

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Δομικών Κατασκευών – Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος  
Δ/ντής: Καθηγητής Αθανάσιος Ι. Καραμπίνης

Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας  
(Ο.Α.Σ.Π.)

Τελική Έκθεση του Ερευνητικού Προγράμματος με τίτλο:  
*Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε  
Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος*

**Επιστημονικός Υπεύθυνος**

Καθηγητής Αθανάσιος Ι. Καραμπίνης Δρ. Πολ. Μηχ.  
Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος  
Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Ξάνθη 67100, 25410-79637 / 25410-79666  
email: karabin@civil.duth.gr

ΞΑΝΘΗ Φεβρουάριος 2004



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας αποτελεί η βαθμονόμηση της προτεινόμενης από τον ΟΑΣΠ διαδικασίας προσεισμικού ελέγχου των κατασκευών, η διερεύνηση της αξιοπιστίας εφαρμογής της και η διατύπωση προτάσεων για πιθανή ολοκλήρωση ή/και τροποποίηση της. Συγκεκριμένα η παρούσα έρευνα περιλαμβάνει την εφαρμογή της μεθοδολογίας της πρώτης φάσης του προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων (Επίπεδο Α -Ταχύς Οπτικός Έλεγχος) σε συγκεκριμένες κατασκευές της περιοχής των Αθηνών, οι οποίες υπέστησαν βλάβες διαφόρου βαθμού και έκτασης από τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999. Συλλέχθηκαν στοιχεία από 681 κατασκευές της ευρύτερα πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τις οποίες 457 αφορούν σε κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα (ΩΣ) και 224 από φέρουσα τοιχοποιία (ΦΤ), στις περιοχές με την μεγαλύτερη πυκνότητα βλαβών, όπως οι περιοχές Άνω Λιοσίων, Μενιδίου, Ν. Φιλαδέλφειας, Ν. Κηφισιάς. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) αφορούσε σε κατασκευές οι οποίες:

- υπέστησαν ολική ή τμηματική κατάρρευση ('καταρρεύσεις'),
- παρουσίασαν σημαντικό βαθμού βλάβες στο δομικό σύστημα ('κόκκινες'),
- παρουσίασαν μέσου βαθμού βλάβες στο δομικό σύστημα ή/και εκτεταμένες βλάβες στις τοιχοπληρώσεις ('κίτρινες'),
- εμφάνισαν πρακτικά ασήμαντες βλάβες ή δεν εμφάνισαν καμία βλάβη ('πράσινες').

Προκειμένου να επιτευχθεί αυξημένη αξιοπιστία της βαθμονόμησης και να απομονωθούν επιμέρους παράγοντες οι οποίοι δεν είναι δυνατόν να αποτιμηθούν στα πλαίσια εφαρμογής της παρούσας μεθοδολογίας, όπως η εδαφική επιτάχυνση ή οι τοπικές εδαφικές συνθήκες στην θέση των κατασκευών, εφαρμόσθηκε η διαδικασία του ΤΟΕ σε **ομάδες γειτονικών οικοδομικών τετραγώνων** στις οποίες υπήρχαν κατασκευές σε όλο το εύρος του φάσματος των βλαβών. Κατασκευές οι οποίες περιλαμβάνουν κατά το δυνατόν τις επιμέρους διαφοροποιήσεις μεταξύ των δομικών συστημάτων και εμφανίζουν τα στοιχεία – συντελεστές βαθμονόμησης τα οποία εισάγονται στην διαδικασία προσεισμικού ελέγχου όπως :

- *Η χρήση της κατασκευής (είδος χρήσης και αριθμός χρηστών).*

- Η μορφή και είδος του δομικού συστήματος.
- Το έτος και ο κανονισμός αντισεισμικού σχεδιασμού(έτος σταθμός).
- Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά(μαλακός όροφος, κοντά υποστρώματα, τοιχοποιίες πληρώσεως, μη κανονικότητες κ.λπ.).

Η επεξεργασία των στοιχείων αφορούσε σε αναλυτική στατιστική επεξεργασία της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών και σύγκριση των αποτελεσμάτων από την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας ως προς τον εμφανισθέντα βαθμό βλάβης. Συσχετίζεται η Δομική Βαθμολογία εκτός από τον βαθμό βλάβης και με τα βασικά χαρακτηριστικά της κατηγοριοποίησης του δομικού συστήματος. Παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της βαθμολογίας συναρτήσει των βασικών παραγόντων διαμόρφωσης της (ΑΒΣΚ, ΤΣΣ, κ.λπ.) όπως αυτοί περιλαμβάνονται και ποσοτικοποιούνται στην προτεινόμενη από τον ΟΑΣΠ διαδικασία του ΤΟΕ. Διερευνάται η επιρροή ενός εκάστου των επιμέρους συντελεστών στην τελική διαμόρφωση της τιμής του κριτηρίου επιτυχίας ( $\Delta B =$  ; ) και συγκρίνονται τα αποτελέσματα ως προς την τιμή της  $\Delta B = 2$ , η οποία έχει προταθεί να αποτελέσει το κριτήριο επιτυχίας για την απαλλαγή ή τον περαιτέρω έλεγχο της κατασκευής. Παράλληλα παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της δομικής βαθμολογίας συναρτήσει των επικρατέστερων συνδυασμών των επιμέρους παραμέτρων για κατασκευές με καταρρεύσεις και σημαντικό βαθμό βλάβης καθώς επίσης και αποτελέσματα από την κατανομή του βαθμού βλάβης (τρωτότητα) σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά και με το έτος κατασκευής.

Επιπρόσθετα στα πλαίσια της παρούσας έρευνας δημιουργήθηκε για πρώτη φορά στην χώρα μας και παραδίδεται προς αξιοποίηση μία σημαντική βάση δεδομένων με στοιχεία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου, σε κατασκευές οι οποίες υπέστησαν έντονη σεισμική δράση και παρουσίασαν σχετικά προβλήματα φέρουσας ικανότητας σε διάφορους βαθμούς και έκταση.

Τα βασικότερα συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα της μεθοδολογίας του ΤΟΕ, τα προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της, και την παρεχόμενη αξιοπιστία πρόβλεψης συνοψίζονται στα εξής:

- α. Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για την εφαρμογή της διαδικασίας του α' επιπέδου προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στις περισσότερες από τις περιπτώσεις των κατασκευών

- δεν παρουσίασε ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα. Ο απαιτούμενος χρόνος για την εφαρμογή της μεθόδου προκύπτει ανάλογος με το μέγεθος της κατασκευής και την δυσκολία εντοπισμού των (κατακορύφων κυρίως) στοιχείων του δομικού συστήματος. Ο απαιτούμενος χρόνος κυμάνθηκε κατά μέσο όρο σε 1.5 – 2.5 ώρες ανά κατασκευή.
- β. Δημιουργείται προβληματισμός κατά τη συμπλήρωση των εντύπων του ΤΟΕ όσον αφορά σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευών δομημένων την χρονική περίοδο 1986 – 1987 για τον χρησιμοποιηθέντα κανονισμό σχεδιασμού. Στις περιπτώσεις αυτές προκειμένου να ενταχθεί η κατασκευή στην αντίστοιχη κατηγορία οφείλεται να αναζητούνται και πρόσθετα στοιχεία από τα οποία θα μπορούσε να προκύψει με σχετική αξιοπιστία η αντίστοιχη ταξινόμηση.
- γ. Ιδιαίτερη δυσκολία παρουσιάζεται κατά την κατάταξη των κατασκευών στις κατηγορίες ΩΣ2 (κτίριο με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα ΩΣ) και ΩΣ3 (κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΩΣ με επαρκή τοιχώματα ΩΣ ώστε να απαλλάσσεται του Αντισεισμικού Υπολογισμού σύμφωνα με τις διατάξεις του ΒΔ/59). Όπου όμως, προκειμένου να είναι δυνατή η κατάταξη στην κατηγορία ΩΣ3 απαιτείται η διακρίβωση όχι μόνο του αριθμού των τοιχωμάτων αλλά και των πλήρων διαστάσεων τους γεγονός το οποίο στις περισσότερες από τις κατασκευές δεν προσδιορίζεται εύκολα.
- δ. Στις 457 κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα παρατηρείται σημαντική διασπορά των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας, οι οποίες κυμαίνονται στο διάστημα  $\Delta B = -1.0 \div 3.5$ . Παρατηρούνται τιμές του  $\Delta B > 2.5$  να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή παρουσίασαν σοβαρές βλάβες αλλά και τιμές  $\Delta B < 2.0$  σε κατασκευές χωρίς ή με μικρό βαθμό βλάβης. Όμως είναι εμφανής και σαφής η μετακίνηση των επιμέρους ‘νεφών’ κατασκευών προς τα αριστερά (μικρότερες τιμές της  $\Delta B$ ) ανάλογα με τον εμφανιζόμενο βαθμό βλάβης.
- ε. Το 83% των κατασκευών με δομικό σύστημα ωπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίες υπέστησαν ολική ή μερική κατάρρευση, παρουσίασε δομική βαθμολογία  $\Delta B < 2.0$  με μέσο όρο  $\Delta B_m = 0.88$ . Η διερεύνηση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών στις κατασκευές οι οποίες παρά την κατάρρευση τους εμφάνισαν δομική βαθμολογία  $\Delta B > 2.0$  προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο της υψηλής τιμής της  $\Delta B$  την τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ), σε συνδυασμό με τις μικρές τιμές των επιμέρους συντελεστών μείωσης (ΤΣΣ) οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις κατασκευές αυτές.

στ. Η δομική βαθμολογία των 201 κατασκευών οι οποίες παρουσίαζαν σημαντικές βλάβες στο δομικό τους σύστημα κυμάνθηκε επίσης μεταξύ των τιμών  $-1.0 \div 3.0$  με διαφοροποιημένα όμως ποσοστά ως προς τις αντίστοιχες με κατάρρευση, αφού ποσοστό 67% παρουσίασε τιμές  $\Delta B < 2.0$  και 36% τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του 2.0. Παρατηρείται αυξημένη τιμή του μέσου όρου για την κατηγορία των κατασκευών αυτών ( $\Delta B_m = 1.46$ ) αλλά μεγαλύτερη διασπορά των τιμών του  $\Delta B$  ως προς τις αντίστοιχες τιμές για την ομάδα των κατασκευών με καταρρεύσεις. Και στην ομάδα των κατασκευών αυτών η διερεύνηση των επιμέρους παραμέτρων οι οποίες διαμόρφωσαν τον δείκτη  $\Delta B$  με υψηλές σχετικά τιμές προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο την αρχική υψηλή τιμή της Βασικής Βαθμολογίας σε συνδυασμό με την μικρή μείωση της από την ανυπαρξία ελεύθερου ισογείου (pilotis) ή κοντών υποστυλωμάτων.

ζ. Για τις κατασκευές με εκτεταμένες βλάβες στα μη φέροντα δομικά στοιχεία ή/και μικρού βαθμού βλάβες στο δομικό τους σύστημα (κίτρινες), η διακύμανση της  $\Delta B$  καλύπτει το πεδίο τιμών από  $-1.0 \div 2.5$  με το 54% των κατασκευών αυτών να παρουσιάζει τιμές  $\Delta B \leq 2.0$ , ενώ το 82% να παρουσιάζει δείκτη δομικής βαθμολογίας  $1.0 \leq \Delta B \leq 2.5$ . Περιοχή βαθμολογίας όπου οι χρησιμοποιούμενοι συντελεστές εμφανίζουν σημαντική συγκέντρωση. Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές αυτές ( $\Delta B_m = 1.49$ ) παρουσιάζει περίπου την αυτή τιμή με τις αντίστοιχες κατασκευές με βλάβες στο δομικό σύστημα, όμως εμφανίζεται αυξημένη τιμή του συντελεστή διασποράς και της τυπικής απόκλισης.

η. Οι τιμές της  $\Delta B$  για τις 94 κατασκευές χωρίς βλάβες (πράσινες) κυμαίνονται από  $-1.0 \div 3.5$  με το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των κατασκευών να έχει τιμή του  $\Delta B \geq 2.0$ . Συγκεκριμένα το 71% των κατασκευών παρουσίασε  $\Delta B \geq 2.0$  ενώ το υπόλοιπο 29%  $\Delta B < 2.0$ . Εκτός από την αύξηση της τιμής του μέσου όρου του  $\Delta B$  ( $\Delta B_m = 1.89$ ) είναι εμφανής επίσης η μικρή σχετικά τιμή της διασποράς και της τυπικής απόκλισης στις κατασκευές του δείγματος.

θ. Από την κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε 281 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίες είχαν πλαισιωτό δομικό σύστημα παρουσιάζεται ποσοστό 78% (218 κατασκευές) με  $\Delta B \leq 2$  και σημαντική συγκέντρωση κυρίως στις τιμές  $\Delta B = 1.5$  και 2.5. Παρατηρείται αύξηση της μέσης τιμής της δομικής βαθμολογίας ( $\Delta B_m$ ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών ανάλογα με τον βαθμό βλάβης.

- ι. Στην ομάδα των 176 κατασκευών με δυαδικό μικτό δομικό σύστημα είναι περισσότερο εμφανής η διαφοροποίηση στην μέση τιμή της δομικής βαθμολογίας ανάλογα με τον βαθμό βλάβης από ότι στην περίπτωση των κατασκευών με πλαισιωτό δομικό σύστημα όπου παρουσιάζεται ποσοστό 80% (140 κατασκευές) με  $\Delta B \leq 2$ . Εξαίρεση αποτελεί η ομάδα κατασκευών με σημαντικό βαθμό βλάβης (κόκκινες) όπου η μέση τιμή της  $\Delta B$  παρουσιάζεται αναλογικά σημαντικά αυξημένη ( $\Delta B_m = 1.35$ ) σε σχέση με την κατηγορία κατασκευών με λιγότερες βλάβες (κίτρινες).
- ια. Για τις περιπτώσεις των κατασκευών με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis) τα επιμέρους ποσοστά του  $\Delta B$  αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με  $\Delta B < 2$  σε ποσοστό 92%. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε τιμές του δείκτη δομικής βαθμολογίας  $\Delta B \geq 2.0$  αντιστοιχούν κατασκευές χωρίς τοιχοποιίες πληρώσεως στο ισόγειο (Pilotis) οι οποίες δεν εμφάνισαν βλάβες στο δομικό τους σύστημα, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως επιτυχής τιμή συνδυασμού μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ.
- ιβ. Με παρόμοια επιτυχία του συνδυασμού τιμών μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ μπορούν να θεωρηθούν και τα αποτελέσματα για τις 28 κατασκευές με κοντά υποστυλώματα, αφού για  $\Delta B \geq 2$  δεν εντοπίστηκαν κατασκευές με βλάβες στα στοιχεία του δομικού τους συστήματος.
- ιγ. Για τις κατασκευές με μη κανονικότητα καθ' ύψος ο δείκτης  $\Delta B$  κυμάνθηκε στο διάστημα  $1.0 - 3.5$  με τους μικρότερους βαθμούς να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή με βαριές βλάβες στο δομικό σύστημα. Και για την περίπτωση αυτή είναι εμφανής η ικανοποίηση της επιλογής του κριτηρίου επιτυχίας ( $\Delta B = 2.0$ ) αφού  $\Delta B > 2.0$  παρουσιάζει το 2.7% των κατασκευών με καταρρεύσεις (1 κατασκευή στις 37) και το 1.3% των κατασκευών με βλάβες στο  $\Delta \Sigma$  (1 κατασκευή σε σύνολο 76). Παρόμοια επιτυχή αποτελέσματα κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης παρουσίασαν και οι 101 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα με οριζόντια μη κανονικότητα όπου δομική βαθμολογία  $> 2.0$  παρουσιάζει 1 μόνο κατασκευή με κατάρρευση (ποσοστό 2.8%) και καμία με βλάβες στο δομικό σύστημα. Ικανοποιητική απόδοση του κριτηρίου επιτυχίας εμφάνισαν τα αποτελέσματα από την επεξεργασία της δομικής βαθμολογίας σε 171 κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος οι οποίες εμφάνισαν κρούση σε γειτονικά κτίρια.

ιδ. Από την διαμόρφωση της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τους επικρατέστερους συνδυασμούς των επιμέρους παραμέτρων συντελεστών τόσο για τις κατασκευές με καταρρεύσεις όσο και για τις περιπτώσεις με σημαντικές βλάβες στο δομικό τους σύστημα, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει σαφής συνδυασμός ο οποίος θα μπορούσε να θεωρηθεί ως καθοριστικός για την συμπεριφορά των κατασκευών αυτών. Όμως είναι εμφανής η επικράτηση των συνδυασμών με:

- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κακής μορφολογίας καθ' ύψος
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – οριζόντιας μη κανονικότητας
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κοντών υποστυλωμάτων

ιε. Από την διερεύνηση της τρωτότητας (βαθμού βλάβης) των κατασκευών σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά τους παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό σε καταρρεύσεις παρουσιάστηκε σε κατασκευές με δυαδικό δομικό (70%) σύστημα, ενώ για τις κατασκευές με πλαισιωτό δομικό σύστημα το αντίστοιχο ποσοστό αφορούσε σε κατασκευές με βαριές βλάβες (κόκκινες). Μεγάλα ποσοστά σε καταρρεύσεις παρατηρούνται και κατασκευές με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis), (50%) για κατασκευές με οριζόντια μη κανονικότητα (39%) και μη κανονικότητα καθ' ύψος (38%).

ιστ. Από τα αποτελέσματα της δομικής τρωτότητας για 214 κατασκευές σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής (κριτήριο αναφοράς ο χρησιμοποιηθείς αντισεισμικός κανονισμός) και τον βαθμό βλάβης τον οποίο εμφάνισαν, είναι εμφανής η συγκέντρωση της πλειοψηφίας των κατασκευών με καταρρεύσεις ή μεγάλου βαθμού και έκτασης βλάβες του δομικού συστήματος σε αυτές που σχεδιάστηκαν πριν την ισχύ της τροποποίησης του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1985, έτος το οποίο θεωρείται στην χρησιμοποιηθείσα μεθοδολογία ως έτος σταθμός.

