ , Ελαστικά φάσματα απόκρισης επιτάχυνσης οριζοντίων συνιστωσών ( $\zeta=0.05$ )**



**Σχήμα 3.1.** Σύγκριση ελαστικών φασμάτων απόκρισης του σεισμού της 8/06/2008 με τα φάσματα σχεδιασμού του ΕΑΚ/2003 ( $\zeta=5\%$ ) και τους αντίστοιχους συντελεστές των προ του 1992 κανονισμών.

Από το σχήμα 3.1 καθίσταται προφανές ότι για τα κτίρια των δύο Νομών που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τους νεώτερους κανονισμούς (NEAK/1992 και μετέπειτα), η σεισμική επιβάρυνση υπερκαλύπτεται από τις δράσεις σχεδιασμού που προβλέπονται από τους Κανονισμούς. Αυτό ισχύει και για την εγκάρσια συνιστώσα στον Πύργο, γιατί η αιχμή που παρουσιάζει για περιόδους γύρω στα 0.2sec εκτείνεται σε ιδιαίτερα μικρό εύρος περιόδων, και η πραγματική δρώσα φασματική επιτάχυνση είναι τελικώς συγκρίσιμη με το φάσμα σχεδιασμού. Ομοίως, η μικρή υπέρβαση που παρατηρείται στην εγκάρσια συνιστώσα της καταγραφής PAT3 γίνεται σε σχετικά υψηλές ιδιοπεριόδους (μεταξύ 1.0 και 1.3 sec), και αφορά μόνο ελάχιστες, ιδιαίτερα εύκαμπτες πιθανές κτιριακές κατασκευές στην πληγείσα περιοχή. Πρέπει να τονισθεί, ότι ο σεισμός Αχαΐας – Ηλείας είναι επιφανειακός σεισμός σε αντίθεση με τους πρόσφατους σεισμούς των Κυθήρων, Λεωνιδίου και Κορώνης που ήταν ενδιάμεσου βάθους. Έτσι αξιοσημείωτο είναι το φάσμα απόκρισης στο Βαρθολομίο, με ιδιαίτερα εμπλουτισμένο περιεχόμενο μεταξύ 0.3 και 0.7sec, το οποίο όμως δεν επηρέασε τα κατά κύριο λόγο χαμηλά και δύσκαμπτα κτίρια της περιοχής. Για την Πάτρα προέκυψαν σημαντικά μικρότερες φασματικές επιταχύνσεις και τα αντίστοιχα διαγράμματα φασματικής απόκρισης είναι ομαλά για ένα εύρος ιδιοπεριόδων μεταξύ 0.2 και 1.4 sec, με μία ιδιαίτερη έξαρση μεταξύ 0.9 και 1.4 sec, τα αίτια της οποίας αναμένεται να διερευνηθούν. Αυτό δείχνει πως από τα τριώροφα κτίρια και άνω που βρίσκονται στην Πάτρα αναπτύχθηκαν υψηλότερες επιταχύνσεις. Τα φάσματα επιταχύνσεων που υπολογίστηκαν για την Πάτρα δείχνουν ότι κατά το σχεδιασμό σημαντικών έργων με θεμελιώδη ιδιοπερίοδο μεγαλύτερη του 0.9 sec. πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η σεισμική δράση μπορεί να δώσει και φάσματα απόκρισης εμπλουτισμένα στις μεγάλες περιόδους.

Επίσης υπάρχουν πολλά κτίρια Ο/Σ τα οποία είχαν κατασκευασθεί με παλαιότερους κανονισμούς και άρα είχαν διαστασιολογηθεί με μικρότερα εντατικά μεγέθη από αυτά των σύγχρονων Αντισεισμικών Κανονισμών. Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1 τα κτίρια αυτά είχαν αναπτύξει μεγαλύτερα σεισμικά φορτία από αυτά με βάση τα οποία είχαν διαστασιολογηθεί. Ωστόσο, όπως διαπιστώθηκε από την παρατήρηση των βλαβών, σημαντικό ποσό από την εισερχόμενη ενέργεια φαίνεται να αποσβέσθηκε στις τοιχοποιίες πλήρωσης μέσω της ρηγμάτωσής τους και της τριβής που αναπτύχθηκε σε αυτές. Δεν παρατηρήθηκαν εκτεταμένες περιπτώσεις ανάπτυξης υστερητικής απόσβεσης μέσω της ρηγμάτωσης του οπλισμένου σκυροδέματος και της ανελαστικής παραμόρφωσης του χάλυβα των οπλισμών, καθώς και περιπτώσεις ρηγμάτωσης του φέροντα οργανισμού κτιρίων Ο/Σ ήταν περιορισμένες. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει, για μια ακόμη φορά, ότι τα υφιστάμενα κτίρια διαθέτουν σημαντικά, πέραν των αναλυτικά υπολογιζόμενων, αποθέματα αντοχής (που βασίζονται κυρίως στην υπερστατικότητα τους και στην υπεραντοχή των επιμέρους δομικών τους στοιχείων). Επίσης διαθέτουν και πρόσθετους μηχανισμούς διάχυσης της σεισμικής ενέργειας, παράγοντες που συνεισφέρουν σε σημαντική βελτίωση της σεισμικής τους συμπεριφοράς.

### 3.3. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΕΙΟΣΕΙΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Ο σεισμός της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου του 2008 προκάλεσε σημαντικές βλάβες στο δομημένο περιβάλλον στους Νομούς Αχαΐας – Ηλείας. Για την κατανόηση των βλαβών που επέφερε στο δομημένο περιβάλλον ο σεισμός, κλιμάκιο από Ερευνητές του ΙΤΣΑΚ μετέβη στην περιοχή την επομένη του σεισμού και επισκέφθηκε ένα σημαντικό αριθμό οικιστικών περιοχών που επλήγησαν από το σεισμό, με κριτήριο τις μέχρι τότε αναφερθείσες βλάβες, και τη θέση του ρήγματος που προκάλεσε τον σεισμό της 8/6/2008. Ειδικότερα έγιναν επισκέψεις και αυτοψίες στους παρακάτω Οικισμούς και Πόλεις (με σειρά επίσκεψης):

- Διδαχαίικα
- Φώσταινα
- Σαντομέρι



- Πόρτες
- Βάλμη
- Φράγμα Πηνειού
- Αμαλιάδα
- Πύργος
- Γαστούνη
- Βαρθολομιό
- Ανδραβίδα
- Σταφιδόκαμπος
- Στρούσι
- Κάτω Αχαΐα
- Βραχναίικα
- Πάτρα

Κατά τις επισκέψεις στους παραπάνω οικισμούς συλλέχθηκαν παράλληλα και πρόσθετες πληροφορίες για την έκταση και θέση των βλαβών από τη συνεργασία με Μηχανικούς και αντιπροσώπους της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και των Τεχνικών Υπηρεσιών των Νομαρχιών Ηλείας και Αχαΐας. Οι αυτοψίες που διεξήχθησαν από τα κλιμάκια των ΤΑΣ σε κάθε περιοχή τις πρώτες ημέρες μετά το σεισμό (ημέρες επίσκεψης και του κλιμακίου του ΙΤΣΑΚ στην περιοχή), αφορούσαν την κατάταξη των κτιρίων σε κατοικήσιμα και μη κατοικήσιμα, με τη χορήγηση αντίστοιχης βεβαίωσης σε κάθε ιδιοκτήτη. Η εν λόγω βεβαίωση χρησιμοποιείτο παράλληλα για την καταβολή της έκτακτης οικονομικής ενίσχυσης στους δικαιούχους. Επίσης σε περίπτωση συνιδιοκτησίας (π.χ. πολυκατοικίες), συμπληρώνονται ξεχωριστές βεβαιώσεις σε κάθε ιδιοκτήτη, οι οποίες – σε συνδυασμό και με τη χρήση τους για οικονομική ενίσχυση – αφορούσαν την κατάσταση της εκάστοτε ιδιοκτησίας (διαμερίσματος), παρά τη συνολική δομική κατάσταση της όλης οικοδομής. Η διατύπωση σαφών συμπερασμάτων για την πραγματική ένταση και έκταση των δομικών βλαβών σε κάθε περιοχή από τις εν λόγω αυτοψίες δεν είναι δυνατή σ' αυτό το στάδιο. Αναμένεται ότι από τα αποτελέσματα του δευτεροβάθμιου ελέγχου που επακολουθεί θα μπορούν να διατυπωθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα, δεδομένου ότι σ' αυτή τη διαδικασία (δευτεροβάθμιος έλεγχος) γίνεται πιο λεπτομερής απογραφή των κτιρίων με βλάβες και κατάταξή τους αναλόγως της έντασης, της έκτασης και της τυπολογίας των βλαβών σε «πράσινα», «κίτρινα» και «κόκκινα» σύμφωνα με τους πιο κάτω ορισμούς:

**«Πράσινα»:** Κτίρια κατάλληλα προς χρήση. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια που δεν έχουν βλάβες και κτίρια των οποίων η αντισεισμική τους ικανότητα δεν έχει μειωθεί (ελαφρές ρωγμές σε τοίχους στοιχεία πλήρωσης και τριχοειδείς ρωγμές σε οριζόντια στοιχεία του φέροντα οργανισμού).

