

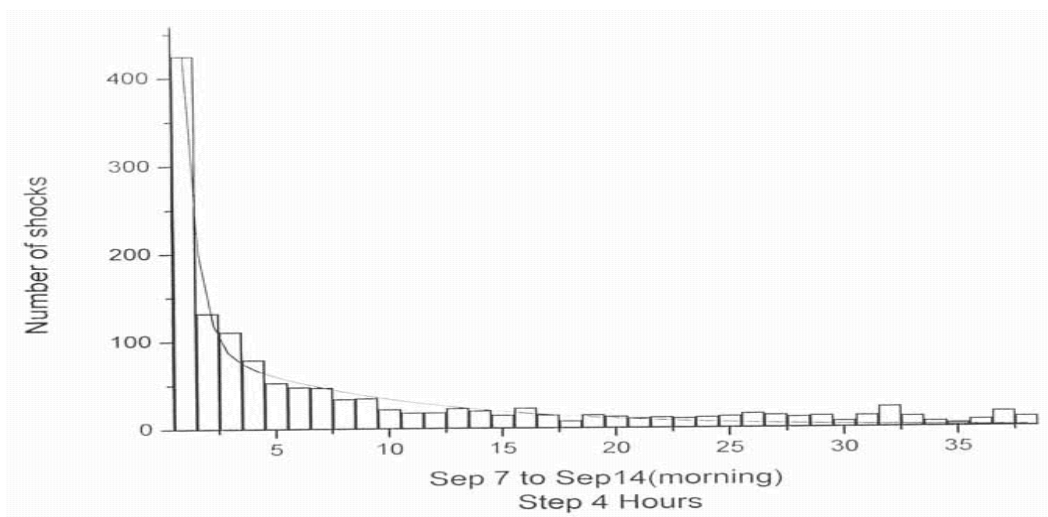
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:**ΤΟ ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ. ΤΑ ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΣΑΝ ΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Ο πρόσφατος σεισμός της Αθήνας, ήταν ένα γεγονός εν πολλοίς αναπάντεχο, μια και το σεισμογόνο ρήγμα ήταν ουσιαστικά άγνωστο. Ο απολογισμός ήταν 143 θάνατοι και 40 καταρρεύσεις κτιρίων, ενώ το καθαρά οικονομικό κόστος ακόμα και σήμερα είναι δύσκολο να υπολογιστεί σε ποιο ύψος τελικά θα φτάσει. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή οι συνέπειες του φαινομένου μολονότι, και μεγάλο ήταν και έπληξε πυκνοκατοικημένες περιοχές, ήταν σίγουρα μεγαλύτερες του αναμενόμενου.

Ειδικότερα αναζητήθηκαν και συγκεντρώθηκαν οι γεωλογικές μελέτες της περιοχής ενδιαφέροντος, αποδελτιώθηκαν οι αδημοσίευτες τεχνικο-γεωλογικές και υδρογεωλογικές εκθέσεις του ΙΓΜΕ και αντλήθηκαν χρήσιμες πληροφορίες και δεδομένα από τις σχετικές σεισμολογικές μελέτες του Αστεροσκοπείου Αθηνών, του Πανεπιστημίου Αθηνών, του Α.Π.Θ. και του Πανεπιστημίου Πατρών. Επί πρόσθετα, αξιολογήθηκαν και αξιοποιήθηκαν οι πιο πρόσφατες μελέτες σεισμικής επικινδυνότητας του Ε.Μ.Π. (1999-2000) και του ΑΣΔΑ (2001), για την εκπόνηση των οποίων υπήρξε και ουσιαστική συμμετοχή από μέλη της Ε.Ο. του παρόντος έργου.

4.1 Το φαινόμενο

Το σεισμικό φαινόμενο έλαβε χώρα στις 14:57 της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999. Ήταν ένας ισχυρός σεισμός με επιφανειακό μέγεθος $M_s = 5.9$ (Richter) και επίκεντρο 18 χιλιόμετρα βορειοδυτικά του κέντρου των Αθηνών, με συντεταγμένες 38.12°N - 23.64°E, στην περιοχή νοτιοδυτικά της Πάρνηθας. Το μέγεθος του σεισμού και η κατανομή των μετασεισμών καθορίζουν ένα σεισμογόνο όγκο διαμέτρου 12-15 Km. Η σεισμική ροπή υπολογίστηκε σε 7×10^{17} Nt*m. Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού, σύμφωνα με τα στοιχεία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου, καθώς και διεθνών ερευνητικών κέντρων (MEDNET, USGS, HARVARD) προσδιορίζει κανονική διάρρηξη με διεύθυνση στο επίπεδο του ρήγματος μεταξύ 270° και 294° και κλίση μεταξύ 36° και 47° νοτιοδυτικά. Ο συνολικός αριθμός των μετασεισμών ξεπέρασε τους 1000 τα πρώτα πέντε εικοσιτετράωρα, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο διάγραμμα (πηγή: Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, PAPADOPOULOS, G.A., DRAKATOS, G., PAPANASTASSIOU, D., KALOGERAS, I., STAVRAKAKIS, G.2000).



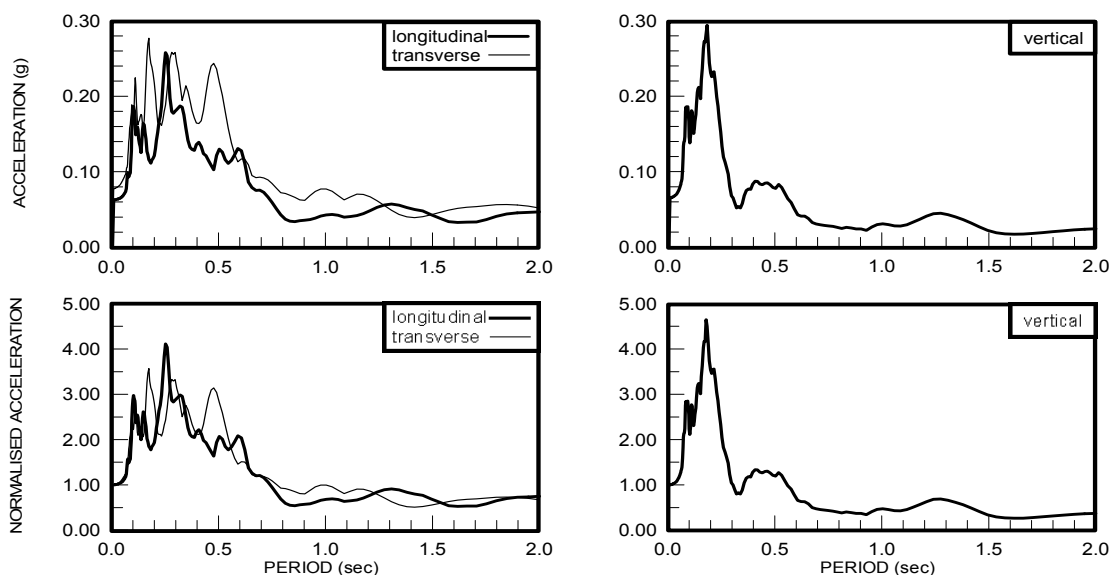
Διάγραμμα αριθμού μετασεισμών από 7 έως 14 Σεπτεμβρίου 1999.(Γεωδυναμικό Ινστιτούτο).

Το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο σε συνεργασία με την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε είχε εγκαταστήσει σε διαφορετικές θέσεις επιταχυνσιογράφους, οι οποίοι κατέγραψαν τόσο τον κύριο σεισμό, όσο και ένα σημαντικό αριθμό των μετασεισμών.

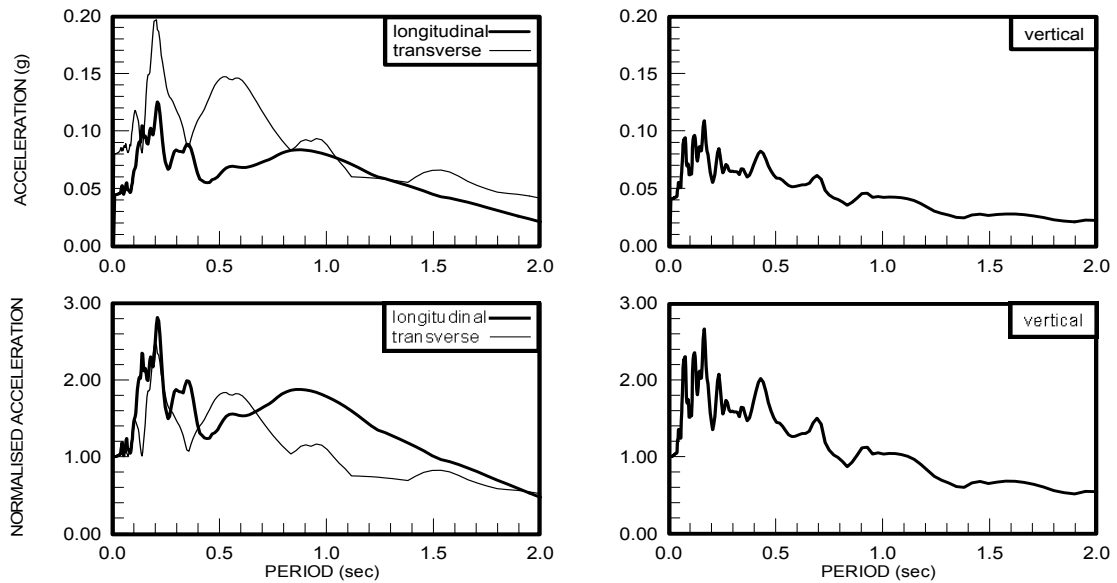
Στα Σχήματα φαίνονται τα φάσματα απόκρισης και τα κανονικοποιημένα φάσματα στις διαφορετικές θέσεις καταγραφής.

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999

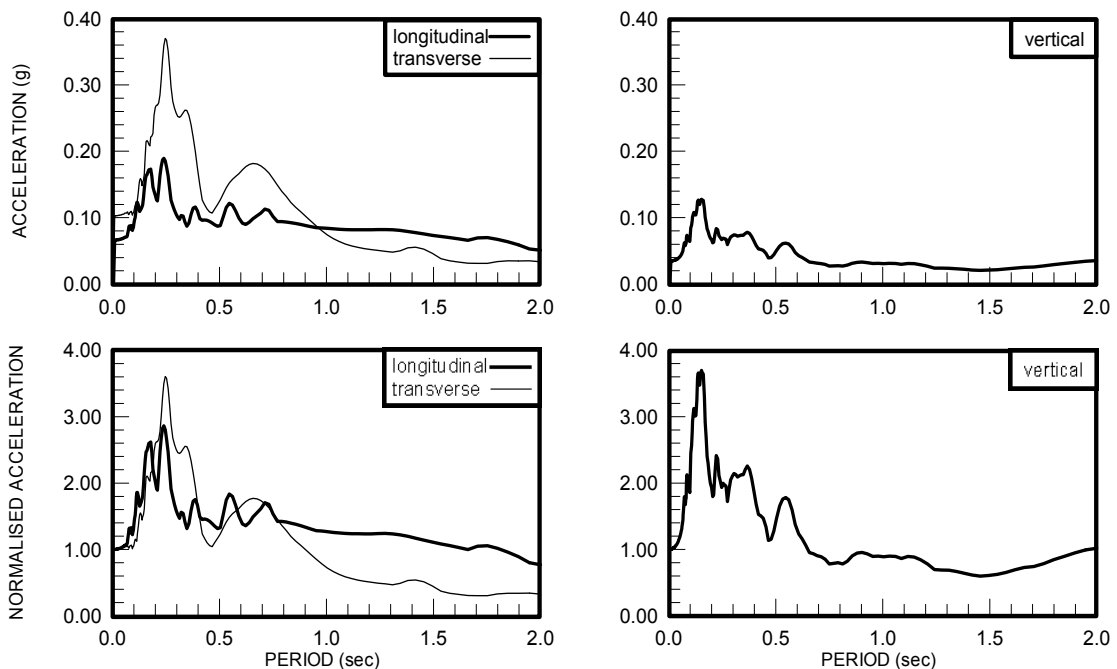
STATION: ATHA



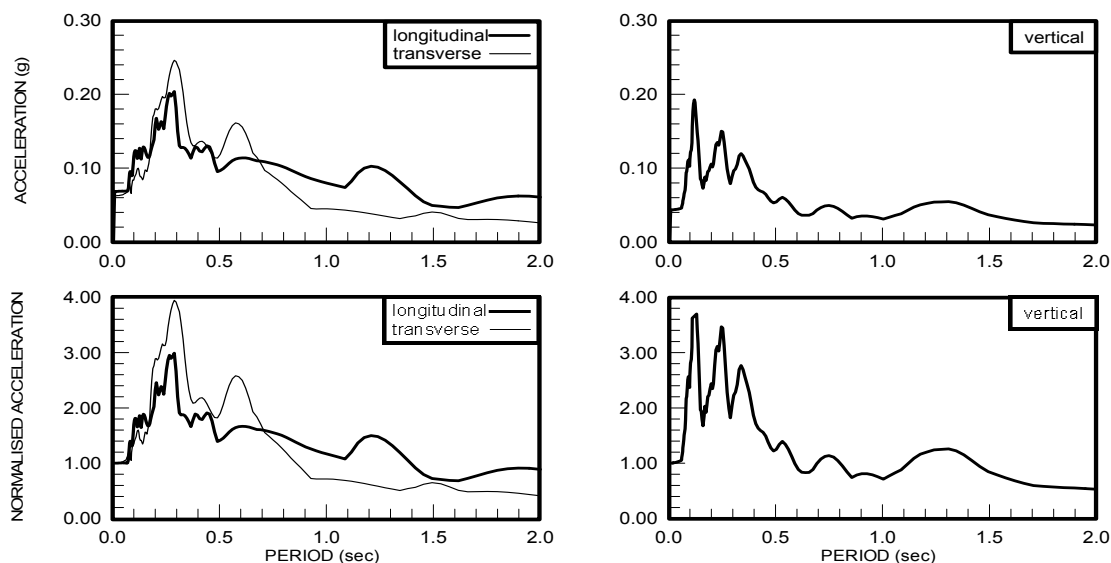
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στο Ν. Ψυχικό (Επικεντρική Απόσταση 18 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.083g$, $V=0.121g$, $T=0.104g$).