ιζ. Η εφαρμογή του TOE σε 224 κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία παρουσίασε σημαντική συγκέντρωση της δομικής βαθμολογίας των κατασκευών που κατέρρευσαν στο πεδίο τιμών  $\Delta B=1.0$  &  $1.5$ . Γεγονός το οποίο οφείλεται τόσο στην τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας κυρίως όμως στις ελάχιστες διαφοροποιήσεις των τροποποιητικών συντελεστών για την κατηγορία των κατασκευών αυτών. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι στο υπόψη στατιστικό δείγμα η συντριπτική πλειοψηφία (203 κατασκευές, ποσοστό 91%) αφορούσε σε κατασκευές οι οποίες υπέστησαν κατάρρευση και οι οποίες εί-



χαν δομικό σύστημα από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα (κατηγορία ΑΤ).

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τις τελευταίες δεκαετίες είναι πλέον αποδεκτό στις περισσότερες χώρες με έντονο το πρόβλημα του σεισμικού κινδύνου ότι ένα από τα κυριότερα και πολυσύνθετα προβλήματα με έντονα οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις αποτελεί η πρόβλεψη της σεισμικής συμπεριφοράς των υφισταμένων κατασκευών έναντι δεδομένου σεισμικού κινδύνου. Συνήθως το πρόβλημα αφορά σε χώρες με κατασκευές οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό έχουν δομηθεί με διατάξεις προγενεστέρων κανονισμών χωρίς να πληρούν το αντίστοιχο των συγχρόνων επίπεδο 'σεισμικής ασφάλειας'. Άλλωστε οι νέες κατασκευές, για τις οποίες λαμβάνονται υπόψη διατάξεις σύγχρονων κανονισμών σχεδιασμού για σεισμικές δράσεις, αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του συνόλου των υφισταμένων σήμερα κατασκευών. Είναι λοιπόν φανερή η αναγκαιότητα διερεύνησης της σεισμικής ικανότητας των υφισταμένων κατασκευών, τουλάχιστον όσον αφορά σε κατασκευές αυξημένης σπουδαιότητας (νοσοκομεία, σχολεία κ.λπ.). Διερεύνηση η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει εκτός από τον βασικό έλεγχο σεισμικής ικανότητας και σε ενδεχόμενες επεμβάσεις για αύξηση του επιπέδου της παρεχόμενης ασφάλειας αλλά και της αποτίμησης της αναμενόμενης σεισμικής απώλειας για δεδομένη κατασκευή ή ομάδα κατασκευών. Η φέρουσα ικανότητα καθώς και το παρεχόμενο επίπεδο ασφαλείας είναι στοιχεία τα οποία ζητούνται άμεσα επίσης μετά από μία σεισμική δόνηση προκειμένου να γίνει δυνατή η επαναλειτουργία των δημοσίων κτιρίων, των βιομηχανιών κ.λπ., αλλά και η επιστροφή των κατοίκων στις οικίες τους.

Ο προσεισμικός έλεγχος των κατασκευών λόγω της προφανούς σημασίας του ως μέσο "πρόληψης" σε προηγμένες τεχνολογικά χώρες με έντονο σεισμικό κίνδυνο (ΗΠΑ, Ιαπωνία, Νέα Ζηλανδία) έχει αρχίσει να βρίσκει εφαρμογή την τελευταία δεκαετία σε επιλεγμένες κατασκευές όπως σχολεία ή δημόσια κτίρια. Στην χώρα μας, πριν από τους πρόσφατους σεισμούς των Αθηνών, η Πολιτεία (ΥΠΕΧΩΔΕ) είχε μέσω του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) υιοθετήσει την αναγκαιότητα του προσεισμικού ελέγχου των υφισταμένων κατασκευών με πρώτη και άμεση εφαρμογή ενός προγράμματος προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων και των κατασκευών με σημαντικό δείκτη κοινωνικής και οικονομικής σημασίας. Βέβαια θα πρέπει εκ προοιμίου να τονισθεί ότι ο προσεισμικός έλεγχος των κατασκευών αποτελεί σημαντικά σύνθετη υπόθεση από άποψη απαιτήσεων τεχνογνωσίας – διαγνωστικής της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων κατασκευών, αφού απαιτεί εξειδικευμένα όργανα καταγραφής και αποτίμησης των

τασκευών, αφού απαιτεί εξειδικευμένα όργανα καταγραφής και αποτίμησης των μηχανικών και δυναμικών χαρακτηριστικών των κατασκευών, κατάλληλο λογισμικό για την αναλυτική πρόβλεψη της σεισμικής συμπεριφοράς σε ενδεχόμενη σεισμική διέγερση, κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό κ.λπ. Το Εργαστήριο Ωπλισμένου σκυροδέματος της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης με συνεχή ερευνητική παρουσία σε όλους τους σεισμούς των τελευταίων δεκαετιών στην χώρα μας (Θεσ/νική 1977, Αλκυονίδες 1981, Καλαμάτα 1986, Κοζάνη – Γρεβενά 1995, Αίγιο 1995, Αθήνα 1999) έχει το κατάλληλο επιστημονικό και ερευνητικό δυναμικό και την τεχνογνωσία και έχει αποκτήσει την κατάλληλη υποδομή (βασικό εξοπλισμό σε όργανα μετρήσεων, ανάπτυξη μεθοδολογίας) για τον προσεισμικό και μετασεισμικό έλεγχο των κατασκευών.

Στην χώρα μας, πριν από τους πρόσφατους σεισμούς των Αθηνών, η Πολιτεία (ΥΠΕ-ΧΩΔΕ) είχε μέσω του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) υιοθετήσει την αναγκαιότητα του προσεισμικού ελέγχου των υφισταμένων κατασκευών με πρώτη και άμεση εφαρμογή ενός προγράμματος προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων και των κατασκευών με σημαντικό δείκτη κοινωνικής και οικονομικής σημασίας. Στα πλαίσια του προγράμματος αυτού έχει ήδη ολοκληρωθεί η πρόταση για την ακολουθητέα μεθοδολογία χωρίς όμως να έχει γίνει σχετική εφαρμογή των προβλεπόμενων επιπέδων ελέγχου σε διαφόρους τύπους κατασκευών στην χώρα μας. Η προβλεπόμενη διαδικασία περιλαμβάνει διαδοχικά επίπεδα- στάδια ελέγχου, το Α' επίπεδο αφορά στον εντοπισμό και την καταγραφή βασικών στοιχείων σεισμικής τρωτότητας και εφαρμόζεται σε μεγάλο αριθμό κατασκευών ενώ στο Β' επίπεδο περιλαμβάνεται η αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας μεμονωμένων κατασκευών μέσω του προσδιορισμού της τοπικής και γενικής σεισμικής ικανότητας. Όμως είναι γνωστό ότι η επιτυχία της οιασδήποτε μεθοδολογίας προσεισμικού ελέγχου εξαρτάται άμεσα από τον βαθμό αξιοπιστίας των παρεχομένων προβλέψεων και την επιτυχή βαθμονόμηση των επιμέρους κριτηρίων τα οποία οδηγούν στην λήψη των σχετικών αποφάσεων (διακοπή ή περαιτέρω έρευνα, ακαταλληλότητα και ενίσχυση του φέροντα οργανισμού κ.λπ.). Η βαθμονόμηση αυτή απαραίτητη για την εφαρμογή της όλης μεθοδολογίας οφείλει να καλύπτει τα επιμέρους προβλεπόμενα επίπεδα ελέγχου με κριτήρια βαθμονομημένα κατά το δυνατόν σε πραγματικές κατασκευές. Τα αποτελέσματα σεισμικών διεγέρσεων κοντά σε κατοικημένες περιοχές, εφόσον έχουν υπάρξει σημαντικές αστοχίες

(καταρρεύσεις, μεγάλου βαθμού και έκτασης βλάβες), αποτελούν πολύτιμο υλικό (πειράματα σε κλίμακα 1:1) για την βαθμονόμηση παρόμοιων μεθόδων.

Ο σεισμός των Αθηνών (Πάρνηθας) της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 απετέλεσε σημαντική ευκαιρία να εφαρμοσθεί το πρώτο επίπεδο - στάδιο της μεθοδολογίας του προσεισμικού ελέγχου σε επιλεγμένες κατασκευές οι οποίες υπέστησαν διαφόρου βαθμού και έκτασης βλάβες (καταρρεύσεις, μεγάλης έκτασης βλάβες, μέτριου επιπέδου και μικρές βλάβες, καμία βλάβη). Έτσι στα πλαίσια της παρούσας έρευνας με τίτλο **‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’** η οποία χρηματοδοτήθηκε από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού Προστασίας και εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης με επιστημονικό υπεύθυνο τον γράφοντα, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) σε 681 κατασκευές της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών με στόχο την βαθμονόμηση της α’ φάσης της διαδικασίας του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ).

Την ερευνητική ομάδα αποτελούσαν

- Αθανάσιος Καραμπίνης Δρ. Πολ. Μηχ., Καθηγητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΔΠΘ, (Επιστημονικά υπεύθυνος).
- Μαρία Λάππα Πολιτικός Μηχανικός, υποψήφια διδάκτορας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΔΠΘ.
- Μαριάννα Φωτοπούλου, Πολιτικός Μηχανικός, υποψήφια διδάκτορας του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΔΠΘ.
- Ιωάννης Λάππας, Πολιτικός Μηχανικός.
- Αλέξανδρος Τσαχρίδης, Πολιτικός Μηχανικός.

Από την θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ΟΑΣΠ για την χρηματοδότηση του ερευνητικού έργου καθώς και όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας για την βοήθεια τους στην υλοποίηση του ερευνητικού έργου.

Ξάνθη Φεβρουάριος 2004

Α. Καραμπίνης

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

**Περίληψη**

**Πρόλογος**

**Πίνακας Περιεχομένων**

**1. Γενικά**

**2. Εισαγωγή - Αναγκαιότητα ερευνητικού έργου**

**3. Στοιχεία ερευνητικού έργου**

3.1 Αντικείμενο – Στόχοι

3.2 Μεθοδολογία

3.3 Αποτελέσματα – παραδοτέα

**4. Επίπεδο Α' Προσεισμικού Ελέγχου – Ταχύς Οπτικός Έλεγχος**

4.1 Γενικά

4.2 Περιγραφή

4.3 Έντυπα

**5. Εφαρμογή του ΤΟΕ σε κατασκευές της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών**

5.1 Γενικά

5.2 Διαδικασία εφαρμογής του ΤΟΕ

5.3 Συμπεράσματα από την διαδικασία εφαρμογής

**6. Επεξεργασία αποτελεσμάτων**

6.1 Γενικά

6.2 Κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος

6.3 Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία

**7. Απολογισμός**

**8. Συμπεράσματα – Προτάσεις**

8.1 Συμπεράσματα από την διαδικασία εφαρμογής του ΤΟΕ

8.2 Συμπεράσματα από την επεξεργασία των στοιχείων

8.3 Προτάσεις

**9. Βιβλιογραφία**

**Παράρτημα Α: Έντυπα Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ)**

**A1:** Έντυπο συλλογής αβαθμονόμητο

**A2:** Έντυπο συλλογής βαθμονομημένο

**A3:** Πίνακες

**Παράρτημα Β: Συμπληρωμένα έντυπα από την εφαρμογή του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου σε κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα**

**B1:** με καταρρεύσεις

**B2:** με σημαντικές βλάβες (κόκκινα)

**B3:** με μέτριου βαθμού βλάβες (κίτρινα)

**B4:** με ασήμαντες ή χωρίς βλάβες (πράσινα)

**Παράρτημα Γ: Συμπληρωμένα έντυπα από την εφαρμογή του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου σε κατασκευές με δομικό σύστημα από Φέρουσα Τοιχοποιία**

**Γ1:** με καταρρεύσεις

**Γ2:** με σημαντικές βλάβες (κόκκινα)

## 1. ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα αποτελεί την Τελική Έκθεση προόδου του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο *‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’* το οποίο εκπονείται στο Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης για λογαριασμό και με χρηματοδότηση του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.) και επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Αθανάσιο Καραμπίνη. Στα πλαίσια της υλοποίησης του παραπάνω ερευνητικού προγράμματος έχει υπογράψει η από 27-6-2001 σχετική σύμβαση μεταξύ του ΔΠΘ και του ΟΑΣΠ στην οποία προβλέπεται η κατάθεση της παρούσας και ο οικονομικός απολογισμός του ερευνητικού έργου (άρθρο 5 σύμβασης). Παράλληλα στην παρούσα περιλαμβάνονται (i) επιστημονικός απολογισμός, (ii) βαθμός επιτυχίας, (iii) ενέργειες, (iv) προβλήματα τα οποία παρουσιάστηκαν και τέλος (v) σύνολο πλήρων και τεκμηριωμένων προτάσεων.

Τα βασικά τμήματα και ορισμένα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν ήδη ανακοινωθεί σε διάφορα επιστημονικά συνέδρια- διημερίδες σχετικά με το θέμα της αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας των κατασκευών. Συγκεκριμένα στις εργασίες, παρουσιάσεις [20], [21], [22], [25], [26], [27], έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία και αποτελέσματα της έρευνας αυτής. Παράλληλα η βάση δεδομένων η οποία δημιουργήθηκε μέσα από το υπόψη ερευνητικό πρόγραμμα έχει ήδη χρησιμοποιηθεί και συνεχίζει να χρησιμοποιείται από άλλους ερευνητές σε σχετικές ερευνητικές προσπάθειες [29].

## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η έντονη σεισμική δράση των τελευταίων ετών έχει καταδείξει ότι ένα από τα κυριότερα πλέον προβλήματα με έντονα οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις αποτελεί η πρόβλεψη της σεισμικής συμπεριφοράς των υφισταμένων κατασκευών έναντι δεδομένου σεισμικού κινδύνου. Οι Ελληνικοί σεισμοί της τελευταίας εικοσαετίας (Θεσ/νίκη 1977, Αλκυονίδες 1981, Καλαμάτα 1986, Κοζάνη – Γρεβενά 1995, Αίγιο 1995, Αθήνα 1999, Λευκάδα 2003) απέδειξαν ότι ένα μεγάλο ποσοστό των υφισταμένων κατασκευών παρουσιάζει σημαντικά χαμηλή σεισμική ικανότητα. Κατασκευές οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό έχουν δομηθεί με διατάξεις προγενεστέρων κανονισμών χωρίς να πληρούν το αντίστοιχο των συγχρόνων επί-

πεδο 'σεισμικής ασφάλειας'. Άλλωστε οι νέες κατασκευές, για τις οποίες λαμβάνονται υπόψη διατάξεις σύγχρονων κανονισμών σχεδιασμού για σεισμικές δράσεις, αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του συνόλου των υφισταμένων σήμερα κατασκευών. Έτσι ακόμη και μετά από αρκετά χρόνια η μέση στάθμη σεισμικής ικανότητας δεν θα παρουσιάζεται σημαντικά υψηλότερη από την σημερινή. Είναι λοιπόν φανερή η αναγκαιότητα διερεύνησης των υφισταμένων κατασκευών μέσω ενός προγράμματος προσεισμικού ελέγχου της σεισμικής ικανότητας, με στόχο τον προσδιορισμό ενδεχόμενων επεμβάσεων για βελτίωση του επιπέδου παρεχόμενης ασφάλειας τουλάχιστον όσον αφορά σε κατασκευές αυξημένης σπουδαιότητας (νοσοκομεία, σχολεία κ.λπ.). Διερεύνηση η οποία θα μπορούσε αργότερα να οδηγήσει στον βασικό έλεγχο σεισμικής ικανότητας αλλά και σε ενδεχόμενες επεμβάσεις για αύξηση του επιπέδου της παρεχόμενης ασφάλειας για ένα αριθμό κατασκευών στον οποίο θα περιλαμβάνονταν και τα ιδιωτικά έργα.

Ο προσεισμικός έλεγχος των κατασκευών λόγω της προφανούς σημασίας του ως μέσο "πρόληψης" σε προηγμένες τεχνολογικά χώρες με έντονο σεισμικό κίνδυνο (ΗΠΑ, Ιαπωνία, Νέα Ζηλανδία) έχει αρχίσει να βρίσκει εφαρμογή την τελευταία εικοσαετία σε επιλεγμένες κατασκευές όπως σχολεία ή δημόσια κτίρια. Στην χώρα μας, πριν από τους πρόσφατους σεισμούς των Αθηνών, η Πολιτεία (ΥΠΕΧΩΔΕ) είχε μέσω του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) υιοθετήσει την αναγκαιότητα του προσεισμικού ελέγχου των υφισταμένων κατασκευών με πρώτη και άμεση εφαρμογή ενός προγράμματος προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων και των κατασκευών με σημαντικό δείκτη κοινωνικής και οικονομικής σημασίας. Στα πλαίσια του προγράμματος αυτού έχει ήδη ολοκληρωθεί η πρόταση για την ακολουθητέα μεθοδολογία χωρίς όμως να έχει γίνει σχετική εφαρμογή των προβλεπόμενων επιπέδων ελέγχου σε διάφορους τύπους κατασκευών στην χώρα μας [13], [23]. Η προβλεπόμενη διαδικασία όπως περιγράφεται στα σχετικά τεύχη περιλαμβάνει διαδοχικά επίπεδα-στάδια ελέγχου. Το Α' επίπεδο αφορά στον εντοπισμό και την καταγραφή βασικών στοιχείων σεισμικής τρωτότητας και εφαρμόζεται σε μεγάλο αριθμό κατασκευών. Τα Β' επίπεδο περιλαμβάνει την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας μεμονωμένων κατασκευών μέσω του προσδιορισμού της τοπικής και γενικής σεισμικής ικανότητας.

