

Συμπεράσματα για την σεισμική τρωτότητα των κτιρίων από τον σεισμό της Αθήνας της 7^{ης} Σεπτεμβρίου 1999.

Α.Ι. Καραμπίνης,
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής,

Α. Πλέσιας, Μ. Φωτοπούλου, Ι. Αβραμόπουλος
Πολιτικοί Μηχανικοί
Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη 671 00,

Λέξεις κλειδιά: κτίρια, σεισμός, βλάβες, τρωτότητα, διακινδύνευση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Παρουσιάζονται ορισμένα συμπεράσματα από την σεισμική τρωτότητα των οικοδομικών κατασκευών στον σεισμό των Αθηνών της 7-9-1999. Χρησιμοποιούνται στοιχεία από τις καταγραφές των βλαβών τις οποίες παρουσίασαν τα κτίρια στην ευρύτερα πληγείσα περιοχή, προκειμένου να αποτιμηθεί η τρωτότητα τους. Συγκεκριμένα περιλαμβάνονται στοιχεία από 4435 κατασκευές οι οποίες αστόχησαν (κατέρρευσαν) κατά την διάρκεια του σεισμού ή παρουσίασαν σημαντικότατου βαθμού και έκτασης βλάβες με αποτέλεσμα να κριθεί η αποκατάσταση τους ασύμφορη (κατεδαφιστέες). Επιλέγονται βασικές δομικές παράμετροι οι οποίες συσχετίζονται με την σεισμική διακινδύνευση και διερευνάται η συμμετοχή τους, από όπου προκύπτουν ορισμένα βασικά συμπεράσματα.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι οι επιπτώσεις των σεισμών στο ανθρωπογενές περιβάλλον αποτιμώνται συνήθως με όρους σεισμικής διακινδύνευσης μέσα από την δημιουργία σεισμικών σεναρίων, όπου συνήθως καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η εκτίμηση των αναμενομένων βλαβών στις κατασκευές. Τα αποτελέσματα ενός καταστροφικού σεισμού αποτελούν από τα πλέον πολύτιμα στοιχεία για την διακρίβωση της αξιοπιστίας των σεναρίων σεισμικής διακινδύνευσης και την βαθμονόμηση της επιρροής επιμέρους συντελεστών οι οποίοι αφορούν στην τρωτότητα των κατασκευών.

Στην χώρα μας ο σεισμός των Αθηνών της 7-9-1999, απετέλεσε ένα από τα σημαντικότερα σεισμικά γεγονότα των τελευταίων δεκαετιών με σημαντικές επιπτώσεις - απώλειες τόσο σε ανθρώπους όσο και σε κατασκευές, οι οποίες αφορούσαν σε εκατοντάδες ανθρώπινα θύματα – τραυματίες και εκτεταμένες υλικές ζημιές. Επιπτώσεις σημαντικότερες κοινωνικά και οικονομικά και οι οποίες δεν οφείλονταν σε αυτό καθ' εαυτό το σεισμικό γεγονός αλλά κυρίως στα αποτελέσματα του στις κατασκευές. Τα στοιχεία από τις επιπτώσεις του σεισμού αυτού στα κτίρια αποτελούν σημαντικό υλικό και μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να βελτιωθούν οι γνώσεις μας σχετικά με την σεισμική τρωτότητα κατασκευών με παρόμοια χαρακτηριστικά αλλά και να βαθμονομηθούν υφιστάμενες μέθοδοι και προσομοιώματα. Παράλληλα αποτελούν χρησιμότερα στοιχεία για την μετατροπή της τρωτότητας σε όρους αντίστοιχης διακινδύνευσης (κόστος επισκευής, ανακατασκευής, τραυματισμών, θανάτων κ.λπ.).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται επεξεργασμένα ορισμένα στοιχεία από τις επιπτώσεις του σεισμού στο κτιριακό απόθεμα της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών και εξάγονται σχετικά συμπεράσματα για την τρωτότητα των κατασκευών. Χρησιμοποιούνται στοιχεία από τις κατασκευές της ευρύτερα πληγείσας περιοχής οι οποίες αστόχησαν (κατέρρευσαν) κατά την διάρκεια του σεισμού ή παρουσίασαν σημαντικότατου βαθμού και έκτασης βλάβες, και

συναρτώνται με βασικές δομικές παραμέτρους οι οποίες διαμορφώνουν την σεισμική συμπεριφορά (τρωτότητα) ή/και επηρεάζουν την αντίστοιχη διακινδύνευση.