**«Κίτρινα»:** Κτίρια προσωρινά ακατάλληλα για χρήση. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια των οποίων η αντισεισμική τους ικανότητα έχει μειωθεί ή που για λόγους ασφάλειας δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν μέχρι να αρθούν επικινδυνότητες που παρουσιάζονται σε στοιχεία όψεων ή σε άλλα στοιχεία (ρωγμές σε μη φέροντα και φέροντα στοιχεία, ελαφρά παραμόρφωση φερόντων στοιχείων κ.λ.π.).

**«Κόκκινα»:** Κτίρια ακατάλληλα για χρήση – Επικίνδυνα. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες και υπάρχει πιθανότητα αυτά ή τμήματά τους να καταρρεύσουν ξαφνικά (μεγάλες βλάβες σε φέροντα στοιχεία, σε κόμβους και στα στοιχεία πλήρωσης, ολική ή μερική κατάρρευση του κτιρίου κ.λ.π.).

Γενικά, η έκταση και ένταση των βλαβών σε ένα κτίριο (ή σε ένα οικισμό), εξαρτάται από το επίπεδο της εδαφικής κίνησης σε συνδυασμό με την τρωτότητά του. Ειδικότερα στις επισκέψεις που έγιναν διαπιστώθηκαν τα παρακάτω (οι φωτογραφίες ακολουθούν στο τέλος του παρόντος κεφαλαίου):

- ***Διδαχαίκα (Φωτ. 3.1)***

Μία κατάρρευση κτιρίου Οπλισμένου Σκυροδέματος με μαλακό ισόγειο όροφο. Ρηγματώσεις στις τοιχοποιίες πλήρωσης σε άλλα κτίρια, από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, του οικισμού. Αποκολληθείς τοιχοποιιών πλήρωσης από τα πλαίσια Οπλισμένου Σκυροδέματος. Απουσία συνδετήρων και οπλισμών στον κόμβο.

- ***Φώσταινα (Φωτ. 3.2)***

Μία κατάρρευση κτιρίου από Φέρουσα Λιθοδομή. Αρκετές καταρρεύσεις λιθοδομών σε μονώροφα ή διώροφα κτίρια. Οι λιθοδομές ήταν δομημένες με ακατέργαστους ή ημικατεργασμένους λίθους. Ως συνδετικό κονίαμα χρησιμοποιείτο αργιλοκονίαμα. Ρηγματώσεις σε λιθοδομές και σε τοιχοποιίες με πλίνθους σε μονώροφα και διώροφα κτίρια. Σε παλαιότερα, κυρίως, κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα αποκολληθείς τοιχοποιιών πλήρωσης από περιβάλλοντα πλαίσια Οπλισμένου Σκυροδέματος. Νεόδμητα κτίρια Ο/Σ δεν παρουσίασαν εν γένει βλάβες. Ρηγματώσεις σε δύο πύργους κωδωνοστάσιων της εκκλησίας του χωριού. Οι ρηγματώσεις αυτές αναπτύχθηκαν στην στάθμη του κωδωνοστασίου όπου βρισκόταν ο οροφή του Ναού. Υπήρχαν μερικές επιφανειακές διαρρήξεις στην περίμετρο του οικισμού.

- ***Σαντομέρι (Φωτ. 3.3)***

Πτώσεις μεγάλων ογκόλιθων σε δρόμο έξω από τον οικισμό. Κατάρρευση τμήματος κτιρίου λόγω πτώσης μεγάλου ογκόλιθου εντός του οικισμού. Μερικές καταρρεύσεις λιθοδομών. Εκτεταμένες ρηγματώσεις λιθοδομών και πλινθοδομών.

- ***Πόρτες (Φωτ. 3.4)***

Υπαρξη κινδύνου κατολισθήσεων / πτώσεων βράχων και εξ' αυτού αποφασίσθηκε προληπτική προσωρινή εκκένωση του οικισμού. Μερικές καταρρεύσεις λιθοδομών. Παρατηρήθηκαν σχετικά περιορισμένες κατολισθήσεις πρανών στον δρόμο μεταξύ των οικισμών Σαντομέρι και Βάλμη.

- ***Βάλμη (Φωτ. 3.5)***

Το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων του οικισμού (άνω του 85%) κρίθηκε μη κατοικήσιμο. Παρατηρήθηκαν καταρρεύσεις κτιρίων κατοικιών από φέρουσα λιθοδομή καθώς επίσης και κατάρρευση μεγάλου τμήματος της εκκλησίας του οικισμού (κατασκευής 1898 κατά πληροφορίες του τοπικού ιερέα). Επίσης παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις σε λιθοδομές κατοικιών. Στα κτίρια Οπλισμένου Σκυροδέματος του οικισμού παρατηρήθηκαν σημαντικές ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης. Σε διώροφο κτίριο από Οπλισμένο Σκυρόδεμα παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις στο άνω μέρος στύλων και τοιχωμάτων του ισόγειου. Στο κτίριο αυτό είχαν κτισθεί τοιχοποιίες πλήρωσης σε τμήμα της κάτοψης του ισόγειου. Επίσης σε κτίρια που κατασκευάστηκαν από φέρουσα τοιχοποιία με τούβλα και τσιμεντοκονίαμα παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις.

- ***Μπόρσιο***

Παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις Ιερού Ναού από λιθοδομή στην έξοδο του οικισμού προς το χωριό Κέντρο. Οι βλάβες συγκεντρώνονται στο άνω μέρος των λιθοδομών, στην κεντρική προεξοχή πάνω από την είσοδο του Ναού και στα άνω μέρη παραθύρων.

- ***Φράγμα Πηνειού***

Δεν αναφέρθηκαν βλάβες στις κατασκευές του φράγματος (από λιθοδομή, σε βάση σκυροδέματος). Επίσης δεν παρατηρήθηκαν επιφανειακές διαρρήξεις στο έδαφος.

- ***Αμαλιάδα (Φωτ. 3.6)***

Παρατηρήθηκαν κυρίως ρηγματώσεις στις τοιχοποιίες πλήρωσης κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία στο ιστορικό κέντρο της πόλεως παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις και αποκολληθείς τμημάτων τοιχοποιιών στο άνω μέρος των

κτιρίων. Ιδιαίτερη ευαισθησία έναντι ρηγματώσεως παρουσιάζουν τα υπέρθυρα κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Επίσης παρατηρήθηκαν έντονες ρηγματώσεις σε πολλά εσωτερικά τόξα του Μητροπολιτικού Ιερού Ναού Αγίου Αθανασίου, ο οποίος είχε ενισχυθεί περί το 1995-96 με εξωτερικό μονόπλευρο μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Στα κτίρια που στεγάζουν τα ΑΤΕΙ Αμαλιάδας παρουσιάστηκαν και βλάβες σε κόμβους Ο.Σ.

- ***Πύργος (Φωτ. 3.7)***

Παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις στις τοιχοποιίες πλήρωσης σε κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Επίσης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις στον ανώτερο όροφο. Το κτίριο της Νομαρχίας παρουσίασε ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης, κυρίως σε τμήματα της ανωδομής που ήταν δομημένα εν προβόλω. Τοίχος αντιστήριξης στην κεντρική πλατεία της πόλης παρουσίασε απόκλιση από την κατακόρυφο λόγω οριζόντιας μετακίνησης της κορυφής του. Στον μητροπολιτικό Ιερό Ναό Αγίου Νικολάου, κατέπεσε τμήμα του ανατολικού τριγωνικού στηθαίου σε παρακείμενο πεζόδρομο.

- ***Βαρθολομιό (Φωτ. 3.8)***

Παρατηρήθηκε μερική κατάρρευση τοιχοποιιών πλήρωσης. Επίσης ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης και αποκολλήσεις τοιχοποιιών πλήρωσης από το περιβάλλον πλαίσιο Οπλισμένου Σκυροδέματος. Οι ρηγματώσεις σε ορισμένα στοιχεία Οπλισμένου Σκυροδέματος ήταν συνέχεια των ρωγμών τοιχοποιιών πλήρωσης. Επίσης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις σε υπέρθυρα.