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: DFNA**

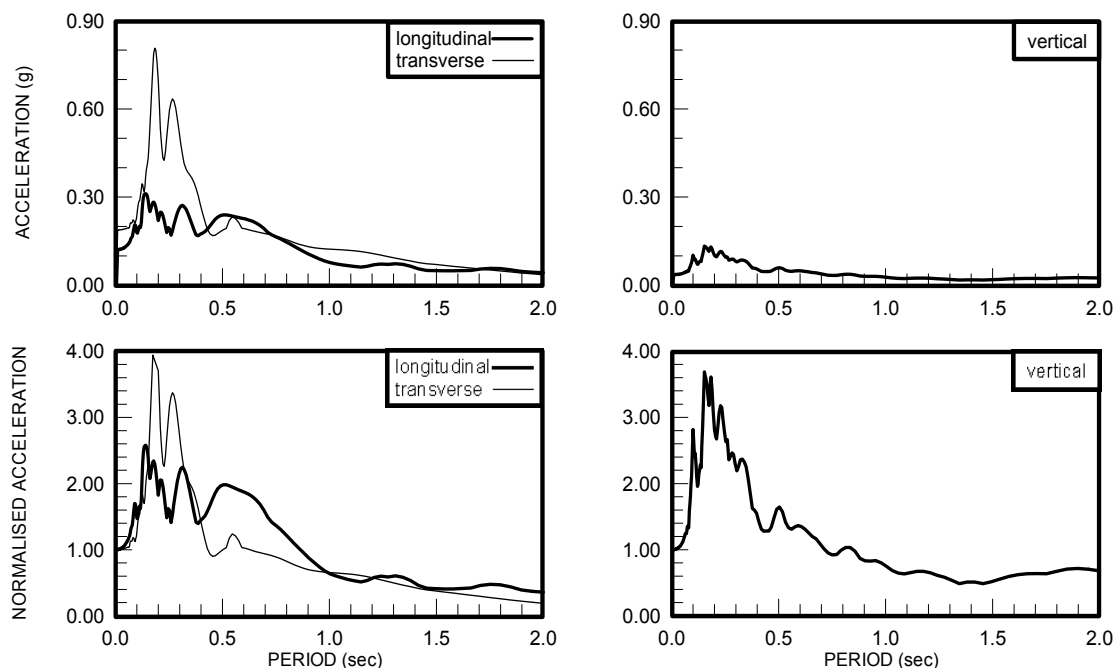
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στη Δάφνη (Επικεντρική Απόσταση 21 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.038g$, $V=0.041g$, $T=0.112g$)

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: FIX**

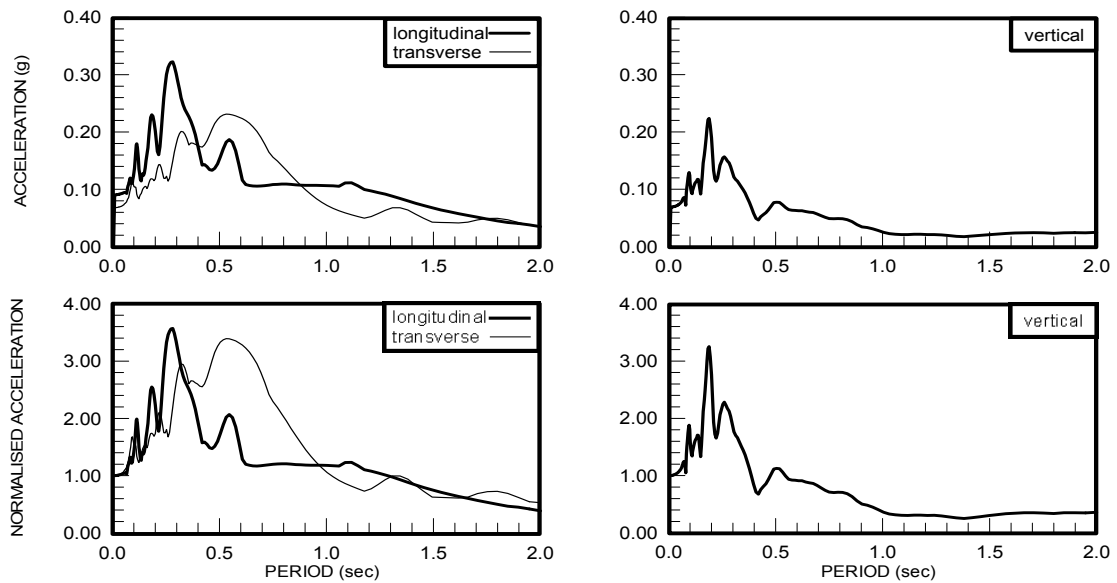
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στο ΦΙΧ (Επικεντρική Απόσταση 19 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.086g$, $V=0.046g$, $T=0.122g$)

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: PNT**

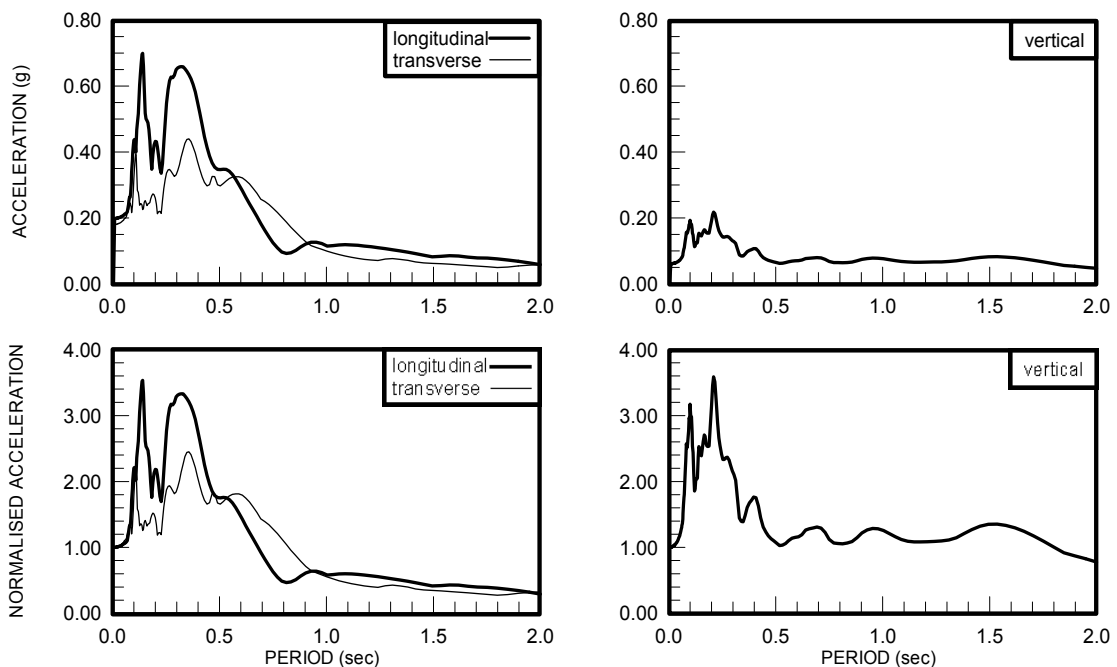
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στη περιοχή Παπάγος (Επικεντρική Απόσταση 19 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.090g$, $V=0.057g$, $T=0.080g$).

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: SGMA**

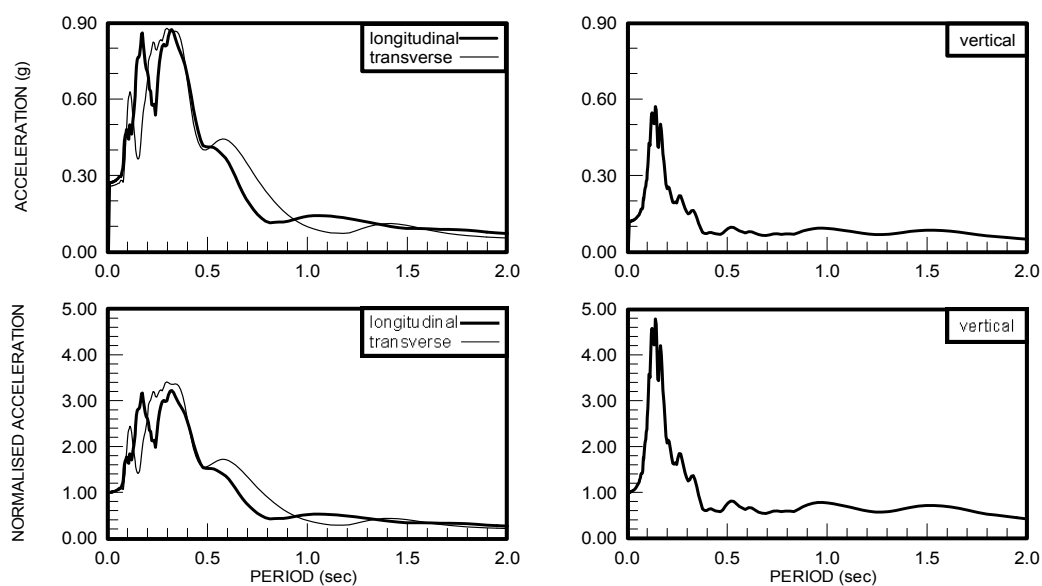
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στο Σύνταγμα (Επίπεδο -1) (Επικεντρική Απόσταση 18 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.146g$, $V=0.051g$, $T=0.239g$).

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: SGMB**

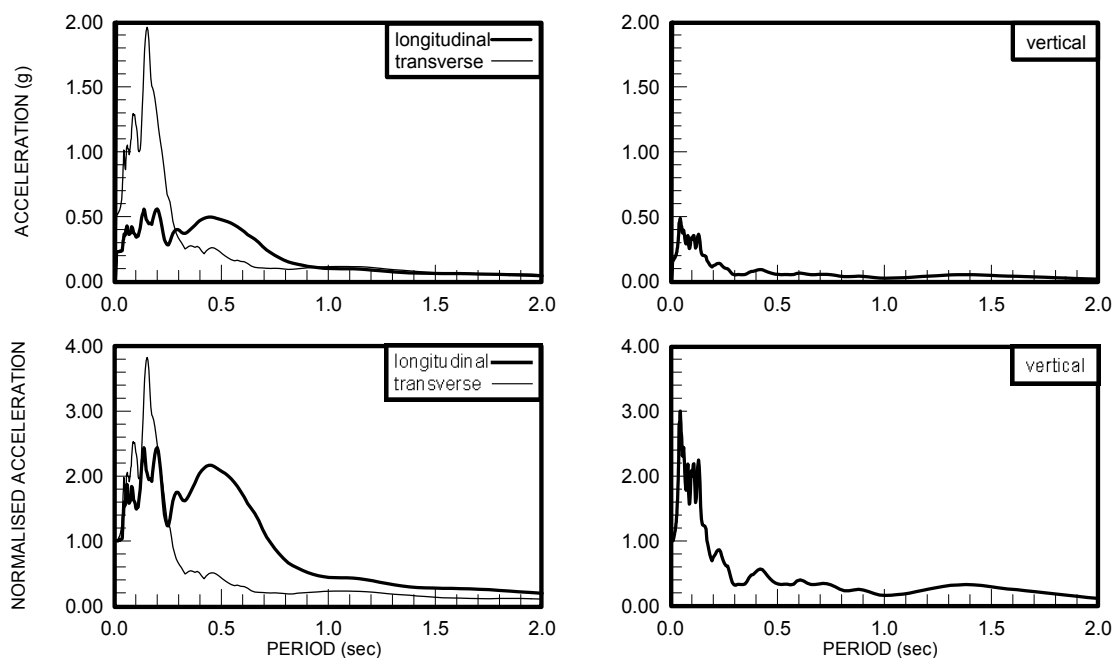
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στο Σύνταγμα (Επίπεδο -2) (Επικεντρική Απόσταση 18 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.115g$, $V=0.088g$, $T=0.092g$)

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: SPLA**

Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στα Σεπόλια (Επίπεδο -1) (Επικεντρική Απόσταση 15 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.248g$, $V=0.093g$, $T=0.226g$).

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: SPLB**

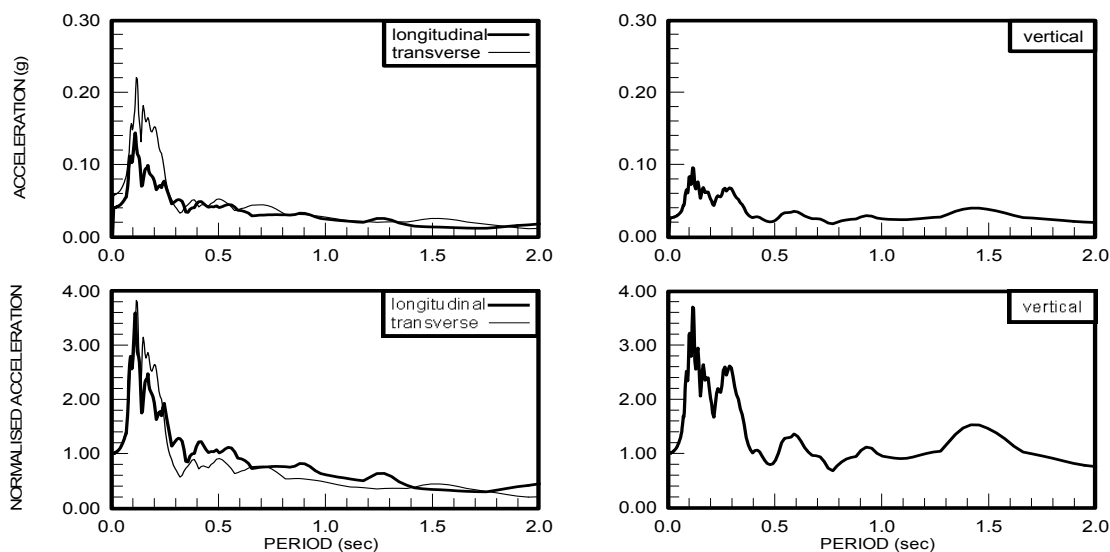
Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στα Σεπόλια (Επικεντρική Απόσταση 15 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.356g$, $V=0.204g$, $T=0.326g$)

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7,1999**STATION: MNSA**

Σχ.1.1.1.9 Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στο Μοναστηράκι (Επικεντρική Απόσταση 17 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.223g$, $V=0.223g$, $T=0.534g$).

MAIN SHOCK OF SEPTEMBER 7, 1999

STATION: DMK

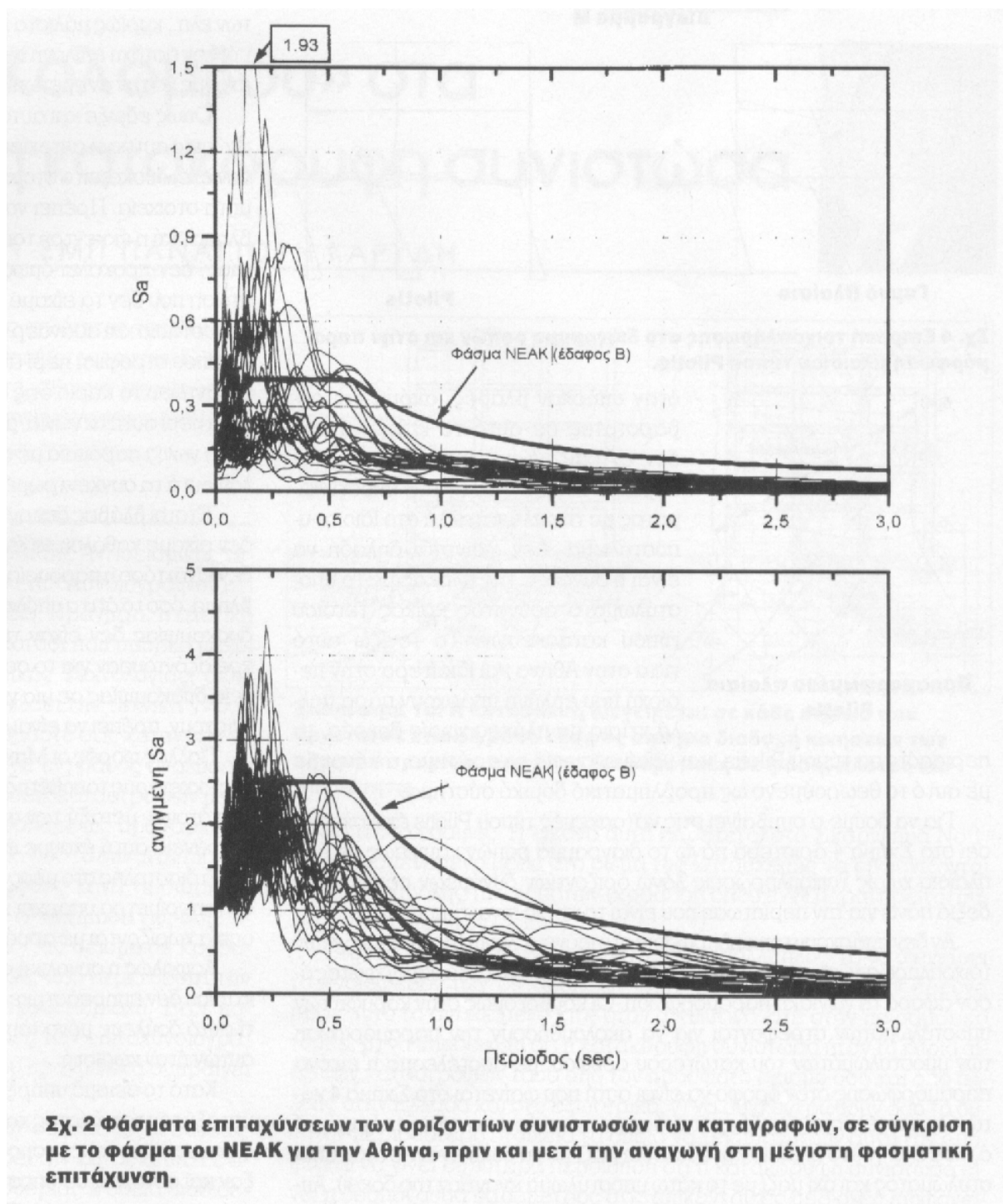


Φάσματα απόκρισης και κανονικοποιημένα φάσματα του κύριου σεισμού της 7/9/1999 στην Αγ. Παρασκευή (Επικεντρική Απόσταση 19 χλμ., Μέγιστες Τιμές: $L=0.052g$, $V=0.042g$, $T=0.073g$).