2 ΔΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Συλλέχθηκαν ανά περιοχή στοιχεία από 4435 συνολικά κατασκευές οι οποίες αποτελούν το σύνολο των κατασκευών με βαθμό βλάβης 100% και οποίες επεκτείνονται σε όλη την ευρύτερα πληγείσα περιοχή. Στο σχήμα 1 (και πίνακα 1) παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή των βλαβών ανά περιοχές (ΟΤΑ) καθώς και ο αριθμός των κατασκευών αυτών ανά είδος δομικού συστήματος (ωπλισμένο σκυρόδεμα φέρουσα τοιχοποιία, μικτό). Η έρευνα συμπεριέλαβε όσες κατασκευές αστόχησαν (κατέρρευσαν) κατά την διάρκεια του σεισμού ή παρουσίασαν σημαντικότατο βαθμό και η έκτασης βλάβης με αποτέλεσμα να κριθεί η αποκατάσταση τους ασύμφορη (κατεδαφιστέες).

Ως βασικές παράμετροι για τις κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα επιλέχθηκαν:

- Η ύπαρξη στοιχείων σημαντικής υπερκαταπόνησης (θεωρήθηκαν η ύπαρξη *pilotis* ή 'ανοιχτού' ισογείου χωρίς τοιχοπληρώσεις, και ύπαρξη 'κοντών' υποστυλωμάτων).
- Η γεωμετρική μη κανονικότητα. Όπου ως γεωμετρική μη κανονικότητα σε κάτοψη θεωρήθηκε η ύπαρξη κατόψεων σύνθετης μορφής (L, Π, T, κλπ) και μη κανονικότητα σε τομή οι εσοχές μεγάλων δωματίων ή/και ημιορόφων (μη κανονικότητα καθ' ύψος).
- Το μέγεθος της κατασκευής. Κτίρια ενός ή δύο ορόφων και έως 150 m² συνολικά θεωρήθηκαν μικρού μεγέθους (μ), έως τριών ορόφων ή/και έως 300 m² συνολικά μεσαίου μεγέθους (μM) και κτίρια με περισσότερους των τριών ορόφων ή/και μεγαλύτερα των 300 m² συνολικά, θεωρήθηκαν μεγάλου μεγέθους (M).
- Η χρήση (χώρος κατοικίας ή εργασίας).
- Ο αριθμός ορόφων.
- Η αλληλεπίδραση με παρακείμενες κατασκευές (πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ κτιρίων σε επαφή με διαφορετικά χαρακτηριστικά, θέση στο οικοδομικό τετράγωνο).
- Το έτος κατασκευής (Αντισεισμικός Κανονισμός σχεδιασμού).

Οι αντίστοιχες παράμετροι για τις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία ήταν:

- Τα υλικά του δομικού συστήματος (ωμοπλινθοδομή, οπτοπλινθοδομή, τσιμεντοπλινθοδομή, λιθοδομή).
- Το είδος του δομικού συστήματος οροφής (πλάκα ΩΣ, ξύλινη στέγη).
- Το μέγεθος της κατασκευής. Κτίρια ενός ορόφου εμβαδού έως 100 m² θεωρούνται μικρού μεγέθους (μ), κτίρια έως δύο ορόφων εμβαδού έως 200 m² θεωρούνται μεσαίου μεγέθους (μM) και κτίρια με περισσότερους των δύο ορόφων ή/και εμβαδού μεγαλύτερου των 200 m² συνολικά θεωρούνται μεγάλου μεγέθους (M).
- Η χρήση της κατασκευής.
- Ο αριθμός των ορόφων.
- Η αλληλεπίδραση με παρακείμενες κατασκευές, (πιθανή αλληλεπίδραση θεωρήθηκε όταν τα κτίρια ήταν τμήματα μεγαλύτερων συγκροτημάτων ιδίου τύπου κτιρίων, ή βρίσκονταν σε επαφή με γειτονικά κτίρια).
- Το έτος κατασκευής (Αντισεισμικός Κανονισμός σχεδιασμού).