- ***Γαστούνη (Φωτ. 3.8)***

Παρατηρήθηκαν περιορισμένες ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης και αποκολλήσεις τοιχοποιιών πλήρωσης από το περιβάλλον πλαίσιο Οπλισμένου Σκυροδέματος. Επίσης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις σε υπέρθυρα.

- ***Ανδραβίδα (Φωτ. 3.9)***

Παρατηρήθηκαν περιορισμένες ρηγματώσεις σε φέρουσες τοιχοποιίες κτιρίων. Επίσης παρατηρήθηκαν ρωγμές σε τοιχοποιίες πλήρωσης κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα.

- ***Σταφιδόκαμπος (Φωτ. 3.9)***

Παρατηρήθηκαν ρωγμές σε τοιχοποιίες πλήρωσης. Επίσης παρατηρήθηκαν βλάβες στο άνω μέρος των λιθοδομών στον ιστορικό Ιερό Ναό του οικισμού. Τα ρήγματα σχηματίζονται μεταξύ των ανοιγμάτων ορόφου και της στέψης των λιθοδομών.

- ***Στρούσι (Φωτ. 3.9)***

Παρατηρήθηκαν βλάβες στο άνω μέρος των λιθοδομών στον ιστορικό Ιερό Ναό του οικισμού. Τα ρήγματα σχηματίζονται μεταξύ των ανοιγμάτων ορόφου και της στέψης των λιθοδομών

- ***Κάτω Αχαΐα (Φωτ. 3.10)***

Σημαντικός αριθμός καταρρέψεων κτιρίων από λιθοδομή και ωμοπλινθοδομή. Παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις κτιρίων από λιθοδομή και ωμοπλινθοδομή. Σημαντικός αριθμός μερικών καταρρέψεων λιθοδομών και ωμοπλινθοδομών. Έντονες ρηγματώσεις λιθοδομών και ωμοπλινθοδομών. Ρηγματώσεις στοιχείων από σκυρόδεμα και τοιχοποιιών πλήρωσης. Έντονη ρηγματώση σε πύργους κωδωνοστασίων του Ιερού Ναού Αγίου Ιωάννη.

- ***Βραχναίικα (Φωτ. 3.11)***

Παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις κτιρίων από λιθοδομή. Μερική κατάρρευση λιθοδομών. Έντονες ρηγματώσεις λιθοδομών και ωμοπλινθοδομών. Ρηγματώσεις τοιχοποιιών πλήρωσης. Έντονη ρηγματώση σε κωδωνοστάσιο του παλαιού Ναού Αγίου Βασιλείου του οικισμού.

- **Πάτρα (Φωτ. 3.12)**

Παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις στις τοιχοποιίες πλήρωσης σε κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Σε στοιχεία σκυροδέματος αναπτύχθηκαν ρηγματώσεις ως συνέχεια ρωγμών των τοιχοποιιών πλήρωσης. Έντονες και εκτεταμένες ρηγματώσεις διαπιστώθηκαν επίσης σε τοιχοποιίες πλήρωσης στο κτίριο του Τελωνείου στο λιμάνι της πόλης, στο οποίο στεγάζονται και άλλες υπηρεσίες. Στο ίδιο κτίριο παρατηρήθηκαν περιορισμένες ρηγματώσεις σε τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος. Επίσης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις στον ανώτερο όροφο.

#### **3.4. ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΙΣΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Όπως προαναφέρθηκε, ο κύριος σεισμός μεγέθους  $M_w=6.5$  της κλίμακας Richter ήταν μεταξύ των μεγαλύτερων που συνέβησαν στον Ελλαδικό χώρο τα τελευταία 30 χρόνια. Ο σεισμός ήταν επιφανειακός και η καταγραφείσα κίνηση είχε μέγιστη εδαφική επιτάχυνση 0.19g η οποία ωστόσο ήταν σε μεγάλη απόσταση από την επικεντρική περιοχή. Οι σημαντικότερες βλάβες εμφανίστηκαν σε κτίρια τα οποία ήταν δομημένα από λιθοδομή με αργιλικό συνδετικό κονίαμα. Επίσης εκτεταμένες ήταν οι βλάβες σε κτίρια με ωμοπλίνθους. Τα κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα συμπεριφέρθηκαν εν γένει ικανοποιητικά με την πλειονότητα των βλαβών να περιορίζονται σε ρηγματώσεις των τοιχοποιιών πλήρωσης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την απόσβεση σημαντικής ποσότητας από τη σεισμική ενέργεια χωρίς ουσιαστική επιβάρυνση του φέροντος οργανισμού.

##### (α) Κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία

Τα παραδοσιακά κτίρια από φέρουσα λιθοδομή (κατηγορία Α του Πίνακα 3.1) έχουν συνήθως έναν ή δύο, και σπανιότερα μέχρι τρεις ορόφους. Αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του δομικού πλούτου των δύο Νομών. Βλάβες (ρηγματώσεις και τοπικές καταρρεύσεις των λιθοδομών και ωμοπλινθοδομών) 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). Όπως προαναφέρθηκε, μερικές ή ολικές καταρρεύσεις σε τέτοια κτίρια παρατηρήθηκαν κυρίως στους οικισμούς Φώσταινα, Σαντομέρι, Βάλμη, Κάτω Αχαΐα και Βραχναίικα. Οι περισσότερες βλάβες σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία παρατηρήθηκαν στον οικισμό Βάλμη και σε παλαιά και ήδη σε όχι καλή κατάσταση κτίρια στις υπόλοιπες περιοχές. Χαρακτηριστικό είναι ότι σε πρόσφατα ανακαινισμένα κτίρια στο Σαντομέρι, όπου είχαν γίνει αρμολογήματα και είχαν κατασκευασθεί μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος δεν παρουσιάστηκαν βλάβες.

##### (β) Κτίρια από Ο/Σ

Παρατηρήθηκαν βλάβες κυρίως σε μη δομικά στοιχεία κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος. Η κύρια μορφή βλαβών σε αυτά τα κτίρια είναι η διαγώνια ρηγματώση των τοιχοποιιών πλήρωσης και η αποκόλληση των τοιχοποιιών πλήρωσης από τα περιβάλλοντα πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος. Σε μερικές περιπτώσεις εμφανίζονται ρήγματα σε στοιχεία σκυροδέματος. Αυτά αναπτύσσονται κυρίως ως συνέχεια των ρωγμών των τοιχοποιιών και σε μερικές περιπτώσεις ως αστοχία του στοιχείου σκυροδέματος (κυρίως στους κόμβους). Από τις επισκέψεις του κλιμακίου του ΙΤΣΑΚ διαπιστώθηκαν δύο σημαντικές αστοχίες κτιρίων Ο/Σ, η κατάρρευση ενός διώροφου κτιρίου στον οικισμό Διδαχαΐικα (κατασκευής 1984, με μαλακό ισόγειο όροφο) και σημαντικές βλάβες στους άνω κόμβους στύλων και τοιχωμάτων διώροφου κτιρίου στον οικισμό Βάλμη. Στο κτίριο του Τελωνείου στο λιμάνι της Πάτρας παρατηρήθηκαν επίσης περιορισμένες ρηγματώσεις σε τοιχώματα Ο/Σ. Αναφέρθηκαν επίσης βλάβες στο δομικό σύστημα του Πυροσβεστικού σταθμού Λεχαινών. Στα κτίρια που στεγάζουν τα ΑΤΕΙ Αμαλιάδας παρουσιάστηκαν και βλάβες σε κόμβους Ο.Σ.

(γ) Μνημεία

Από τα μνημεία της περιοχής, (Κατηγορία Γ του Πιν. 3.1) οι σοβαρότερες και εκτενέστερες βλάβες παρατηρήθηκαν σε λιθόκτιστους Ιερούς Ναούς και σε πύργους κωδωνοστασιών. Σημειώνεται ότι η πλειονότητα των ναών της περιοχής διαθέτει λιθόκτιστη περιμετρική τοιχοποιία με ορθογωνική κάτοψη, ενώ βλάβες (ρηγματώσεις) παρατηρήθηκαν στους περιμετρικούς τοίχους, καθώς επίσης και στις γωνίες συμβολής δύο εγκάρσιων τοίχων. Σε μερικές περιπτώσεις ναών, προϋπάρχουσες ρηγματώσεις λιθοδομών επιδεινώθηκαν με αφορμή το σεισμικό συμβάν. Τα περισσότερα κωδωνοστάσια είναι επίσης λιθόκτιστα και αρκετά εμφάνισαν βλάβες. Επίσης ήταν αρκετές οι περιπτώσεις στις οποίες εμφανίστηκαν ρηγματώσεις από το άνω μέρος των ανοιγμάτων των λιθοδομών (παραθύρων) προς την στέγη.