Τα επιταχυνσιογράμματα, όσον αφορά την εδαφική κίνηση, κατέγραψαν μέγιστες τιμές από 12 % έως 50 % του g , ενώ γενικά παρατηρήθηκε ότι υπήρχε μεγάλη ποικιλία παρατηρηθησών τιμών (μεγίστων και ελαχίστων) από περιοχή σε περιοχή (παράγοντας “ έδαφος ”). Τα φάσματα απόκρισης που προέκυψαν από τα επιταχυνσιογραφήματα δείχνουν στην πλειοψηφία τους δεσπόζουσα περίοδο περίπου 0.15 - 0.25 sec. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζεται και ένα δεύτερο εύρος ιδιοπεριόδων 0.3 - 0.7 sec με υψηλές επιταχύνσεις που μάλλον οφείλεται στην επιρροή της ιδιοπεριόδου των κατά περίπτωση τοπικών εδαφικών σχηματισμών. Τα στοιχεία για τα διαγράμματα που ακολουθούν προέρχονται από καταγραφή του Ινστιτούτου Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (Ι.Τ.Σ.Α.Κ.) στο σταθμό της Καλλιθέας, όπου παρατηρήθηκε μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ίση με 0,3 g . Η περίπτωση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα χαρακτηριστική.

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει πως έχουμε ιδιαίτερα υψηλές φασματικές τιμές για δύσκαμπτες κατασκευές (1,2 g) αν συγκριθούν αυτές με τις προβλεπόμενες από τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959, βάσει του οποίου κατασκευάστηκε ένα μεγάλο ποσοστό των δύσκαμπτων κτιρίων (αυτά που αποτελούνται από Φέρουσα Τοιχοποιία). Συγκεκριμένα, ο τότε ισχύον κανονισμός προέβλεπε φασματική επιτάχυνση περίπου 0.10 g . Όσον αφορά τώρα το Ν.Ε.Α.Κ., και εδώ οι διαφορές είναι σημαντικές. Χαρακτηριστικά παρατίθενται παρακάτω δύο διαγράμματα τα οποία συγκρίνουν το φάσμα του Ν.Ε.Α.Κ. με τα ελαστικά φάσματα

επιταχύνσεων που καταγράφηκαν σε σταθμούς του Μετρό και σε ξεχωριστούς σταθμούς του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου. Παρατηρείται πως υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις για μια περιοχή ιδιοπεριόδων από 0,15 ως 0,25 sec , δηλαδή για την δεσπόζουσα περιοχή περιόδων.



Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των διαγραμμάτων φασματικών επιταχύνσεων και ενεργειακών φασμάτων του σεισμού της Αθήνας και άλλων *σημαντικών σεισμών* τόσο στην Ελλάδα όσο και εκτός αυτής. Είναι σαφές ότι ο σεισμός της 7/9/99 ήταν αναφορικά με την χώρα μας ο δυσμενέστερος όλων για τις δύσκαμπτες κατασκευές.

Για τις εύκαμπτες κατασκευές αντίθετα τα πράγματα αλλάζουν άρδην. Οι τιμές φασματικών επιταχύνσεων και εισαγόμενης ενέργειας είναι μικρές και παραπλήσιες με αυτές του σεισμού της Θεσσαλονίκης, ενώ βρίσκονται στο 1/2 στο 1/3 και στο 1/5 για τους σεισμούς αντίστοιχα σε Αλκυονίδες, Καλαμάτα και Αίγιο. Το σκηνικό αντιστρέφεται απόλυτα στην περίπτωση μεγαλυτέρων τιμών περιόδου (εύκαμπτες κατασκευές). Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι σε επίπεδο ενεργειακών τιμών ο σεισμός της Πάρνηθας ήταν στην τελευταία θέση, τη στιγμή που ο Ιαπωνικός σεισμός για τα εύκαμπτα κτίρια εξέλυσε ενέργεια μέχρι και δεκαπλάσια απ' αυτή του δικού μας σεισμού. (Τα γραφήματα προέρχονται από : άρθρο κ. Ι. Βάγια ανπλ. καθ. Ε.Μ.Π. , Τ.Ε.Ε. , τεύχος 2078).

4.2 Η δυτική Αθήνα

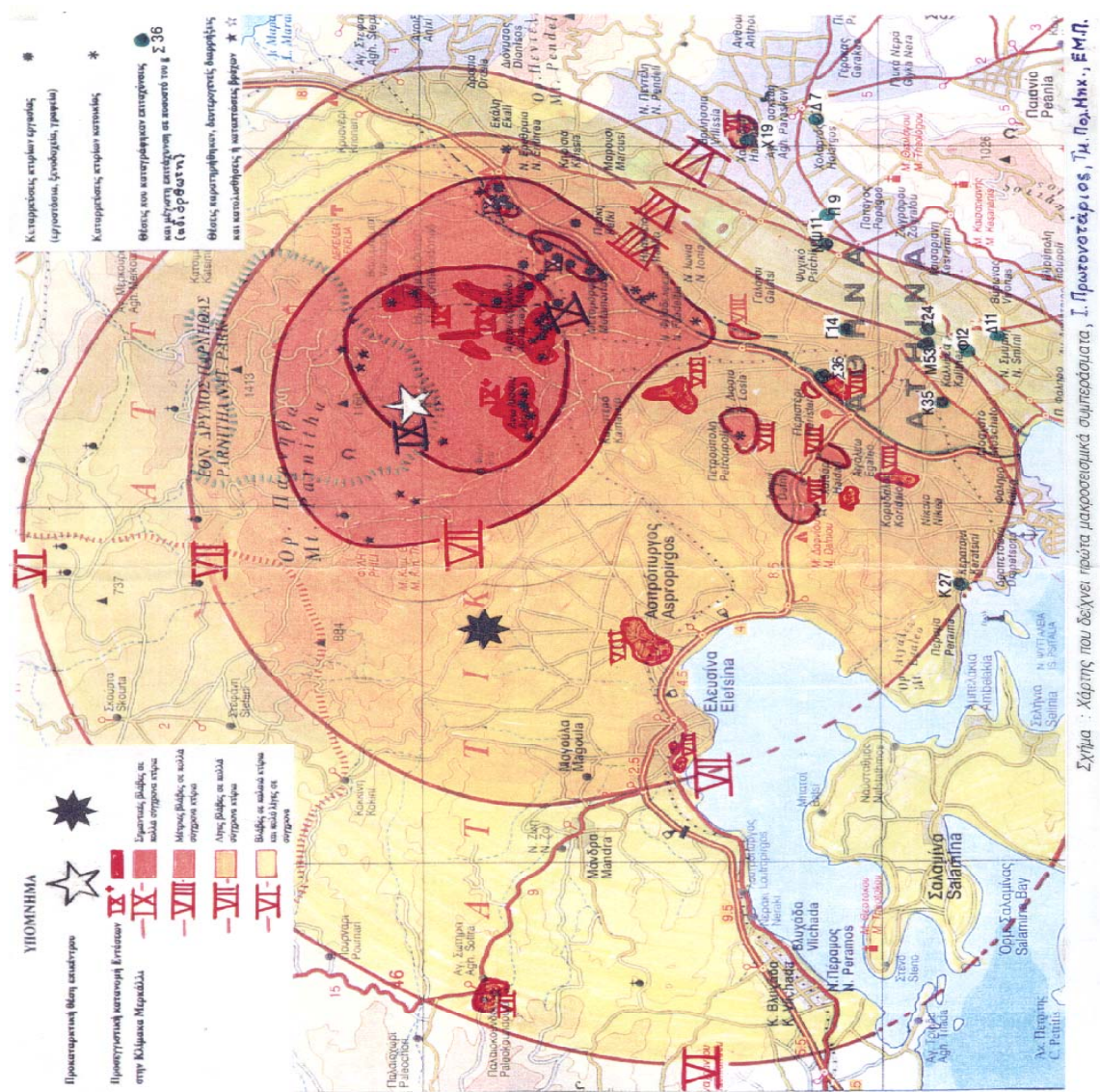
Το δυστύχημα όσον αφορά την περιοχή των Άνω Λιοσίων αλλά και γενικότερα όλη την πλειόσειστη περιοχή (Μενίδι, Θρακομακεδόνες, Αδάμες, Χελιδονού), είναι ότι *δεν υπήρξε καμία ενόργανη μέτρηση εκεί*. Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε αποστάσεις μεταξύ 14 και 20 χιλιόμετρα μακρύτερα από την πλειόσειστη ζώνη και άρα και απ' τη Δυτική Αθήνα. Οι εκτιμήσεις για την (οριζόντια) *εδαφική επιτάχυνση* στην ζώνη που μελετάμε ποικίλουν. Πάντως όλοι συμφωνούν πως ήταν πάνω από 0,50 g, ενώ εκτιμάται ότι μπορεί σε περιοχές να προσέγγισε και τη μονάδα (1,0 g). Χαρακτηριστικά το Ι.Τ.Σ.Α.Κ. αναφέρει ότι η εδαφική επιτάχυνση κινήθηκε στα διπλάσια επίπεδα από τη μέση καταγραφείσα στους σταθμούς. Σημαντικότερος παράγοντας όμως δεν είναι τόσο η υψηλή εδαφική επιτάχυνση όσο η εκτίμηση ότι το φάσμα του σεισμού είχε την ίδια μορφή με αυτή που είχε στα σημεία μέτρησής του, δηλαδή επρόκειτο για ένα φάσμα δυσμενέστατο για τις δύσκαμπτες κατασκευές.

Η κατακόρυφη συνιστώσα

Η επιρροή της κατακόρυφης επιτάχυνσης, αν και γενικά δεν της δίνεται ιδιαίτερη σημασία, φαίνεται πως για το σεισμό της Αθήνας (και ειδικά για την πλειόσειστη ζώνη) ήταν πολύ σημαντική. Το γεγονός ότι παρατηρήθηκαν εκτεταμένα βλάβες όπως

αποκοπή προβόλων, καθιζήσεις υποστυλμάτων και λοιπά, όπως και μεμονωμένα φαινόμενα σαν κι αυτό στο Νεκροταφείο της Φυλής (ανατροπές στηλών, σταυρών, κατακερματισμός μαρμάρινων πλακών), υποδηλώνει πως το μέγεθος της κατακόρυφης συνιστώσας προσέγγισε ίσως σε μερικές περιπτώσεις και το g . Συνεπώς μια ολοκληρωμένη ανάλυση της επιρροής του φαινομένου της σεισμικής δόνησης στις κατασκευές, δεν μπορεί παρά να λαμβάνει υπόψιν και την επιρροή της κατακόρυφης επιτάχυνσης.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΚΑ MERCALLI (ΑΤΤΙΚΗ)



4.2.1 Χαρακτηριστικά και συμπεριφορά των γεωλογικών γεωλογικών δομών περιοχής Δήμων Δυτικής Αττικής

Κατ' αρχήν παρουσιάζονται συνοπτικά η σύσταση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εδαφικών σχηματισμών και των πετρωμάτων που συναντούμε στους Δήμους της Δυτικής Αττικής.

- Ασβεστόλιθοι Αιγάλεω (TJ)

Είναι γνωστό ότι τα Ασβεστολιθικά πετρώματα είναι γενικά καλής έως υψηλής αντοχής πετρώματα, ώστε να μην παρουσιάζουν προβλήματα στις θεμελιώσεις όσο σοβαρές και αν είναι αυτές. Ασφαλώς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με την ρωγμάτωσή τους, τον προσανατολισμό των ρωγμών και την ενδεχόμενη καρστικοποίησή τους. Για την περιοχή της δυτικής Αθήνας, έχουμε πληροφορίες για τις παραμέτρους αυτές. Γνωρίζουμε πως οι ασβεστόλιθοι είναι άστρωτοι ως παχυστρωματώδεις, δολομιτιωμένοι, καρστικοί, με μέγιστο πάχος 400μ.

Τα κτίρια που είναι θεμελιωμένα σε ασβεστόλιθο είναι λίγα και εντοπίζονται κυρίως στην Πετρούπολη και λιγότερο στο Χαϊδάρι. Τα κτίσματα θεμελιωμένα στον ασβεστόλιθο παρουσίασαν καλή συμπεριφορά σε γενικές γραμμές.

- Αθηναϊκός σχιστόλιθος (Sh)

Αποτελείται από αργιλικούς, ψαμμιτικούς, ψαμμιτομαργαϊκούς ως ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, πηλίτες και ασβεστόλιθους. Είναι έντονα πτυχωμένος και παρουσιάζει ανισοτροπία. Γενικά ο σχιστόλιθος, στην υγιή μορφή του, θεωρείται καλό πέτρωμα για θεμελίωση τεχνικών έργων, πέρα από κάποια προσοχή που πρέπει να δίνεται όσον αφορά πιθανές καθιζήσεις. Ο Αθηναϊκός σχιστόλιθος ειδικότερα πάντως, αν και δεν παρουσιάζει ειδικά προβλήματα, είναι υποδεέστερης ποιότητας από τον «τυπικό» σχιστόλιθο. Συναντάται σε μεγάλες εκτάσεις στους δήμους Αγ. Αναργύρων, Αγ. Βαρβάρας, Περιστερίου και Χαϊδαρίου.

- Ασβεστόλιθοι (Ks)

Πρόκειται για ασβεστόλιθους παχυστρωματώδεις ως άστρωτους με έντονη ρηγμάτωση. Η καρστικοποίησή τους είναι μειωμένη και έχουν πάχος ως 150μ. Συναντώνται σε περιορισμένη έκταση του δήμου Χαϊδαρίου και σε σημαντική έκταση της Πετρούπολης.

- Μάργες-ψαμμιτομάργες-κροκαλοπαγή (Ne)

Η Μάργα είναι ένα αργιλοασβεστιτικό πέτρωμα που συμπεριφέρεται ανάλογα με την επικράτηση του ασβεστιτικού ή αργιλικού της συστατικού. Η «συνηθισμένη» Μάργα είναι ένα πέτρωμα με μικρές γενικά για πέτρωμα αντοχές. Στα τμήματα που δομούνται κυρίως από μάργες, παρεμβάλλονται, σε διάφορα βάθη, ορίζοντες λιγνιτών. Το ανώτερο επιφανειακό τμήμα τους, που δομείται κυρίως από κροκαλοπαγή, έχει υποστεί αποσάθρωση και διάβρωση.

Γενικά το μέγιστο πάχος των Νεογενών σχηματισμών κυμαίνεται στα 100μ. Πρόκειται μάλλον για μέτριο σχηματισμό από άποψης αντοχών και συμπεριφοράς, κάτι που θα αναδειχθεί και παρακάτω. Συναντάται κυρίως στους δήμους Ζεφυρίου, Καματερού, και λιγότερο στο Χαϊδάρι, στο Ίλιον και στα γεωγραφικά όρια του δήμου Περιστερίου.

- Προσχωσιγενή υλικά (Pt)

Η ακριβής σύστασή τους είναι άμμοι, άργιλοι και λατυποκροκαλοπαγή ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης. Είναι συνήθως συνεκτικοί σχηματισμοί με μέγιστο πάχος 100μ. Ειδικά στις πεδινές περιοχές επικρατεί ο λατυποκροκαλώδης χαρακτήρας με μειωμένη συνεκτικότητα. Μεγάλο τμήμα της Δυτικής Αθήνας είναι θεμελιωμένο πάνω σ' αυτά τα υλικά. Περίπου η μισή έκταση των δήμων Αγ. Βαρβάρας, Αιγάλεω, Ιλίου, Πετρούπολης (στα χαμηλά υψόμετρα) και του Χαϊδαρίου καταλαμβάνεται από Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς.

- Χαλαρά αμμοκροκαλοαργιλώδη υλικά (Qi)

Πρόκειται για χαλαρές ασύνδετες αλλουβιακές αποθέσεις, στην ευρύτερη ζώνη του Κηφισού ποταμού, με μέγιστο πάχος 40μ. Είναι το χειρότερο έδαφος θεμελίωσης της περιοχής και παρουσίασε στην έκταση που καταλαμβάνει τις περισσότερες βλάβες. Συναντάται κυρίως στους δήμους των Αγίων Αναργύρων, του Ιλίου και του Καματερού, που είναι και πιο κοντά στον Κηφισό.