Οι παραπάνω παράμετροι είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και για κατηγοριοποίηση σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία από την ομάδα εργασίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος για την εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των κτιρίων (ΤΕΕ 2001).

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Η βασική κατηγοριοποίηση των κατασκευών (εκτός από το είδος του δομικού συστήματος) αφορούσε επίσης σε κατασκευές οι οποίες:

- i. κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού και είχαν ανθρώπινα θύματα,
- ii. κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού χωρίς ανθρώπινα θύματα,
- iii. παρουσίασαν σοβαρότατες βλάβες (οιονεί καταρρεύσεις)
- iv. αποτελούσαν προσαρτήματα μικρής δομικής ικανότητας (απολήξεις – δώματα).

Κατηγοριοποίηση ανά είδος δομικού συστήματος περιλαμβάνει 363 κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα και 4072 με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία. Στους επόμενους πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν.

3.1 Κατασκευές ΩΣ οι οποίες κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού

Η ομάδα αυτή περιελάμβανε συνολικά 110 κατασκευές (πίνακες 2 και 3) για τις οποίες μετά την επεξεργασία των σχετικών στοιχείων προέκυψε ότι:

- Σημαντικά στοιχεία υπερκαταπόνησης υπήρχαν σε 63 κατασκευές (ποσοστό 57%) εκ των οποίων 12 (11%) αφορούσαν σε κοντά υποστυλώματα 33 (30%) σε pilotis και 18 (16%) σε ανοικτά ισόγεια.
- Πιθανή αλληλεπίδραση εκτιμήθηκε ότι υπήρξε σε 39 κατασκευές (ποσοστό 35.5%) από τις οποίες 23 (ποσοστό 21%) αφορούσαν σε γωνιακές κατασκευές και 16 (ποσοστό 14.5%) σε ευρισκόμενες στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου.
- 23 κατασκευές ήσαν μικρού μεγέθους (ποσοστό 21%), 48 μεσαίου μεγέθους (ποσοστό 43.6%) ενώ 39 κατασκευές (ποσοστό 35.5%) ανήκουν στην κατηγορία μεγάλου μεγέθους.
- Η χρήση 77 κατασκευών ήταν κατοικία ενώ ως χώροι εργασίας χρησιμοποιούνται 33.
- Η μορφολογία του δομικού συστήματος σε 40 κατασκευές (ποσοστό 36.4%) παρουσίαζε μη κανονικότητα σε κάτοψη και σε 38 κατασκευές (ποσοστό 34.5%) μη κανονικότητα καθ' ύψος.
- Ο αριθμός των ορόφων παρουσίασε σχετική διασπορά με 17 κατασκευές να είναι ισόγειες, 28 κατασκευές με 2 ορόφους (ισόγειο+1 όροφος), 44 με 3 ορόφους (ισόγειο+2 όροφοι), 13 με 5 ορόφους, 6 με 5 ορόφους και 2 με 6 ορόφους.
- Το 94.5% των κατασκευών (104 κατασκευές) είχαν μελετηθεί και κατασκευασθεί με τους προγενέστερους κανονισμούς (ΒΔ54+ΒΔ59) ή δεν καλύπτονταν από Αντισεισμικό Κανονισμό (αυθαίρετα τμήματα ή/και παρεμβάσεις). Να σημειωθεί ότι το σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίες κατέρρευσαν και είχαν ανθρώπινα θύματα, ανήκει στην κατηγορία αυτή (πίνακας 3).