(δ) Γέφυρες κατά μήκος του οδικού δικτύου

Σε μία γέφυρα στον οικισμό της Κάτω Αχαΐας παρατηρήθηκαν ρωγμές επί του οδοστρώματος, εγκάρσια στο διαμήκη άξονα του δρόμου, και πλησίον των ακροβάθρων. Οι ρωγμές αυτές πρέπει να προϋπήρχαν ενώ με το σεισμό πιθανότατα να προκλήθηκε κάποια διεύρυνση τους. Κατά την επίσκεψη του κλιμακίου του ΙΤΣΑΚ δεν αναφέρθηκαν άλλες βλάβες στις γέφυρες του οδικού δικτύου της περιοχής των δύο Νομών τόσο σε νέες γέφυρες από Ο/Σ, όσο και σε παλαιότερες γέφυρες από Ο/Σ.

(ε) Λοιπές παρατηρήσεις

Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων κατά τη διάρκεια τους σεισμού παρατηρήθηκαν σημαντικές μετακινήσεις αντικειμένων, επίπλων κατοικιών και λοιπού οικιακού εξοπλισμού, πτώσεις αντικειμένων από τα ράφια εμπορικών καταστημάτων κλπ. Στα κοιμητήρια των περιοχών που έγιναν επισκέψεις παρατηρήθηκαν ανατροπές μαρμάρινων στοιχείων. Επίσης, ανατροπή μαρμάρινου μνημείου παρατηρήθηκε στα Βραχναίικα (δίπλα στον παλαιό Ιερό Ναό Αγίου Βασιλείου).

### **3.5. ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

Για την παραπέρα εξέταση του τρόπου συμπεριφοράς των κτιρίων από Ο/Σ, το ΙΤΣΑΚ προχώρησε στην αναζήτηση κτιρίων στα οποία υπήρχε η δυνατότητα ενοργάνωσης με πολυκαναλικά συστήματα επιταχυνσιογράφων. Στην προσπάθεια ανεύρεσης κτιρίων αναγνωρίζεται η βοήθεια που παρείχε στα κλιμάκια του ΙΤΣΑΚ ο καθηγητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, κ. Σ. Αναγνωστόπουλος.

Τρεις μέρες μετά το σεισμό το ΙΤΣΑΚ προχώρησε στην ενοργάνωση του κτιρίου που στεγάζεται σήμερα το Τεχνικό Επιμελητήριο στην Πάτρα. Για τις σχετικές διευκολύνσεις ενοργάνωσης αυτού του κτιρίου αναγνωρίζεται η συμβολή τόσο του Προέδρου της Διοικούσας Επιτροπής του ΤΕΕ/Τμήμα Δυτικής Ελλάδος, κ. Ζαμπάτου Γεώργιου, Αγρ. Τοπ. Μηχανικού, όσο και του κ. Τσιρλή Φώτιου, Πολ. Μηχανικού, που χωρίς τη δική τους συνδρομή δεν θα ήταν δυνατή η ενοργάνωση του εν λόγω κτιρίου.

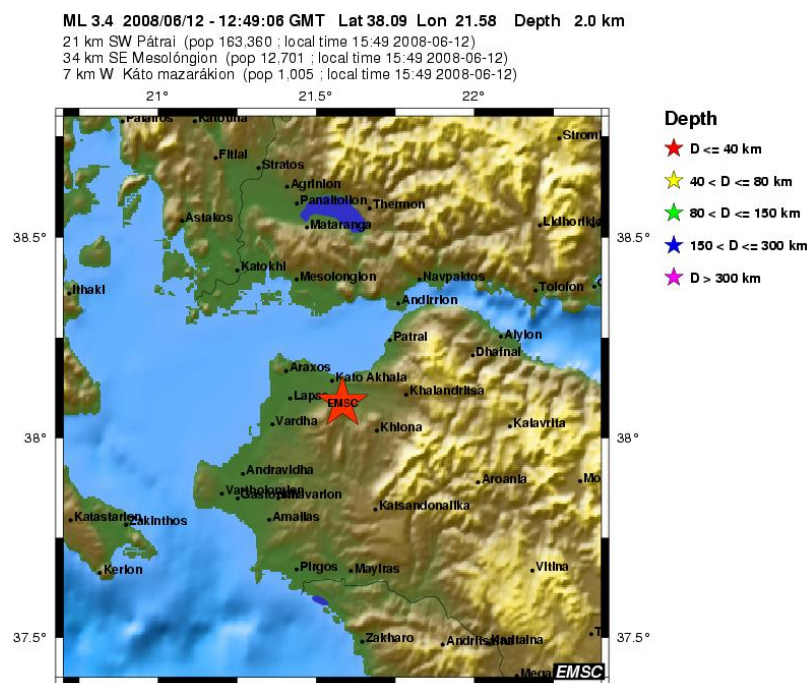
Πρόκειται για πενταώροφο κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοπληρώσεις, με ορθογωνική κάτοψη χωρίς υπόγειο το οποίο μελετήθηκε το 1992. Στο κτίριο αυτό εγκαταστάθηκε ένα πολυκαναλικό σύστημα με δώδεκα μονοαξονικά επιταχυνσιόμετρα και κεντρική καταγραφική μονάδα. Τρία επιταχυνσιόμετρα τοποθετήθηκαν στο ισόγειο για καταγραφή των τριών συνιστωσών της εδαφικής κίνησης. Τρία επιταχυνσιόμετρα τοποθετήθηκαν στην πλάκα οροφής του δεύτερου ορόφου, ομοίως, τρία στον τέταρτο και τρία στον πέμπτο όροφο (οροφή). Η διάταξη των επιταχυνσιομέτρων είναι τέτοια ώστε μέσα από

κατάλληλη επεξεργασία των καταγραφών σε περίπτωση σεισμικής απόκρισης να μπορούν να υπολογιστούν τόσο οι μεταφορικές όσο και στροφικές ταλαντώσεις και ιδιομορφές του κτιρίου.

Αμέσως μετά την ενοργάνωση, το πολυκαναλικό αυτό σύστημα κατέγραψε τη σεισμική ταλάντωση του κτιρίου από μετασεισμό μεγέθους  $ML=3.40$  που έλαβε χώρα την 12<sup>η</sup> Ιουνίου του 2008 και ώρα 12:49 UTC (ώρα Ελλάδος +3 ώρες, δηλ. 15:49) και είχε επίκεντρο τις συντεταγμένες (38.09N, 21.58E), 21 km από την Πάτρα (Σχήμα 3.2).

Στο σχ.3.3 φαίνονται τα επιταχυνσιόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν για την ενοργάνωση του κτιρίου ενώ στο σχήμα 3.4. φαίνεται σχηματικά η διάταξη της ενοργάνωσης με την τοποθέτηση των αισθητήρων.

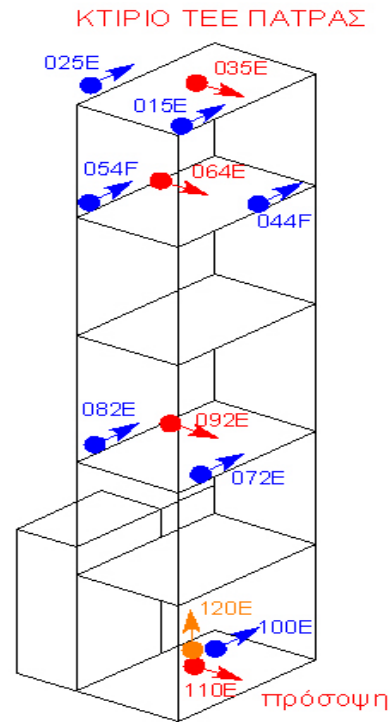
Ενδεικτικά παρατίθενται στα σχ.3.5.1 και 3.5.2 οι ταυτόχρονες διορθωμένες καταγραφές δύο επιταχυνσιομέτρων από τον παραπάνω μετασεισμό. Από την επεξεργασία αυτών των καταγραφών καθώς και άλλων που αναμένεται να προκύψουν, πιστεύεται ότι θα προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα τα οποία θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου συμπεριφοράς κτιρίων από Ο/Σ σε περίπτωση σεισμού.