- Κορήματα Ασβεστολίθων (Q)

Είναι πλευρικά κορήματα κυρίως ασβεστολιθικής σύστασης. Το πάχος τους είναι μικρό (5 ως 10μ) και έτσι η επιρροή τους συναρτάται άμεσα με το υποκείμενο εδαφικό στρώμα, την κλίση του εδάφους κ.ο.κ. Συναντώνται σε πολλές αδόμητες περιοχές και σε δομημένες των δήμων Πετρούπολης και Αγ. Βαρβάρας.

Χωρική συσχέτιση βλαβών – Γεωλογικού υποβάθρου

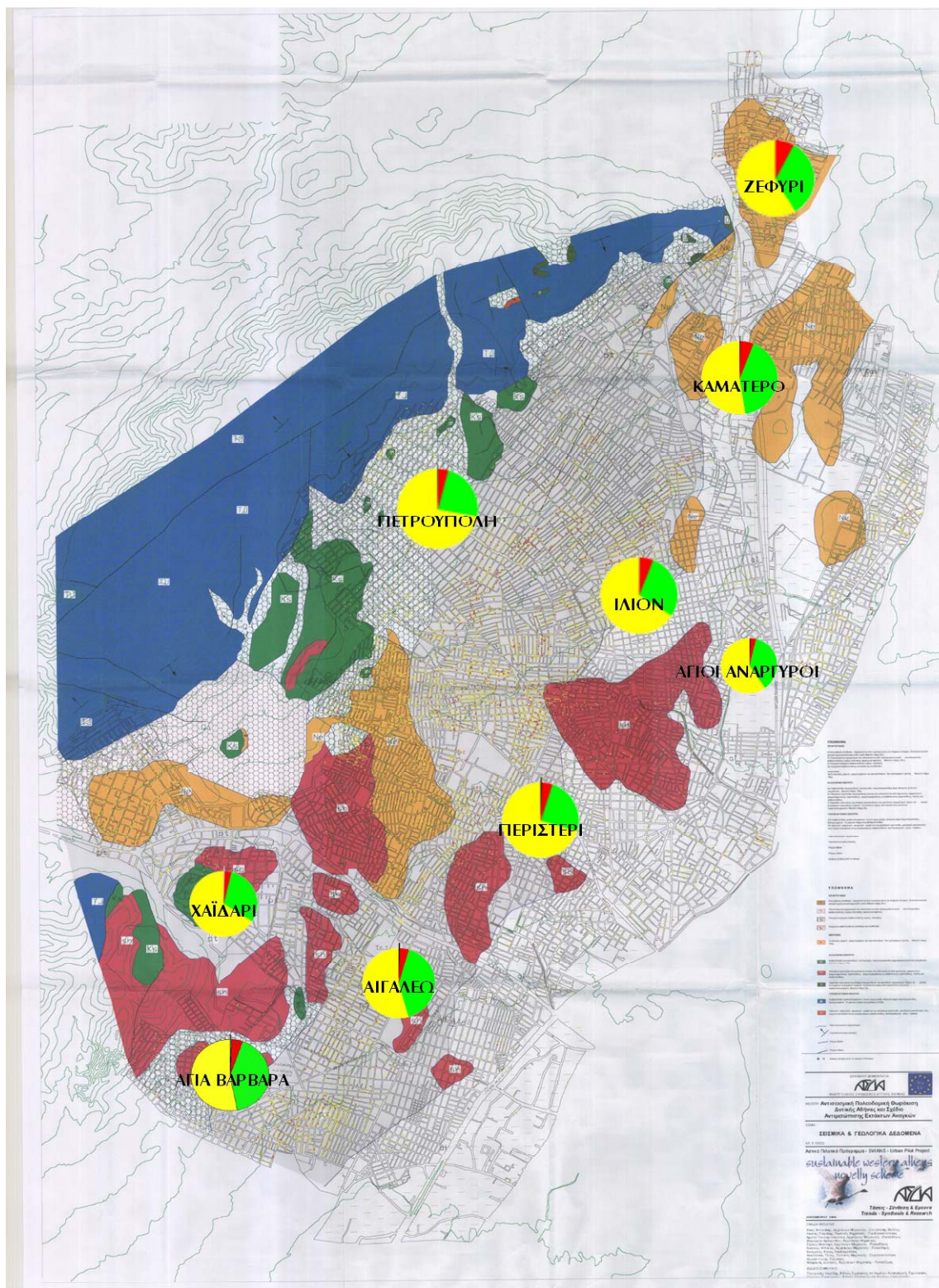
Σημαντικό είναι το στοιχείο πως σε κάθε δήμο αντιστοιχούν παραπάνω από ένας γεωλογικοί σχηματισμοί και έτσι η στατιστική συσχέτιση θα αποκαλύψει τάσεις και όχι τόσο ποσοτικές εκτιμήσεις.

Αυτή η συσχέτιση θα επιδιωχτεί μέσω των κατά Δήμους συγκεντρωτικών δευτεροβάθμιων χαρακτηρισμών των κατασκευών. Ακολουθεί ένας χάρτης συσχέτισης της Γεωλογίας με τους χαρακτηρισμούς των κτιρίων. Η στατιστική επεξεργασία παρήγαγε 9 πίτες κατανομής χαρακτηρισμών–μία για κάθε Δήμο. Αυτές οι πίτες τοποθετήθηκαν πάνω στον γεωλογικό χάρτη και δημιουργήθηκε ο χάρτης της επόμενης σελίδας όπου διακρίνονται οι τομείς και οι χαρακτηρισμοί των κτιρίων τους πάνω στο Γεωλογικό υπόβαθρο.

Οι πίτες που περιέχονται στον χάρτη, με τους συγκεντρωτικούς ανά Δήμο χαρακτηρισμούς των κατασκευών, όπως και άλλα ενδιαφέροντα στατιστικά αποτελέσματα που αφορούν τους συγκεντρωτικούς ανά Δήμο πρωτοβάθμιους χαρακτηρισμούς, τα έτη κατασκευής, τα είδη των φερόντων οργανισμών των κατασκευών, τον αριθμό των ορόφων τους και την χρήση τους πριν από τον σεισμό, με αναλυτικά αριθμητικά δεδομένα και ποσοστά, έχουν παρουσιαστεί στο κεφάλαιο της περιγραφής του δείγματος. Πρέπει να γίνει αναδρομή στα στοιχεία αυτά προκειμένου να αξιολογηθεί η χωρική κατανομή των βλαβών και η συσχέτιση με τα γενικά γεωλογικά χαρακτηριστικά.

Είναι κοινή πεποίθηση της επιστημονικής κοινότητας που εμπλέκεται στον κλάδο της Γεωτεχνικής αλλά και γενικότερα όλου του Τεχνικού κόσμου, πως ο παράγοντας «εδαφικές συνθήκες» είναι ιδιαίτερα ουσιώδης στο επίπεδο της μελέτης έργων Πολιτικού Μηχανικού. Η σχέση τώρα εδάφους και σεισμικής φόρτισης έχει αποδειχθεί ότι είναι αρκετά σημαντική. Πρώτα απ' όλα, κατά τη διάρκεια ενός σεισμού έχει παρατηρηθεί ότι η εδαφική επιτάχυνση αυξάνει ή μειώνεται ανάλογα με τον εδαφικό σχηματισμό που ταλαντώνεται. Έτσι σε ένα χαλαρό, μη συνεκτικό έδαφος θα παρατηρηθούν μεγαλύτερες εδαφικές επιταχύνσεις ως προς όλες τις συνιστώσες σε σχέση π.χ με ένα βραχώδες πέτρωμα ακόμα κι αν το χαλαρό έδαφος απέχει αρκετά περισσότερο από το επίκεντρο του σεισμού. Εκτός αυτού στην περίπτωση «κακών» εδαφών ενδέχεται να παρατηρηθούν–λόγω μιας ισχυρής σεισμικής δόνησης–φαινόμενα όπως καθιζήσεις (διαφορικές ή ομοιόμορφες), μετατοπίσεις (πλευρικές, διατμητικές, εντατικές, κατακόρυφες) λόγω θραύσης του εδάφους, ακόμα και ρευστοποίηση εδαφών («υγρή» συμπεριφορά).


ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΥΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥΣ ΧΑΡΑΚΗΤΗΡΙΣΜΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΝΑ ΔΗΜΟ





ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ


Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ


 Αλλουβιακές αποθέσεις σημειώνονται στην ευρύτερη ζώνη του Κηφισού ποταμού. Αποτελούνται από χαλαρά αμμοκροκαλοαργιλώδη υλικά. Μέγιστο πάχος 40 μ.

 Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί που αποτελούνται από προσχλωσιγενή υλικά, λατυποκροκάλες ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης, άμμους και αργίλους.


 Πλευρικά κορήματα ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης


 Κορήματα ασβεστολιθικής σύστασης και ολισθόλιθοι


ΝΕΟΓΕΝΕΣ

 Εναλλαγές μαργών, ψαμμιτομαργών και κροκαλοπαγών που εμπεριέχουν λιγνίτες. Μέγιστο πάχος 100μ.


ΑΛΛΟΧΘΟΝΗ ΕΝΟΤΗΤΑ


 Ασβεστόλιθοι ανωκρητιδικοί, λευκόγκριζοι, παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτοι με έντονη ρηγμάτωση. Μέγιστο πάχος 150μ.


 Αθηναϊκοί Σχιστόλιθοι ανωκρητιδικής ηλικίας που αποτελούνται από αργιλικούς, ψαμμιτικούς ή ψαμμιτοαργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμιτομαργαίκοι ως ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, πηλίτες και ασβεστολίθους.


 Οφιόλιθοι κατά μήκος της επαφής προκρητιδικών και κρητιδικών σχηματισμών. Έχουν την μορφή εκτεταμένων στρωμάτων ή φακών. Συνίστανται κυρίως από σερπεντινίτες και γενικά πρσινοπτεριώματα. Μέγιστο πάχος 20μ.


ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ


 Ασβεστόλιθοι τριαδικό-ιουρασικοί, λευκοί μέχρι γκριζοί, άστρωτοι μέχρι παχυστρωματώδεις, δολομιτωμένοι. Το μέγιστο πάχος τους ξεπερνά τα 400μ.

 Αργιλικό - σερικιτικό - χλωριτικό - γραφικό και χαλαζιακό σχιστόλιθοι, χαλαζιακά κροκαλοπαγή, που συχνά εναλλάσσονται με γκριζόμαυρους ασβεστολίθους. Νεοπαλαιοζωικό - κατωτ. Τριαδικό

 -Όριο γεωλογικών σχηματισμών

 -Προσανατολισμός στρώσης

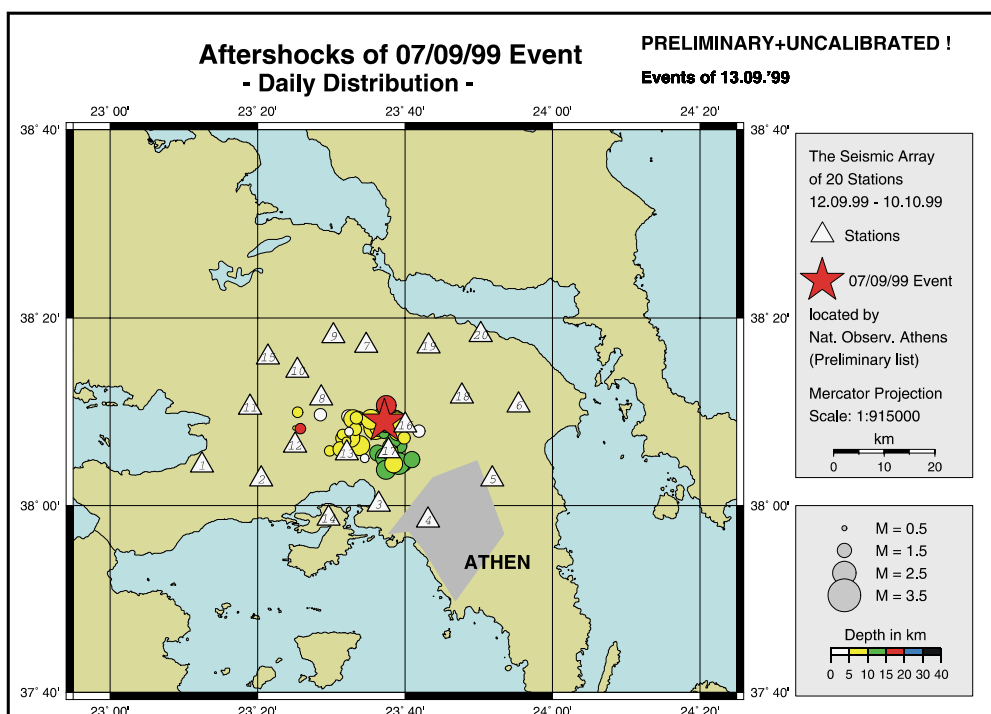
 -Ρήγμα βέβαιο

 -Ρήγμα πιθανό

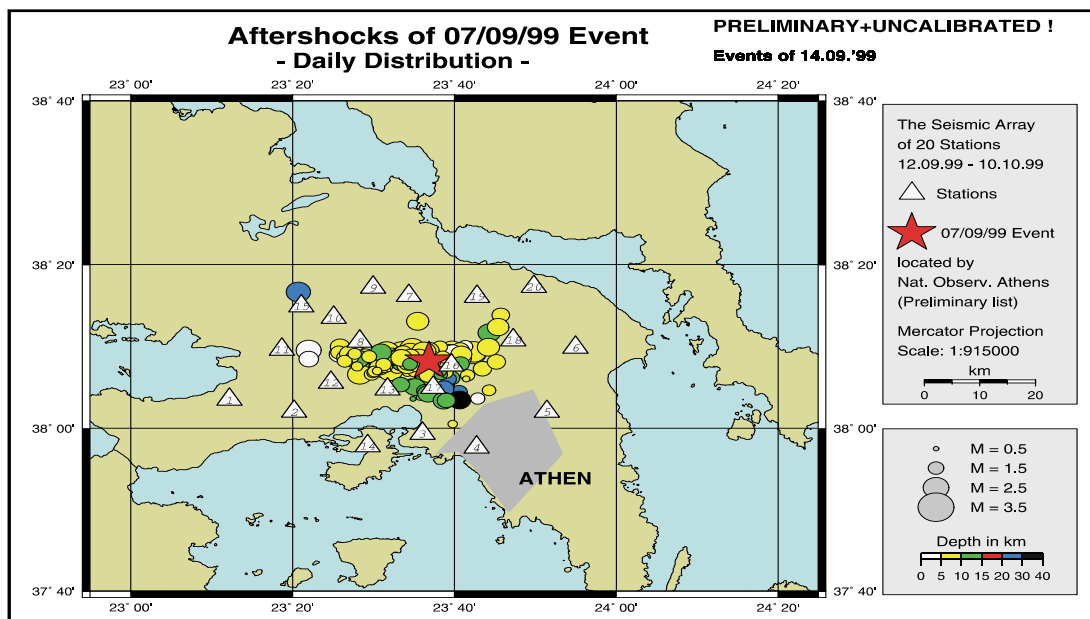
4.2.2 Σεισμολογική ανάλυση

Όπως ήδη αναφέραμε, στις 14:57 (τοπική ώρα) στις 7 Σεπτεμβρίου καταγράφηκε σεισμός με $M_w = 5.9$ σε απόσταση, περίπου 20 χλμ βορειοδυτικά των Αθηνών. Οι προκαταρκτικές συντεταγμένες των επικέντρων (σύμφωνα με το Γ.Ι.) ήταν $\varphi=38.15^\circ N$ και $\lambda=23.62^\circ E$. Papanastassiou et al., (1999) επαναπροσδιόρισαν τις παραμέτρους του κύριου σεισμού με τη χρήση πρόσθετων σεισμολογικών φάσεων και υπολογίστηκαν $\varphi= 38.08^\circ N$, $\lambda= 23.58^\circ E$ και το εστιακό βάθος στα 17 χλμ. Ο μηχανισμός γένεσης αντιστοιχεί σε κανονική διάρρηξη με διεύθυνση N 113° και κλίση 39° νοτιοδυτικά.