3.2 Κατασκευές ΩΣ με σημαντικού βαθμού και έκτασης βλάβες (κατεδαφιστές)

Ένας συνολικός αριθμός από 474 κατασκευές ΩΣ παρουσίασαν σημαντικού βαθμού και έκτασης βλάβες, με αποτέλεσμα να κριθεί η αποκατάστασή τους ασύμφορη (κατεδαφιστές). Στις κατασκευές αυτές οι οποίες εμφάνιζαν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά των κατασκευών που κατέρρευσαν (πίνακας 4), σημαντικά στοιχεία υπερκαταπόνησης εντοπίστηκαν σε 208 κατασκευές (ποσοστό 43.9%) με 45 να περιλαμβάνουν κοντά υποστυλώματα, 87 να αφορούν σε pilotis και 76 σε ανοικτά ισόγεια. Επιπρόσθετα:

- Πιθανή αλληλεπίδραση εμφάνισαν 187 κατασκευές (ποσοστό 39.5%) με 122 κατασκευές να είναι στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου και 65 σε γωνιακή θέση.
- Η χρήση των κατασκευών αυτών σε σημαντικό ποσοστό 80.1% (380 κατασκευές) αφορούσε κατοικίες ενώ ως προς το μέγεθός τους υπήρξαν 166 κατασκευές μικρού μεγέθους, ισάριθμες μεσαίου μεγέθους και 142 κατασκευές μεγάλου μεγέθους.

- Γεωμετρική μη κανονικότητα σε κάτοψη παρουσίαζαν 104 κατασκευές (ποσοστό 21.9%) και μη κανονικότητα σε τομή 136 (ποσοστό 28.7%).
- Ως προς τον αριθμό των ορόφων και στην ομάδα των κατασκευών αυτών τα μεγαλύτερα ποσοστά (419 κατασκευές, ποσοστό 88%) αφορούσαν σε κτίρια μέχρι και 3 ορόφους (ισόγειο +2 όροφοι) ενώ άνω των 3 ορόφων ήταν 55 κατασκευές.

3.3 Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία ΩΣ οι οποίες κατέρρευσαν

Στις κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία περιλαμβάνονται 253 κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού και 2727 οι οποίες παρουσίασαν σημαντικό βαθμού και έκτασης βλάβες ('οιονεί καταρρεύσεις') και οι οποίες κρίθηκαν μη επισκευάσιμες (κατεδαφιστές).

Οι κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν στην διάρκεια του σεισμού (πίνακας 5) στην συντριπτική τους πλειοψηφία αποτελούσαν ισόγεια κτίρια μικρού μεγέθους (235 ισόγεια μικρού μεγέθους έναντι 18 διορόφων μεσαίου μεγέθους). Η χρήση τους ήταν κυρίως κατοικία και καλύπτοντο από στέγη σε ποσοστό 79% (200 κατασκευές).

Το μεγαλύτερο ποσοστό τους ήταν δομημένο με πτωχά σε σεισμική ικανότητα υλικά (όπου κυριαρχούσε η ωμοπλινθοδομή) χωρίς ιδιαίτερη κατασκευαστική πρόβλεψη το σύνολο δε των κτιρίων ήταν κατασκευασμένο πριν την δεκαετία του 1960 χωρίς ουσιαστική αντισεισμική πρόβλεψη. Σε 3 από τις κατασκευές αυτές υπήρξαν ανθρώπινα θύματα

3.4 Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία ΩΣ με σημαντικό βαθμού και η έκτασης βλάβες (κατεδαφιστές)

Στην κατηγορία των κατασκευών αυτών την συντριπτική πλειοψηφία (78%) αποτελούσαν επίσης ισόγεια κτίσματα τα οποία χρησιμοποιούνται ως χώροι κατοικίας (2447 κατασκευές, πίνακας 6). Το 74% (2019 κατασκευές) αποτελούσαν κτίρια μικρού μεγέθους έναντι 23% μεσαίου μεγέθους και 3% μεγάλου μεγέθους. Σε 1126 κατασκευές (ποσοστό 41%) η οροφή ήταν από ωπλισμένο σκυρόδεμα ενώ 1374 κατασκευές (ποσοστό 50%) καλύπτονταν από κεραμοσκεπή. Το σύνολο των κατασκευών ήταν δομημένο πριν την δεκαετία του 1970 με πτωχά σε σεισμική ικανότητα υλικά στα οποία κυριαρχούσε η οπτοπλινθοδομή και η ωμοπλινθοδομή χωρίς ουσιαστικά μέτρα αντισεισμικής συμπεριφοράς κατάλληλα διαζώματα και υλικά δόμησης κ.λπ).