Όμως είναι γνωστό ότι η επιτυχία της οιασδήποτε μεθοδολογίας προσεισμικού ελέγχου εξαρτάται άμεσα από τον βαθμό αξιοπιστίας των παρεχομένων προβλέψεων και την επιτυχή βαθμονόμηση των επιμέρους κριτηρίων τα οποία οδηγούν στην λήψη των σχετικών αποφά-



σεων (διακοπή ή περαιτέρω έρευνα, ακαταλληλότητα και ενίσχυση του φέροντα οργανισμού κ.λπ.). Η βαθμονόμηση αυτή απαραίτητη για την εφαρμογή της όλης μεθοδολογίας οφείλει να καλύπτει τα επιμέρους προβλεπόμενα επίπεδα ελέγχου με κριτήρια βαθμονομημένα κατά το δυνατόν σε πραγματικές κατασκευές. Τα αποτελέσματα σεισμικών διεγέρσεων κοντά σε κατοικημένες περιοχές, εφόσον έχουν υπάρξει σημαντικές αστοχίες (καταρρεύσεις, μεγάλου βαθμού και έκτασης βλάβες), αποτελούν πολύτιμο υλικό (πειράματα σε κλίμακα 1:1) για την βαθμονόμηση παρόμοιων μεθόδων

### 3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

#### 3.1 Αντικείμενο – Στόχοι της πρότασης

Με βάση τα μέχρι σήμερα υιοθετούμενα, στο σχέδιο κανονισμού του ΟΑΣΠ για τον *‘Προσεισμικό έλεγχο Δημοσίων κτιρίων’* [18], [19] τα επίπεδα του προσεισμικού ελέγχου αφορούν σε (σχήμα 3.1):

- **επίπεδο Α** : Ταχύς Οπτικός Έλεγχος (ΤΟΕ). Σύμφωνα με τα προδιαγραφόμενα στο σχετικό τεύχος για τον προσεισμικό έλεγχο των δημοσίων κτιρίων στο στάδιο αυτό του ελέγχου η εφαρμογή του οποίου γίνεται σε μεγάλο αριθμό κατασκευών περιλαμβάνεται ο εντοπισμός και η καταγραφή βασικών στοιχείων σεισμικής τρωτότητας και η μέσα από αυτά βαθμονόμηση της σεισμικής ικανότητας.
- **επίπεδο Β** : Περαιτέρω διερεύνηση των κατασκευών οι οποίες δεν ικανοποιούν τα κριτήρια του επιπέδου Α. Εφαρμόζεται για την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας μεμονωμένων κατασκευών και περιλαμβάνει:
  - *επιτόπου εξειδικευμένες αποτυπώσεις της γεωμετρίας του δομικού συστήματος και των μη φερόντων στοιχείων, και μετρήσεις των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών (χάλυβα, σκυροδέματος),*
  - *αναλυτική εκτίμηση της σεισμικής ικανότητας της κατασκευής (προσδιορισμός τοπικής και γενικής σεισμικής ικανότητας).*
- **επίπεδο Γ**: έλεγχος – μελέτη αποκατάστασης της φέρουσας σεισμικής ικανότητας στα επιθυμητά επίπεδα. Για την διαδικασία του επιπέδου αυτού χρησιμοποιούνται τα αποτελέσματα από το επίπεδο έλεγχου Β και διερευνώνται αναλυτικά τρόποι για την αύξηση του παρεχομένου επιπέδου ασφάλειας.

Όμως και για τα τρία αυτά επίπεδα απαιτείται εφαρμογή τους σε ορισμένο αριθμό κατασκευών προκειμένου να βαθμονομηθεί η αξιοπιστία εφαρμογής τους. Ο σεισμός των Αθηνών της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 αποτέλεσε σημαντική ευκαιρία να εφαρμοσθούν ορισμένα από τα επίπεδα - στάδια της μεθοδολογίας του προσεισμικού ελέγχου σε επιλεγμένες κατασκευές, οι οποίες υπέστησαν διάφορου βαθμού και έκτασης βλάβες (καταρρεύσεις, μεγάλης έκτασης βλάβες, μέτριου επιπέδου και μικρές βλάβες, καμία βλάβη). Έτσι στα πλαίσια της παρούσας έρευνας προτάθηκε (και έγινε αποδεκτή) η *βαθμονόμηση της προτεινόμενης από τον Ο-ΑΣΠ διαδικασίας προσεισμικού ελέγχου των κατασκευών στην οποία θα περιλαμβάνεται*

**διερεύνηση της αξιοπιστίας εφαρμογής της και προτάσεις για πιθανή ολοκλήρωση ή/και τροποποίηση της.**

Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ερευνητική πρόταση (παράρτημα Ι της σύμβασης) στα πλαίσια του παραπάνω ερευνητικού έργου προβλέπεται:

- α. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τον άμεσο προσεισμικό έλεγχο Α' ενός ευρέως αριθμού κτιρίων (350 περίπου κατασκευές) σε διάφορες περιοχές της Ελλάδος με ιδιαίτερη έμφαση περιοχές οι οποίες επλήγησαν από πρόσφατους σεισμούς (Αθήνα) ή/και περιοχές με αυξημένη σεισμική επικινδυνότητα. Η εφαρμογή αφορά επίσης κατασκευές δομημένες με διάφορα πλέγματα κανονισμών σχεδιασμού με έμφαση στους προ του 1985 ισχύοντες κανονισμούς (BΔ54+BΔ59).*
- β. Σε επιλεγμένες κατασκευές οι οποίες δεν ικανοποίησαν τα κριτήρια του επιπέδου Α εφαρμογή των προβλεπομένων στο επίπεδο ελέγχου Β για την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας τους.*
- γ. Επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων με στόχο την διακρίβωση της εφαρμοσιμότητας της μεθοδολογίας και τις τυχόν απαιτούμενες τροποποιήσεις.*

Στα πλαίσια της παρούσας εφαρμόστηκε η μεθοδολογία της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων σε 681 κατασκευές της ευρύτερα πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τις οποίες 457 αφορούν σε ΚΩΣ και 224 σε ΚΦΤ. Η παραπάνω αύξηση του αριθμού των κατασκευών χωρίς αύξηση του συμβατικού προϋπολογισμού κρίθηκε σκόπιμη και έγινε σε συνεργασία με τον ΟΑΣΠ λόγω της σπουδαιότητας για την συλλογή των στοιχείων από κατά το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό κατασκευών και αντικατέστησε το παραδοτέο της παραγράφου β (εφαρμογή επιπέδου ελέγχου Β σε επιλεγμένες κατασκευές).

Στους άμεσους στόχους της ερευνητικής πρότασης εκτός από την βαθμονόμηση της διαδικασίας, την διακρίβωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων ήταν και η μέσα από την πιλοτική εφαρμογή της, διερεύνηση της εφαρμοσιμότητας του προσεισμικού ελέγχου προκειμένου να εντοπισθούν σημεία με προβληματική εφαρμογή και τα οποία πιθανόν να επιδέχονται ουσιαστικές βελτιώσεις - τροποποιήσεις.

## 3.2 Μεθοδολογία

### ι. Φάση α

Εφαρμογή της μεθοδολογίας της πρώτης φάσης (Επίπεδο Α -Ταχύς Οπτικός Έλεγχος) του προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων σε συγκεκριμένες κατασκευές της περιοχής των Αθηνών οι οποίες υπέστησαν βλάβες διαφόρου βαθμού και έκτασης από τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999. Σύμφωνα με την σχετική σύμβαση προεβλέπετο εφαρμογή της μεθοδολογίας σε 200 περίπου κατασκευές (με πρόβλεψη για επέκταση άλλων 200 - 300), της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών οι οποίες αφορούν κυρίως σε δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα αλλά και ορισμένες από φέρουσα τοιχοποιία. Κατασκευές οι οποίες να καλύπτουν κατά το δυνατόν ευρύτερα τις επιμέρους διαφοροποιήσεις μεταξύ των δομικών συστημάτων και τα αντίστοιχα στοιχεία βαθμονόμησης τα οποία εισάγονται στην διαδικασία προσεισμικού ελέγχου όπως :

- *Η χρήση της κατασκευής (είδος χρήσης και αριθμός χρηστών).*
- *Η μορφή και είδος του δομικού συστήματος.*
- *Το έτος και ο κανονισμός αντισεισμικού σχεδιασμού(έτος σταθμός).*
- *Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά για τα οποία απαιτείται διαφοροποίηση των επιμέρους συντελεστών βαθμονόμησης (μαλακός όροφος, κοντά υποστυλώματα, τοιχοποιίες πληρώσεως, μη κανονικότητες κ.λπ.).*

Η επιλογή των κατασκευών (σε συνεργασία με τον ΟΑΣΠ) περιλαμβάνει και περιπτώσεις για τις οποίες υπήρχαν σημαντικές αστοχίες όπως καταρρεύσεις (ολικές ή μερικές) με ανθρώπινες απώλειες, με μεγάλης μορφής και έκτασης βλάβες κ.λπ.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην φάση αυτή και λόγω της σπουδαιότητας για την συλλογή στοιχείων από κατά το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό κατασκευών, χωρίς αύξηση του συμβατικού προϋπολογισμού συλλέχθηκαν στοιχεία από 681 κατασκευές (αντί των 350 προβλεπομένων) της ευρύτερα πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τις οποίες 457 αφορούν σε κατασκευές με δομικό σύστημα από ΩΣ και 224 φέρουσα τοιχοποιία.

Η διαδικασία της επιλογής των κατασκευών αυτών περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.

## **ii. Φάση β**

Επεξεργασία των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή της Α' Φάσης της μεθοδολογίας (εφαρμοσιμότητα, αξιοπιστία πρόβλεψης, συσχετισμό βλαβών- πρόβλεψης, στατιστική επεξεργασία κ.λπ).

## **iii. Φάση γ**

Προτάσεις για την αξιοπιστία την εφαρμοσιμότητα και την βελτίωση των λαμβανομένων αποτελεσμάτων

Η προβλεπόμενη αρχικώς εφαρμογή του επιπέδου Β (προσεγγιστική αποτίμηση σεισμικής ικανότητας) του προσεισμικού ελέγχου σε μικρότερο αριθμό κατασκευών αντικαταστάθηκε σε συνεννόηση με τον ΟΑΣΠ από τον διπλασιασμό του αριθμού των κατασκευών (681 έναντι 350) στις οποίες εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ).

## **iv. Φάση δ**

Σύνταξη τεύχους τελικής Έκθεσης

### **3.3 Αποτελέσματα – παραδοτέα**

Στα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου περιλαμβάνονται (και παραδίδονται στην φάση αυτή):

- Συμπληρωμένα τα σχετικά έντυπα Α' Φάσης (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος) του *‘προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των Δημοσίων κτιρίων’* για τις κατασκευές των περιπτώσεων α και β.
- Επεξεργασμένα αποτελέσματα από την εφαρμογή της Α' Φάσης της μεθοδολογίας στις παραπάνω κατασκευές στα οποία περιλαμβάνονται στοιχεία για :
  - Την εφαρμοσιμότητα της μεθοδολογίας.
  - Τα αποτελέσματα του προσεισμικού ελέγχου α' βαθμού.
  - Την αξιοπιστία της παρεχόμενης πρόβλεψης (ικανότητα πρόβλεψης) όπως αυτή εκφράζεται μέσα από τις εμφανισθείσες βλάβες των κατασκευών.
  - Στοιχεία από την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε κατασκευές οι οποίες εμφάνισαν μικρές βλάβες.

- Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για διάφορα κριτήρια συσχέτισης.
- Προτάσεις για την αξιοπιστία, την εφαρμοσιμότητα και την διαδικασία βελτίωσης των αποτελεσμάτων του ΤΟΕ.

## **4. ΕΠΙΠΕΔΟ Α΄ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ – ΤΑΧΥΣ ΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

### **4.1 Γενικά**

Παρουσιάζονται τα βασικότερα σημεία από την μεθοδολογία για το Α΄ επίπεδο προσεισμικού ελέγχου το οποίο αφορά στον Ταχύ Οπτικό Έλεγχο (ΤΟΕ) των κατασκευών. Η μεθοδολογία και τα συνοδευόντα αυτήν (πίνακες, έντυπα κ.λπ) αποτελούν την τελική μορφή της υιοθετημένης από τον ΟΑΣΠ μεθοδολογίας όπως αυτή περιγράφεται στο σχετικό εγχειρίδιο με τίτλο *‘Σύνταξη Τεχνικών Οδηγιών Προσεισμικού Ελέγχου της Τρωτότητας των Δημοσίων Κτιρίων’* και το οποίο αποτελεί τροποποίηση και προσαρμογή στα Ελληνικά δεδομένα της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται στην έκδοση της FEMA 154/ ATC-21 *‘Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards : A Manual’* [3].

Η μέθοδος Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) συνίσταται σε μία μακροσκοπική επιθεώρηση του κτιρίου, ώστε να προσδιορισθεί γρήγορα αν το κτίριο είναι *πιθανώς επαρκές* για την ανάληψη των αναμενόμενων σεισμικών δυνάμεων, *ή αν υπάρχουν αμφιβολίες για τη σεισμική του συμπεριφορά.*

Ο στόχος της ΤΟΕ είναι να αποφασισθεί αν το κτίριο πρέπει ή όχι να υποβληθεί σε περαιτέρω λεπτομερή διερεύνηση της σεισμικής του επάρκειας. Όμως είναι προφανές ότι κανείς ταχύς οπτικός έλεγχος δεν μπορεί να παρέχει επαρκώς αξιόπιστες εκτιμήσεις της σεισμικής συμπεριφοράς, και η μέθοδος ΤΟΕ απλώς συνίσταται στον εντοπισμό των κτιρίων όπου μπορεί να υπάρχουν λογικές αμφιβολίες. Ο ΤΟΕ αποτελεί μια απλή διαδικασία επιθεώρησης ταξινόμησης και ως τέτοια αφορά κυρίως σε “στατιστικό πληθυσμό” κατασκευών παρουσιάζοντας περιορισμένες δυνατότητες. Σε μερικές περιπτώσεις ο ΤΟΕ μπορεί να υπερεκτιμήσει κτίρια που στην πραγματικότητα είναι σεισμικός αδύναμα, και επομένως, αν υπάρχουν αμφιβολίες στον έλεγχοντα για ένα συγκεκριμένο κτίριο, θα πρέπει να το ταξινομήσει σε αυτά για τα οποία απαιτείται περαιτέρω λεπτομερής διερεύνηση.

### **4.2 Γενικές οδηγίες Εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου [18], [19]**

#### ***a. Στάδια Εφαρμογής του Ελέγχου***

Η συλλογή στοιχείων, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση ενός ταχέως οπτικού ελέγχου για πιθανώς σεισμικά επικίνδυνα κτίρια περιλαμβάνει διάφορα στάδια – βήματα εφαρμογής μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και οι επιμέρους εγκρίσεις της εφαρμοζόμενης διαδικασίας,

η ενημέρωση για τους στόχους του ελέγχου και τον τρόπο διεξαγωγής του, η λήψη αποφάσεων για την χρήση των αποτελεσμάτων του ελέγχου, οι ευθύνες των ιδιοκτητών των κτιρίων και των κρατικών αρχών, τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν κ.α.

Η γενική διαδικασία εφαρμογής της μεθοδολογίας ελέγχου συνίσταται από τα ακόλουθα στάδια:

- Σύνταξη προϋπολογισμού και εκτίμηση κόστους.
- Επιλογή της προς επιθεώρηση περιοχής (αφορά σε “στατιστικό πληθυσμό” κατασκευών).
- Ανάπτυξη χαρτογραφικού συστήματος για την επιθεωρούμενη περιοχή.
- Επιλογή προσθέτων στοιχείων που πρέπει να περιληφθούν στον έλεγχο και να ληφθούν υπόψη στις τελικές αποφάσεις.
- Ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης των στοιχείων.
- Εκπαίδευση του προσωπικού που θα εκτελέσει τον έλεγχο.
- Πιθανή μορφοποίηση του εντύπου συλλογής στοιχείων.
- Πρωταρχική συλλογή απαιτούμενων στοιχείων πριν από την επιτόπου επίσκεψη.
- Καθορισμός Θέσης του κτιρίου (π.χ. διεύθυνση, αριθμός οικοδομικού τετραγώνου).
- Σκαριφήματα του κτιρίου (κάτοψη, όψη), με επιτόπου περιήγηση του.
- Φωτογράφιση του κτιρίου για λόγους αναγνώρισης του.
- Σημείωση των βασικών στοιχείων (αριθμός ορόφων, δομικό σύστημα και υλικά, βασικά προβλήματα κλπ).
- Καθορισμός της Αρχικής Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ), Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) και των Τροποποιητικών Συντελεστών Συμπεριφοράς (ΤΣΣ) εξαιτίας βασικών προβλημάτων, ύψους κτιρίου και εδαφικών συνθηκών.
- Υπολογισμός της τελικής Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ).

### **β. Μέθοδος ΤΟΕ και έντυπο συλλογής στοιχείων**

Όπως ήδη αναφέρθηκε η μέθοδος ΤΟΕ αποτελεί μία προσπάθεια προσδιορισμού πιθανής σεισμικής ανεπάρκειας των κατασκευών μέσα από μία ποσοτικοποίηση ορισμένων βασικών παραμέτρων οι οποίοι διαμορφώνουν την σεισμική συμπεριφορά. Βασική ιδέα της μεθοδολογίας του ΤΟΕ είναι να υπάρξει μία «ποσοτικοποίηση» της σεισμικής ικανότητας των κατασκευών στην οποία θα λαμβάνονται υπόψη όλοι εκείνοι οι βασικοί παράγοντες οι οποίοι την διαμορφώνουν. Τα βασικά βήματα της ακολουθούμενης διαδικασίας περιλαμβάνουν:



α. Αντιστοίχιση του Δομικού Συστήματος (Δ.Συ.) της κατασκευής σε μία σχετική κατηγορία σεισμικής ικανότητας μέσω ενός Αρχικού Βαθμού Σεισμικού Κινδύνου (**ΑΒΣΚ**) όπου λαμβάνονται υπόψη:

- Οι κανονισμοί σχεδιασμού της κατασκευής
- Το είδος και το υλικό του δομικού συστήματος (ωπλισμένο σκυρόδεμα, χάλυβας, τοιχοποιία, πλαισιωτό, δισυγκολλητό, κ.λπ.)