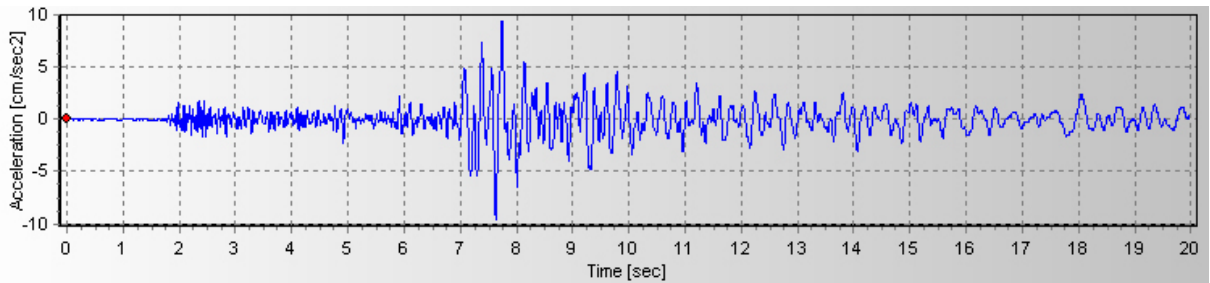
Σχήμα.3.2: Επίκεντρο του μετασεισμού της 12<sup>η</sup> Ιουνίου 2008



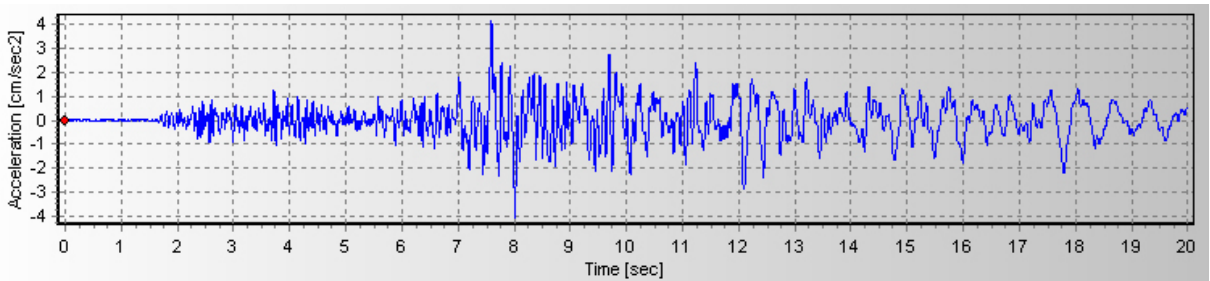
Σχήμα.3.3: Τοποθέτηση επιταχυνσιομέτρων επί του κτιρίου στέγαση του ΤΕΕ στην Πάτρα.



**Σχήμα. 3.4:** Το κτίριο και το σχήμα ενοργάνωσης με το πολυκαναλικό σύστημα επιταχυνσιομέτρων.



**Σχήμα. 3.5.1:** Διορθωμένη καταγραφή από το κανάλι 015E.



**Σχήμα. 3.5.2:** Διορθωμένη καταγραφή από το κανάλι 025E.

### 3.6. ΣΥΝΟΨΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

1. Ο Σεισμός των 6.5 Ρίχτερ, που έπληξε την Βορειοδυτική Πελοπόννησο, έγινε αντιληπτός σε μεγάλη γεωγραφική έκταση και οι καταστροφικές του συνέπειες ήταν σημαντικές. Αυτό δεν συνέβη λόγω του μεγέθους της επιτάχυνσης μόνο αλλά και λόγω της ποιότητας των κατασκευών κυρίως σε οικισμούς της επικεντρικής περιοχής όπου σε χρήση πολλά κτίρια με φέρουσα τοιχοποιία από αργολιθοδομή (ακατέργαστους ή ημικατεργασμένους λίθους με αργιλοκονίαμα ως συνδετικό μέσο) ή από ωμοπλινθοδομή. Στην δεύτερη περίπτωση κατασκευάζονταν πλίνθοι από ωμή άργιλο που περιείχε άχυρο και δομούνταν οι τοιχοποιίες με την χρήση αυτών των ωμόπλινθων και με την χρήση αργιλικού κονιάματος. Οι τοιχοποιίες αυτές σοβαντίζονταν με αργιλικό επίχρισμα ή με κονίαμα που περιείχε ασβέστη και τσιμέντο. Μετά από χρωματισμό δημιουργούνταν χώροι κατοικίας. Στις κατασκευές αυτές όπως προκύπτει από το φωτογραφικό υλικό που παρατίθεται παρατηρήθηκαν αρκετές καταρρέψεις και εκτεταμένες ρηγματώσεις. Στις κατασκευές αυτές δεν παρατηρήθηκε η ανάπτυξη και η εφαρμογή παραδοσιακών αντισεισμικών τεχνικών που συναντώνται σε πιο σεισμογενείς περιοχές της Ελλάδος (π.χ. τρεμέτζο στην Λευκάδα).
2. Σε αρκετά κωδωνοστάσια παρατηρήθηκαν εκτενείς ρηγματώσεις. Αυτό συνέβη όχι λόγω αδυναμίας του στατικού συστήματος της κατασκευής αλλά λόγω της επαφής του κωδωνοστασίου με τον Ναό. Το κωδωνοστάσιο εξέιχε πάνω από τον Ναό και οι βλάβες παρατηρούνταν από το πέρας του Ναού και άνω στην προεξοχή του κωδωνοστασίου. Επίσης σε αρκετούς Ναούς υπήρχαν αρχιτεκτονικές προεξοχές στην κατακόρυφη διεύθυνση (προς τα άνω) και λόγω του σεισμού παρατηρήθηκαν περιπτώσεις με βλάβες και πτώσεις.
3. Σε αρκετά τόξα του Μητροπολιτικού Ναού Αγίου Αθανασίου στην Αμαλιάδα παρατηρήθηκαν ρηγματώσεις στο μέσον τους (εγκάρσια στην διεύθυνση του τόξου). Οι ρηγματώσεις αυτές οφείλονται σε διατμητικές παραμορφώσεις του τόξου λόγω της καμπτικής παραμόρφωσης των τοιχοποιιών. Η άμεση υποστύλωση των εκτενώς ρηγματωμένων εσωτερικών τόξων του Μητροπολιτικού Ναού Αγίου Αθανασίου στην Αμαλιάδα κρίνεται απαραίτητη.
4. Στην περιοχή υπάρχουν αρκετά κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία τα οποία διατηρήθηκαν και χρησιμοποιούνται σήμερα ως μνημεία ή κατοικίες ή έχουν εμπορική χρήση. Τα κτίρια αυτά έχουν αρκετά προσεγμένη κατασκευή και έχουν αποκριθεί ικανοποιητικά σε αρκετούς σεισμούς. Στον παρόντα σεισμό παρατηρήθηκαν αρκετές αποκολλήσεις διακοσμητικών στοιχείων και ρηγματώσεις σε φέροντα στοιχεία στο άνω μέρος αυτών των κτιρίων. Αυτό ενδεχόμενα να οφείλεται σε μη ικανοποιητική ανακατασκευή της στέγης και σύνδεσή της με τις τοιχοποιίες. Επίσης τα αξονικά φορτία των πεσσών και η σφήνωση των υπέρθυρων στην ανώτερη στάθμη είναι σημαντικά περιορισμένα.
5. Στα κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα στα οποία αναπτύχθηκαν βλάβες, αυτές περιορίζονταν κυρίως στις τοιχοποιίες πλήρωσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις στις τοιχοποιίες αυτές αναπτύσσονταν διαγώνια διατμητικά ρήγματα. Αυτό δείχνει ότι οι τοίχοι πλήρωσης κατασκευάστηκαν καλά σφηνωμένοι στα περιβάλλοντα πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα και ότι κατά την διάρκεια της ισχυρής σεισμική διέγερσης παρέλαβαν τμήμα από την αναπτυσσόμενη σεισμική τέμνουσα του κάθε κτιρίου. Υπάρχουν μερικές μεμονωμένες βλάβες σε κτίρια από σκυρόδεμα που σχεδιάστηκαν με τον κανονισμό του 1959.