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρουσιάστηκαν ορισμένα βασικά στοιχεία από τις καταγραφές των βλαβών τις οποίες παρουσίασαν τα κτίρια στην ευρύτερη πληγείσα περιοχή των Αθηνών από τον σεισμό της 7-9-1999. Επιλέχθηκαν βασικές δομικές παράμετροι για τις κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα και φέρουσα τοιχοποιία. Η συλλογή των στοιχείων και η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση αφορούσε σε σύνολο 4435 κατασκευών από τις οποίες

- 31 κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού και είχαν ανθρώπινα θύματα,
- 332 κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού χωρίς ανθρώπινα θύματα,
- 4072 παρουσίασαν σοβαρότατες βλάβες (οιονεί καταρρεύσεις)

Ως πρώτα συμπεράσματα της έρευνας μπορούν να θεωρηθούν

- Στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού ή παρουσίασαν σοβαρότατες βλάβες (οιονεί καταρρεύσεις) είχαν μελετηθεί και κατασκευασθεί με τους προγενέστερους κανονισμούς (BΔ54+BΔ59) ή δεν καλύπτονταν από Αντισεισμικό Κανονισμό (αυθαίρετα τμήματα ή/και παρεμβάσεις).

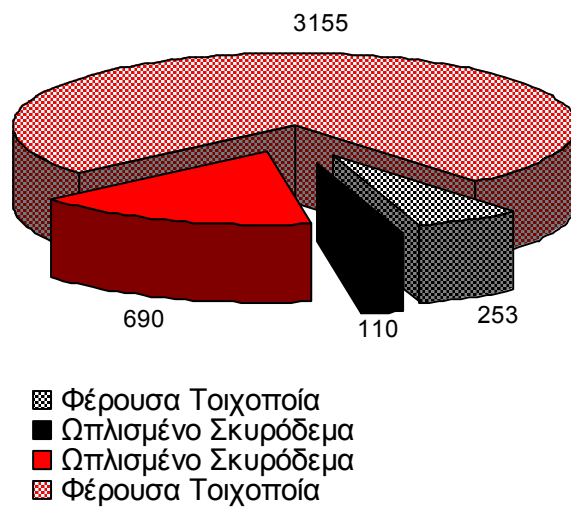
- Μεγάλο ποσοστό των κατασκευών με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα (τόσο σε αυτές οι οποίες κατέρρευσαν κατά την διάρκεια του σεισμού όσο και σε όσες παρουσίασαν σημαντικό βαθμό βλάβης) περιείχαν σημαντικά στοιχεία υπερκαταπόνησης.
- Αρκετές κατασκευές παρουσίαζαν μη γεωμετρική κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος ενώ το 1/3 εμφάνισε σημεία αλληλεπίδρασης.
- Οι κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία αποτελούσαν την συντριπτική πλειοψηφία των κατασκευών που κατέρρευσαν ή κατεδαφίσθηκαν. Αφορούσαν κυρίως ισόγειες κατασκευές μικρού μεγέθους με υλικά δόμησης πτωχά σε φέρουσα ικανότητα και χωρίς ουσιαστική αντισεισμική πρόβλεψη. Η χρήση τους ήταν κυρίως κατοικία .

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) 'Εκτίμηση Σεισμικής Τρωτότητας των Κτιρίων' Τελική Έκθεση, Μάιος 2002.

ΥΠΕΧΩΔΕ Επιτροπή για την διερεύνηση των αιτιών κατάρρευσης των οικοδομών από σεισμό των Αθηνών 7-9-199, Τελική Έκθεση, ΥΠΕΧΩΔΕ 2001.

Καραμπίνης Α. 'Διερεύνηση της δομικής τρωτότητας με τα στοιχεία του σεισμού της Πάρνηθας', Διημερίδα Σεισμική Διακινδύνευση των Κατασκευών, Βόλος, Μάιος 2003.