β. Προσδιορισμός της αντίστοιχης τιμής της Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (**ΒΒΣΚ**) από την τιμή της ΑΒΣΚ αφού ληφθούν υπόψη οι ποσοτικοποιημένες τιμές:

- Της Σεισμικής Επικινδυνότητας της περιοχής
- Της Πρόβλεψης σεισμικών δράσεων κατά την φάση της μελέτης
- Των Προβλημάτων σεισμικής υπερκαταπόνησης ή/και μείωσης της σεισμικής ικανότητας (*pilotis*, κοντά υποστυλώματα)
- Της ύπαρξης τοιχοπληρώσεων

γ. Προσδιορισμός της τελικής τιμής της Δομικής Βαθμολογίας από την τιμή της **ΒΒΣΚ** αφού τροποποιηθεί κατάλληλα μέσω ορισμένων Τροποποιητικών συντελεστών συμπεριφοράς (**ΤΣΣ**) μέσω των οποίων λαμβάνεται υπόψη στην διαμόρφωση της σεισμικής συμπεριφοράς :

- Η Μορφή και σχήμα σε κάτοψη και καθ' ύψος (μη κανονικότητα)
- Η Αλληλεπίδραση με παρακείμενες κατασκευές, στρέψη, κακή κατάσταση
- Το Έδαφος

Ένα από τα βασικότερα θέματα τα οποία προσδιορίζουν την σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών και συνεπώς έχουν άμεση επιρροή στον οιοδήποτε προσεισμικό έλεγχο αποτελεί το είδος του δομικού συστήματος. Στην χρησιμοποιούμενη μέθοδο (ΤΟΕ) χρησιμοποιούνται δεκαεπτά βασικές κατηγορίες δομικών τύπων (σχήμα 4.1) οι οποίες περιλαμβάνουν όλους τους συναντώμενους τύπους δομικών συστημάτων και οι οποίοι είναι (σχετικά) εύκολα αναγνωρίσιμοι κατά την φάση του επιτόπου ελέγχου. Για την ταξινόμηση των κατασκευών χρησιμοποιείται τόσο το είδος του δομικού συστήματος (ωπλισμένο σκυρόδεμα, προκατασκευη, φέρουσα τοιχοποιία, μεταλλική κατασκευή) όσο και οι χρησιμοποιηθέντες κανονι-

σμοί κατά την σύνταξη της μελέτης. Με βάση την κατηγοριοποίηση αυτή, ορίζεται μία **Αρχική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ)**, οι οποία αντιστοιχεί σε τυπικά κτίρια κάθε κατηγορίας και εξαρτάται από τις αναμενόμενες για την κατηγορία αυτή σεισμικές καταπονήσεις.

Οι Αρχικές βαθμολογίες Σεισμικού Κινδύνου (**ΑΒΣΚ**), λαμβάνουν τιμές κυμαινόμενες από 2.0 έως 7.0 (σχήμα 4.2), ανάλογα με τον τύπο του δομικού συστήματος και τον χρόνο μελέτης και κατασκευής του. Οι τιμές καθορίστηκαν έτσι, ώστε ένα σεισμικά καλά δομημένο κτίριο να έχει μία υψηλή τιμή, ενώ ένα πιθανώς ανεπαρκές ή επικίνδυνο κτίριο μία χαμηλή. Το σκεπτικό είναι ότι ένα κτίριο στο οποίο δεν απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση επιτυγχάνει μία υψηλή βαθμολογία, ενώ αν η βαθμολογία του είναι χαμηλή, θα πρέπει να διεξαχθεί μία πιο λεπτομερής διερεύνηση.

Η Αρχική βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου τροποποιείται κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη τη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής και βασικά δομικά χαρακτηριστικά (PILOTIS, κοντά υποστυλώματα, τοιχοπλήρωση) από όπου προκύπτει η **Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ)**, (σχήμα 4.2) και η οποία αντιπροσωπεύει την εκτιμώμενη πιθανότητα σημαντικής βλάβης ενός τυπικού κτιρίου της κατηγορίας αυτής, με δεδομένο το σεισμικό περιβάλλον της.

Με τον όρο «σημαντική βλάβη» εννοείται ότι οι επισκευές θα στοιχίσουν περίπου το 60% της αξίας του κτιρίου (μη συμπεριλαμβανομένης της αξίας γης). Το ύψος κόστους του 60% επιλέχθηκε, γιατί συχνά αντιστοιχεί στην πλήρη οικονομική απώλεια της κατασκευής, και κυρίως - είναι περίπου το όριο όπου η ασφάλεια για τη ζωή (δηλ. η πλήρης κατάρρευση) αρχίζει να γίνεται ένας σημαντικός κίνδυνος.

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, εκτός από τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά υπάρχουν σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στη σεισμική συμπεριφορά ή στην επάρκεια ενός κτιρίου. Ως τέτοιοι μπορεί να αναφερθούν η μη κανονικότητα του δομικού συστήματος, η φθορά των υλικών κατασκευής, οι αντίξοες εδαφικές συνθήκες κ.λ.π. Για να ληφθούν υπόψη αυτοί οι παράγοντες αυτοί, ορίζεται μία σειρά **Τροποποιητικών Συντελεστών Συμπεριφοράς (ΤΣΣ)**, οι οποίοι, αν αφαιρεθούν από τη Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ), προκύπτει μία **τελική Δομική Βαθμολογία (ΔΒ)** για το εξεταζόμενο κτίριο. Η Δομική Βαθμολογία **ΔΒ** αποτελεί το βασικό κριτήριο του βαθμού επάρκειας του κτιρίου και μπορεί να συσχετισθεί με την πιθανότητα σημαντικής βλάβης. Μία υψηλή

τιμή της Δομικής Βαθμολογίας είναι καλή, ενώ μία χαμηλή τιμή υποδηλώνει πιθανώς ανεπαρκή σεισμική συμπεριφορά, και το κτίριο θα πρέπει να εξετασθεί λεπτομερέστερα.

Τιμή της ΔΒ κάτω από το ορισμένο όριο υποδηλώνει την πιθανότητα η σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου να μην ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις. Το όριο αυτό της βαθμολογίας (κάτω από το οποίο απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση) λαμβάνει υπόψη και άλλους παράγοντες όπως, η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ανήκει η περιοχή κατά τον χρόνο κατασκευής του δομήματος αλλά και η σπουδαιότητα της σημερινής λειτουργίας του.

Τα βασικά βήματα σημεία της διαδικασίας του ΤΟΕ περιλαμβάνουν:

- *Οπτική επιθεώρηση του κτιρίου σύνταξη σκαριφημάτων και λήψη φωτογραφιών.*
- *Καθορισμό του πλέον κατάλληλου δομικού τύπου του κτιρίου και την αντίστοιχη ΑΒΣΚ.*
- *Προσδιορισμό της Βασικής Βαθμολογίας (ΒΒΣΚ) με βάση τον πίνακα του σχήματος 4.2 .*
- *Εντοπισμό, με βάση τον οπτικό έλεγχο, των βασικών παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν τη σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου και καθορισμός των αντιστοίχων Τροποποιητικών Συντελεστών Συμπεριφοράς (πίνακας του σχήματος 4.3).*
- *Προσδιορισμό της τελικής Δομικής Βαθμολογίας  $\{ΔΒ= ΒΒΣΚ- Σ(ΤΣΣ)\}$ .*

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα επιμέρους στοιχεία συλλογής του σχετικού εντύπου συλλογής στοιχείων της ΤΟΕ. Αν κατά τη συμπλήρωση του εντύπου ορισμένα στοιχεία δεν είναι πλήρως γνωστά και βασίζονται στην εκτίμηση του ελέγχοντος, η ελλιπής εμπιστοσύνη για τα στοιχεία αυτά υποδηλώνεται με έναν αστερίσκο (\*) δίπλα στον αντίστοιχο αριθμό.

### **γ. Βασικά στοιχεία βαθμολογίας**

#### *ι. ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας*

Το σύστημα βαθμολόγησης της δομικής συμπεριφοράς βασίζεται στην αναμενόμενη εδαφική κίνηση, σχετίζεται δηλαδή με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας του. Στις παρούσα μεθοδολογία, για την ταξινόμηση των περιοχών σεισμικής επικινδυνότητας χρησιμοποιήθηκε η αντίστοιχη ταξινόμηση (χάρτες και σχετικός πίνακας) του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ2000) όπως ίσχυε μέχρι την 31-12-2003. Συγκεκριμένα

- Υψηλή (Υ): Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙΙ και ΙV (ΕΑΚ, 2000)
- Μέση (Μ): Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙ (ΕΑΚ, 2000)

- Χαμηλή (X): Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I (ΕΑΚ, 2000)

Σύμφωνα όμως με τα ισχύοντα από 1-1-2004 ως προς τον καθορισμό των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στην χώρα μας ισχύουν 3 ζώνες με κατάργηση της προηγούμενα αντιστοιχούσας σε Ζώνης I. Μετά την 1-1-2004 η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I αντιστοιχεί σε συντελεστή εδαφικής επιτάχυνσης  $\alpha_0=0.16g$  (όπως η ζώνη II μέχρι την 31-12-2003), η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II αντιστοιχεί σε συντελεστή εδαφικής επιτάχυνσης  $\alpha_0=0.24g$  (όπως η ζώνη III μέχρι την 31-12-2003) και η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας III αντιστοιχεί σε συντελεστή εδαφικής επιτάχυνσης  $\alpha_0=0.36g$  (όπως η ζώνη IV μέχρι την 31-12-2003). Να σημειωθεί ότι ιδιαίτερη και σημαντική σημασία έχει η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην περιοχή του εξεταζόμενου δομήματος κατά τον χρόνο της κατασκευής του.

- ii. 'Μαλακός' Όροφος - *Pilotis*

Με τον όρο αυτό εννοείται μία σημαντική ασυνέχεια στο κτίριο, όπου η δυσκαμψία ενός ορόφου είναι κατά πολύ μικρότερη από την πλειονότητα των υπολοίπων. Σχετικά παραδείγματα είναι τα τοιχώματα ή τοίχοι πλήρωσης που δεν συνεχίζουν μέχρι τη θεμελίωση. Ο εντοπισμός των μαλακών ορόφων είναι πολλές φορές δυσχερής χωρίς γνώση του τρόπου κατασκευής του κτιρίου και της μεταφοράς των οριζοντίων δυνάμεων από όροφο σε όροφο. Επί παραδείγματι, μπορεί να υπάρχουν τοιχώματα στο κτίριο που δεν είναι ορατά από έξω. Όμως, σε περίπτωση αμφιβολίας, είναι καλύτερο να θεωρηθεί, συντηρητικά, η ύπαρξη μαλακού ορόφου.

Το ισόγειο είναι συχνά τέτοια περίπτωση, λόγω της ύπαρξης μεγάλων ανοιγμάτων (πχ. βιτρίνες καταστημάτων). Αν ένας όροφος είναι ιδιαίτερα υψηλός και ή έχει παράθυρα σε όλες τις πλευρές, θεωρείται ως μαλακός, αν οι υπερκείμενοι όροφοι έχουν πολύ λιγότερα παράθυρα. Αν δύο ή τρεις πλευρές ενός ορόφου είναι κλειστές ή έχουν μικρά ανοίγματα, τότε χρησιμοποιείται ο ΤΣΣ για στρέψη.

Ένα κτίριο μπορεί να είναι επαρκές σε μία διεύθυνση, αλλά 'μαλακό' στην κάθετη της. Επί παραδείγματι, μπορεί η μπροστινή και πίσω πλευρά να είναι ανοικτές, ενώ οι πλαϊνές κλειστές (κτισμένες). Χαρακτηριστική περίπτωση μαλακού ορόφου είναι τα ισόγεια κατασκευών χωρίς τοιχοποιίες πλήρωσης (*Pilotis*) όπου στη περίπτωση αυτή ο εντοπισμός του δομικού αυτού χαρακτηριστικού γίνεται εύκολα.

*iii. Κοντά Υποστυλώματα*

Το πρόβλημα εμφανίζεται σε κατασκευές από σκυρόδεμα, και αφορά υποστυλώματα που έχουν σχεδιασθεί να λειτουργούν σε όλο τους το μήκος (ύψος ορόφου), αλλά λόγω μετέπειτα προσθήκης δοκών σε κάποιο ύψος, ή μερικού ύψους τοιχοπληρώσεων μεταξύ των υποστυλωμάτων, έχουν ενεργό μήκος σημαντικά μικρότερο από το πλήρες. Αυτό αυξάνει την καμπτική δυσκαμψία των υποστυλωμάτων, με αποτέλεσμα τη συγκέντρωση σε αυτά πολύ υψηλότερων σεισμικών φορτίων από αυτά για τα οποία σχεδιάστηκαν. Συχνά αυτό καταλήγει σε ψαθυρή διατμητική αστοχία των υποστυλωμάτων. Το φαινόμενο επιτείνεται στην περίπτωση μη συμμετρικής τοποθέτησης των πρόσθετων δοκών ή τοίχων, οπότε υπάρχει ακόμη μεγαλύτερη συγκέντρωση διατμητικών δυνάμεων. Ως τυπικό παράδειγμα μπορεί να αναφερθούν ημιυπόγεια με ανοίγματα παραθύρων ή τοιχοποιίες πλήρωσης με ύψος μικρότερο από το ύψος του ορόφου. Αν υπάρχει σεισμικός αρμός μεταξύ των υποστυλωμάτων και των τοιχοπληρώσεων, δεν απαιτείται η εφαρμογή του τροποποιητικού συντελεστή.

*iv. Κανονική Διάταξη Τοιχοπλήρωσης*

Οι τοιχοπληρώσεις εφόσον υπάρχουν σε κανονική διάταξη αποτελούν ένα από τα πλέον βασικά δομικά χαρακτηριστικά, συμβάλλοντας θετικά στη σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων και αυξάνοντας σημαντικά την αντοχή και δυσκαμψία τους (κυρίως για τα πρώτα δευτερόλεπτα του σεισμού). Η βαθμολογία αφορά κυρίως στα κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα που κατασκευάστηκαν με την εφαρμογή των παλαιότερων κανονισμών και αποτελεί μία προσαύξηση της αρχικής τιμής της βασικής βαθμολογίας.

*v. Εφαρμογή διατάξεων αντισεισμικού κανονισμού*

Η πρόβλεψη βασικών διατάξεων αντισεισμικού κανονισμού θεωρείται ως μια στοιχειώδης προϋπόθεση για την σχετικά καλή συμπεριφορά, ειδικά σε κατασκευές οι οποίες δομήθηκαν με το πλέγμα των ισχυόντων μέχρι το 1985 κανονισμών. Για όσες από τις κατασκευές αυτές δεν υπήρχε εφαρμογή του ισχύοντος τότε αντισεισμικού κανονισμού (ούτε σχετική πρόβλεψη για απαλλαγή) τροποποιείται σχετικά η βαθμολογία λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή μείωση της σεισμικής ικανότητας.

***δ. Τροποποιητικοί συντελεστές***

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα εκτός από τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά υπάρχουν επιπλέον σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στη σεισμική συμπεριφορά ή στην αντίστοιχη επάρκεια μίας κατασκευής. Ως τέτοιοι μπορεί να αναφερθούν η μη κανονικότητα του δομικού συστήματος, η φθορά των υλικών κατασκευής, οι αντίξοες εδαφικές συνθήκες κ.λπ. Για να ληφθούν υπόψη αυτοί οι παράγοντες, ορίζεται μία σειρά Τροποποιητικών Συντελεστών Συμπεριφοράς (ΤΣΣ), οι οποίοι, αφαιρούνται από τη Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ), προκειμένου να προσδιορισθεί η τιμή της τελικής Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) για το εξεταζόμενο κτίριο. Ο βαθμός επιρροής στη δομική συμπεριφορά εξαρτάται ουσιαστικά από το είδος του συστήματος ανάληψης οριζοντίων δυνάμεων. Οι θεωρούμενοι ως βασικότεροι παράγοντες οι οποίοι αναφέρονται στο σχετικό έντυπο συλλογής των στοιχείων του προσεισμικού ελέγχου είναι:

#### *i. Κακή Κατάσταση (Ελλιπής Συντήρηση)*

Η επίδραση της κακής κατάστασης ή και της ελλιπούς συντήρησης στη σεισμική συμπεριφορά του κτηρίου (στοιχεία τα οποία αποτελούν από τα δυσκολότερα σημεία για ποσοτικοποίηση) επηρεάζουν τη σεισμική συμπεριφορά όταν οδηγούν σε αντοχές ασθενέστερες από αυτές του αρχικού σχεδιασμού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν:

- *Η υπερβολική ή/και ανομοιόμορφη καθίζηση ή μετατόπιση του εδάφους*, η οποία εντοπίζεται από τυπικές διαγώνιες (διατμητικές) ρωγμές, κάθετες στις τροχιές των κυρίων εφελκυστικών τάσεων.
- *Κτίρια από σκυρόδεμα με κακή έγχυση* (π.χ. διαχωρισμό των αδρανών), *μειωμένης αντοχής σκυρόδεμα* (οφειλόμενη, παραδείγματος χάριν, στη διαβρωτική δράση άλατος ή θειούχων ενώσεων, ή λόγω κακής ποιότητας των πρώτων υλών, όπως χρήση θαλάσσιας άμμου ή αδρανών με υψηλή περιεκτικότητα σε άλας), εκτεθειμένους ή/και διαβρωμένους οπλισμούς (που εντοπίζονται συνήθως από λεκέδες σκουριάς στο εξωτερικό του κτηρίου ή και εκτινάξεις της επικάλυψης του οπλισμού).
- *Κτίρια από λιθοδομή*, με ασθενές κονίαμα (τα παλαιότερα κτίρια από λιθοδομή συχνά έχουν κονίαμα μόνο από άμμο και ασβέστη, ένα ιδιαίτερα ασθενές κονίαμα, που μπορεί να αποξεστεί με μαχαίρι, κατσαβίδι ή κέρμα, και το οποίο συχνά μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποσαθρωμένο, αφήνοντας τη λιθοδομή ουσιαστικά ασύνδετη).
- *Χαλύβδινα κτίρια*, για τα οποία το κυριότερο πρόβλημα μπορεί να είναι η διάβρωση του

χάλυβα που εντοπίζεται από λεκέδες σκουριάς ή ‘τινάγματα’ σε βαμμένες επιφάνειες. Συνήχνά επίσης μπορεί να εντοπισθούν αφαιρεμένοι ή μη επαρκώς σφιγμένοι κοχλίες, καθώς και συγκολλήσεις που δεν πληρούν τις προδιαγραφές.

*ii. Προηγούμενες Επιβαρύνσεις*

Ο τροποποιητικός αυτός συντελεστής εφαρμόζεται εάν η κατασκευή έχει υποστεί βλάβες στον φέροντα οργανισμό της οι οποίες δεν αποκαταστάθηκαν με βάση σχετική μελέτη επισκευής (σε περίπτωση αμφιβολίας θα λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη περίπτωση).

*iii. Μεγάλο Ύψος*

Ο τροποποιητικός συντελεστής μεγάλου ύψους εφαρμόζεται για κατασκευές από απλή φέρουσα τοιχοποιία άνω των δύο ορόφων και για τους λοιπούς δομικούς τύπους άνω των πέντε ορόφων.