(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.1. Οικισμός Διδαχαίικα. (α) - (δ) Κατάρρευση διώροφης οικοδομής από Ο/Σ, (ε) Ρηγματώσεις στις τοιχοποιίες πλήρωσης διώροφης κατοικίας, (στ) Προσωρινές εγκαταστάσεις στέγασης.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.2. Οικισμός Φώσταινα,. (α)Βλάβες στο κωδωνοστάσιο του Ναού (β) Μερική κατάρρευση λιθοδομής με αργιλοκονίαμα, (γ) Ολική κατάρρευση κτιρίου από λιθοδομή (απεγκλωβίστηκε άνθρωπος), (δ) Μερική κατάρρευση κτιρίου,(ε) Αποκόλληση τοιχοποιιών πλήρωσης από περιβάλλον πλαίσιο Οπλισμένου Σκυροδέματος, (στ) Καταυλισμός για στέγαση αστέγων.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.3. Οικισμός Σαντομέρι, (α), (β) Μερική κατάρρευση λιθοδομών, (γ) Ρηγματώσεις σε τοίχους στον όροφο κτιρίου, (δ) Μερική κατάρρευση κτιρίου από πτώση βράχου, (ε) Ο βράχος που προκάλεσε την μερική κατάρρευση, (στ) Μερική κατάρρευση λιθοδομής στον ισόγειο όροφο κτιρίου.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.4. Οικισμός Πόρτες. (α) Ρηγματώσεις φερόντων τοιχοποιιών σε μονώροφο μικρό Ναό, (β), (γ) Μεταστέγαση του οικισμού Πόρτες λόγω ενδεχόμενων καταπτώσεων, (δ) Μερική κατάρρευση λιθοδομής, (ε), (στ) Θέση κατάπτωσης μαλακών βράχων μετά από καθαρισμό και θέση αποκόλλησης μαλακών βράχων στον δρόμο μεταξύ των οικισμών Πόρτες και Βάλμη.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.5. Οικισμός Βάλμη. (α)-(γ) Ρηγματώσεις τοιχοποιιών πλήρωσης σε κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, (δ) Ολική κατάρρευση κτιρίου από φέρουσα λιθοδομή, (ε) Ρηγματώσεις σε διώροφο κτίριο από φέρουσα τοιχοποιία, (στ) Κατάρρευση Ναού.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.6. Αμαλιάδα. (α)-(γ) Ρηγματώσεις τοιχοποιιών πλήρωσης σε κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, (δ), (ε) Ρηγματώσεις στον άνω όροφο κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, (στ) Ρηγματώσεις στον Μητροπολιτικό Ναό.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.7. Πύργος. (α)-(β) Ρηγματώσεις στο κτίριο της Νομαρχίας, (γ) Οριζόντια μετακίνηση του άνω μέρους τοίχου αντιστήριξης, (δ) Ρηγματώσεις σε τοιχοποιία πλήρωσης κτιρίου από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, (ε) Ρηγματώσεις στο άνω μέρος κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία, (στ) Αποκολλήσεις και καταπτώσεις διακοσμητικών στοιχείων σε Ναό.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.8. Βαρθολομιό - Γαστούνη. (α), (β) Αποκολλήσεις τοιχοποιίας πλήρωσης από το περιβάλλον πλαίσιο Οπλισμένου σκυροδέματος (γ) Ρωγμή σε κόμβο δοκού - υποστρώματος, (δ) Ρηγματώσεις τοιχοποιίες πλήρωσης, (ε) Κατάρρευση τοίχου πλήρωσης, (στ) Ρηγματώσεις στο άνω μέρος κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία στη Γαστούνη.





(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ. 3.9. Ανδραβίδα. (α) Ρηγματώσεις σε στοιχεία σκυροδέματος, (β) Ρηγματώσεις στο άνω μέρος κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία, (γ) Ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης σε κτίριο στον Σταφιδόκαμπο, (δ) Ρηγματώσεις λιθοδομών στο άνω μέρος Ναού στον Σταφιδόκαμπο, (ε) Αποκολλήσεις τοιχοποιιών από τα στοιχεία σκυροδέματος σε κατάσταση στον Σταφιδόκαμπο, (στ) Ρηγματώσεις λιθοδομών στο άνω μέρος Ναού στο Στρούσι.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

*Φωτ.3.10.Κ. Αχαΐα. (α)-(δ) Μερικές και πλήρεις καταρρεύσεις κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, (ε) Ρηγματώσεις σε κωδωνοστάσιο, (στ) Ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης σε κτίριο Οπλισμένου Σκυροδέματος.*



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Φωτ.3.11.Βραχναίικα (α) Μερική κατάρρευση τοιχοποιίας, (β) Ρηγματώσεις σε κωδωνοστάσιο, (γ)-(ε) Ρηγματώσεις σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία και πτώσεις διακοσμητικών στοιχείων, (στ) Πτώση μνημείου.



(α)



(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

*Φωτ.3.12.Πάτρα (α),(β) Ρηγματώσεις σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία, (γ), (δ) Ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες πλήρωσης κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, (ε)-(στ) Ρηγματώσεις στο κτίριο του Τελωνίου στο Λιμάνι της Πάτρας.*

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην έκθεση αυτή δίνεται μια συνοπτική περιγραφή του προβλήματος από το σεισμό της 8<sup>ης</sup> Ιουνίου 2008 (M=6.5) η οποία βασίζεται κυρίως στα αποτελέσματα από τις καταγραφές του δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και στις παρατηρήσεις που έκαναν κλιμάκια του ΙΤΣΑΚ που μετέβησαν στην πληγείσα περιοχή.

Ο σεισμός είχε επίκεντρο στη ΒΔ Πελοπόννησο (35 Km της Πάτρας), έγινε ιδιαίτερα αισθητός σε μεγάλο μέρος του Ελληνικού χώρου και προκάλεσε υλικές ζημιές κυρίως σε οικισμούς των Νομών Αχαΐας και Ηλείας.

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 άμεση λήψη και επεξεργασία των καταγραφών (επιταχυνσιογραμμάτων) από θέσεις του δικτύου στην ευρύτερη περιοχή και συγκεκριμένα από την Πάτρα, τον Πύργο, το Βαρθολομιό, τη Ζάκυνθο και το Αργοστόλι. Οι καταγραφές αυτές καθώς και τα αντίστοιχα φάσματα απόκρισης είναι διαθέσιμα σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή από την ιστοσελίδα του ΙΤΣΑΚ ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr)).

Αμέσως μετά την εκδήλωση του σεισμού, πέντε κλιμάκια του ΙΤΣΑΚ από ερευνητές και τεχνικούς είχαν μεταβεί στην περιοχή. Σκοπός αυτών των κλιμακίων ήταν η ανάπτυξη προσωρινού δικτύου επιταχυνσιογράφων στην πλειόσειστη περιοχή με πέντε όργανα υψηλής ακρίβειας, η ανάπτυξη επίσης προσωρινού δικτύου από 13 φορητούς σειсмоγράφους (ταχυτητόμετρα) στην περιοχή από Πύργο μέχρι Πάτρα, η ενοργάνωση μιας πενταώροφης οικοδομής στην Πάτρα για παρακολούθηση της σεισμικής της συμπεριφοράς σε ματασεισμικές διεγέρσεις, η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς κτιριακών κατασκευών καθώς και η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς έργων υποδομής, φυσικών και τεχνητών πρανών. Την περιοχή επισκέφθηκαν επίσης ο Πρόεδρος και ο Αντιπρόεδρος του ΔΣ του ΙΤΣΑΚ.

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 κατάστασης τόσο από τις αρμόδιες υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ όσο και από τον ΟΑΣΠ.

Επιπλέον, η παρούσα έκθεση και οι καταγραφές από το μόνιμο Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ καθώς και από τα άλλα προσωρινά δίκτυα του ΙΤΣΑΚ που αναπτύχθηκαν στην πλειόσειστη περιοχή αμέσως μετά το σεισμό, εμπλουτίζουν ακόμα περισσότερο τα διαθέσιμα δεδομένα από τη Δυτική Πελοπόννησο λόγω πραγματικών σεισμών, δεδομένου ότι η ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Πελοποννήσου έχει πληγεί τα τελευταία 22 χρόνια από 7 σεισμούς (Καλαμάτα-1986, Κυλλήνη-1988, Πάτρα-1993, Πύργος-1993, Βαρθολομιός-2002, Κορώνη-2008, 2008, Αχαΐα-Ηλεία, 2008). Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι καταγραφές του Δικτύου Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην Δυτική Πελοπόννησο έχουν προκύψει και από σεισμούς με επίκεντρα σε μεγάλες αποστάσεις (Αίγιο-1995, Λευκάδα-2003, Κύθηρα – 2006, Ζάκυνθος –2007 και Λεωνίδιο –2008).

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. Οι μέγιστες επιταχύνσεις που έχουν καταγραφεί από το μόνιμο Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ στην ευρύτερη περιοχή δεν ξεπερνούν το 0.19g με

άγνωστο βεβαίως το μέγεθος αυτών των επιταχύνσεων στην επικεντρική περιοχή. Στο πιο κάτω πίνακα δίνονται συνοπτικά οι μέγιστες επιταχύνσεις από επτά σταθμούς του ΙΤΣΑΚ στην περιοχή.