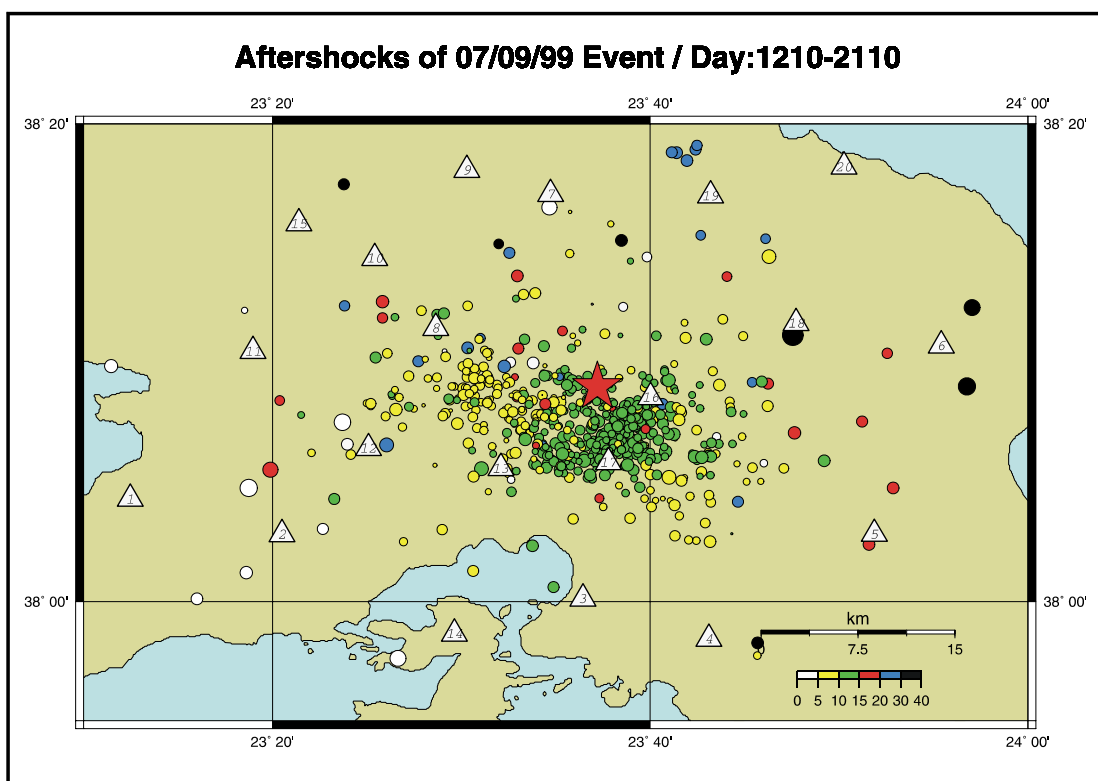
Στις 13 Σεπτεμβρίου, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Γεωφυσικής του Αμβούργου, εγκατέστησε φορητό ψηφιακό δίκτυο αποτελούμενο από 20 σταθμούς τριών συνιστωσών. Κατέγραψε περισσότερους από 4000 μετασεισμούς.



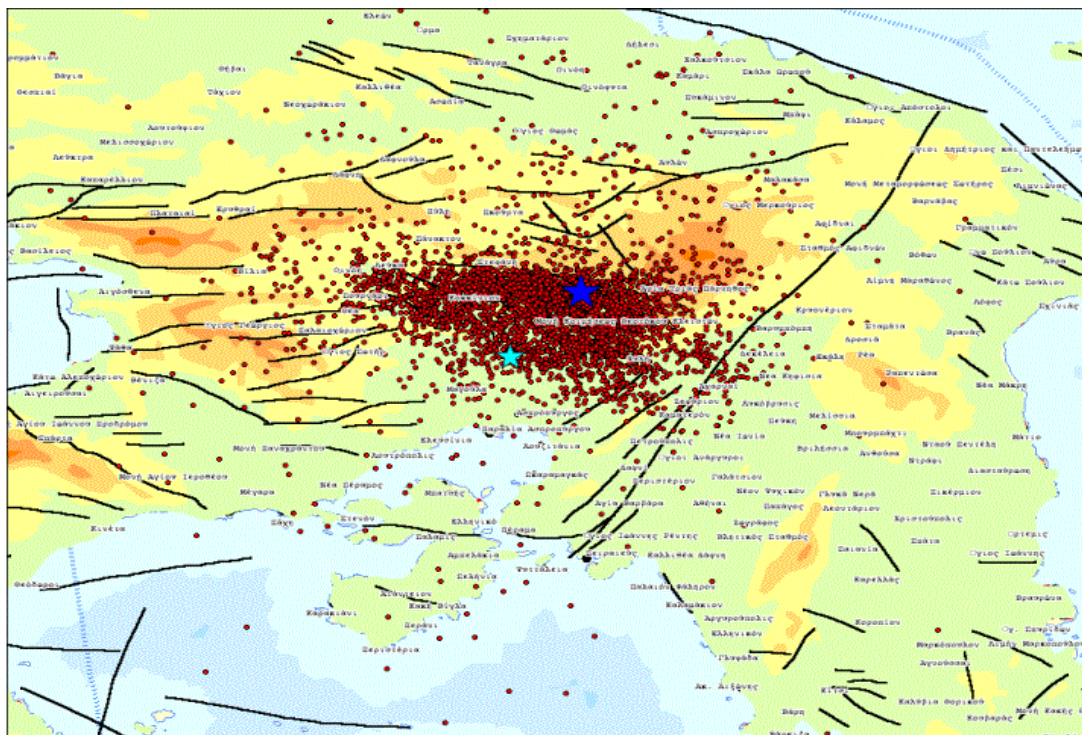
Χωρική κατανομή των μετασεισμών στις 13 Σεπτεμβρίου 1999. Τα λευκά τρίγωνα απεικονίζουν τις θέσεις των σταθμών, το αστέρι την προκαταρκτική θέση του επικέντρου. Τα διαφορετικά χρώματα αντιστοιχούν σε διαφορετικά εστιακά βάθη, ενώ το μέγεθος του κύκλου αντιστοιχεί σε διαφορετικό σεισμικό μέγεθος.



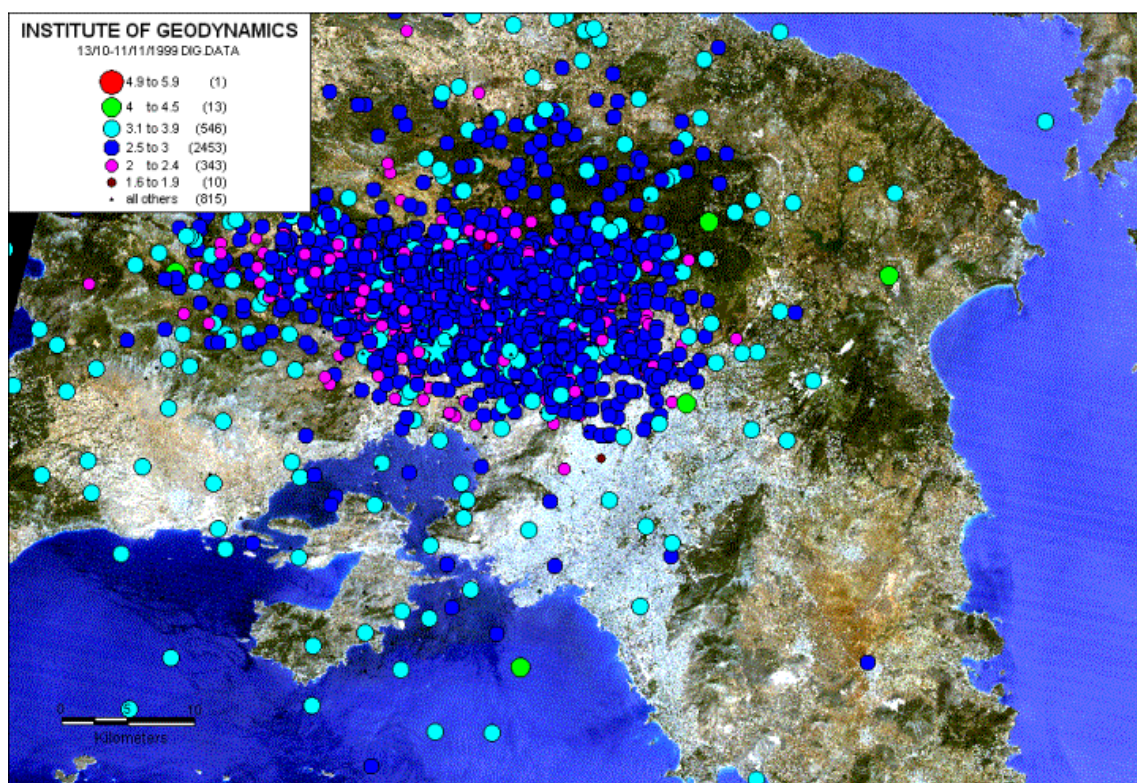
Χωρική κατανομή των μετασεισμών στις 14 Σεπτεμβρίου, 1999, βλέπε και υπότιτλο του σχήματος 1.1.2.1



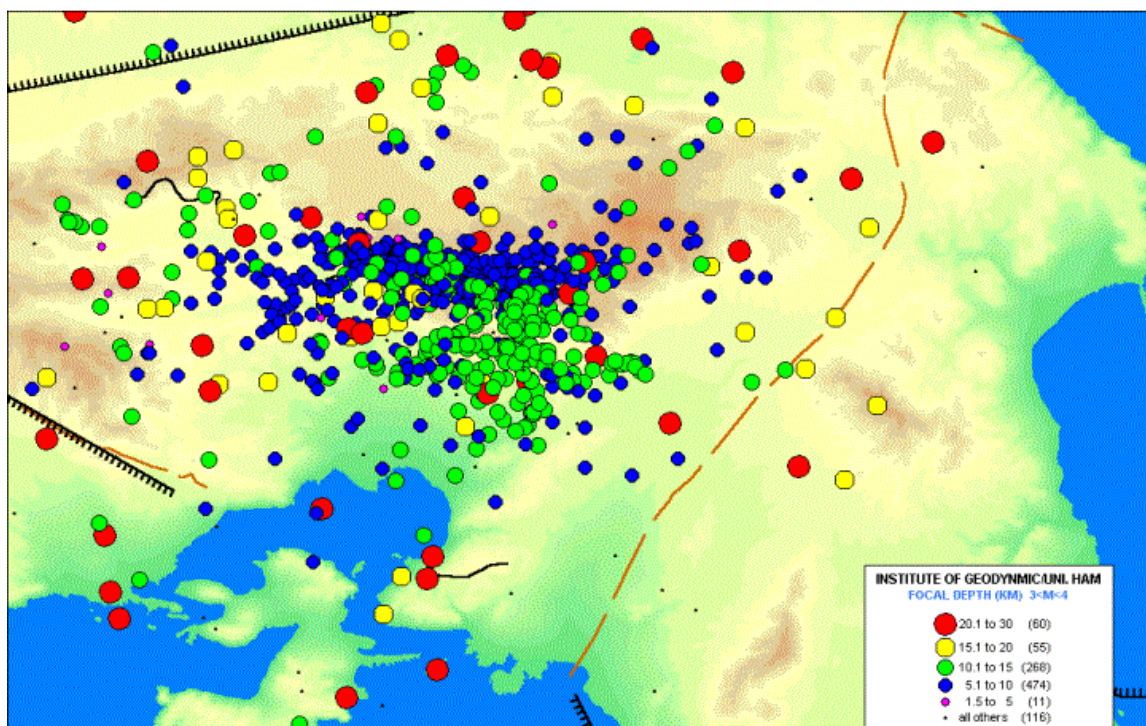
Χωρική κατανομή των μετασεισμών το δεκαήμερο 12 Οκτ.- 21 Οκτ., 1999.



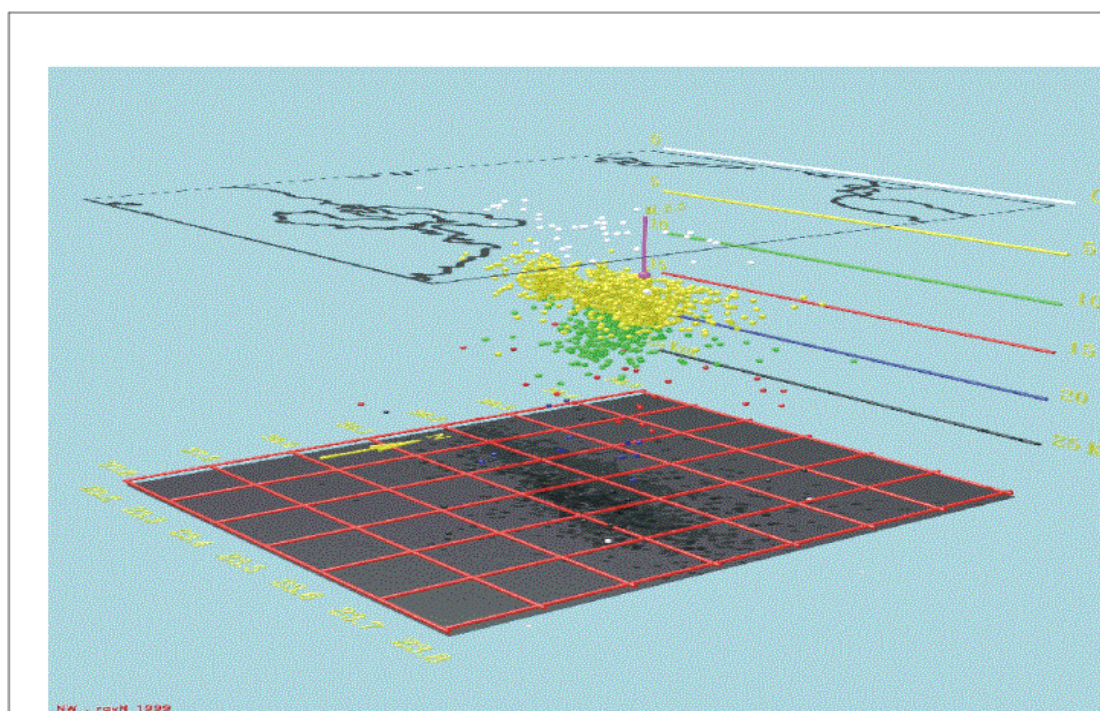
Συνολική κατανομή των μετασεισμών από 13 Σεπτ. – 11 Νοεμβ.



Συνολική κατανομή των μετασεισμών για το χρονικό διάστημα 13 Σεπτ.–11 Νοεμ. 1999.



Κατανομή των μετασεισμών στη στενή επικεντρική περιοχή συναρτήσει του εστιακού βάθους σε χλμ.



Τρισδιάστατη κατανομή των μετασεισμών για τη χρονική περίοδο 13Σεπ.–11Νοεμ. 1999.

4.2.3 Εδαφοτεχνική Ανάλυση

Η γεωλογική αναφορά αποσκοπεί στην εκτίμηση των γεωλογικών-τεκτονικών χαρακτηριστικών της υπό εξέταση περιοχής και η συσχέτιση αυτών με τις δεδομένες βλάβες που καταγράφηκαν στον σεισμό του Σεπτεμβρίου του 1999. Συνεκτιμήθηκαν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία (προγενέστερες χαρτογραφήσεις, τεχνικογεωλογικές εκθέσεις, στοιχεία γεωτρήσεων, υδρογεωλογικά δεδομένα, κ.λ.π.). καθώς και πρωτογενή χαρτογραφικά γεωλογικά και γεωτεχνικά στοιχεία από τη συμμετοχή μας και σε άλλες ερευνητικές ομάδες.

Γεωμορφολογία της περιοχής της Δυτικής Αθήνας

Η μορφολογία συνολικά της περιοχής κρίνεται ήπια με εξαιρέσεις τις ζώνες των μεγάλων ρευμάτων στο Ποικίλο Όρος και τα πρανή των χώρων, που παλιά αναπτύχθηκε έντονη λατομική δραστηριότητα εξόρυξης αδρανών υλικών. *Οι Γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή της Μελέτης είναι:*

ΠΡΟΚΡΗΤΙΔΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Ασβεστόλιθοι (TJ) λευκοί μέχρι γκριζοί, άστρωτοι μέχρι παχυστρωματώδεις, δολομιτιωμένοι σε μεταβαλλόμενο βαθμό και έκταση και καρστικοποιημένοι. Πρόκειται για τον κυριότερο σχηματισμό που δομεί το Αιγάλεω Όρος και την Πάρνηθα. Η ηλικία τους οριοθετείται από το κατ. Τριαδικό μέχρι το ανωτ. Ιουρασικό. Το μέγιστο πάχος τους ξεπερνά τα 400μ.