*iv. Μη Κανονικότητα καθ’ Ύψος*

Εφ’ όσον το κτίριο εμφανίζεται με κάποιο σημαντικό τρόπο ακανόνιστο κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, έχει μη κανονική όψη, ή οι τοίχοι δεν είναι κατακόρυφοι, παρουσιάζει ασυνέχειες στη διαδρομή μεταφοράς των φορτίων ή έχει σημαντικά μειονεκτήματα, τότε πρέπει να αφαιρείται ένα επιπλέον ποσό βαθμολογίας από την ΒΒΣΚ. Ο σχετικός τροποποιητικός συντελεστής εφαρμόζεται επίσης στις περιπτώσεις κτιρίων που βρίσκονται σε επικλινές έδαφος, έτσι ώστε μεταξύ χαμηλότερης και υψηλότερης πλευράς υπάρχει διαφορά ύψους τουλάχιστον ενός ορόφου.

*v. Οριζόντια Μη Κανονικότητα*

Στην περίπτωση αυτή κατατάσσονται περιπτώσεις τεμνομένων πλευρών υπό οξείες γωνίες, όπου υπάρχει και αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης βλάβης. Το πρόβλημα είναι κυρίαρχο σε κτίρια μορφής ‘L’, ‘E’, ‘Π’ και ‘T’, με μεγάλο μήκος πτερύγων. Αν το μήκος της πτέρυγας από το σημείο ένωσης είναι μεγαλύτερο του 15% της οριζόντιας διάστασης κατά την ίδια διεύθυνση, πρέπει να θεωρηθεί ότι το κτίριο είναι οριζοντίως μη κανονικό.

Άλλοι δύο τύποι οριζοντίως μη κανονικών κτιρίων είναι τα επιμήκη κτίρια μικρού πλάτους από φέρουσα τοιχοποιία, και τα πολύ μεγάλα προκατασκευασμένα κτίρια (μεγαλύτερα των

10.000 m<sup>2</sup>), χωρίς εσωτερικούς τοίχους για την παραλαβή των οριζοντίων δυνάμεων. Στην πρώτη περίπτωση, το κτίριο μπορεί να έχει καλή οριζόντια δυσκαμψία κατά την επιμήκη διεύθυνση, αλλά ανεπαρκή κατά τη διεύθυνση του πλάτους. Αυτό γίνεται πιο πιθανό, όταν υπάρχουν πολλά ανοίγματα στις μικρές πλευρές.

#### *vi. Στρέψη*

Ο σχετικός ΤΣΣ εφαρμόζεται στην περίπτωση εμφάνισης σημαντικής στρέψης στο κτίριο λόγω μεγάλων εκκεντροτήτων στο σύστημα ανάληψης οριζοντίων δυνάμεων. Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται ιδιαίτερα συχνά σε γωνιακά ή τριγωνικής κάτοψης κτίρια, στα οποία οι δύο συνεχόμενες προς το δρόμο πλευρές είναι εν γένει ανοικτές ή/και με μεγάλα ανοίγματα, ενώ οι λοιπές εν γένει κλειστές (κτισμένες).

#### *vii. Κρούση με Γειτνιάζοντα Κτίρια*

Το φαινόμενο εμφανίζεται στις περιπτώσεις ανεπαρκούς ή μη υφιστάμενου αντισεισμικού αρμού μεταξύ κτιρίων σε επαφή, οπότε, σε περίπτωση σεισμού, υπάρχει κρούση μεταξύ τους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση ανισοϋψών σταθμών μεταξύ των κτιρίων, οπότε οι πλάκες του ενός μπορεί να εμβολίσουν τα υποστυλώματα του παρακειμένου, οδηγώντας στη καταστροφή τους και σε πιθανή μερική ή ολική κατάρρευση. Το φαινόμενο της κρούσης είναι ιδιαίτερα έντονο και αφορά κυρίως σε κατασκευές με πλαισιωτό δομικό σύστημα .

Η κρούση συνιστά πρόβλημα μόνο αν υπάρχει ανεπαρκής αντισεισμικός αρμός μεταξύ των γειτνιαζόντων κτιρίων. Σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000 [30] σε γειτνιάζοντα κτίρια, και όταν δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού υποστυλωμάτων σε κανένα από αυτά, εφόσον δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός, το απαιτούμενο εύρος του αντισεισμικού αρμού μπορεί να καθορίζεται με βάση το συνολικό αριθμό των υπέρ το έδαφος εν επαφή ορόφων ως εξής :

- 4 cm για επαφή μέχρι και 3 ορόφους 8 cm για επαφή από 4 έως 8 ορόφους.
- 10 cm για επαφή σε περισσότερους από 8 ορόφους.

#### *viii. Βαρειές Εξωτερικές Επικαλύψεις (επενδύσεις)*

Αν υπάρχουν βαριά στοιχεία εξωτερικής επένδυσης, πχ. από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα ή λίθινες πλάκες, είναι πιθανή η πτώση σημαντικού αριθμού τους κατά τη διάρκεια



σεισμού, θέτοντας σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές. Επίσης η απώλεια των διαφραγμάτων αυτών μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση μεγάλων εκκεντροτήτων στη δυσκαμψία του κτιρίου (αν και τα στοιχεία αυτά θεωρούνται μη δομικά, συχνά συνεισφέρουν σημαντικά στην οριζόντια δυσκαμψία του κτιρίου). Ως αποτέλεσμα της μερικής αυτής απώλειας είναι η εμφάνιση οριζόντιας μη κανονικότητας και στρέψης. Για την εφαρμογή του σχετικού ΤΣΣ, πρέπει να υπάρχει ικανός αριθμός διαφραγματικών στοιχείων επένδυσης. Τα υαλοπετάσματα δεν συνιστούν βαριές εξωτερικές επενδύσεις.

#### *ix. Εδαφικές Συνθήκες*

Ο τύπος του εδάφους επηρεάζει σημαντικά το πλάτος και τη διάρκεια της δόνησης, και επομένως τις δομικές βλάβες. Σε γενικές γραμμές, όσο μεγαλύτερου βάθους είναι τα μαλακά εδάφη σε μία θέση, τόσο μεγαλύτερης διάρκειας και καταστρεπτικότητας θα είναι η σεισμική δόνηση. Για τους σκοπούς της μεθοδολογίας του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου, γίνεται η κατάταξη των εδαφών σε τρεις κατηγορίες, με τους αντίστοιχους ΤΣΣ. Οι τρεις κατηγορίες εδάφους περιλαμβάνουν τις προβλεπόμενες από τον ΕΑΚ 2000 [30] και είναι:

- *EA1 (ΤΣΣ=0)*: Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα εδάφη κατηγορίας Α του ΕΑΚ 2000, και τα οποία περιγράφονται ως βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση, στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70 m, στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου, πάχους μικρότερου των 70 m.
- *EA2 (ΤΣΣ=-0.3)*: Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα εδάφη κατηγορίας Β του ΕΑΚ 2000, και τα οποία περιγράφονται ως, εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη, στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5 m ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70 m, στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου, πάχους μεγαλύτερου των 70 m.
- *EA3 (ΤΣΣ=-0.6 ή -0.8 για κτίρια άνω των 5 ορόφων)*: Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα εδάφη κατηγοριών Γ και Δ του ΕΑΚ 2000, και τα οποία περιγράφονται ως στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5 m ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m, ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής, σε πάχος μεγαλύτερο των 5 m, έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλαστιμότητας ( $IP > 50$ ) συνο-

λικού πάχους μεγαλύτερου των 10 m. Για τις εδαφικές συνθήκες ΕΔ3, χρησιμοποιείται  $T\Sigma=-0.8$  για να ληφθούν υπόψη φαινόμενα συντονισμού για κτίρια άνω των 5 ορόφων.

- Για κτίρια σε έδαφος κατηγορίας X (ΕΑΚ 2000) απαιτείται περαιτέρω λεπτομερής έλεγχος της σεισμικής τους επάρκειας. Αν οι εδαφικές συνθήκες δεν είναι γνωστές, και έχει εξασφαλισθεί ότι δεν πρόκειται για κατηγορία εδάφους X κατά ΕΑΚ 2000, θεωρείται ότι είναι τύπου ΕΔ3.

Προφανώς, δεν είναι συνήθως δυνατός ο προσδιορισμός του εδαφικού τύπου οπτικά κατά τον επιτόπου έλεγχο, και κατά το στάδιο των προπαρασκευαστικών ενεργειών πρέπει να γίνει η συλλογή σχετικών χαρτών και πληροφοριών για το υπέδαφος.

#### ***ε. Λοιπές πληροφορίες στο έντυπο συλλογής***

Επιπλέον των προηγούμενων στοιχείων στο έντυπο συλλογής αναγράφονται ορισμένες συμπληρωματικές πληροφορίες:

##### ***i. Θέση και στοιχεία κτιρίων***

Ο προσδιορισμός των στοιχείων και της θέσης του κτιρίου αποτελεί σημαντικό στοιχείο για μετέπειτα χρήση στην αποτίμηση του σεισμικού κινδύνου και τη μείωση των συνεπειών του. Συνιστάται να αναγράφεται στο έντυπο τουλάχιστον η διεύθυνση οδού και ο ταχυδρομικός κώδικας. Ο τελευταίος, όντας κοινός για όλη τη περιοχή, είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για μετέπειτα συγκριτικές και συνοπτικές αναλύσεις.

##### ***ii. Στοιχεία Ελέγχοντος***

Προσδιορισμός του ατόμου που διεξαγάγει τον έλεγχο με το όνομα, τα αρχικά ή κάποιον άλλον κωδικό.

##### ***iii. Αριθμός Ορόφων και Ολική Δομημένη Επιφάνεια***

Το ύψος ενός κτιρίου σχετίζεται συχνά με το ύψος των βλαβών που μπορεί να υποστεί σε ένα σεισμό και συνεπώς, ο αριθμός ορόφων αποτελεί εν γένει μία καλή ένδειξη του ύψους του κτιρίου (περίπου 3m ύψους ανά όροφο για κτίρια κατοικιών και γραφείων,  $5 \div 6.0$  m για υψηλούς ισόγειους χώρους καταστημάτων).

Για τα Ελληνικά δεδομένα ως χαμηλού ύψους (XY) κτίρια ορίζονται τα μονόροφα έως διώροφα, μέσου ύψους (MY) τα τριώροφα έως πενταόροφα και υψηλά (YY) τα πέντε και άνω των πέντε ορόφων. Εν γένει οι τιμές ΔΒ που ορίζονται για τα κτίρια XY και MY είναι παρόμοιοι, και έτσι αυτά τα ύψη κτιρίων ενοποιήθηκαν σε μία ομάδα.

Ένας τροποποιητικός συντελεστής εισάγεται στο έντυπο για να ληφθεί υπόψη η σεισμική συμπεριφορά των ΥΥ κτιρίων (2+ όροφοι για κτίρια από άοπλη τοιχοποιία, 5 + όροφοι για τους λοιπούς δομικούς τύπους).

Η μέτρηση του αριθμού των ορόφων μπορεί να μην είναι προφανής σε περίπτωση που το κτίριο είναι κατασκευασμένο σε επικλινές έδαφος ή έχει στάθμες σε διάφορα επίπεδα. Ως γενικός κανόνας πρέπει να συμπληρώνεται ο μεγαλύτερος αριθμός ορόφων ( πχ. μέτρηση ορόφων από το χαμηλότερο τμήμα του επικλινούς οικοπέδου έως την υψηλότερη στάθμη οροφής). Επιπλέον, ο αριθμός ορόφων μπορεί να μην είναι μονοσήμαντος. Το κτίριο μπορεί να έχει εσοχές ή πύργους οπότε αυτά πρέπει να εμφανίζονται στο χώρο των παρατηρήσεων και στα σκαριφήματα.

Η ολική δομημένη επιφάνεια, μπορεί εν γένει να εκτιμηθεί πολλαπλασιάζοντας το εμβαδόν κάτοψης ενός τυπικού ορόφου με το συνολικό αριθμό ορόφων.

#### *iv. Έτος Κατασκευής*

Η πληροφορία αυτή αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη στοιχεία της διαδικασίας του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου, αφού σχετίζεται άμεσα με τις πρακτικές (και κανονισμούς) σχεδιασμού και κατασκευής την ηλικία του δομήματος και συνεπώς επηρεάζει την σεισμική ικανότητα και την τελική βαθμολογία. Η πληροφορία αυτή εν γένει δεν είναι διαθέσιμη επιτόπου, και πρέπει να ευρεθεί κατά το στάδιο της πρωταρχικής συλλογής στοιχείων ή με τη συνεργασία των ιδιοκτητών.

Οι φάκελοι των Πολεοδομιών αποτελούν την πλέον αξιόπιστη πηγή για το έτος κατασκευής, εφόσον περιέχουν σχέδια, άδειες και άλλα συναφή έγγραφα. Είναι δυνατόν να μην υπάρχει ένα μόνο έτος κατασκευής. Ορισμένα τμήματα του κτιρίου ενδέχεται να σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν πριν από άλλα οπότε επισημαίνονται στο τμήμα παρατηρήσεων οι ημερομηνίες κατασκευής για κάθε τμήμα. Προσοχή επίσης απαιτείται όταν συνάγονται οι διαδικασίες σχεδιασμού από το έτος κατασκευής. Το κτίριο μπορεί να κατασκευάστηκε αρκετά χρόνια μετά το σχεδιασμό του, και επομένως η μελέτη του να έγινε σύμφωνα με παλαιότερους Αντισεισμικούς Κανονισμούς, με ανεπαρκείς απαιτήσεις σεισμικής συμπεριφοράς. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τον καθορισμό της Αρχικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου.

#### *v. Χρήση και Αριθμός Χρηστών*

Ο αριθμός χρηστών αναφέρεται στον αριθμό των ατόμων στο κτίριο. Αν και δεν σχετίζε-

ται άμεσα με τον σεισμικό κίνδυνο ή την πιθανότητα εμφάνισης μεγάλης βλάβης, η χρήση του κτιρίου ενδιαφέρει κατά τον καθορισμό των προτεραιοτήτων για επεμβάσεις μείωσης του σεισμικού κινδύνου.

Χρήση: Ορίζονται εννέα γενικές και εύκολα διακριτές κατηγορίες χρήσης. Αναφέρονται στο έντυπο ως Κτίριο Κατοικίας, Επαγγελματικό Κτίριο, Κτίριο Γραφείων, Βιομηχανικό Κτίριο, Χώρος Συνάθροισης Κοινού, Σχολικό Κτίριο, Δημόσιο Κτίριο, Υπηρεσία Άμεσης Επέμβασης και Ιστορικό Κτίριο. Μερικές από τις χρήσεις αυτές δεν αφορούν δημόσια κτίρια αλλά έχουν περιληφθεί προκειμένου να είναι δυνατή η αποτύπωση μεικτών χρήσεων στο ίδιο κτίριο. Στο έντυπο σημειώνεται με κύκλο η κατηγορία που καλύτερα περιγράφει το υπόψη κτίριο. Αν υπάρχουν διάφορες ταυτόχρονες χρήσεις του κτιρίου, όπως Κατοικία και Επαγγελματικό Κτίριο, πρέπει να σημειωθούν και οι δύο. Οι εννέα κατηγορίες χρήσης περιγράφονται παρακάτω (με γενικές ενδείξεις του αριθμού χρηστών) :

- *Κτίριο Κατοικίας:* Η κατηγορία αναφέρεται σε κτίρια κατοικίας, όπως μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, διαμερίσματα, κοιτώνες, μοτέλ, ξενοδοχεία και κατοικίες ηλίκιωμένων ή ατόμων με ειδικές ανάγκες (η συνήθης πυκνότητα χρηστών κυμαίνεται από περίπου 1 άτομο ανά 30 τ. μ. για οικίες, σε 1 άτομο ανά 20 τ. μ. για ξενοδοχεία και διαμερίσματα, έως 1 άτομο ανά 10 τ. μ. για κοιτώνες).
- *Επαγγελματικό Κτίριο:* Η κατηγορία αναφέρεται σε επιχειρήσεις λιανικού και χονδρικού εμπορίου, οικονομικές επιχειρήσεις, εστιατόρια, χώρους στάθμευσης και μικρούς αποθηκευτικούς χώρους (η πυκνότητα χρηστών ποικίλλει - χρησιμοποιείται 1 άτομο ανά 5 έως 20 τ.μ.)
- *Κτίριο Γραφείων :* Τυπική υπαλληλική/ διοικητική χρήση (χρησιμοποιείται 1 άτομο ανά 10 έως 20 τ.μ.)
- *Βιομηχανικό Κτίριο:* Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται εργοστάσια, μεγάλες αποθήκες εμπορευμάτων και εγκαταστάσεις βαριάς βιομηχανίας (θεωρείται εν γένει 1 άτομο ανά 20 τ.μ., πλην των αποθηκών, στις οποίες θεωρείται 1 άτομο ανά 50 τ.μ.)
- *Χώροι Συνάθροισης Κοινού:* Ως τέτοιοι χαρακτηρίζονται χώροι στους οποίους μπορεί να ευρεθούν ταυτόχρονα σε μία αίθουσα 300 ή περισσότερα άτομα. Ως παραδείγματα αναφέρονται θέατρα, ωδεία, κοινοτικά κέντρα, αίθουσες παραστά-

σεων και εκκλησίες. Η πυκνότητα χρηστών ποικίλλει σημαντικά - μπορεί να φθάσει και το 1 άτομο ανά 1 τ.μ. της αίθουσας.

- *Σχολικό Κτίριο* : Στην κατηγορία περιλαμβάνονται όλες οι δημόσιες και ιδιωτικές εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις από παιδικούς σταθμούς μέχρι Πανεπιστήμια. Η πυκνότητα χρηστών ποικίλλει από 1 άτομο ανά 5 τ. μ. έως 1 άτομο ανά 10 τ. μ.
- *Δημόσιο Κτίριο* : Στην κατηγορία περιλαμβάνονται όλα τα δημόσια κτίρια εκτός από αυτά των Υπηρεσιών άμεσης Επέμβασης. Η πυκνότητα χρηστών ποικίλλει θεωρείται 1 άτομο ανά 10 έως 20 τ.μ.
- *Υπηρεσία άμεσης Επέμβασης*: Στην κατηγορία περιλαμβάνονται όλες οι πιθανόν άμεσα αναγκαίες υπηρεσίες σε περίπτωση μεγάλης καταστροφής. Ως τέτοιες αναφέρονται τα αστυνομικά και πυροσβεστικά τμήματα, νοσοκομεία και κέντρα τηλεπικοινωνιών. Η τυπική πυκνότητα χρηστών είναι 1 άτομο ανά 10 τ.μ.
- *Ιστορικό Κτίριο* : Η κατηγορία αυτή α ποικίλλει από διοικητική περιφέρεια σε διοικητική περιφέρεια. Περιλαμβάνεται γιατί τα ιστορικά κτίρια μπορεί να υπόκεινται σε ειδικά διατάγματα και κανονισμούς.