Θέσεις οργάνων				Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση
ΠΟΛΗΣ	ΚΤΙΡΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΧΩΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	
Πάτρα	Εθνική Τράπεζα	Υπόγειο	PAT1	<b>0.13g</b>
Πάτρα	I. N. Αγίου Δημητρίου	Ισόγειο	PAT2	<b>0.11g</b>
Πάτρα	6 <sup>ο</sup> Γυμνάσιο (περιοχή I.N. Αγίου Αλεξίου)	Ισόγειο	PAT3	<b>0.09g</b>
Βαρθολομιό	Κτίριο ΟΤΕ	Ισόγειο	VAR2	<b>0.17g</b>
Πύργος	Αγροτική Τράπεζα	Υπόγειο	PYR1	<b>0.19g</b>
Ζάκυνθος	Κτίριο ΟΤΕ	Ισόγειο	ZAK2	<b>0.04g</b>
Αργοστόλι	Κτίριο ΟΤΕ	Υπόγειο	ARG1	<b>0.03g</b>

2. Χαρακτηριστικό αυτών των καταγραφών είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια της ισχυρής εδαφικής κίνησης η οποία σε αρκετές θέσεις, όπως καταγράφηκε, ξεπερνά τα 20sec.

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

3. 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 στον Πύργο είναι περίπου 0.2sec ενώ στο Βαρθολομιό το συχνοτικό περιεχόμενο με ενίσχυση της εδαφικής κίνησης κυμαίνεται από 0.2 – 0.8sec. Ωστόσο, το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό από τα φάσματα απόκρισης εμφανίζεται στις καταγραφές και των τριών σταθμών της Πάτρας, όπου υπάρχει ιδιαίτερη ενίσχυση της εδαφικής κίνησης σε σχετικά μεγάλες περιόδους, στο διάστημα από 0.8-1.4sec.
4. 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 ΕΠΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ

5. Ο σεισμός της Αχαΐας – Ηλείας (Μ6.5, 8 Ιουνίου 2008) διέγειρε έναν αριθμό κατολισθήσεων, καταπτώσεων και ανατροπών βραχιδών τεμαχών στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού. Παρόλο που ο αριθμός των κατολισθήσεων και των καταπτώσεων που εντοπίστηκαν κατά την επιτόπου μετάβαση στην περιοχή ήταν περιορισμένος, αναφέρονται στην παρούσα έκθεση καθώς υπήρξαν σοβαρές επιπτώσεις τοπικού χαρακτήρα. Οι εδαφικές ή βραχώδεις αστοχίες που συνέβησαν ως αποτέλεσμα του κύριου σεισμού εντοπίζονται κυρίως στην επικεντρική περιοχή του σεισμού (χωριά Βάλμη, Πόρτες και Σαντομέρι) ενώ άλλη μία κατολίπηση εντοπίστηκε σχεδόν στην άκρη της διάρρηξης του ρήγματος όπως αυτή καθορίστηκε από την κατανομή των επικέντρων των μετασεισμών.
6. Φαινόμενα ρευστοποίησης παρατηρήθηκαν σε 5 περιοχές: 1) σε δύο θέσεις στην Κάτω Αχαΐα, 2) στην παραλία Μανωλάδας, 3) στην τεχνητή λίμνη του Πηνειού και

4) στο χωριό Νησί. Όλες οι περιοχές όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, εξαιρουμένης της τεχνητής λίμνης του Πηνειού, βρίσκονται βορείως της επικεντρικής περιοχής. Επίσης, με εξαίρεση την περιοχή του Νησιού, όλες οι υπόλοιπες βρίσκονται σε περιοχές που γειτνιάζουν με θάλασσα ή λίμνη.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

7. Καταρρεύσεις κτιρίων: Ένας σημαντικός αριθμός κτιρίων και εκκλησιών από φέρουσα τοιχοποιία σε οικισμούς στην επικεντρική περιοχή εμφάνισαν μερική ή ολική κατάρρευση. Οι καταρρεύσεις αυτές αποδίδονται κυρίως στην υψηλή σεισμική κίνηση που θα πρέπει να αναπτύχθηκε στην επικεντρική περιοχή καθώς και στην υψηλή τρωτότητα αυτών των κατασκευών. Η πλειονότητα αυτών των κατασκευών ήταν δομημένα με ακατέργαστους ή ημικατεργασμένους λίθους και ωμοπλίνθους. Επισημαίνεται ωστόσο ότι μόνο ένα κτίριο από Ο/Σ, με σύστημα πυλωτής και σχεδιασμένο με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1959 κατέρρευσε.
8. Κτίρια με σημαντικές βλάβες: Μεγάλο ποσοστό κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία τόσο στην επικεντρική περιοχή όσο και σε άλλους οικισμούς έχει υποστεί σημαντικές βλάβες. Ένας σχετικά μικρός αριθμός κτιρίων από Ο/Σ (σε σχέση με το μέγεθος του σεισμού) έχει υποστεί σημαντικές βλάβες στο φέροντα οργανισμό. Τα κτίρια αυτά, ως επί το πλείστον, έχουν σχεδιαστεί με βάση το αντισεισμικό κανονισμό του 1959. Τα κτίρια αυτά, τόσο από φέρουσα τοιχοποιία όσο και από Ο/Σ, χρήζουν άμεσης υποστήλωσης μέχρι την οριστική απόφαση περί της διατήρησης ή της κατεδάφισής του και εν πάση περιπτώσει αποκλεισμού τους από κάθε χρήση.
9. Κτίρια με ελαφρές ζημιές: Ένας μεγάλος αριθμός κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία και Ο/Σ έχουν υποστεί ελαφρές ζημιές. Στα κτίρια από Ο/Σ οι ζημιές αυτές εστιάζονται κυρίως στις τοιχοπληρώσεις. Στα κτίρια αυτά θα πρέπει να απαγορευτεί προσωρινά η ολική ή μερική τους χρήση μέχρι να υπάρξει αξιολόγηση του επιπέδου, της έκτασης και της έντασης αυτών των ζημιών.
10. Γεωγραφική κατανομή των κτιρίων με βλάβες: Τα περισσότερα κτίρια με σημαντικού βαθμού βλάβες έως και καταρρεύσεις εντοπίζονται στην επικεντρική περιοχή και πιο συγκεκριμένα στους οικισμούς Βάλμη, Διδαχαίικα, Σαντομέρι, Φώσταινα, Πόρτες, Νησί, Περιστέρι κ.λ.π. Επίσης, σε άλλους οικισμούς, σε κάποια απόσταση από το επίκεντρο, όπως η Κάτω Αχαΐα έχουν επισημανθεί αρκετά κτίρια με σημαντικές βλάβες. Για την εμφάνιση αυτών των βλαβών πιστεύεται ότι οι τοπικές εδαφικές συνθήκες είχαν καθοριστική σημασία στην ανάπτυξη μεγάλης εδαφικής κίνησης. Στα δύο μεγάλα αστικά κέντρα της περιοχής, Πάτρας και Πύργου, δεν επισημάνθηκαν (επί του παρόντος) σημαντικές βλάβες μεγάλης γεωγραφικής έκτασης. Τέλος, αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι ότι δεν αναφέρθηκαν σημαντικές βλάβες σε κτίρια που σχεδιάστηκαν με βάση του νέους Αντισεισμικούς Κανονισμούς που ισχύουν από το 1992 και μετά.

Τα πιο πάνω συμπεράσματα προέκυψαν από μια πρώτη επίσκεψη κλιμακίων του ΙΤΣΑΚ στην περιοχή και διατυπώνονται με επιφύλαξη εν αναμονή και των τελικών αποτελεσμάτων από την απογραφή των ζημιών που διενεργούνται αυτή την περίοδο από την ΥΑΣ.

**Θεσσαλονίκη, Ιούνιος, 2008**





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

Anagnostopoulos S., Rinaldis D., Lekidis V., Margaris V., Theodulidis N.. 1987. “*The Kalamata, Greece, earthquake of September 13, 1986*”, *Earthquake Spectra*, Vol. 3, No 2, pp. 365-402.