Ο **Παλαιοζωϊκός σχηματισμός (PK)**, θεωρείται το υπόβαθρο της περιοχής. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται από αργιλικούς - σερικιτικούς-χλωριτικούς-γραφιτικούς και χαλαζιακούς σχιστολίθους, χαλαζιακά κροκαλοπαγή, που συχνά εναλλάσσονται με γκριζόμαυρους ασβεστολίθους. Επιφανειακά καλύπτονται από κορήματα ελάχιστου πάχους. Η ηλικία των PK, προσδιορίζεται Νεοπαλαιοζωϊκό - κατωτ. Τριαδικό.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟΥ

Κατά μήκος της επαφής προκρητιδικών και κρητιδικών σχηματισμών σε αρκετά τμήματα παρεμβάλλονται **οφιολιθικά πετρώματα (O)**, τα οποία μπορεί να έχουν την μορφή εκτεταμένων στρωμάτων ή φακών. Συνίστανται κυρίως από σερπεντίνες και

γενικά πρασινοπετρώματα. Η ηλικία τους, αναφέρεται στην τεκτονική θέση τους και εκτιμάται στο διάστημα Αν Ιουρασικό - Κατ. Κρητιδικό.

Το μέγιστο πάχος στην έκταση που ενδιαφέρει φθάνει μέχρι τα 20μ. περίπου. Κατά μήκος της ίδιας επαφής, προκρητιδικών και κρητιδικών σχηματισμών, ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των Οφιολίθων, συγκεντρώνονται **φακοειδείς μορφές, λατεριτικών σιδηρομεταλλευμάτων (Fe)**. Οξειδία του Fe, εντοπίζονται αρκετές φορές μέσα στα οφιολιθικά πετρώματα.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που σημειώνονται στην περιοχή χαρτογράφησης, είναι αυτοί των **ασβεστολίθων (Ks)**, που αποτελούνται από λευκόγκριζους παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτους ασβεστολίθους με έντονη ρηγμάτωση. Η ηλικία τους προσδιορίζεται στο Αν. Κρητιδικό και πιο συγκεκριμένα από το Κενομάνιο μέχρι το Σενώνιο. Η καρστικότητα τους παρουσιάζεται γενικά μειωμένη. Επιφανειακά καλύπτονται από κορήματα ελάχιστου πάχους. Το μέγιστο πάχος τους, είναι της τάξης των 150μ.

Ανωκρητιδικής επίσης ηλικίας είναι και οι σχηματισμοί των **Αθηναϊκών Σχιστολίθων (sh)**, οι οποίοι παρουσιάζουν μεγάλη εξάπλωση κυρίως σε ημιπεδινά και πεδινά της περιοχής χαρτογράφησης. Αποτελούνται από αργιλικούς, ψαμμιτικούς ή ψαμμιτοαργιλικούς σχιστολίθους, ψαμμιτομαργαϊκούς ως ασβεστιτικούς σχιστολίθους, πηλίτες, ασβεστολίθους. Ο σχηματισμός στο σύνολό είναι έντονα πτυχωμένος και παρουσιάζει ετερογένεια.

ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (NE)

Πρόκειται για εναλλαγές μαργών, ψαμμιτομαργών και κροκαλοπαγών. Τα κροκαλοπαγή δομούν τα ανώτερα τμήματα των σχηματισμών αυτών. Στα τμήματα των Ne που δομούνται κυρίως από μάργες παρεμβάλλονται, σε διάφορα βάθη, ορίζοντες λιγνιτών. Το ανώτερο επιφανειακό τμήμα τους έχει υποστεί αποσάθρωση. Το μέγιστο πάχος τους είναι της τάξης των 20μ.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ (PT)

Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούνται από προσχλωσιγενή υλικά και πιο συγκεκριμένα από λατυποκροκάλες ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης, άμμους και αργίλους. Στις ζώνες των ημιπεδινών περιοχών, ιδιαίτερα στα τμήματα που έρχονται σε επαφή με τα ασβεστολιθικά πρηνή, παρατηρείται διάστρωση και ελαφρά συγκόλληση λόγω του ενδιάμεσου ασβεστιτικού υλικού. Στις πεδινές περιοχές επικρατεί ο ψαθυρός

λατυποκροκαλώδης χαρακτήρας. Το μέγιστο πάχος τους είναι της τάξης των 100 μ.

ΚΟΡΗΜΑΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Σε περιοχές που δομούνται από ασβεστολίθους, ιδιαίτερα σε ζώνες ρευμάτων ή ήπιων εδαφικών κλίσεων, παρατηρείται επίσης συγκέντρωση **ασβεστολιθικών υλικών (Q)**.

Η τεκτονική δράση έχει παίξει αποφασιστικό ρόλο σ' όλες τις περιπτώσεις. Έτσι ρήγματα ή διαρρήξεις προκάλεσαν σπάσιμο του πετρώματος και παραγωγή προσφερόμενου υλικού για την τροφοδοσία ανάλογων σχηματισμών ή και ακόμα λεπτομερέστερων στις αμέσως κατάντη ζώνες.

- Σαφώς στην δημιουργία του συνετέλεσαν φαινόμενα όπου οι ρυθμοί αποσάθρωσης ήταν μεγαλύτεροι από τους ρυθμούς διάβρωσης. Επιπλέον, λόγω της έκτασης τους και του εύρους τους είναι πιθανό να καλύπτουν φαινόμενα τεκτονικής δράσης, τα οποία αποτελούν και προϋπόθεση αποσάθρωσης έντονου βαθμού. Η διαδικασία αυτή εντοπίζεται κυρίως στις μισγάγγειες της περιοχής, οι οποίες έχουν τεκτονική προέλευση.

Το πάχος των κορημάτων είναι κυμαινόμενο και φθάνει σε ορισμένες περιπτώσεις τα 5μ. Είναι πολύ πιθανό σε ορισμένες θέσεις, το πάχος αυτό να διπλασιάζεται.

- Στην περιοχή του Δημόσιου Ψυχιατρείου και βόρεια του Δάσους Χαϊδαρίου μέχρι την επαφή με τους ασβεστολίθους TJ αναπτύσσεται ένας χαλαρός κορηματικός σχηματισμός (Qa), που συνίσταται από ασβεστολιθικά κορήματα και εκτεταμένους ή μικρότερους ασβεστολιθικούς ολισθολίθους. Οι ολισθολίθοι ουσιαστικά προέρχονται από την ορεινή ζώνη με την συμβολή της τεκτονικής δράσης. Οι σχηματισμοί αυτοί σε πολλά τμήματά τους παρουσιάζουν συγκόλληση.

Καλύπτουν νεογενείς σχηματισμούς (Ne) σ' όλη σχεδόν την έκτασή τους πλην της ζώνης επαφής τους με τους ασβεστολίθους. Το μέγιστο πάχος τους εκτιμάται περίπου 15μ.

Αλλουβιακές αποθέσεις (al), σημειώνονται στην ευρύτερη ζώνη του Κηφισού ποταμού. Αποτελούνται από χαλαρά αμμοκροκαλοαργιλώδη υλικά, που το μέγιστο πάχος είναι της τάξης των 40 μ.

4.2.4 Γεωλογική δομή

Υπόβαθρο της περιοχής θεωρείται ο σχηματισμός ΡΚ. Οι ορογενετικές κινήσεις που δημιούργησαν το όρος Αιγάλεω, εκδηλώθηκαν με ένα συνδυασμό επωθήσεων και ρηγμάτων. Έτσι στην δυτική περίμετρο του όρους από τα στοιχεία των γεωτρήσεων προκύπτει ότι υφίσταται ρηξιγενής ζώνη που δημιούργησε την λεκάνη του Ασπροπύργου – Λιοσίων με μέγιστο άλμα της τάξης των 150 - 200m. Ίχνη της ζώνης αυτής σημειώνονται στον γεωλογικό χάρτη. Το ορατό μήκος κλάδου ρήγματος της ρηξιγενούς ζώνης αυτής (Λίμνη Κουμουνδούρου - Ζωφριά) είναι της τάξης των 10km.

Στην ανατολική περίμετρο του Όρους Αιγάλεω, οι επωθήσεις κυρίως των κρητιδικών ασβεστολίθων και του Αθηναϊκού σχιστόλιθου, σε συνδυασμό πιθανά με δημιουργία ρηγμάτων κατά την ορογενετική διαδικασία, δημιούργησαν λεκάνες.

Νότια στην περιοχή Μονής Δαφνίου–Δάσος Χαϊδαρίου η διαδικασία αυτή εξελίσσεται με ζώνη ρήγματος, ίχνη του οποίου παρατηρούνται στο νότιο τμήμα του όρους Αιγάλεω στα όρια Χαϊδαρίου-Κορυδαλλού. Η ζώνη αυτή δημιούργησε την λεκάνη του Δάσους Χαϊδαρίου.

Οι λεκάνες που προαναφέρθηκαν πληρώθηκαν κατά το νεογενές από ιζήματα τα οποία σημειώνονται στις περιοχές Ασπροπύργου, Λιοσίων, Ζεφυρίου, Καματερού, Αγ. Αναργύρων, Ιλίου, Περιστερίου, Αιγάλεω και Δάσους Χαϊδαρίου.

Στην συνέχεια ακολούθησε η απόθεση των χερσαίων σχηματισμών του πλειστοκαίνου από την διαδικασία διάβρωσης και αποσάθρωσης, καθώς και η δημιουργία των αλλουβίων στην ζώνη του Κηφισού ποταμού.

Οι πλειστοκαινικές αποθέσεις παρουσιάζουν μεγάλη επιφανειακή εξάπλωση στο δυτικό λεκανοπέδιο, από το Καματερό μέχρι την Αγ. Βαρβάρα, με μεγαλύτερη ανάπτυξη (μέγιστο πάχος 20m περίπου) στην περιοχή του Περιστερίου. Ο υποκείμενος σχηματισμός στην περιοχή αυτή είναι τα νεογενή ιζήματα και ο αθηναϊκός σχιστόλιθος.

4.2.5 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Οι πετρολογικοί σχηματισμοί που συμμετέχουν στην δομή της περιοχής, από την άποψη των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών τους, διακρίνονται σε υδατοπερατούς, ημιπερατούς και υδατοστεγανούς, καθώς και σε ενδιάμεσες κατηγορίες.

-Στους υδατοπερατούς σχηματισμούς κατατάσσονται οι ασβεστολιθικοί καρστικοί σχηματισμοί ΤJ και Κs. Οι ΤJ παρουσιάζουν κανονική ανάπτυξη καρστικού δίκτυου και ελαττωμένη καρστικοποίηση συναντάται στα δολομιτωμένα τμήματα της μάζας τους.

Οι Ks παρουσιάζουν μειωμένη καρστικοποίηση και γενικά εκλεκτική ανάπτυξη καρστικού δικτύου. Τους υδατοπερατούς σχηματισμούς συμπληρώνουν τα αλλούβια (al).

-Σαν υδατοπερατοί ως ημιπερατοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται τα κορήματα Q. Το ημιπερατό του χαρακτήρα τους προσδίδεται τοπικά από την παρουσία αργιλικής φάσης.

-Ημιπερατοί ως υδατοπερατοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται οι πλειστοκαινικοί σχηματισμοί (Pt).

-Στους ημιπερατούς σχηματισμούς κατατάσσεται ο αθηναϊκός σχιστόλιθος, ως σύνολο λιθολογικών μονάδων, στους οποίους παρεμβάλλονται περατά ασβεστολιθικά στρώματα και ασβεστολιθικοί φακοί.

-Τα Νεογενή ιζήματα (Ne) τοποθετούνται στους ημιπερατούς μέχρι υδατοστεγανούς σχηματισμούς. Το υδατοστεγανό του χαρακτήρα τους αποδίδεται στα βαθύτερα κατά το πλείστον αμιγή μαργαϊκά στρώματα.

-Στους θεωρητικά υδατοστεγανούς σχηματισμούς κατατάσσονται οι οφιόλιθοι (O) οι σχιστολιθικοί σχηματισμοί PK.

Στην βόρεια περιοχή του Όρους Αιγάλεω αναπτύσσεται καρστικός υδροφόρος ορίζοντας. Βόρεια το όριό του ταυτίζεται με το μεγάλο ρήγμα που διέρχεται από τη δυτική περίμετρο του Ποικίλου Όρους και βορειοανατολικά, στην ορεινή μάζα του Ποικίλου, από συνδυασμό ρηγμάτων και σχηματισμών PK. Στην υπόλοιπη ανατολική περιοχή το όριο ταυτίζεται με το τέλος των εμφανίσεων που προσδιορίζονται σαν καρστικοί υδατοπερατοί σχηματισμοί. Δυτικά ο καρστικός υδροφορέας είναι ανοικτός την θάλασσα και νότια πιθανά οριοθετείται από ένα ρήγμα γενικής διεύθυνσης Α-Δ.

Η πιεζομετρική κατανομή του καρστικού υδροφορέα εμφανίζει μέγιστα υψόμετρα στάθμης της τάξης του +7m στο βορειοανατολικό τμήμα του υδροφορέα και απολήγουν στο +/- 0 στην περιοχή του ΚΕΝ ΠΑΛΑΣΚΑΣ. Η υδραυλική κλίση κυμαίνεται από 0,6 μέχρι 1,05 %. Η διακύμανση της στάθμης στην διάρκεια ενός υδρολογικού έτους είναι της τάξης των 10 εκατοστών.

Βόρεια του καρστικού υδροφορέα Ποικίλου Όρους, οριοθετείται ο καρστικός υδροφορέας Πάρνηθας. Στην έκταση της χαρτογράφησης καταλαμβάνει το τμήμα βόρεια του Καματερού και το απόλυτο υψόμετρο στάθμης είναι περίπου +5m. Η λίμνη Κουμουνδούρου αποτελεί βασική περιοχή εκφόρτισης τμήματος του υδροφορέα αυτού. Η τελική απόληξη της εκφόρτισης είναι η θαλάσσια περιοχή Ασπροπύργου. Από τα διαθέσιμα στοιχεία προκύπτει ότι η διακύμανση της στάθμης του καρστικού υδροφορέα Πάρνηθας στην διάρκεια ενός υδρολογικού έτους είναι μικρή και η υδραυλική κλίση

προσδιορίζεται από 0,4 ως 1,2%.

Ανατολικά επικρατούν φρεάτιοι υδροφορείς, οι οποίοι αναπτύσσονται στα πλέον περατά στρώματα των αλλουβιακών σχηματισμών και στα ημιπερατά ανώτερα στρώματα των πλειστοκαινικών και νεογενών σχηματισμών. Το βάθος της στάθμης είναι μικρό και οι υπόγειες κατευθύνσεις ροής ακολουθούν τις εδαφικές κλίσεις. Τα υδροληπτικά μέσα έχουν μικρές παροχές εκμετάλλευσης της τάξης 1-3 κ.μ./ώρα. Η υπόγεια απορροή ακολουθεί την μορφολογία του εδάφους. Σε τμήματα των δήμων Περιστερίου (Αγ. Ιερόθεος–Κηπούπολη) και Αιγάλεω (Ιερά Οδός) οι υδροφορίες αυτές φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους, λόγω παρεμβολής υδατοστεγανών τμημάτων των σχηματισμών.