Σχήμα 1 Χωρική κατανομή και αριθμός κατασκευών ανά είδος Δομικού συστήματος και βαθμό βλάβης

Πίνακας 1 Συνολικός αριθμός κατασκευών οι οποίες κατέρρευσαν ή κατεδαφίσθηκαν

		ΑΧΑΡΝΕ Σ	ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ	ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛ.	ΒΙΟΜΗΧ.	ΑΘΗΝΑ	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΠΕΙΡΑΙΑ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	ΣΥΝΟΛΟ
ΚΑΤΑΡΡΕ ΥΣΕΙΣ	ΦΤ	208	44	-	1	-	-	-	-	253
	Ω.Σ	79	18	2	11	-	-	-	-	110
ΚΑΤΕΔΑΦ ΙΣΕΙΣ	ΦΤ	942	459	463	258	161	341	389	142	3155
	Ω.Σ	313	95	32	72	6	28	41	103	690
	ΜΙΚΤΑ	81	31	44	14	2	16	22	17	227
ΣΥΝΟΛΟ		1623	647	541	356	169	385	452	262	4072
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		3167				1268				4435

Πίνακας 2 Βασικά δομικά χαρακτηριστικά ΚΩΣ οι οποίες αστόχησαν (κατέρρευσαν) κατά τον σεισμό της 7-9-1999

	Σύνολο κτιρίων	Εσωτερική μη κανονικότητα ⁽¹⁾			Πιθανή αλληλεπίδραση ⁽²⁾		Χρήση		Μέγεθος ⁽³⁾			Γεωμετρική μη κανονικότητα ⁽⁴⁾		
		Κοντά υπ/τα	Pilotis	Ανοικτά ισόγεια	Γωνιακά	Εσωτερικά	Κατοικία	Εργασία	μ	μM	M	Σε κάτοψη	Σε τομή	
Ωπλισμένο Σκυρόδεμα	Καταρρεύσεις	41	6	14	4	8	3	31	10	5	27	9	15	15
	Σοβαρές βλάβες 'Οιονεί Καταρρεύσεις'	30	3	9	8	4	3	28	2	5	15	10	18	15
	Προσαρτήματα (Απολήξεις-Δώματα)	11	-	-	-	-	-	-	11	11	-	-	-	-
	Καταρρεύσεις με Θύματα	28	3	10	6	11	10	18	10	2	6	20	7	8
Σύνολο	110	12	33	18	23	16	77	33	23	48	39	40	38	

(1) Στοιχεία υπερκαταπόνησης

Υπαρξη pilotis ή "ανοιχτού" ισογείου, χωρίς τοιχοπληρώσεις, 'ύπαρξη' κοντών υποστυλωμάτων.

(2) Πιθανή αλληλεπίδραση

Πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ κτιρίων σε επαφή με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

(3) Μέγεθος

Κτίρια ενός ή δύο ορόφων και έως 150 m² συνολικά θεωρήθηκαν μικρού μεγέθους (μ).

Κτίρια έως τριών ορόφων ή/και έως 300 m² συνολικά θεωρήθηκαν μεσαίου μεγέθους (μM).

Κτίρια με περισσότερους των τριών ορόφων ή/και μεγαλύτερα των 300 m² συνολικά θεωρήθηκαν μεγάλου μεγέθους (M).

(4) Γεωμετρική μη κανονικότητα

Ως γεωμετρική μη κανονικότητα θεωρήθηκε η ύπαρξη είτε κατόψεων σύνθετης μορφής (L, Π, T, κλπ) με μη κανονικότητα σε κάτοψη, είτε εσοχές μεγάλων δωματίων ή/και ημιορόφων (μη κανονικότητα καθ' ύψος).

Πίνακας 3 Βασικά δομικά χαρακτηριστικά ΚΩΣ οι οποίες αστόχησαν (κατέρρευσαν) κατά τον σεισμό της 7-9-1999 (συνέχεια).