Αναγνωστόπουλος Σ., Θεοδουλίδης Ν., Λεκίδης Β., Μάργαρης Β. 1986. «Οι σεισμοί της Καλαμάτας του Σεπ 86: Αποτελέσματα από την ανάλυση των επιταχυνσιογραφημάτων, Συσχετισμός με τον αντισεισμικό κανονισμό. Επισκόπηση βλαβών και συμπερασμάτων. *Ειδική έκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.*

Λεκίδης Β., Θεοδουλίδης Ν., Μάργαρης Β.. 1996. “Ισχυρή σεισμική κίνηση και βλάβες που προκλήθηκαν από δύο σεισμούς κοντινού πεδίου στον Ελληνικό χώρο (Πύργος 26.03.93, Πάτρα 14.07.93)”, *Πρακτ. 12<sup>ο</sup> Ελλην. Συν. Σκυροδέματος*, Λεμεσός -Κύπρος, Τόμος III, σελ. 221-235.

Λεκίδης Β., Δημητρίου Π., Καρακώστας Χ., Καλογεράς Ι., Μάργαρης Β., Θεοδουλίδης Ν., Σταυρακάκης Γ.. 1996. “Συνέπειες της σεισμικής ακολουθίας του Αγίου του Ιουνίου του 1995 - Σεισμολογικά στοιχεία, συμπεριφορά κατασκευών, περιγραφή βλαβών και επάρκεια σεισμικών συντελεστών”, *Πρακτ. 12<sup>ο</sup> Ελλην. Συν. Σκυροδέματος*, Λεμεσός Κύπρος, Τόμος III, σελ. 308-323.

Δημοσθένους Μ., Σους Ι., Σαββαΐδης Α., Αναστασιάδης Α., Μάργαρης Β., Καλογεράς Ι., Μπασκούτας Ι., Μοροζίδης Μ.. 2003. “Ο Σεισμός του Βαρθολομιού ( M=5.6-2/12/2002): Ισχυρή Εδαφική Κίνηση, απόκριση εδαφικών σχηματισμών και συμπεριφορά των Κατασκευών”, *Πρακτικά 14<sup>ο</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος*, Κως, σελ. 446-458.

Αναστασιάδης Α., Δημοσθένους Μ., Λεκίδης Β., Μάργαρης Β., Σαββαΐδης Α., Σους Ι., Καλογεράς Ι., Μπασκούτας Ι., Κουρουζίδης Μ. . 2003. Ο σεισμός του Βαρθολομιού (M=5.6), 2 Δεκεμβρίου 2002. Ισχυρή εδαφική κίνηση & συμπεριφορά των κατασκευών. Ειδική βιβλιοδετημένη έκδοση ΤΕΕ, Επιστημονικές Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., ISBN:960-8369-01-0, 2003.

Αναστασιάδης Α, Δημητρίου Π, Δημοσθένους Μ, Θεοδουλίδης Ν, Καρακώστας Χ, Κλήμης Ν, Λεκίδης Β, Μακάριος Τ, Μάκρα Κ, Μάργαρης Β, Παπαϊωάννου Χ, Σαββαΐδης Α, Σαλονικιός Θ, Σους Ι. 2004. Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ (M=6.2), 14 Αυγούστου 2003, Ισχυρή Εδαφική Δόνηση - Συνέπειες του Σεισμού στο Δομημένο και Φυσικό Περιβάλλον. Ειδική βιβλιοδετημένη έκδοση ΤΕΕ, Επιστημονικές Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., ISBN:960-8369-07-X, 2004.

Αναστασιάδης Α, Δημητρίου Π, Θεοδουλίδης Ν, Καρακώστας Χ, Κλήμης Ν, Λεκίδης Β, Μακάριος Τ, Μάκρα Κ, Μάργαρης Β, Παπαϊωάννου Χ, Σαββαΐδης Α, Σαλονικιός Θ, Σους Ι. 2006. Ο Σεισμός των Κυθήρων (M=6.9), 8 Ιανουαρίου 2006. Ισχυρή Εδαφική Κίνηση – Συνέπειες του Σεισμού στο Δομημένο και Φυσικό Περιβάλλον στα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα. Ειδική βιβλιοδετημένη έκδοση ΤΕΕ, σελ.59, Επιστημονικές Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., ISBN:960-8369-17-7, ΑΘΗΝΑ, 2006.

Καταγραφές δικτύου επιταχυνσιογράφων του ΙΤΣΑΚ από την πρόσφατη δράση στην περιοχή της Ζακύνθου ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr))

Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ (M=6.5), 06 Ιανουαρίου 2008 ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr))

Ο ΣΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΟΡΩΝΗΣ (Ν.ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ), 14 Φεβρουαρίου 2008 (M=6.7). ([www.itsak.gr](http://www.itsak.gr))

Margaris B., Papaioannou C., Theodoulidis N., Savvaidis A., Klimis N., Makra K., Demosthenous M., Karakostas C., Lekidis V., Makarios T., Salonikios T. (ITSAK), Athanasopoulos G., Mylonakis G., Papantopoulos C., Efthimiadou V., Kloukinas P., Ordonez I., Vlachakis V. (Department of Civil Engineering of University of Patras), Stewart J. (University of California of Los Angeles). 2008. Preliminary Report on the Principal Seismological and Engineering Aspects of the  $M_w=6.5$  Achaia-Ilia (Greece) Earthquake on 8 June 2008. (after review) *Report for Web Dissemination Geotechnical Earthquake Reconnaissance Web Site*:

[http://research.eerc.berkeley.edu/projects/GEER/GEER\\_Post%20EQ%20Reports/Greece\\_2008/greece\\_2008\\_index.html](http://research.eerc.berkeley.edu/projects/GEER/GEER_Post%20EQ%20Reports/Greece_2008/greece_2008_index.html).

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 1<sup>ου</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Παπαζάχος, Β. (1989): Μέτρα της ισχύος των σεισμών στην Ελλάδα. Πρακτ. 1<sup>ου</sup> συν. Συλλόγου Ελλήνων Γεωφυσικών Αθήνα Απρίλιος 1989, 437-447.

Παπαζάχος, Β.Κ. και Κ.Β. Παπαζάχου (2003): Σεισμοί της Ελλάδας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη σελ. 286.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2<sup>ου</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Αθανασόπουλος Γ. (1995). Σεισμική Απόκριση εδαφών σε Πάτρα, Αίγιο, Βαρθολομιό. Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ.

Δημοσθένους, Μ., Α. Σαββαϊδής, Ι. Καλογεράς, Ι. Μπασκούτας, Α. Αναστασιάδης, Μ. Κουρουζίδης, Β. Μάργαρης, Σ. Ίσσαμ (2003). «Ο σεισμός του Βαρθολομιού ( $M=5.7$ ) (2/12/2002). Ισχυρή εδαφική κίνηση και συμπεριφορά των κατασκευών», Πρακτικά 14<sup>ου</sup> ΕΣΣ (cdrom), Κως, 2003.

ΕΑΚ2003, Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός ΟΑΣΠ, Αθήνα, 2003

EC8, Ευρωκώδικας 8. Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών – Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια, EN1998-1, ΕΛΟΤ2004.

ΙΤΣΑΚ (2003). Ο σεισμός του Βαρθολομιού ( $M=5.6$ ), 2 Δεκεμβρίου 2002. Ισχυρή εδαφική κίνηση και συμπεριφορά των κατασκευών. Έκδοση ΤΕΕ, 61σελ.

ΑΠΘ-ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ (1996). Τελική έκθεση ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Μελέτη της επίδρασης των τοπικών εδαφικών συνθηκών της γεωμορφολογίας και της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους-θεμελίωσης-ανωδομής στις καταγραφές του εθνικού δικτύου επιταχυνσιογράφων.

Καμπέρης, Ε., (1987). Γεωλογική και πετρελαιογεωλογική μελέτη ΒΔ Πελοποννήσου. *Διδακτορική διατριβή, Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχ. Μεταλλ.-Μεταλλουργών, Αθήνα.*

Mountrakis, D., Sapountzis, E., Kilias, A., Eleftheriadis, G. & Christofides, G. (1983). Paleogeographic conditions in the western Pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20, 1673-1681.

Τσελέντης Γ.Α., Βασιλείου Ι., Λέκκας Ε., Ρούμπας, Δ. Σώκος Ε., (1997). Σύγκριση αναλυτικών μεθόδων εδαφικής απόκρισης με μακροσεισμικές παρατηρήσεις στην περιοχή του Βαρθολομιού., Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Παν.Συνεδρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής, Πάτρα, 20-22 Μαρτίου 1997, Τόμος Ι, σελ. 567-574.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 3<sup>ου</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ**

Anagnostopoulos S., Rinaldis D., Lekidis V., Margaris V., Theodulidis N.. 1987. “*The Kalamata, Greece, earthquake of September 13, 1986*”, *Earthquake Spectra*, Vol. 3, No 2, pp. 365-402.