Εξαίρεση, στους φρεάτιους υδροφορείς τις ανατολικής περιμέτρου, σε ό,τι αφορά την δυνατότητα παροχής, αποτελεί φρεάτιος υδροφορέας που αναπτύσσεται στην πεδινή και ημιπεδινή ζώνη του Δήμου Καματερού, σε επαφή με το Ποικίλο, μέσα σε ημιπερατούς σχηματισμούς, καθώς και στα ανώτερα αποσαθρωμένα τμήματα υδατοστεγανών σχηματισμών. Οι μέγιστες παροχές εκμετάλλευσης στην ζώνη αυτή φθάνουν και τα 10 κ.μ./ώρα (από πληροφορίες) και το μέγιστο βάθος της στάθμης φθάνει τα 10μ. Η τροφοδοσία του πραγματοποιείται από τα νερά των βροχοπτώσεων που κατεισδύουν στην αντίστοιχη ημιορεινή ζώνη του Ποικίλου Όρους και εκείνων που κατεισδύουν στην ημιπεδινή και πεδινή περιοχή που διαθέτει μεγάλους αδόμητους χώρους. Η τροφοδοσία αυτή δημιουργεί συνθήκες ισχυρότερου υδροφόρου ορίζοντα σε ημιπερατό μέσο, σε σχέση με τον αντίστοιχο ορίζοντα στους περατούς σχηματισμούς.

Υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται στα ημιπερατά και υδατοπερατά τμήματα των Νεογενών σχηματισμών στη Νεογενή Λεκάνη Λιοσίων–Ζεφυρίου–Αγ. Αναργύρων. Οι παροχές στα διάφορα υδροληπτικά σημεία κυμαίνονται από 5 ως 15 κ.μ./ώρα. Το βάθος της στάθμης είναι στην περιοχή Ζεφυρίου 30m περίπου και στην περιοχή του Πύργου Βασιλίσσης σε 15m περίπου.

4.2.6. Τεχνικογεωλογικές Συνθήκες και κατανομή των βλαβών

Με βάση αυτήν την κατανομή των βλαβών στο γεωλογικό χάρτη, που προκλήθηκαν από τον σεισμό στην περιοχή της μελέτης, επιχειρείται ο συνδυασμός των βλαβών με τα γεωλογικά δεδομένα. Οι παρακάτω αναφορές διατυπώνονται με βάση την πυκνότητα των βλαβών, με αφετηρία τις περιοχές με τις ελάχιστες βλάβες και

κατάληξη τις περιοχές με τις περισσότερες βλάβες. Η κατάταξη είναι σχετική και αφορά μόνο την περιοχή μελέτης. Με βάση την πυκνότητα των βλαβών η έκταση της μελέτης χωρίζεται σε περιοχές που χαρακτηρίζονται:

- ασήμαντα πληγείσες
- ελάχιστα πληγείσες
- μετρίως πληγείσες και
- ισχυρά πληγείσες

Σημειώνεται ότι σε περιοχές των δήμων Ζεφυρίου και Καματερού η πυκνότητα που αποτυπώνεται στο χάρτη είναι μειωμένη σε σχέση με την πραγματική. Η αναζήτηση των αιτιών δεν περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά κατασκευής και την χρήση κάθε κτιρίου.

Αλπικοί Σχηματισμοί (TJ, Ks, sh)

Στους σχηματισμούς αυτούς ελαχιστότατος αριθμός κτιρίων έχει υποστεί βλάβες. Οι βλάβες αυτές στην πλειοψηφία τους σημειώνονται σε κτίρια που έχουν θεμελιωθεί στον αθηναϊκό σχιστόλιθο. Από την κατάσταση αυτή οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται ασήμαντα πληγείσες.

Αλλούβιοι σχηματισμοί (al)

Στις ζώνη που τα κτίρια έχουν θεμελιωθεί σε αλλούβια παρατηρούνται αυξημένες βλάβες -μετρίως πληγείσα περιοχή- στις περιοχές των δήμων Ζεφυρίου, Καματερού, Ίλιου και Αγ. Αναργύρων, που ανήκουν στην ευρύτερη περιοχή Πύργου Βασιλίσσης και βόρεια αυτής. Τα αλλούβια στην ζώνη αυτή ανήκουν στην λεκάνη παραπόταμων του Κηφισού ποταμού και θεωρείται ότι έχουν αποτεθεί σε νεογενείς σχηματισμούς. Σε στενή ζώνη δυτικά της οδού Χασιάς στο δήμο Καματερού παρατηρούνται σοβαρές βλάβες -ισχυρά πληγείσα περιοχή-.

Στην υπόλοιπη περιοχή των αλλουβίων, που ανήκουν στην ζώνη απόθεσης του Κηφισού ποταμού, η κατανομή των βλαβών παρουσιάζει μικρή πυκνότητα -ασθενώς πληγείσα περιοχή-. Ο σχηματισμός που έχουν αποτεθεί τα αλλούβια στην περιοχή αυτή θεωρείται κατά βάση ο αθηναϊκός σχιστόλιθος.

Η διαφοροποίηση της πυκνότητας των βλαβών στις περιοχές των αλλουβίων πρέπει να αναζητηθεί:

- στα χαρακτηριστικά του σεισμού (εστία, επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση, μέγεθος, διάρκεια).

- στο πάχος και στα εδαφοτεχνικά – ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των αλλουβίων. Ιδιαίτερη σημασία χρειάζεται να δοθεί στην μέγιστη επιτάχυνση, η οποία αντιπροσωπεύει την δυναμική φόρτιση που ασκείται στον σχηματισμό, στην διάρκεια ενός σεισμού. Επίσης σημασία χρειάζεται να δοθεί στην σεισμική εξασθένηση που εξαρτάται ομοίως από τα χαρακτηριστικά του σεισμού και του γεωλογικού υλικού.
- στο είδος του σχηματισμού, πάνω στον οποίο έχουν αποτεθεί τα αλλούβια, ο οποίος διαφοροποιεί την μετάδοση του σεισμικού κύματος προς την επιφάνεια.
- στο βάθος και την μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε σχέση με την ζώνη θεμελίωσης.

Κορηματικοί σχηματισμοί (Q, Qa)

Οι Κορηματικοί σχηματισμοί στην περιοχή της μελέτης αναπτύσσονται κυρίως σε αδόμητες εκτάσεις και παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία σε ότι αφορά την σύστασή και το πάχος τους. Οι εδαφικές κλίσεις που σημειώνονται στους κορηματικούς σχηματισμούς φθάνουν μέχρι και 20% στις δομημένες περιοχές.

Η πυκνότητα των βλαβών που έχουν προκληθεί στα κτίρια των περιοχών αυτών είναι αυξημένη -μετρίως πληγείσες περιοχές- σε τμήματα των δήμων Καματερού, Πετρούπολης (κατάληξη Θεάτρου Πέτρας), Περιστερίου (Άσπρα Χώματα), Αγίας Βαρβάρας και Δάσους Χαϊδαρίου. Οι υπόλοιπες περιοχές των δήμων Περιστερίου και Πετρούπολης που δομούνται από κορήματα χαρακτηρίζονται ασθενώς πληγείσες περιοχές.

Ο σχηματισμός πάνω στον οποίο έχουν δημιουργηθεί – αποτεθεί τα κορήματα και οι αντίστοιχες εδαφικές κλίσεις είναι:

-αθηναϊκοί σχιστόλιθοι με κλίσεις 10% μέχρι 20% στην περιοχή της Αγ. Βαρβάρας

-ασβεστόλιθοι του κρητιδικού, με κλίσεις 10% ως 15% στην περιοχή Περιστερίου και Πετρούπολης

-Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι και οφιόλιθοι, με κλίσεις 10% ως 18% στην περιοχή Καματερού

-νεογενή, με κλίσεις 10% ως 15% στην περιοχή του Δάσους Χαϊδαρίου, όπου τα κορήματα εμπεριέχουν και ασβεστολιθικούς ολισθολίθους (ΛΙΟΝΗΣ, Μ. 1999: Μελέτη Αποκατάστασης - Αξιοποίησης Χ.Δ.Α. Σχιστού - Τεχνογεωλογική Θεώρηση 1999, Ενιαίος Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων Ν. Αττικής).

Η αυξημένη πυκνότητα των βλαβών και η διαφοροποίηση της πυκνότητας των βλαβών στις περιοχές των κορηματικών σχηματισμών πρέπει να αναζητηθεί:

- ⇒ στα χαρακτηριστικά του σεισμού (εστία, επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση, μέγεθος, διάρκεια)
- ⇒ στο πάχος και στα εδαφοτεχνικά – ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των κορημάτων. Ιδιαίτερη σημασία χρειάζεται να δοθεί στην μέγιστη επιτάχυνση, η οποία αντιπροσωπεύει την δυναμική φόρτιση που ασκείται στον σχηματισμό, στην διάρκεια ενός σεισμού. Επίσης σημασία χρειάζεται να δοθεί στην σεισμική εξασθένηση που εξαρτάται ομοίως από τα χαρακτηριστικά του σεισμού και του γεωλογικού υλικού.
- ⇒ στο είδος του σχηματισμού, τον οποίο καλύπτουν τα κορήματα, ο οποίος διαφοροποιεί την μετάδοση του σεισμικού κύματος προς την επιφάνεια.
- ⇒ στο βάθος και την μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε σχέση με την ζώνη θεμελίωσης
- ⇒ στις εδαφικές κλίσεις
- ⇒ στην ύπαρξη τεκτονικών επιπέδων – δυνητικών δίοδων σεισμικής ενέργειας, που καλύπτονται από τα κορήματα.

Νεογενείς σχηματισμοί (Ne)

Τα κτίρια που έχουν θεμελιωθεί σε νεογενείς σχηματισμούς, έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες -ισχυρά πληγείσες περιοχές- στους δήμους Περιστερίου, Χαϊδαρίου (Δάσος), καθώς και σε τμήματα των δήμων Ζεφυρίου και Καματερού.

Οι εμφανίσεις των νεογενών στο ανατολικό τμήμα του μορφολογικού αντερείσματος, στο οποίο αναπτύσσονται οι δήμοι Καματερού και Ζεφυρίου, χαρακτηρίζονται μετρίως πληγείσες περιοχές. Ο ίδιος χαρακτηρισμός προσδίδεται και στην εμφάνιση των νεογενών που σημειώνεται δυτικά της οδού Χασιάς στον δήμο Καματερού. Στις μικρές εμφανίσεις νεογενών σε τμήματα των δήμων Ιλίου και Αγ. Αναργύρων σημειώνονται λίγες βλάβες και χαρακτηρίζονται ασθενώς πληγείσες περιοχές.

Η μεγάλη πυκνότητα των βλαβών και η διαφοροποίηση της πυκνότητας των βλαβών στις περιοχές των νεογενών σχηματισμών πρέπει να αναζητηθεί:

- ⇒ στα χαρακτηριστικά του σεισμού (εστία, επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση, μέγεθος, διάρκεια)
- ⇒ στο πάχος και στα εδαφοτεχνικά – ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των νεογενών. Ιδιαίτερη σημασία χρειάζεται να δοθεί στην μέγιστη επιτάχυνση, η οποία αντιπροσωπεύει την δυναμική φόρτιση που ασκείται στον σχηματισμό,

στην διάρκεια ενός σεισμού. Επίσης σημασία χρειάζεται να δοθεί στην σεισμική εξασθένηση που εξαρτάται ομοίως από τα χαρακτηριστικά του σεισμού και του γεωλογικού υλικού.

- ⇒ στο είδος του σχηματισμού, επάνω στον οποίο έχουν αποτεθεί τα νεογενή, ο οποίος διαφοροποιεί την μετάδοση του σεισμικού κύματος προς την επιφάνεια.
- ⇒ στο βάθος και την μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε σχέση με την ζώνη θεμελίωσης
- ⇒ στις εδαφικές κλίσεις (δήμοι Περιστερίου, Δάσος Χαϊδαρίου)
- ⇒ στην ύπαρξη τεκτονικών φαινομένων
- ⇒ στις παλαιές υπόγειες εξορύξεις λιγνίτη

Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί (Pt)

Στα τμήματα της έκτασης της μελέτης που δομούνται από πλειστοκαινικές αποθέσεις σημειώνονται οι σοβαρότερες βλάβες.

Η μέγιστη πυκνότητα των βλαβών –ισχυρά πληγείσες περιοχές– σημειώνεται στις περιοχές των δήμων Περιστερίου (Άσπρα Χώματα, Αγ. Ιερόθεος, Νέα Σεπτόλια), Πετρούπολης (Κηπούπολη), Ίλιου (Παλατιανή, Μιχελή), Καματερού (μικρό τμήμα κατά μήκος του ορατού ρήγματος), Αιγάλεω (Μπαρουτάδικο) και Αγ. Βαρβάρας. Οι υπόλοιπες περιοχές χαρακτηρίζονται μετρίως πληγείσες, με εξαίρεση περιοχές του δήμου Αιγάλεω (δυτικά – νοτιοδυτικά του Μπαρουτάδικου) όπου χαρακτηρίζονται ασθενώς μέχρι ασήμαντα πληγείσες περιοχές.

Η πολύ μεγάλη πυκνότητα των βλαβών και η διαφοροποίηση της πυκνότητας των βλαβών στις περιοχές των πλειστοκαινικών σχηματισμών πρέπει να αναζητηθεί:

- ⇒ στα χαρακτηριστικά του σεισμού (εστία, επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση, μέγεθος, διάρκεια)
- ⇒ στο πάχος και στα εδαφοτεχνικά – ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των πλειστοκαινικών σχηματισμών. Ιδιαίτερη σημασία χρειάζεται να δοθεί στην μέγιστη επιτάγχυνση, η οποία αντιπροσωπεύει την δυναμική φόρτιση που ασκείται στον σχηματισμό, στην διάρκεια ενός σεισμού. Επίσης σημασία χρειάζεται να δοθεί στην σεισμική εξασθένηση που εξαρτάται ομοίως από τα χαρακτηριστικά του σεισμού και του γεωλογικού υλικού.
- ⇒ στο είδος του σχηματισμού, επάνω στον οποίο έχουν αποτεθεί οι πλειστοκαινικοί σχηματισμοί, ο οποίος διαφοροποιεί την μετάδοση του σεισμικού κύματος προς την επιφάνεια.
- ⇒ στο βάθος και την μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε σχέση με την ζώνη

θεμελίωσης

- ⇒ στις εδαφικές κλίσεις (δήμοι Περιστερίου, Δάσος Χαϊδαρίου)
- ⇒ στην ύπαρξη τεκτονικών φαινομένων που καλύπτονται από τους σχηματισμούς αυτούς.

4.2.7. Εκτιμήσεις πυκνότητας βλαβών σε συνδυασμό με τη γεωλογική δομή

Με δεδομένο ότι ο τύπος των συμβατικών θεμελιώσεων είναι κοινός, ανεξάρτητα από το είδος του γεωλογικού σχηματισμού, από την προηγούμενη ανάλυση, συσχετίζοντας την πυκνότητα των βλαβών με τον γεωλογικό υπόβαθρο παρατηρούνται:

-Τα τμήματα που δομούνται από αλπικούς σχηματισμούς χαρακτηρίζονται ασήμαντα πληγείσες περιοχές, λόγω της ελαστικής συμπεριφοράς των βραχωδών σχηματισμών.

-Οι εκτάσεις με αλλουβιακές αποθέσεις και κορηματικούς χαρακτηρίζονται ασθενώς μέχρι μετρίως πληγείσες περιοχές. Υπάρχει δηλαδή μια αντίφαση στην εικόνα αυτή, αφού στους σχηματισμούς αυτούς αναμένονται μεγαλύτερης πυκνότητας βλάβες σε μια περιοχή. Οι λόγοι διαμορφώνουν την εικόνα αυτή πιθανά είναι:

-μη πυκνή δόμηση στα κορήματα και θεμελίωση στον υποκείμενο σχηματισμό

-καλή συμπεριφορά των αλλουβίων που καλύπτουν σχηματισμούς του αθηναϊκού σχιστολίθου.

-Τα τμήματα που δομούνται από νεογενείς και πλειστοκαινικούς σχηματισμούς χαρακτηρίζονται ισχυρά μέχρι μετρίως πληγείσες περιοχές.

Θα πρέπει να εξετασθεί η παρατηρούμενη γραμμική κατανομή των ισχυρά πληγέντων από το σεισμό κτιρίων. Οι πιθανές αιτίες αυτής της εικόνας μπορεί να οφείλεται σε ρήγματα έκλυσης σεισμικής ενέργειας, σε λιθολογικά αίτια ύπαρξης παλαιοκοίτης ή και σε συνδυασμό αυτών.