Η χρήση ενός κτιρίου μπορεί να αποτελέσει ένα από τα κριτήρια καθορισμού προτεραιοτήτων.

Αριθμός χρηστών : Όπως και η χρήση, ο αριθμός χρηστών ενός κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό προτεραιοτήτων κατά τη λήψη μέτρων μείωσης του σεισμικού κινδύνου. Μπορεί π.χ. να αποφασισθεί να προηγηθεί η αναβάθμιση των κτιρίων με το μεγαλύτερο αριθμό χρηστών. Όπως φαίνεται από το έντυπο του ΤΟΕ, ο αριθμός χρηστών ορίζεται σε ομάδες των  $1 \div 10$ ,  $11 \div 100$  και  $100+$  ατόμων. Σημειώνεται με κύκλο η ομάδα που περιγράφει καλύτερα το μέσο αριθμό χρηστών του κτιρίου. Επί παραδείγματι, αν σε κτίριο γραφείων ο αριθμός χρηστών κατά τις εργάσιμες ώρες είναι 200 άτομα, ενώ τις λοιπές μόνο ένα ή δύο άτομα, σημειώνεται ο μέγιστος αριθμός χρηστών, δηλαδή η ομάδα των  $100+$  ατόμων. Επίσης πριν έχουν δοθεί ορισμένες γενικές οδηγίες για την πυκνότητα των χρηστών ανά είδος χρήσης του κτιρίου. Αν ο αριθμός χρηστών έχει εκτιμηθεί από το μέγεθος του κτιρίου και τη χρήση του, σημειώνεται με αστερίσκο ότι πρόκειται για προσεγγιστικά στοιχεία.

*vi. Κίνδυνος από Πτώσεις μη Δομικών Στοιχείων*

Τα μη δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, όπως καμινάδες, στηθαία, γείσα, εξωτερικές επενδύσεις και προεξοχές από διάφορα υλικά (όπως μάρμαρο, τούβλα, υαλοπετάσματα κλπ) μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο για τη ζωή αν δεν είναι επαρκώς στερεωμένα στο κτίριο. Όμως, αν και μπορεί να υφίστανται τέτοιοι κίνδυνοι, το βασικό σύστημα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων του κτιρίου μπορεί να είναι επαρκές και να μην απαιτείται περαιτέρω έλεγχος. Για το λόγο αυτό, έχει συμπεριληφθεί ένα τετραγωνίδιο στο έντυπο, για την υπόδειξη κινδύνου από πτώσεις μη δομικών στοιχείων. Το είδος του κινδύνου πρέπει να αναφερθεί στο τμήμα των παρατηρήσεων.

Τα μη στερεωμένα στηθαία είναι δύσκολο να εντοπισθούν από το δρόμο, καθόσον είναι δύσκολο να φανεί αν προεξέχουν από το επίπεδο της ταράτσας. Μπορεί όμως να μη συνεχίζουν και στις τέσσερις πλευρές του κτιρίου, και έτσι να είναι δυνατός ο εντοπισμός τους από κάποια από αυτές.

*vii. Αξιοπιστία Στοιχείων*

Πρέπει να δίδεται μία γενική ένδειξη για την αξιοπιστία, όσον αφορά τον καθορισμό των δομικών υλικών και συστήματος, καθώς και των λοιπών δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του ΒΒΣΚ, των ΤΣΣ και της τελικής ΔΒ. Χρησιμοποιείται ένας αστερίσκος (\*), για να υποδεικνύει στοιχεία που προέκυψαν από εκτίμηση, είναι υποκειμενικά ή αναξιόπιστα. Τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι το έτος κατασκευής, η συνολικά δομημένη επιφάνεια, ο αριθμός χρηστών, ο τύπος δομήματος, η ποιότητα του εδάφους, ή η ύπαρξη οιοδήποτε από τους παράγοντες που αντιστοιχούν σε κάποιον ΤΣΣ.

Αν ο ελεγκτής έχει πολύ μικρή ή καμία εμπιστοσύνη για το δομικό σύστημα, σημειώνεται με κύκλο η ένδειξη **Μη Γνωστό**, γεγονός που αυτόματα υποδεικνύει την ανάγκη λεπτομερούς ελέγχου του κτιρίου. Επίσης στην περίπτωση αυτή απαιτείται λεπτομερής επιτόπου επιθεώρηση ή μελέτη των σχεδίων για τον καθορισμό του δομικού τύπου.

*viii. Σπουδαιότητα Κατασκευής*

Στο τμήμα αυτό του εντύπου σημειώνεται η κατηγορία σπουδαιότητας της σημερινής λειτουργίας της κατασκευής με βάση τον ΕΑΚ 2000 προκειμένου να ληφθεί υπόψη κατά την

τελική απόφαση για το αν απαιτείται λεπτομερής έλεγχος.

*ix. Ζώνη σεισμικής Επικινδυνότητας*

Σημειώνεται η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής με βάση τον ΕΑΚ 2000. Στο κάτω δεξιά μέρος του εντύπου υπάρχει τετραγωνίδιο στο οποίο σημειώνεται η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ήταν ενταγμένη η περιοχή του κτιρίου κατά τον χρόνο κατασκευής του κτιρίου.

Ο συνδυασμός των δύο αυτών πληροφοριών έχει ιδιαίτερη βαρύτητα για την τελική απόφαση για το αν απαιτείται λεπτομερής έλεγχος.

*x. Τμήμα Παρατηρήσεων*

Το τελευταίο αυτό τμήμα του εντύπου, προορίζεται για τυχόν παρατηρήσεις του ελέγχοντος σχετικά με το κτίριο, τη χρήση, την κατάσταση, την αξιοπιστία των στοιχείων ή οιασδήποτε μη συνηθισμένης κατάστασης.

*xi. 'Έτη – Σταθμοί'*

Όπως προκύπτει από τα προηγούμενα, οι περισσότερες ελλείψεις εμφανίζονται σε παλαιότερα κτίρια, παρά σε νεότερα, τα οποία ενσωματώνουν νεότερες πρακτικές αντισεισμικού σχεδιασμού και κατασκευής. Αν και η νεότερη ηλικία δεν αποτελεί κατ' ανάγκη εγγύηση επαρκούς σεισμικής συμπεριφοράς, οι πιεστικές ανάγκες ενός ταχέως ελέγχου και εντοπισμού των σεισμικά πλέον επικίνδυνων κτιρίων, οδηγεί στη γενική παραδοχή ότι τα κτίρια που κατασκευάστηκαν μετά από κάποια αναθεώρηση - τροποποίηση του Αντισεισμικού Κανονισμού είναι εν γένει πιο ικανοποιητικά. Θα μπορούσε να θεωρηθεί κατ' αρχήν ότι κτίρια κατασκευασμένα μετά από κάποιο έτος - "σταθμό" (δηλαδή έτος αναθεώρησης του Αντισεισμικού Κανονισμού) θεωρούνται σεισμικώς επαρκή, και δεν απαιτείται περαιτέρω λεπτομερής έλεγχος τους, εκτός αν εντοπισθεί κάποιο από τα προαναφερθέντα προβλήματα.

Επειδή οι αντισεισμικές διατάξεις υπόκεινται σε συνεχείς αναθεωρήσεις και βελτιώσεις για κάθε δομικό υλικό και τύπο που αναφέρθηκε στα προηγούμενα, μπορεί να υπάρχουν διάφορες αλλαγές στις αντισεισμικές απαιτήσεις τους, και έτσι για ένα συγκεκριμένο δομικό τύπο να υπάρχουν διάφορα έτη- 'σταθμοί'.

Αντίθετα, δεν υπάρχουν οπωσδήποτε έτη-"σταθμοί" για κάθε δομικό τύπο, καθώς επίσης και υπάρχουν πολλές παλαιές κατασκευές, για τις οποίες δεν υπήρχαν σχετικοί αντισεισμικοί κανονισμοί την εποχή της κατασκευής τους. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία (και μάλιστα για αρκετά από αυτά, πχ. νεοκλασικά, υπάρχει η τάση επανάχρησής τους και στέγασης σε αυτά διαφόρων δημοσίων υπηρεσιών), ή κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευασμένα πριν από τον πρώτο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959.

Τα παραπάνω έχουν ληφθεί υπόψη κατάλληλα στη σύνταξη του πίνακα 1 στον οποίο τα κτίρια έχουν καταταγεί σε δομικούς τύπους ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του φέροντος οργανισμού και τους κανονισμούς που έχουν εφαρμοστεί για τη μελέτη και κατασκευή τους.

### 4.3 Έντυπα

Στο σχήμα 4.9 παρουσιάζεται το χρησιμοποιούμενο έντυπο του ΤΟΕ για περιοχή σεισμικής επικινδυνότητας I κατά ΕΑΚ 2000 όπως ίσχυε μέχρι 31-12-2003. Αντίστοιχα για περιοχές με σεισμική επικινδυνότητα II ή III και IV παρουσιάζονται στα σχήματα 4.10 και 4.11.

Με δεδομένη την από 1-1-2004 τροποποίηση του χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας του ΕΑΚ, στην ζώνη I αντιστοιχεί εδαφική επιτάχυνση  $\alpha_0=0.16g$  (παλαιότερα αντιστοιχούσε σε ζώνη II) στην ζώνη II εδαφική επιτάχυνση  $\alpha_0=0.24g$  (παλαιότερα αντιστοιχούσε σε ζώνη III), και στην ζώνη III εδαφική επιτάχυνση  $\alpha_0=0.36g$  (παλαιότερα αντιστοιχούσε σε ζώνη IV). Τροποποιημένα έντυπα όπου έχουν κατάλληλα διορθωθεί οι επιμέρους τιμές της Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) παρουσιάζονται μαζί με τα ισχύοντα μέχρι 31-12-2003 στο Παράρτημα Α.



## **5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΤΟΕ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΣΕΙΣΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΣΕΙΣΜΟ της 7<sup>ης</sup> ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1999**

### **5.1 Γενικά**

Ο σεισμός των Αθηνών (Πάρνηθας) της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 απετέλεσε σημαντική ευκαιρία να εφαρμοσθεί το πρώτο επίπεδο - στάδιο της μεθοδολογίας του προσεισμικού ελέγχου σε επιλεγμένες κατασκευές οι οποίες υπέστησαν διαφορετικού βαθμού και έκτασης βλάβες (καταρρεύσεις, μεγάλης έκτασης βλάβες, μέτριου επιπέδου και μικρές βλάβες, καμία βλάβη). Έτσι στα πλαίσια της παρούσας έρευνας εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) σε 681 κατασκευές της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών με στόχο την βαθμονόμηση της α' φάσης της διαδικασίας του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στην οποία περιλαμβάνεται διερεύνηση της αξιοπιστίας εφαρμογής της και προτάσεις για ολοκλήρωση ή/και τροποποίηση της.

### **5.2 Διαδικασία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ)**

Συγκεντρώθηκαν στοιχεία και συμπληρώθηκαν τα σχετικά έντυπα από κατασκευές στην ευρύτερα πλειόσειστη περιοχή από τον σεισμό της Πάρνηθας, με την μεγαλύτερη πυκνότητα βλαβών, όπως οι περιοχές Άνω Λιοσίων, Μενιδίου, Ν. Φιλαδέλφειας, Ν. Κηφισιάς (βλέπε σχήμα 5.1). Η εφαρμογή της μεθοδολογίας του ΤΟΕ αφορούσε σε κατασκευές οι οποίες:

- υπέστησαν ολική ή τμηματική κατάρρευση ('καταρρεύσεις'),
- παρουσίασαν σημαντικό βαθμού βλάβες στο δομικό σύστημα ('κόκκινες'),
- παρουσίασαν μέσου βαθμού βλάβες στο δομικό σύστημα ή/και εκτεταμένες βλάβες στις τοιχοπληρώσεις ('κίτρινες'),
- εμφάνισαν πρακτικά ασήμαντες βλάβες ή δεν εμφάνισαν καμία βλάβη ('πράσινες').

Ο υπόψη διαχωρισμός ακολούθησε τον αντίστοιχο που χρησιμοποιήθηκε από την Υπηρεσία Αποκαταστάσεως Σεισμοπλήκτων (ΥΑΣ) κατά τις σχετικές αυτοψίες. Η εφαρμογή αφορούσε σε συμπλήρωση του εντύπου (σχήμα 4.10) από αυτοψίες και σε μικρό αριθμό κατασκευών από αυτοψία με ταυτόχρονη διασταύρωση των στοιχείων από τους φακέλους των πρωτοβάθμιων επιτροπών, προκειμένου να εξαχθούν παράλληλα συμπεράσματα για μελλοντική δυνατότητα χρήσης των σχετικών στοιχείων.

Η επιλογή για μεγαλύτερο αριθμός των κατασκευών για τις οποίες εφαρμόστηκε η μεθο-

δολογία του ΤΟΕ (681 έναντι των προβλεπομένων στην εγκριθείσα πρόταση 350 κατασκευές) οφείλεται στην ανάγκη για εφαρμογή της μεθοδολογίας του ΤΟΕ σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο δείγμα κατασκευών οι οποίες είχαν υποστεί μία ισχυρή σεισμική δόνηση προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η αξιοπιστία της πρώτης αυτής βαθμονόμησης.

Με στόχο λοιπόν την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοπιστία της βαθμονόμησης και προκειμένου να απομονωθούν επιμέρους παράγοντες οι οποίοι δεν ήταν δυνατόν να αποτιμηθούν, όπως η εδαφική επιτάχυνση των κατασκευών στις οποίες εφαρμόστηκε η μεθοδολογία ή οι τοπικές εδαφικές συνθήκες, εφαρμόστηκε η διαδικασία του ΤΟΕ σε *ομάδες γειτονικών οικοδομικών τετραγώνων* στις οποίες υπήρχαν κατασκευές σε όλο το εύρος του φάσματος των βλαβών (κατάρρευση, σημαντικού βαθμού βλάβες στο Δ.Συ., μικρού βαθμού βλάβες στο Δ.Συ./ΓΠ, ασήμαντες ή καθόλου βλάβες). Χαρακτηριστική απεικόνιση από τη διαδικασία εφαρμογής της μεθοδολογίας του ΤΟΕ στις βλάβες των οικοδομικών τετραγώνων παρουσιάζεται στην αεροφωτογραφία του σχήματος 5.2, όπου εμφανίζεται μία περιοχή με οικοδομικά τετράγωνα με διαφορετικό βαθμό βλάβης στις κατασκευές για τις οποίες εφαρμόστηκε η μεθοδολογία, ενώ στο σχήμα 5.3 παρουσιάζεται το σχετικό έντυπο του ΤΟΕ συμπληρωμένο για μία κατασκευή η οποία υπέστη μερική κατάρρευση.

Στον πίνακα 5.1 και στο σχήμα 5.4 παρουσιάζεται η κατανομή των κατασκευών αυτών σε συνάρτηση με το είδος του δομικού συστήματος και τον βαθμό βλάβης τον οποίο εμφάνισαν.

Πίνακας 5.1 Κατανομή των κατασκευών στις οποίες εφαρμόστηκε η μέθοδος του ΤΟΕ σε συνάρτηση με το είδος του δομικού συστήματος και τον βαθμό βλάβης

Βαθμός Βλάβης	Δομικό Σύστημα		Σύνολο
	Ω/Σ	Φ/Τ	
<i>Καταρρεύσεις</i>	93	206	299
<i>Κόκκινα</i>	201	1	202
<i>Κίτρινα</i>	69	12	81
<i>Πράσινα</i>	94	5	99
<i>Σύνολο</i>	457	224	681

Τα συμπληρωμένα έντυπα για τις υπόψη κατασκευές περιλαμβάνονται στα σχετικά παραρτήματα. Στο **Παράρτημα Β** περιλαμβάνονται κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα με την εξής διάρθρωση:

- **Παράρτημα Β1:** κατασκευές με καταρρεύσεις.
- **Παράρτημα Β2:** κατασκευές με σημαντικές βλάβες (κόκκινα).
- **Παράρτημα Β3:** κατασκευές με μέτριου βαθμού βλάβες (κίτρινα).
- **Παράρτημα Β4:** κατασκευές με ασήμαντες ή χωρίς βλάβες (πράσινα).

και στο **Παράρτημα Γ** κατασκευές με δομικό σύστημα από Φέρουσα Τοιχοποιία:

- **Παράρτημα Γ1:** κατασκευές με καταρρεύσεις.
- **Παράρτημα Γ2:** κατασκευές με σημαντικές βλάβες (κόκκινα).

### **5.3 Συμπεράσματα από την διαδικασία εφαρμογής του ΤΟΕ**

Από την διαδικασία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) προέκυψαν ορισμένα βασικά συμπεράσματα τα κυριότερα των οποίων είναι:

- α. Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για την εφαρμογή της διαδικασίας του α' επιπέδου προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στις περισσότερες από τις περιπτώσεις των κατασκευών δεν παρουσίασε ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα.
- β. Ο απαιτούμενος χρόνος για την εφαρμογή της μεθόδου του ΤΟΕ προέκυψε ανάλογος με το μέγεθος της κατασκευής και της δυσκολίας εντοπισμού των (κατακόρυφων κυρίως) στοιχείων του δομικού συστήματος. Ο απαιτούμενος χρόνος κυμάνθηκε κατά μέσο όρο σε 1.5 – 2.5 ώρες ανά κατασκευή. Στον χρόνο αυτό δεν συμπεριλαμβάνονται οι μετακινήσεις, η πρόσθετη εργασία γραφείου για προετοιμασία ή επανασχεδιασμό σκαριφημάτων κατόψεων κ.λπ.
- γ. Για τις περισσότερες περιπτώσεις κατασκευών με καταρρεύσεις ή/και σημαντικές βλάβες, ορισμένα από τα στοιχεία τους διακριβώθηκαν και από τα αντίστοιχα των σχετικών φακέλων της Υπηρεσίας Αποκαταστάσεως Σεισμοπλήκτων (ΥΑΣ) χωρίς όμως αυτό να ήταν πάντα δυνατόν λόγω έλλειψης των απαιτούμενων στοιχείων στους σχετικούς φακέλους.
- δ. Υπήρξε προβληματισμός κατά τη συμπλήρωση των εντύπων του ΤΟΕ όσον αφορά σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευών δομημένων την χρονική περίοδο 1986 – 1987 για τον χρησιμοποιηθέντα κανονισμό σχεδιασμού. Στις περιπτώσεις αυτές προκειμένου να

ενταχθεί η κατασκευή στην αντίστοιχη κατηγορία αναζητήθηκαν και πρόσθετα στοιχεία (π.χ. οπλισμοί τοιχωμάτων, πύκνωση συνδετήρων στα άκρα κ.λπ.) από τα οποία θα μπορούσε να προκύψει με σχετική αξιοπιστία η αντίστοιχη ταξινόμηση.

