

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί την τελική έκθεση του Ερευνητικού Προγράμματος με τίτλο, “ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΙΣΧΥΡΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΛΕΙΟΣΕΙΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΤΗΣ 7-9-1999 ΣΤΗ ΒΔ ΑΤΤΙΚΗ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ”, το οποίο ανατέθηκε από τον ΟΑΣΠ στον Τομέα Γεωφυσικής & Γεωθερμίας, Εργαστήριο Σεισμολογίας, του Γεωλογικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθηνών, (Συντονιστής, καθηγητής Κ. Μακρόπουλος), σε συνεργασία με επιστήμονες από τον Τομέα Γεωλογίας & Γεωγραφίας του Γεωλογικού Τμήματος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, το Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας & Αντισεισμικών Κατασκευών και το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

Βασικοί στόχοι της συγκεκριμένης ερευνητικής αυτής προσπάθειας ήταν τόσο η αποτύπωση της χωρικής κατανομής της ισχυρής κίνησης στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999, όσο και η κατανόηση των παραγόντων που συνετέλεσαν στη διαμόρφωσή της, όπως:

- α) η διαδικασία διάρρηξης του σεισμογόνου ρήγματος και
- β) οι τοπικές εδαφικές συνθήκες

Είναι φανερό ότι **η κατά το δυνατόν πληρέστερη εκτίμηση των χαρακτηριστικών του σεισμού της 7/9/99 στην πλειόσειστη περιοχή** θα συμβάλλει ουσιαστικά τόσο στο ρεαλιστικότερο αντισεισμικό σχεδιασμό της ευρύτερης περιοχής της Αττικής όσο και πιλοτικά για αντίστοιχες περιπτώσεις σεισμών κοντινού πεδίου άλλων πόλεων.

Τέλος, τόσο ο συντονιστής του προγράμματος, όσο και ολόκληρη η ομάδα εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας για την ανάθεση του ερευνητικού αυτού προγράμματος, κατά τη διάρκεια υλοποίησης του οποίου δόθηκε η ευκαιρία της συνεργασίας όλων των επιστημονικών πεδίων (τομείς Γεωλογίας, Τεκτονικής, Γεωτεχνικής, Σεισμολογίας και Τεχνικής Σεισμολογίας) που εμπλέκονται, με αποτέλεσμα την κατά το δυνατόν ολοκληρωμένη προσέγγιση ενός τόσο σημαντικού θέματος.

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος του προγράμματος

Καθηγητής Κ. Χ. Μακρόπουλος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την επίτευξη των βασικών ερευνητικών στόχων της παρούσας μελέτης που ήταν η αποτύπωση της χωρικής κατανομής της ισχυρής κίνησης στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 και η κατανόηση των παραγόντων που συνετέλεσαν στη διαμόρφωσή της, ακολουθήθηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία που αναπτύσσεται σε 9 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, που αποτελεί τη βασική συνεισφορά της επιστημονικής ομάδας του Γεωλογικού Τμήματος του ΑΠΘ, παρουσιάζεται αναλυτικά το γεωλογικό και τεκτονικό καθεστώς της ευρύτερης επικεντρικής περιοχής. Πραγματοποιήθηκε συλλογή, επεξεργασία και ανάλυση γεωλογικών και τεκτονικών στοιχείων της νότιας και ανατολικής Πάρνηθας (επωθήσεις - ανάστροφα και κανονικά ρήγματα, στρωμάτωση) και ειδικότερα των ρηγμάτων της Φυλής, του Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος), Σπηλαίου Πανός, Μενιδίου και Θρακομακεδόνων. Επίσης, δίνεται αναλυτική βιβλιογραφική περιγραφή της γεωλογικής δομής της Αττικής και του σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999, εξετάζονται τα γεωλογικά, νεοτεκτονικά, μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά της Δυτικής Αττικής και παρουσιάζονται οι χάρτες των ρηγμάτων της Φυλής και Θρακομακεδόνων (κλίμακα 1:20.000) και της Δυτικής και Νότιας Πάρνηθας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η σεισμική προϊστορία και η σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα σεισμολογικά και σεισμοτεκτονικά στοιχεία που αφορούν τον σεισμό της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 (προσεισμοί, κύριος σεισμός και μετασεισμική ακολουθία), ώστε να καταστεί δυνατός ο συσχετισμός μακροσεισμικών παρατηρήσεων κατανομής της ισχυρής εδαφικής κίνησης και κατανομής βλαβών.