4.4.9. Συμπεράσματα

Σεισμολογική θεώρηση

Ο σεισμός της Αθήνας, της 7ης Σεπτεμβρίου συνέβη σε περιοχή χαμηλής σεισμικότητας. Από το σύνολο των στοιχείων του ψηφιακού φορητού δικτύου που λειτούργησε από 13 Σεπτεμβρίου μέχρι 11 Νοεμβρίου, 1999 προκύπτουν τα ακόλουθα

κύρια συμπεράσματα όσον αφορά τη μετασεισμική ακολουθία:

Η χωρική κατανομή των μετασεισμών προσδιορίζει μία ζώνη με διεύθυνση ΔΒΔ – ΑΝΑ. Η διεύθυνση αυτή ταυτίζεται με τη διεύθυνση του επιπέδου του ρήγματος, όπως αυτή υπολογίστηκε από το μηχανισμό γένεσης του κύριου σεισμού.

Από τη χωρική κατανομή των μετασεισμών προκύπτει ότι αυτοί συνέβησαν σε δύο ρηξιγενείς ζώνες. Η πρώτη εντοπίζεται σε εστιακό βάθος 5 – 10 χλμ. με διεύθυνση Α – Δ, ενώ η δεύτερη σε εστιακό βάθος 10 – 15 χλμ και με διεύθυνση ΔΒΔ – ΑΝΑ. Η δεύτερη αυτή ζώνη εντοπίζεται στο ΝΑ τμήμα του Θριάσιου Πεδίου.

Από τη χωρική κατανομή των μετασεισμών προκύπτει ότι ο σεισμογόνος χώρος έχει διαστάσεις πολύ μεγαλύτερες από εκείνες που προκύπτουν από εμπειρικές σχέσεις για μέγεθος σεισμού $M_w = 5.9$.

Φαίνεται ότι ένας σημαντικός αριθμός μετασεισμών συνέβη σε γειτονικά ρήγματα τα οποία ενεργοποιήθηκαν μετά τη γένεση του κύριου σεισμού. Ο ρυθμός των μετασεισμών από 250 σεισμούς την ημέρα κατά την έναρξη λειτουργίας του φορητού δικτύου (13/9/1999) μειώθηκε στους 5 σεισμούς την ημέρα στις 11/11/1999.

Από την προβολή των επικέντρων σε κατακόρυφο επίπεδο κάθετο ως προς την παράταξη της ρηξιγενούς ζώνης προκύπτει ότι το σεισμογόνο ρήγμα κλίνει προς ΝΝΔ. Από την κατανομή των μετασεισμών συναρτήσει του βάθους προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της σεισμικής ενέργειας εκλύθηκε σε εστιακά βάθη μεταξύ 5 και 15 χιλιομέτρων.

Από τη χρονική εξέλιξη της μετασεισμικής ακολουθίας συναρτήσει του εστιακού βάθους, προκύπτει ότι συνεχώς υπήρχε σεισμική δραστηριότητα σε τρία διαφορετικά επίπεδα, το εντονότερο σε βάθη 5 – 15, το ασθενέστερο από 15 έως 20, και μικρή δράση από 25 – 30 χιλιόμετρα.

Από την επαναληπτική σχέση των Gutenberg-Richter, προκύπτει η τιμή της χαρακτηριστικής παραμέτρου b , ίση με τη μονάδα, τυπική τιμή για τις μετασεισμικές ακολουθίες του Ελληνικού χώρου.

Ο μεγαλύτερος μετασεισμός ήταν μεγέθους $M_s = 4.9$ και η πλειονότητα των μετασεισμών ήταν μεταξύ 2.5 – 3.0 με μέγιστο στο 2.6.

Οι μέγιστες εντάσεις που παρατηρήθηκαν στους Δήμους Ζεφύρι, Καματερό, Ίλιον, Αγ. Ανάργυροι, Πετρούπολη, Περιστέρι, Αιγάλεω, Αγ. Βαρβάρα, Χαϊδάρη ήταν VII – VII+ βαθμοί της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli.

Τεχνική θεώρηση

Ο σεισμός της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 ήταν ένα φαινόμενο του οποίου η διερεύνηση και αποσαφήνιση κάθε παραμέτρου του ακόμα και σήμερα αποτελεί σημείο προβληματισμού και μελέτης. Κάτι τέτοιο ισχύει πολύ περισσότερο και για την επιρροή του σεισμικού φαινομένου γενικότερα πάνω στις συνήθεις κατασκευές. Στην εργασία επιδιώκεται—μέσω της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων των 43.456 πρωτοβαθμίων και των 15.760 δευτεροβαθμίων ελέγχων των κατασκευών της Δυτικής Αττικής (Δήμοι Αγίας Βαρβάρας, Αγίων Αναργύρων, Αιγάλεω, Ζεφυρίου, Ιλίου, Καματερού, Περιστερίου, Πετρούπολης και Χαϊδαρίου)—να αναλυθεί αυτή η επιρροή και να εξαχθούν όσο το δυνατόν περισσότερα και ασφαλή συμπεράσματα (ΦΥΝΤΙΚΑΚΗΣ Ν., ΠΕΤΡΑΚΗΣ Κ., ΠΑΝΑΓΙΟΤΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΟΥ Μ., ΜΕΣΣΑΡΕΣ., ΜΠΑΝΙΑΣ Ν., ΦΑΚΑΣ Ε., ΤΙΛΛΗΣ Α., ΛΙΟΝΗΣ Μ., ΜΑΥΡΩΤΑΣ Δ. 2000.) Στις επόμενες παραγράφους παρατίθενται τα βασικότερα από αυτά.

Οι Δήμοι της Δυτικής Αττικής είναι ως επί το πλείστον δομημένοι με ολιγώροφα (μονώροφα έως τριώροφα) κτίρια κατοικίας ή μικτής χρήσης. Δύο στις τρεις κατασκευές είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, 15% περίπου από φέρουσα τοιχοποιία και 20% από μικτό φέροντα οργανισμό. Πρωτοβαθμίως από αυτά χαρακτηρίστηκαν τα δύο στα τρία πράσινα, ενώ δευτεροβαθμίως τα δύο στα τρία κίτρινα. Και στις δύο περιπτώσεις τα κόκκινα ήταν της τάξης του 5%.

Όσον αφορά τους 508 δευτεροβάθμιους ελέγχους της Αγίας Βαρβάρας, είχαμε 4,7% κόκκινα στις κατασκευές της, που έχουν φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα σε ποσοστό 58,7% και κατασκευάστηκαν κυρίως τα έτη 1960-1980. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τους 1094 δευτεροβάθμιους των Αγίων Αναργύρων είναι 3,5%, 47,8% και έτη κατασκευής 1940-1980, για τους 1559 του Αιγάλεω 4%, 53% και 1950-1980, για τους 945 του Ζεφυρίου 7,7%, 57,6% και 1960-1990, για τους 3268 του Ιλίου 5,6%, 59,4% και 1950-1980, για τους 1483 του Καματερού 5,5%, 48,9% και 1960-1999, για τους 4635 του Περιστερίου 4,4%, 60,8% και 1950-1985, για τους 1324 της Πετρούπολης 3,9%, 61,6% και 1955-1999 και για τους 944 του Χαϊδαρίου 3%, 60,6% και 1950-1985.

Όπως ήταν αναμενόμενο οι κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος είχαν την καλύτερη συμπεριφορά (6,1% κόκκινα πρωτοβαθμίως και 0,3% δευτεροβαθμίως), ενώ οι κατασκευές φέρουσας τοιχοποιίας όπως και οι μικτές κατασκευές παρουσίασαν σοβαρές βλάβες σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό (διπλάσιο έως τριπλάσιο ποσοστό κόκκινων).

Η κατηγοριοποίηση των δομημάτων οπλισμένου σκυροδέματος ανάλογα με τον

Αντισεισμικό Κανονισμό βάσει του οποίου μελετήθηκαν, έδειξε την σημαντικότητα της παραμέτρου αυτής στην απόκριση μιας κατασκευής στο σεισμικό φαινόμενο. Η επεξεργασία των στοιχείων οδήγησε στο συμπέρασμα πως ο Ν.Ε.Α.Κ (1995-1999) συνέβαλε δραστικά στην μείωση του ποσοστού των ακατάλληλων και προσωρινά ακατάλληλων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος (κόκκινα και κίτρινα). Το ποσοστό αυτό αυξάνεται για τους παλιότερους Αντισεισμικούς Κανονισμούς. Για τις φέρουσες τοιχοποιίες, όπως και στις μικτές κατασκευές, γενικά αποδεικνύεται πως η παλαιότητα επηρεάζει δυσμενώς τον χαρακτηρισμό, αφού, στις περιπτώσεις όπου το μέγεθος του δείγματος είναι επαρκές, το ποσοστό των ακατάλληλων προς χρήση κτιρίων αυξάνεται όσο προγενέστερες είναι οι χρονολογίες κατασκευής.

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που εξετάζεται είναι αυτό του αριθμού των ορόφων για κτίρια διαφόρων φερόντων οργανισμών. Γενικά παρατηρείται πως οι μονώροφες κατασκευές είναι δευτεροβαθμώς 7% ακατάλληλες προς χρήση (τα μονώροφα κτίσματα είναι και παλαιότερα), οι διώροφες 1,8%, οι τριώροφες 1,7% και οι τετράωροφες 0,7%, ενώ καμία πενταόροφη κατασκευή του δείγματος δεν κρίθηκε κατεδαφιστέα. Η τάση αυτή του περιορισμού των βλαβών σε κατασκευές περισσότερων ορόφων, εμφανίζεται εκτός από το σύνολο του δείγματος, και ξεχωριστά για τις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος, όπως και εν μέρει για τις μικτές κατασκευές. Αντίθετα στις φέρουσες τοιχοποιίες δεν υπάρχει ουσιαστική διαφοροποίηση ανάμεσα με μονώροφες και διώροφες (ΦΥΝΤΙΚΑΚΗΣ Ν., ΠΕΤΡΑΚΗΣ Κ., ΠΑΝΑΓΙΟΤΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΑΡΒΑΝΙΤΙΔΟΥ Μ., ΜΕΣΣΑΡΕΣ., ΜΠΑΝΙΑΣ Ν., ΦΑΚΑΣ Ε., ΤΙΛΛΗΣ Α., ΛΙΟΝΗΣ Μ., ΜΑΥΡΩΤΑΣ Δ. 2000).

Τα χαρακτηριστικά, το είδος και η ποιότητα κατασκευής ενός δομήματος εξαρτώνται εκτός των άλλων και από την χρήση την οποία προορίζεται να εξυπηρετήσει. Οι περισσότερες βλάβες εμφανίζονται στις αποθήκες (1 στα 3 κτίρια ακατάλληλα), οι οποίες είναι και οι ποιοτικά κατώτερες κατασκευές του δείγματος. Ακολουθούν οι βιοτεχνίες (4,8% κόκκινα), οι κατοικίες (3,1%-κυρίαρχη χρήση στην Δυτική Αττική), τα αμιγή καταστήματα και τα δομήματα μικτής χρήσης (κατοικία με κατάστημα) με 2,1% έκαστο. Τα υπόλοιπα είδη χρήσης καταλαμβάνουν πολύ μικρό ποσοστό στο δείγμα.

Μία από τις βασικότερες και πιο ενδιαφέρουσες συσχετίσεις της μελέτης είναι αυτή της κατανομής των βλαβών ανάλογα με τα Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της Δυτικής Αττικής. Συσχετίζεται ο Γεωλογικός χάρτης της περιοχής με την αντίστοιχη χωρική κατανομή των βλαβών. Τις περισσότερες βλάβες παρατηρήσαμε στην περιοχή του Ζεφυρίου, όπου συναντούμε κυρίως εναλλαγές μαργών, ψαμμιτομαργών και κροκαλοπαγών (Ne). Εν γένει πρόκειται για πετρώματα πτωχής ποιότητας, οπότε το μέγεθος των βλαβών στον Δήμο δείχνει να οφείλεται και στον παράγοντα της

γεωλογίας. Στον Δήμο Ιλίου που παρατηρούμε επίσης αυξημένες βλάβες, υπάρχει ένδειξη για συσχέτισή τους με την γεωλογία, αφού έχουμε χαλαρά αμμοκροκαλοαργιλώδη (Qi) και προσχωσιγενή (Pt) υλικά, δηλαδή μέτριο έδαφος θεμελίωσης. Περίπου ίδια σχετικά αυξημένα ποσοστά βλαβών συναντάμε στο Καματερό, του οποίου το έδαφος αποτελείται βασικά από Ne και Qi και από μικρή επιφάνεια Pt. Στην Αγία Βαρβάρα (4,7% κόκκινα), φαίνεται πως η εκτεταμένη ύπαρξη προσχωσιγενών υλικών επηρέασε την συμπεριφορά των κατασκευών. Κάτι ανάλογο-αν και σε μικρότερη έκταση-ισχύει και για τους γειτονικούς Δήμους του Περιστερίου και του Αιγάλεω. Στους Αγίους Αναργύρους, που συναντώνται αθηναϊκοί σχιστόλιθοι (Sh) και προσχωσιγενή υλικά, έχουμε 3,5% κόκκινα. Τέλος, στην Πετρούπολη και το Χαϊδάρι που, σημειωτέον, έχουν τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τις βλάβες, φαίνεται πως υπάρχει επιρροή της Γεωλογίας. Πράγματι, στους δύο αυτούς Δήμους, βρίσκουμε καλά γενικά πετρώματα όπως μάργες, ψαμμιτομάργες και το σημαντικότερο ασβεστόλιθους (Tj) του όρους Αιγάλεω και κορήματά τους (Q). Τα προηγούμενα βέβαια αποτελούν τάσεις. Η συσχέτιση με τη Γεωλογία στην παρούσα μελέτη μπορεί να γίνει μόνο μακροσκοπικά και για την εξαγωγή συμπερασμάτων ακριβείας απαιτείται μελέτη μικροζωνικού χαρακτήρα.

Εύκολα προκύπτει λοιπόν πως στην πλειοψηφία τους τα αποτελέσματα είναι λογικά από ποιοτικής πλευράς, συχνά και από ποσοτικής. Η αξιολόγησή τους προϋποθέτει προσεκτική μελέτη, γνώση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης και συμψηφισμό των συνθηκών κάτω από τις οποίες διεξήχθησαν οι ταχείες μετασεισμικές αυτοψίες.

Για την οριστικοποίηση των συνθηκών κάτω από τις οποίες προκλήθηκαν οι βλάβες στα κτίρια κατά την διάρκεια του πρόσφατου σεισμού, χρειάζεται να εκπονηθεί Μικροζωνική Μελέτη, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έχουν συνταχθεί από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π).

Επιπλέον των προδιαγραφών αυτών, για ότι αφορά την γεωλογική μελέτη, χρειάζεται η τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση να πραγματοποιηθεί σε πρόσφατο τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:2000. Η χαρτογράφηση αυτή θα περιλαμβάνει και ζωνοποίηση η οποία θα αναφέρεται στις συνθήκες θεμελίωσης. Επίσης στα πλαίσια του απαιτούμενου και ειδικού γεωτεχνικού προγράμματος χρειάζεται να διερευνηθούν τα στοιχεία:

- χαρακτηριστικά του σεισμού (εστία, επίκεντρο, εστιακό βάθος, ένταση, μέγεθος, διάρκεια)
- πάχος και εδαφοτεχνικά – ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των νεογενών και νεότερων αυτών σχηματισμών. Ιδιαίτερη σημασία χρειάζεται να δοθεί

στην μέγιστη επιτάχυνση, η οποία αντιπροσωπεύει την δυναμική φόρτιση που ασκείται στον σχηματισμό, στην διάρκεια ενός σεισμού. Επίσης σημασία χρειάζεται να δοθεί στην σεισμική εξασθένηση που εξαρτάται ομοίως από τα χαρακτηριστικά του σεισμού και του γεωλογικού υλικού.

-είδος του σχηματισμού, επάνω στον οποίο έχουν αποτεθεί οι νεογενείς και νεότεροι αυτών σχηματισμοί, ο οποίος διαφοροποιεί την μετάδοση του σεισμικού κύματος προς την επιφάνεια.

-βάθος και μεταβολή του υδροφόρου ορίζοντα σε σχέση με την ζώνη θεμελίωσης.

-διερεύνηση ύπαρξης τεκτονικών φαινομένων.