- ε. Ιδιαίτερος προβληματισμός και δυσκολία παρουσιάστηκε για την κατάταξη των κατασκευών στις κατηγορίες ΩΣ2 (κτίριο με φέροντα οργανισμό από ΩΣ) και ΩΣ3 (κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΩΣ με επαρκή τοιχώματα ΩΣ ώστε να απαλλάσσεται του Αντισεισμικού Υπολογισμού σύμφωνα με τις διατάξεις του ΒΔ/59). Όπου όμως προκειμένου να είναι δυνατή η κατάταξη στην κατηγορία ΩΣ3 απαιτείται η διακρίβωση όχι μόνο του αριθμού των τοιχωμάτων αλλά και των πλήρων διαστάσεων τους γεγονός το οποίο στις περισσότερες από τις κατασκευές δεν ήταν εμφανές και δεν μπορούσε να προσδιορισθεί εύκολα.

## **6. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

### **6.1 Γενικά**

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων αφορούσε στην αναλυτική στατιστική επεξεργασία της Δομικής Βαθμολογίας ( $\Delta B$ ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών και στην σύγκριση των αποτελεσμάτων από την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας ως προς τον εμφανισθέντα βαθμό βλάβης. Συσχετίζεται η Δομική βαθμολογία εκτός από τον βαθμό βλάβης και με τα βασικά χαρακτηριστικά της κατηγοριοποίησης του δομικού συστήματος. Παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της βαθμολογίας συναρτήσει των βασικών παραγόντων διαμόρφωσης της (ΑΒΣΚ, ΤΣΣ, κ.λπ.) και διερευνάται η επιρροή ενός εκάστου των επιμέρους συντελεστών στην τελική διαμόρφωση της τιμής του κριτηρίου επιτυχίας ( $\Delta B = ;$ ) για την απαλλαγή από περαιτέρω έλεγχο. Συγκρίνονται τα αποτελέσματα ως προς την τιμή της  $\Delta B = 2$ , η οποία έχει προταθεί να αποτελέσει το κριτήριο επιτυχίας για την απαλλαγή ή τον περαιτέρω έλεγχο της κατασκευής. Παράλληλα παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της δομικής βαθμολογίας συναρτήσει των επικρατέστερων συνδυασμών των επιμέρους παραμέτρων για κατασκευές με καταρρεύσεις και σημαντικό βαθμό βλάβης. Τέλος περιλαμβάνονται αποτελέσματα από την κατανομή του βαθμού βλάβης (τρωτότητα) σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά και από την κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής και τον βαθμό βλάβης. Στην συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικότερα στοιχεία ανά κατηγορία υλικού του δομικού συστήματος.

### **6.2 Κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα**

Στο σχήμα 6.1 παρουσιάζεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας όπως προκύπτει για το σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα και για όλους τους βαθμούς βλάβης, όπου εμφανίζονται τιμές της Δομικής Βαθμολογίας να κυμαίνονται στο διάστημα  $\Delta B = -1.0 \div 3.5$ . Παρατηρείται στο σύνολο των τιμών αρκετά σημαντική διασπορά με τιμές του δείκτη  $\Delta B > 2.5$  να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή παρουσίασαν σοβαρές βλάβες αλλά και τιμές  $\Delta B < 2.0$  σε κατασκευές χωρίς ή με μικρό βαθμό βλάβης. Όμως είναι εμφανής και σαφής η μετακίνηση των επιμέρους 'νεφών' κατασκευών προς τα αριστερά (μικρότερες τιμές της  $\Delta B$ ) ανάλογα με τον εμφανιζόμενο βαθμό βλάβης. Αποτελέσματα με την μορφή ιστογραμμάτων από αναλυτικότερη διερεύνηση ανά κατηγορία δομι-

κού συστήματος και βαθμό βλάβης παρουσιάζονται στην συνέχεια (σχήματα 6.2÷6.11).

α. Κατασκευές οι οποίες υπέστησαν ολική ή τμηματική κατάρρευση (93 κατασκευές, σχήμα 6.2).

Η κατανομή της δομικής βαθμολογίας για τις 93 αυτές κατασκευές κυμαίνεται στο πεδίο τιμών από  $-1.0 \div 3.0$ . Συγκεκριμένα το 83% των κατασκευών αυτών παρουσίασε δομική βαθμολογία  $\Delta B < 2.0$ , το 71%  $\Delta B = 0 \div 1.5$  ενώ το 17%  $\Delta B \geq 2.0$ . Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές αυτές είναι  $\Delta B_m = 0.88$  με διασπορά  $\Delta B_s^2 = 0.88$  και τυπική απόκλιση  $\Delta B_s = 0.94$ . Η διερεύνηση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών στις κατασκευές οι οποίες παρά την κατάρρευση τους εμφάνισαν δομική βαθμολογία  $\Delta B > 2.0$  προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο της υψηλής τιμής του  $\Delta B$  την αρχική τιμή της Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) σε συνδυασμό με τις μικρές τιμές των επιμέρους συντελεστών μείωσης (ΤΣΣ), οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις κατασκευές αυτές.

β. Κατασκευές με σημαντικές βλάβες στο δομικό σύστημα (κόκκινες) (201 κατασκευές, σχήμα 6.3).

Η δομική βαθμολογία των 201 αυτών κατασκευών κυμάνθηκε επίσης μεταξύ των τιμών  $-1.0 \div 3.0$  με ποσοστό όμως 23% να παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες του 2.0 και 36% να παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του 2.0. Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές αυτές είναι  $\Delta B_m = 1.46$  με διασπορά  $\Delta B_s^2 = 0.70$  και τυπική απόκλιση  $\Delta B_s = 0.83$ . Παρατηρείται η αυξημένη τιμή του μέσου όρου αλλά και η μεγαλύτερη διασπορά των σχετικών τιμών του  $\Delta B$  ως προς τις αντίστοιχες τιμές για την ομάδα των κατασκευών με κατάρρευσεις. Και στην ομάδα των κατασκευών αυτών η διερεύνηση των επιμέρους παραμέτρων οι οποίες διαμόρφωσαν τον δείκτη  $\Delta B$  με υψηλές σχετικά τιμές προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο την αρχική υψηλή τιμή της Βασικής Βαθμολογίας αυτές σε συνδυασμό με την μικρή μείωση της από την ανυπαρξία ελεύθερου ισογείου (pilotis) ή κοντών υποστυλωμάτων (βλέπε παρακάτω). Βέβαια στην ομάδα των κατασκευών αυτών είναι ενταγμένες και κατασκευές με περιορισμένης έκτασης βλάβες, οι οποίες όμως αφορούσαν στο δομικό τους σύστημα.

γ. Κατασκευές με μέσου βαθμού βλάβες (κίτρινες) (69 κατασκευές, σχήμα 6.4)

Για τις 69 κατασκευές με εκτεταμένες βλάβες στα μη φέροντα δομικά στοιχεία ή/και μικρού βαθμού βλάβες στο δομικό τους σύστημα (κίτρινες), η διακύμανση της  $\Delta B$  καλύπτει το πεδίο

τιμών από  $-1.0 \div 2.5$  με το 54% των κατασκευών αυτών να παρουσιάζει τιμές  $\Delta B \leq 2.0$ , ενώ το 82% να παρουσιάζει δείκτη δομικής βαθμολογίας  $1.0 \leq \Delta B \leq 2.5$ . Περιοχή βαθμολογίας όπου για τις κατασκευές αυτές οι χρησιμοποιούμενοι συντελεστές εμφανίζουν σημαντική συγκέντρωση. Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές αυτές είναι  $\Delta B_m = 1.49$  με διασπορά  $\Delta B_s^2 = 0.87$  και τυπική απόκλιση  $\Delta B_s = 0.93$ . Παρά την παρατηρούμενη περίπου αυτή τιμή του μέσου όρου ως προς τις κατασκευές με βλάβες στο δομικό σύστημα, παρατηρείται αυξημένη τιμή του συντελεστή διασποράς και της τυπικής απόκλισης.

*δ. Κατασκευές με πρακτικά ασήμαντες βλάβες ή χωρίς καμία βλάβη (πράσινες) (94 κατασκευές, σχήμα 6.5).*

Οι τιμές της  $\Delta B$  για τις 94 κατασκευές αυτές κυμαίνονται από  $-1.0 \div 3.5$  με το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των κατασκευών αυτών να έχει τιμή του  $\Delta B \geq 2.0$ . Συγκεκριμένα το 71% των κατασκευών παρουσίασε  $\Delta B \geq 2.0$  ενώ το υπόλοιπο 29%  $\Delta B < 2.0$ . Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές χωρίς βλάβες είναι  $\Delta B_m = 1.89$  με διασπορά  $\Delta B_s^2 = 0.53$  και τυπική απόκλιση  $\Delta B_s = 0.73$ . Εκτός από την αύξηση της τιμής του μέσου όρου του  $\Delta B$  είναι εμφανής επίσης η μικρή σχετικά τιμή της διασποράς και της τυπικής απόκλισης στις κατασκευές του δείγματος.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται αποτελέσματα από την επιρροή της συνεισφοράς ορισμένων βασικών δομικών παραμέτρων καθώς και των Τροποποιητικών Συντελεστών Συμπεριφοράς στην διαμόρφωση του δείκτη Δομικής Βαθμολογίας

*ι. Κατασκευές με Πλαισιωτό δομικό σύστημα (281 κατασκευές, σχήμα 6.6).*

Η κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε 281 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίες είχαν πλαισιωτό δομικό σύστημα παρουσιάζεται στο σχήμα 6.6 όπου ποσοστό 78% των κατασκευών (218 κατασκευές) έχει  $\Delta B \leq 2$  και σημαντική συγκέντρωση κυρίως στις τιμές  $\Delta B = 1.5$  και 2.5. Παρατηρείται αύξηση της μέσης τιμής της δομικής βαθμολογίας ( $\Delta B_m$ ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών ανάλογα με τον βαθμό βλάβης. Τα σχετικά στατιστικά στοιχεία από την επεξεργασία της Δομικής Βαθμολογίας φαίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1 Στατιστικά στοιχεία της ΔΒ για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με πλαισιωτό δομικό σύστημα

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία
<b>σύνολο</b>	281	1,61	0,56	0,75	0,47	
<b>καταρρεύσεις</b>	28	1,37	0,48	0,68	0,50	>2.0 7,1%
<b>κόκκινα</b>	146	1,49	0,64	0,80	0,54	>2.0 22,6%
<b>κίτρινα</b>	50	1,74	0,45	0,67	0,39	>2.0 24,0%
<b>πράσινα</b>	57	1,93	0,33	0,58	0,30	<2.0 28,1%

ii Κατασκευές με Δυαδικό (μικτό) δομικό σύστημα (176 κατασκευές, σχήμα 6.7).

Σε 176 κατασκευές με δυαδικό μικτό δομικό σύστημα η σχετική βαθμολογία παρουσιάζεται σε ποσοστό 80% (140 κατασκευές) με  $\Delta B \leq 2$ . Στην ομάδα των κατασκευών αυτών είναι περισσότερο εμφανής η διαφοροποίηση στην μέση τιμή της δομικής βαθμολογίας ανάλογα με τον βαθμό βλάβης από ότι στην περίπτωση των κατασκευών με πλαισιωτό δομικό σύστημα. Εξάιρεση αποτελεί η ομάδα κατασκευών με σημαντικού βαθμού βλάβης (κόκκινες) όπου η μέση τιμή της ΔΒ παρουσιάζεται αναλογικά σημαντικά αυξημένη ( $\Delta B_m = 1.35$ ) σε σχέση με την κατηγορία κατασκευών με λιγότερες βλάβες (κίτρινες). Τα σχετικά στατιστικά στοιχεία από την επεξεργασία της Δομικής Βαθμολογίας φαίνονται στον πίνακα 6.2 :

Πίνακας 6.2 Στατιστικά στοιχεία της ΔΒ για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με δυαδικό δομικό σύστημα

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία
<b>σύνολο</b>	176	1,14	1,12	1,06	0,93	
<b>καταρρεύσεις</b>	65	0,67	0,91	0,95	1,42	>2.0 7,7%
<b>κόκκινα</b>	55	1,35	0,85	0,92	0,68	>2.0 25,5%
<b>κίτρινα</b>	19	0,82	1,39	1,18	1,44	>2.0 15,8%
<b>πράσινα</b>	37	1,84	0,85	0,92	0,50	<2.0 37,8%

iii Κατασκευές με Ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis) (151 κατασκευές, σχήμα 6.8).

Σε 151 κατασκευές στις οποίες απουσίαζαν οι ΤΠ από το ισόγειο τα επιμέρους ποσοστά του ΔΒ αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με  $\Delta B < 2$  ποσοστό 92% (σχήμα 6.8). Είναι χαρακτηριστι-



κό ότι σε τιμές του δείκτη δομικής βαθμολογίας  $\Delta B \geq 2.0$  αντιστοιχούν κατασκευές χωρίς τοιχοποιίες πληρώσεως στο ισόγειο (Pilotis) οι οποίες δεν εμφάνισαν βλάβες στο δομικό τους σύστημα, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως επιτυχής τιμή συνδυασμού μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ. Ανά βαθμό βλάβης τα σχετικά ποσοστά καθώς και τα αντίστοιχα στατιστικά στοιχεία φαίνονται στον πίνακα 6.3:

Πίνακας 6.3 Στατιστικά στοιχεία της  $\Delta B$  για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis)

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία	
<b>σύνολο</b>	151	0.80	0.71	0.84	1.05		
<b>καταρρεύσεις</b>	47	0.51	0.50	0.71	1.39	>2.0	0.0%
<b>κόκκινα</b>	52	0.77	0.46	0.67	0.87	>2.0	0.0%
<b>κίτρινα</b>	31	0.85	0.79	0.89	1.05	>2.0	3.2%
<b>πράσινα</b>	21	1.43	1.18	1.09	0.76	<2.0	71.4%

in Κατασκευές με ‘κοντά’ υποστυλώματα (28 κατασκευές, σχήμα 6.9).

Σε 28 κατασκευές με κοντά υποστυλώματα τα επιμέρους ποσοστά του  $\Delta B$  αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με  $\Delta B < 2$  ποσοστό 87% (σχήμα 6.9). Όπως και για την προηγούμενη περίπτωση των κατασκευών χωρίς ΤΠ στο ισόγειο έτσι για τις κατασκευές αυτές μπορεί να θεωρηθεί επιτυχής ο συνδυασμός τιμών μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ για ‘κοντά’ υποστυλώματα αφού για  $\Delta B \geq 2$  δεν εντοπίστηκαν κατασκευές με βλάβες στα στοιχεία του δομικού συστήματος. Τα σχετικά στατιστικά στοιχεία από τις επιμέρους ομάδες κατασκευών με διαφορετικό βαθμό βλάβης φαίνονται στον πίνακα 6.4.

Πίνακας 6.4 Στατιστικά στοιχεία της  $\Delta B$  για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με κοντά υποστυλώματα

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία	
<b>σύνολο</b>	28	1.05	0.93	0.97	0.92		
<b>καταρρεύσεις</b>	10	0.65	0.61	0.78	1.20	>2.0	0.0%
<b>κόκκινα</b>	10	0.95	0.47	0.69	0.73	>2.0	0.0%
<b>κίτρινα</b>	2	0.25	0.13	0.35	1.40	>2.0	0.0%
<b>πράσινα</b>	6	2.17	0.97	0.98	0.45	<2.0	50.0%

ν. Κατασκευές με μη κανονικότητα καθ' ύψος (138 κατασκευές, σχήμα 6.10).

Στο σχήμα 6.10 παρουσιάζεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε 138 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίες παρουσίαζαν μη κανονικότητα καθ' ύψος. Ο δείκτης ΔB κυμάνθηκε στο διάστημα -1.0 – 3.5 με τους μικρότερους βαθμούς να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή με βαριές βλάβες στο δομικό σύστημα. Και για την περίπτωση αυτή είναι εμφανής η επιτυχία της επιλογής του κριτηρίου επιτυχίας (ΔB=2.0) αφού ΔB>2.0 παρουσιάζει το 2.7% των κατασκευών με καταρρεύσεις (1 κατασκευή στις 37) και το 1.3% των κατασκευών με βλάβες στο ΔΣυ (1 κατασκευή σε σύνολο 76). Στον πίνακα 6.5 παρουσιάζονται τα σχετικά στατιστικά στοιχεία από τις επιμέρους ομάδες των κατασκευών.

Πίνακας 6.5 Στατιστικά στοιχεία της ΔB για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με μη κανονικότητα καθ' ύψος

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά S <sup>2</sup>	τυπική απόκ. σ	συντελεστής μεταβλητότ. δ	Δομική βαθμολογία
σύνολο	138	0,62	0,77	0,88	1,42	
καταρρεύσεις	37	0,24	0,66	0,81	3,38	>2.0 2,7%
κόκκινα	76	0,77	0,46	0,68	0,88	>2.0 1,3%
κίτρινα	12	0,25	1,07	1,03	4,12	>2.0 0,0%
πράσινα	13	1,19	1,90	1,38	1,16	<2.0 76,9%

νι Κατασκευές με μη κανονικότητα σε κάτοψη (101 κατασκευές, σχήμα 6.11).

Αντίστοιχη κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης για 101 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα με οριζόντια μη κανονικότητα παρουσιάζεται στο σχήμα 6.11. Δομική βαθμολογία >2.0 παρουσιάζει 1 μόνο κατασκευή με κατάρρευση (ποσοστό 2.8%) και καμία με βλάβες στο δομικό σύστημα. Τα σχετικά στατιστικά στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 6.6.