Ωπλισμένο Σκυρόδεμα		Σύνολο κτιρίων	Αριθμός Ορόφων						Έτος κατασκευής		
			Ισόγειο	Ισογ+1	Ισογ+2	Ισογ+3	Ισογ+4	Ισογ+5	-1959	60-80	85-94
	Καταρρεύσεις	41	3	11	22	4	-	1	18	21	2
	Σοβαρές βλάβες ('Οιονεί Καταρρεύσεις')	30	2	13	9	6	-	-	7	21	2
	Προσαρτήματα (Απολήξεις-Δώματα)	11	11	-	-	-	-	-	11	-	-
	Καταρρεύσεις με Θύματα	28	1	4	13	3	6	1	4	24	-
	Σύνολο	110	17	28	44	13	6	2	40	66	4

Πίνακας 4 Βασικά δομικά χαρακτηριστικά ΚΩΣ οι οποίες υπέστησαν σημαντικότερες ζημιές κατά τον σεισμό της 7-9-1999 και κρίθηκαν κατεδαφιστέες

Μη κανονικά ⁽¹⁾			Πιθανή αλληλεπίδραση ⁽²⁾		Χρήση		Μέγεθος ⁽³⁾		
Κοντά υπ/τα	Pilot is	Ανοιχτά ισόγεια	Γωνιακά	Εσωτερικά	Κατοικία	Εργασία	μ	μM	M
45	87	76	65	122	380	94	166	166	142
Γεωμετρική μη κανονικότητα ⁽⁴⁾			Αριθμός Ορόφων						
Σε κάτοψη	Σε τομή	Ισόγειο	Ισογ+1	Ισογ+2	Ισογ+3	Ισογ+4	Ισογ+5		
104	136	83	203	133	39	10	6		
Σύνολο κτιρίων 474									

⁽¹⁾ **Στοιχεία υπερκαταπόνησης**

Υπαρξη pilotis ή "ανοιχτού" ισογείου, χωρίς τοιχοπληρώσεις, 'ύπαρξη' κοντών υποστυλωμάτων.

⁽²⁾ **Πιθανή αλληλεπίδραση**

Πιθανή αλληλεπίδραση μεταξύ κτιρίων σε επαφή με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

⁽³⁾ **Μέγεθος**

Κτίρια ενός ή δύο ορόφων και έως 150 m² συνολικά θεωρήθηκαν μικρού μεγέθους (μ).

Κτίρια έως τριών ορόφων ή/και έως 300 m² συνολικά θεωρήθηκαν μεσαίου μεγέθους (μM).

Κτίρια με περισσότερους των τριών ορόφων ή/και μεγαλύτερα των 300 m² συνολικά θεωρήθηκαν μεγάλου μεγέθους (M).

⁽⁴⁾ **Γεωμετρική μη κανονικότητα**

Ως γεωμετρική μη κανονικότητα θεωρήθηκε η ύπαρξη είτε κατόψεων σύνθετης μορφής (L, Π, T, κλπ) με μη κανονικότητα σε κάτοψη, είτε εσοχές μεγάλων δωματίων ή/και ημιορόφων (μη κανονικότητα καθ' ύψος).

Πίνακας 6 Δομικά χαρακτηριστικά ΚΦΤ οι οποίες οι οποίες υπέστησαν σημαντικότερες ζημιές κατά τον σεισμό της 7-9-1999 και κρίθηκαν κατεδαφιστέες

Φέρουσα Τοιχοποιία	Σύνολο κτιρίων	Πιθανή αλληλεπίδραση ⁽¹⁾	Χρήση		Όροφοι				Μέγεθος ⁽²⁾			Υλικά ⁽³⁾		
			Κατοικία	Εργασία	Ισόγειο	Ισογ+1	Ισογ+2	Ισογ+3	μ	μΜ	Μ	Ωμοπλ	Οπτ/μη	Λιθο/μη
Πλάκα ΩΣ	1126	540	1024	102	912	191	23	-	793	286	47	394	563	169
Κεραμοσκεπή	1374	507	1240	134	1153	212	94	-	1070	280	24	549	469	356
Μικτά	227	118	183	44	82	106	34	5	156	56	15	-	184	43
Σύνολο	2727	1165	2447	280	2147	509	66	5	2019	622	86	943	1032	525

⁽¹⁾ **Πιθανή αλληλεπίδραση**

Πιθανή αλληλεπίδραση θεωρήθηκε όταν τα κτίρια ήταν τμήματα μεγαλύτερων συγκροτημάτων ίδιου τύπου κτιρίων, ή βρίσκονταν σε επαφή με γειτονικά κτίρια.