Στόχος του τέταρτου κεφαλαίου ήταν η συγκέντρωση, αξιολόγηση, και εξέταση του ρόλου των γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν στις θέσεις όπου υπήρξαν ενόργανες καταγραφές, τόσο κατά την διάρκεια όσο και κατά την μετασεισμική ακολουθία του σεισμού της 7/9/1999. Περιγράφονται δισδιάστατες λύσεις της βιβλιογραφίας που αφορούν τοπογραφικές κυρίως ανωμαλίες, ενώ πραγματοποιούνται ελαστικές μονοδιάστατες αναλύσεις εδαφικής απόκρισης (SHAKE91) για τον προσδιορισμό των μονοδιάστατων καμπυλών φασματικής ενίσχυσης (με θεώρηση υστερητικής απόσβεσης 5%) σε κάθε θέση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η σεισμολογική προσέγγιση στην εκτίμηση του ρόλου των εδαφικών συνθηκών στην τελική διαμόρφωση της σεισμικής κίνησης, εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων εδαφικού θορύβου (Nakamura). Οι

μετρήσεις εδαφικού θορύβου έλαβαν χώρα πολύ καιρό μετά τον κύριο σεισμό (Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2003) και έγιναν τόσο δίπλα σε θέσεις που είχε καταγραφεί ο κύριος σεισμός, όσο και δίπλα σε επιλεγμένες θέσεις καταγραφής της μετασεισμικής ακολουθίας, ούτως ώστε να έχουμε ενδείξεις του ρόλου των τοπικών γεωλογικών συνθηκών στην σεισμική κίνηση, ακόμα και σε θέσεις που δεν υπήρχαν γεωτεχνικά αρκετά στοιχεία.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αναγραφές της μετασεισμικής ακολουθίας από τους επιταχυνσιογράφους του ΕΚΠΑ και του ΙΤΣΑΚ, καθώς και η βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης για να ενοποιήσει όλα τα υπάρχοντα δεδομένα που σχετίζονται με τα επιταχυνσιογραφήματα και αντίστοιχους σεισμούς, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί η δυνατότητα ανάκτησης πληροφορίας.

Το έβδομο κεφάλαιο αποτελεί τη βασική συνεισφορά της επιστημονικής ομάδας του ΙΤΣΑΚ. Συγκεκριμένα, αφορά την στοχαστική προσομοίωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου με βάση τα παρακάτω σενάρια:

- Προσομοίωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης στην πλειόσειστη περιοχή της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999.
- Προσομοίωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης για πιθανή μελλοντική διάρρηξη του ρήγματος του Θριάσειου πεδίου.
- Στοχαστική προσομοίωση της ισχυρής σεισμικής κίνησης για πιθανή μελλοντική διάρρηξη του ρήγματος των Θρακομακεδόνων.

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παραπάνω προσομοιώσεων τόσο στην πλειόσειστη περιοχή του σεισμού της 7/9/1999, όσο και στην ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου, με τη μορφή επιταχυνσιογραφημάτων και χαρτών μεγίστων και φασματικών τιμών.

Στο όγδοο κεφάλαιο η προσομοίωση της σεισμικής κίνησης προσεγγίζεται με την ημι-εμπειρική μέθοδο (empirical Green functions). Με χρήση των διαθέσιμων καταγραφών μετασεισμών στις ίδιες ακριβώς θέσεις που καταγράφηκε ο κύριος σεισμός (Χαλάνδρι, Σεπόλια, ΚΕΔΕ και Μοναστηράκι), τεκμηριώνονται οι παράμετροι προσομοίωσης. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται το τεκμηριωμένο σενάριο διάρρηξης, για να προσομοιωθεί η σεισμική κίνηση του σεισμού της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999 στις υπόλοιπες θέσεις καταγραφής της μετασεισμικής ακολουθίας (Αδάμες, Φυλή, Θριάσιο, Μενίδι, Άνω Λιόσια, Μεταμόρφωση, Καματερό και Θρακομακεδόνες).

Στο ένατο κεφάλαιο η προσομοίωση της σεισμικής κίνησης επιχειρείται μέσω αμιγώς αναλυτικής - αιτιοκρατικής μεθοδολογίας, η οποία βασίζεται σε θεωρητικά στοιχεία

δημιουργίας και διάδοσης σεισμικών κυμάτων. Λόγω της πολυπλοκότητας των υπολογισμών, η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση της κίνησης σε πολλές θέσεις. Χρησιμοποιείται ενδεικτικά για να προσομοιωθεί η κίνηση του κύριου σεισμού στη θέση των Άνω Λιοσίων, μία θέση πολύ κοντά στην ανατολική απόληξη του σεισμογόνου ρήγματος, ως προσπάθεια διερεύνησης της κίνησης που προκλήθηκε σε τόσο κοντινό πεδίο. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία χρησιμοποιείται επίσης για να εκτιμήσουμε την πιθανή σεισμική κίνηση στην ίδια θέση των Άνω Λιοσίων που μπορεί να προκληθεί από σενάρια μελλοντικών σεισμών της ευρύτερης περιοχής (Ανατολικός Κορινθιακός – Αταλάντη).