⁽²⁾ **Μέγεθος**

Κτίρια ενός ορόφου και έως 100 m² θεωρούνται μικρού μεγέθους (μ).

Κτίρια έως δύο ορόφων ή/και έως 200 m² συνολικά θεωρούνται μεσαίου μεγέθους (μΜ).

Κτίρια με περισσότερους των δύο ορόφων ή/και μεγαλύτερα των 200 m² συνολικά θεωρούνται μεγάλου μεγέθους (Μ).

⁽³⁾ **Υλικά**

Τα κτίρια ήταν κατασκευασμένα από ωμοπλινθοδομή ή αργολιθοδομή ενώ σε μερικές περιπτώσεις υπήρχαν και οπτοπλινθοδομές (τσιμεντοπλινθοδομές).

Έτος κατασκευής

Όλα τα κτίρια είχαν κατασκευαστεί πριν απ' την δεκαετία του 1960.

Πίνακας 5 Δομικά χαρακτηριστικά ΚΦΤ οι οποίες οι κατέρρευσαν κατά τον σεισμό της 7-9-1999

Φέρουσα Τοιχοποιία	Σύνολο κτιρίων	Πιθανή αλληλεπίδραση ⁽¹⁾	Κάλυψη ⁽²⁾		Χρήση		Μέγεθος ⁽³⁾		Όροφοι		Υλικά ⁽⁴⁾		
			Πλάκα ΩΣ	Στέγη	Κατοικία	Βοηθητικά κτίρια	μ	μΜ	Ισόγειο	Ισογ+1	Ωμοπλ.	Οπτ/μη	Τσιμεντ.
Ολική κατάρρευση	146	11	66	20	33	47	79	1	79	1	56	16	9
Μερική κατάρρευση	74	35	14	60	74	-	66	8	67	7	40	9	25
Σοβαρές βλάβες (οιονεί κατάρρευση)	96	16	23	73	96	-	87	9	86	10	51	20	24
Καταρρεύσεις με θύματα	3	-	2	1	3	-	3	-	3	-	2	-	1
Σύνολο	253	62	53	200	206	47	235	18	235	18	149	45	59

⁽¹⁾. Πιθανή αλληλεπίδραση

Πιθανή αλληλεπίδραση θεωρείται όταν τα υπόψη κτίρια ήταν τμήματα μεγαλύτερων συγκροτημάτων ιδίου τύπου κτιρίων ή βρίσκονταν σε επαφή με γειτονικά κτίρια.

⁽²⁾. Κάλυψη

Η στέγη ήταν είτε ξύλινη είτε σιδερένια, με κεραμίδια ή ελλενίτ, μάλλον πρόχειρη, και ορισμένες φορές από πλάκα ωπλισμένου σκυροδέματος.

⁽³⁾. Μέγεθος

Κτίρια ενός ορόφου και έως 100 m² θεωρούνται μικρού μεγέθους (μ).

Κτίρια έως δύο ορόφων ή/και έως 200 m² συνολικά θεωρούνται μεσαίου μεγέθους (μΜ).

Κτίρια με περισσότερους των δύο ορόφων ή/και μεγαλύτερα των 200 m² συνολικά θεωρούνται μεγάλου μεγέθους (Μ).

⁽⁴⁾. Υλικά

Τα κτίρια ήταν κατασκευασμένα από ωμοπλινθοδομή ή αργολιθοδομή ενώ σε μερικές περιπτώσεις υπήρχαν και οπτοπλινθοδομές (τσιμεντοπλινθοδομές).

Έτος κατασκευής

Όλα τα κτίρια είχαν κατασκευαστεί πριν απ' την δεκαετία του 1960.