Πίνακας 6.6 Στατιστικά στοιχεία της ΔΒ για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με μη κανονικότητα σε κάτοψη

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία
σύνολο	101	0,50	0,79	0,89	1,78	
καταρρεύσεις	36	0,32	0,82	0,91	2,86	>2.0 2,8%
κόκκινα	49	0,69	0,56	0,75	1,08	>2.0 0,0%
κίτρινα	10	0,00	0,94	0,97	-	>2.0 0,0%
πράσινα	6	0,83	1,77	1,33	1,59	<2.0 83,3%

vii Κατασκευές με κρούση σε γειτονικά κτίρια (171 κατασκευές, σχήμα 6.12).

Στο σχήμα 6.12 παρουσιάζεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με το βαθμό βλάβης σε 171 κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με κρούση σε γειτονικά κτίρια, ενώ τα σχετικά στατιστικά στοιχεία της ομάδας αυτής των κατασκευών παρουσιάζονται στον πίνακα 6.7. Και για την περίπτωση αυτή είναι ικανοποιητική η απόδοση του κριτηρίου επιτυχίας.

Πίνακας 6.7 Στατιστικά στοιχεία της ΔΒ για κατασκευές ωπλισμένου σκυροδέματος με κρούση σε γειτονικά κτίρια.

	αριθμός κατασκ.	μέσος όρος	διασπορά $S^2$	τυπική απόκ. $\sigma$	συντελεστής μεταβλητότ. $\delta$	Δομική βαθμολογία
σύνολο	171	1,25	0,86	0,93	0,74	
καταρρεύσεις	35	0,59	0,86	0,93	1,58	>2.0 0,0%
κόκκινα	45	1,12	0,74	0,86	0,77	>2.0 2,2%
κίτρινα	33	1,35	0,84	0,91	0,67	>2.0 3,0%
πράσινα	58	1,68	0,54	0,74	0,44	<2.0 29,3%

Στο σχήμα 6.13 παρουσιάζεται με μορφή ιστογράμματος η κατανομή της δομικής βαθμολογίας συναρτήσει των επικρατέστερων συνδυασμών των επιμέρους παραμέτρων συντελεστών για κατασκευές με καταρρεύσεις. Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει σαφής συνδυασμός ο οποίος θα μπορούσε να θεωρηθεί ως καθοριστικός για την συμπεριφορά των κατασκευών αυτών όμως επικρατέστεροι θεωρούνται οι :

- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κακής μορφολογίας καθ' ύψος
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – οριζόντιας μη κανονικότητας
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κοντών υποστυλωμάτων

Αντίστοιχα αποτελέσματα για τους συνδυασμούς των επιμέρους παραμέτρων συντελεστών για κατασκευές με σημαντικές βλάβες (κόκκινες) όπου οι επικρατούντες συνδυασμοί εντοπίστηκαν οι ίδιοι με αυτούς για τις καταρρεύσεις (σχήμα 6.14).

Ιστογράμματα βασικών συνδυασμών χαρακτηριστικών παραμέτρων σεισμικής συμπεριφοράς (τρωτότητας) για κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή παρουσίασαν μεγάλο βαθμού και έκτασης βλάβες παρουσιάζονται επίσης στα σχήματα 6.15 – 6.18.

Η κατανομή της τρωτότητας (βαθμού βλάβης) σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά με την μορφή ιστογράμματος επιμέρους ποσοστών παρουσιάζεται στο σχήμα 6.15. Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό σε καταρρεύσεις παρουσιάστηκε σε κατασκευές με δυαδικό δομικό (70%) σύστημα ενώ για τις κατασκευές με πλαισιωτό δομικό σύστημα αντίστοιχο ποσοστό αφορούσε σε βαριές βλάβες (κόκκινες). Μεγάλα ποσοστά σε καταρρεύσεις παρατηρούνται και κατασκευές με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis), (50%) για κατασκευές με οριζόντια μη κανονικότητα (39%), και μη κανονικότητα καθ' ύψος (38%).

Τέλος στα σχήματα 6.19 – 6.23 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της δομικής τρωτότητας για 214 κατασκευές σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής (κριτήριο αναφοράς ο χρησιμοποιηθείς αντισεισμικός κανονισμός) και τον βαθμό βλάβης τον οποίο εμφάνισαν. Είναι εμφανής η συγκέντρωση της πλειοψηφίας των κατασκευών με καταρρεύσεις ή μεγάλου βαθμού και έκτασης βλάβες σε αυτές που σχεδιάστηκαν πριν την ισχύ της τροποποίησης του Αντισεισμικού Κανονισμού το 1985, έτος το οποίο θεωρείται στην χρησιμοποιηθείσα μεθοδολογία του ΤΟΕ ως έτος σταθμός.

### **6.3 Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία**

Η κατανομή της δομικής βαθμολογίας από την εφαρμογή του ΤΟΕ σε 224 κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία παρουσιάζονται στο σχήμα 6.24. Παρατηρείται σημαντική συγκέντρωση των κατασκευών που κατέρρευσαν στο πεδίο τιμών της δομικής βαθμολογίας  $\Delta B=1.0$  &  $1.5$ . Η συγκέντρωση για τις περιπτώσεις των κατασκευών αυτών οφείλεται τόσο στην τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας κυρίως όμως στις ελάχιστες διαφοροποιήσεις των τροποποιητικών συντελεστών για την κατηγορία των κατασκευών αυτών (σχήμα 6.25). Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι στο υπόψη στατιστικό δείγμα των κατασκευών με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία η συντριπτική πλειοψηφία (203 κα-

τασκευές, ποσοστό 91%) αφορούσε σε κατασκευές οι οποίες υπέστησαν κατάρρευση. Επιμέρους διακριτοποίηση των κατασκευών ανάλογα με τις προβλεπόμενες κατηγορίες του ΤΟΕ (σχήμα 4.1) φανερώνει ότι η συντριπτική πλειοψηφία τους ανήκει σε κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα (κατηγορία ΑΤ)

## 7. ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας αποτελεί η βαθμονόμηση της προτεινόμενης από τον ΟΑΣΠ διαδικασίας προσεισμικού ελέγχου των κατασκευών, η διερεύνηση της αξιοπιστίας εφαρμογής της και προτάσεις για πιθανή ολοκλήρωση ή/και τροποποίηση της. Τα παραδοτέα τα οποία περιλαμβάνονται στην παρούσα Τελική Έκθεση (τεύχος + Παραρτήματα) υπερκαλύπτουν τις επιμέρους συμβατικές υποχρεώσεις όπως αυτές αναλυτικά περιγράφονται στο Παράρτημα Ι της σύμβασης. Συγκεκριμένα στην παρούσα έρευνα περιλαμβάνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας της πρώτης φάσης (Επίπεδο Α -Ταχύς Οπτικός Έλεγχος) του προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων σε συγκεκριμένες κατασκευές της περιοχής των Αθηνών, οι οποίες υπέστησαν βλάβες διαφόρου βαθμού και έκτασης από τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999. Σύμφωνα με την σχετική σύμβαση προεβλέπετο εφαρμογή της μεθοδολογίας σε 200 περίπου κατασκευές της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών κυρίως με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα αλλά και ορισμένες από φέρουσα τοιχοποιία. Κατασκευές οι οποίες περιλαμβάνουν κατά το δυνατόν τις επιμέρους διαφοροποιήσεις μεταξύ των δομικών συστημάτων και εμφανίζουν τα επιμέρους στοιχεία – συντελεστές βαθμονόμησης τα οποία εισάγονται στην διαδικασία προσεισμικού ελέγχου όπως :

- *Η χρήση της κατασκευής (είδος χρήσης και αριθμός χρηστών).*
- *Η μορφή και είδος του δομικού συστήματος.*
- *Το έτος και ο κανονισμός αντισεισμικού σχεδιασμού(έτος σταθμός).*
- *Τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά(μαλακός όροφος, κοντά υποστυλώματα, τοιχοποιίες πληρώσεως, μη κανονικότητες κ.λπ.).*

Λόγω της αναγκαιότητας για την εφαρμογή του ΤΟΕ σε κατά το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό κατασκευών οι οποίες υπέστησαν έντονη σεισμική δράση συλλέχθηκαν στοιχεία από 681 κατασκευές (αντί των 350 προβλεπομένων) της ευρύτερα πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τις οποίες 457 αφορούν σε κατασκευές με δομικό σύστημα από ΩΣ και 224 φέρουσα τοιχοποιία, χωρίς αύξηση του συμβατικού προϋπολογισμού του έργου. Η επιλογή των κατασκευών (σε συνεργασία με τον ΟΑΣΠ) περιέλαβε και περιπτώσεις κατασκευών για τις οποίες υπήρχαν σημαντικές αστοχίες όπως καταρρεύσεις (ολικές ή μερικές) με ανθρώπινες απώλειες, με μεγάλης μορφής και έκτασης βλάβες στο δομικό σύστημα κ.λπ. Προκειμένου να επιτευχθεί αυξημένη αξιοπιστία της βαθμονόμησης και να απομονωθούν επιμέρους παρά-

γοντες οι οποίοι δεν είναι δυνατόν να αποτιμηθούν στα πλαίσια εφαρμογής της παρούσας μεθοδολογίας, όπως η εδαφική επιτάχυνση ή οι τοπικές εδαφικές συνθήκες στην θέση των κατασκευών, εφαρμόστηκε η διαδικασία του ΤΟΕ σε **ομάδες γειτονικών οικοδομικών τετραγώνων** στις οποίες υπήρχαν κατασκευές σε όλο το εύρος του φάσματος των βλαβών (κατάρρευση, σημαντικού βαθμού βλάβες στο Δ.Συ., μικρού βαθμού βλάβες στο Δ.Συ./ΤΠ, ασήμαντες ή καθόλου βλάβες).

Η προβλεπόμενη αρχικώς εφαρμογή του επιπέδου Β (προσεγγιστική αποτίμηση σεισμικής ικανότητας) του προσεισμικού ελέγχου σε μικρότερο αριθμό κατασκευών αντικαταστάθηκε (με την σύμφωνη γνώμη του ΟΑΣΠ) από τον διπλασιασμό του αριθμού των κατασκευών (681 έναντι 350) στις οποίες εφαρμόστηκε η μεθοδολογία του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ).

Η επεξεργασία των στοιχείων από την εφαρμογή της Α' Φάσης της μεθοδολογίας αφορούσε σε αναλυτική στατιστική επεξεργασία της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών και σύγκριση των αποτελεσμάτων από την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας ως προς τον εμφανισθέντα βαθμό βλάβης. Συσχετίστηκε η Δομική Βαθμολογία εκτός από τον βαθμό βλάβης και με τα βασικά χαρακτηριστικά της κατηγοριοποίησης του δομικού συστήματος. Παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της βαθμολογίας συναρτήσει των βασικών παραγόντων διαμόρφωσης της (ΑΒΣΚ, ΤΣΣ, κ.λπ.) όπως αυτοί περιλαμβάνονται και ποσοτικοποιούνται στην προτεινόμενη από τον ΟΑΣΠ διαδικασία του ΤΟΕ. Διερευνάται η επιρροή ενός εκάστου των επιμέρους συντελεστών στην τελική διαμόρφωση της τιμής του κριτηρίου επιτυχίας ( $\Delta B =$  ; ) και συγκρίνονται τα αποτελέσματα ως προς την τιμή της  $\Delta B = 2$ , η οποία έχει προταθεί να αποτελέσει το κριτήριο επιτυχίας για την απαλλαγή ή τον περαιτέρω έλεγχο της κατασκευής. Παράλληλα παρουσιάζονται ιστογράμματα κατανομής της δομικής βαθμολογίας συναρτήσει των επικρατέστερων συνδυασμών των επιμέρους παραμέτρων για κατασκευές με καταρρεύσεις και σημαντικό βαθμό βλάβης. Περιλαμβάνονται αποτελέσματα από την κατανομή του βαθμού βλάβης (τρωτότητα) σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά και από την κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής και τον βαθμό βλάβης.

Τέλος εξάγονται ορισμένα βασικά συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα της μεθοδολογίας του ΤΟΕ, εντοπίζονται τα προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της, προσδιορίζεται η στατιστικά παρεχόμενη αξιοπιστία πρόβλεψης, γίνεται συ-

σχέτιση μεταξύ πρόβλεψης και εμφανιζόμενου βαθμού βλάβης, και προτείνεται η ανάληψη ορισμένων αναγκαίων περαιτέρω δράσεων προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η αξιοπιστία της παρεχόμενης πρόβλεψης.

Παράλληλα στα πλαίσια της παρούσας έρευνας δημιουργήθηκε για πρώτη φορά στην χώρα μας και παραδίδεται προς αξιοποίηση μία σημαντική βάση δεδομένων με στοιχεία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου, σε κατασκευές οι οποίες υπέστησαν έντονη σεισμική δράση και παρουσίασαν σχετικά προβλήματα φέρουσας ικανότητας σε διάφορους βαθμούς και έκταση.



## **8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

### **8.1 Συμπεράσματα από την διαδικασία εφαρμογής του ΤΟΕ**

Από την διαδικασία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) προέκυψαν ορισμένα βασικά συμπεράσματα τα κυριότερα των οποίων είναι:

- α. Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για την εφαρμογή της διαδικασίας του α' επιπέδου προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στις περισσότερες από τις περιπτώσεις των κατασκευών δεν παρουσίασε ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα.
- β. Ο απαιτούμενος χρόνος για την εφαρμογή της μεθόδου προέκυψε ανάλογος με το μέγεθος της κατασκευής και της δυσκολίας εντοπισμού των (κατακόρυφων κυρίως) στοιχείων του δομικού συστήματος. Ο απαιτούμενος χρόνος κυμάνθηκε κατά μέσο όρο σε  $1.5 \div 2.5$  ώρες ανά κατασκευή. Στον χρόνο αυτό δεν συμπεριλαμβάνονται οι μετακινήσεις των ελεγκτών, η πρόσθετη εργασία γραφείου για προετοιμασία ή επανασχεδιασμό σκαριφημάτων κατόψεων κ.λπ.
- γ. Για τις περισσότερες περιπτώσεις των κατασκευών με καταρρεύσεις ή/και σημαντικές βλάβες, ορισμένα από τα στοιχεία τους διακριβώθηκαν και από τα αντίστοιχα των σχετικών φακέλων της Υπηρεσίας Αποκαταστάσεως Σεισμοπλήκτων (ΥΑΣ) χωρίς όμως αυτό να ήταν πάντα δυνατόν λόγω έλλειψης των βασικών στοιχείων στους σχετικούς φακέλους. Προτείνεται να προβλεφθεί από την Πολιτεία μετά από κάθε σεισμό να συμπληρώνονται ορισμένα σχετικά έντυπα στα οποία θα εμπεριέχονται τα αντίστοιχα στοιχεία του ΤΟΕ έτσι ώστε να είναι δυνατή η περαιτέρω ανάπτυξη της βάσης δεδομένων (η οποία δημιουργήθηκε στην παρούσα έρευνα) με στόχο την συνεχή της βελτίωση πρόβλεψης της μεθοδολογίας του ταχέως οπτικού ελέγχου.
- δ. Υπήρξε προβληματισμός κατά τη συμπλήρωση των εντύπων του ΤΟΕ όσον αφορά σε ορισμένες περιπτώσεις κατασκευών δομημένων την χρονική περίοδο 1986 – 1987 ως προς τον χρησιμοποιηθέντα κανονισμό σχεδιασμού. Στις περιπτώσεις αυτές προκειμένου να ενταχθεί η κατασκευή στην αντίστοιχη κατηγορία ΑΒΣΚ, αναζητήθηκαν και πρόσθετα στοιχεία (π.χ. οπλισμοί τοιχωμάτων, πύκνωση συνδετήρων στα άκρα κ.λπ.) από τα οποία θα μπορούσε να προκύψει με σχετική αξιοπιστία η αντίστοιχη ταξινόμηση.
- ε. Ιδιαίτερος προβληματισμός και δυσκολία παρουσιάσθηκε για την κατάταξη των κατα-

σκευών στις κατηγορίες ΩΣ2 (κτίριο με φέροντα οργανισμό από ΩΣ) και ΩΣ3 (κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΩΣ με επαρκή τοιχώματα ΩΣ ώστε να απαλλάσσεται του Αντισεισμικού Υπολογισμού σύμφωνα με τις διατάξεις του ΒΔ/59). Όπου όμως προκειμένου να είναι δυνατή η κατάταξη στην κατηγορία ΩΣ3 απαιτείται η διακρίβωση όχι μόνο του αριθμού των τοιχωμάτων αλλά και των πλήρων διαστάσεων τους, γεγονός το οποίο στις περισσότερες από τις κατασκευές δεν ήταν εμφανές και δεν μπορούσε να προσδιορισθεί εύκολα.

## 8.2 Συμπεράσματα από την επεξεργασία των στοιχείων

Από την επεξεργασία των στοιχείων προέκυψαν τα εξής:

- α. Στις 457 κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα παρατηρείται σημαντική διασπορά των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας οι οποίες για το σύνολο των τιμών κυμαίνονται στο διάστημα  $\Delta B = -1.0 \div 3.5$ . Παρατηρούνται (για το σύνολο των κατασκευών) τιμές του  $\Delta B > 2.5$  να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή παρουσίασαν σοβαρές βλάβες αλλά και τιμές  $\Delta B < 2.0$  σε κατασκευές χωρίς ή με μικρό βαθμό βλάβης. Όμως είναι εμφανής και σαφής η μετακίνηση των επιμέρους 'νεφών' κατασκευών προς τα αριστερά (μικρότερες τιμές της  $\Delta B$ ) ανάλογα με τον εμφανιζόμενο βαθμό βλάβης.
- β. Το 83% των κατασκευών με δομικό σύστημα ωπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίες υπέστησαν ολική ή μερική κατάρρευση παρουσίασε δομική βαθμολογία  $\Delta B < 2.0$  με μέσο όρο  $\Delta B_m = 0.88$ . Η διερεύνηση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών στις κατασκευές οι οποίες παρά την κατάρρευση τους εμφάνισαν δομική βαθμολογία  $\Delta B > 2.0$  προσδιόρισαν κύριο αίτιο της υψηλής τιμής της  $\Delta B$ , την τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) σε συνδυασμό με τις μικρές τιμές των επιμέρους συντελεστών μείωσης (ΤΣΣ), οι οποίοι αντιστοιχούσαν στις κατασκευές αυτές.
- γ. Η δομική βαθμολογία των 201 κατασκευών οι οποίες παρουσίαζαν σημαντικές βλάβες στο δομικό τους σύστημα κυμάνθηκε επίσης μεταξύ των τιμών  $-1.0 \div 3.0$  με διαφοροποιημένα όμως ποσοστά ως προς τις αντίστοιχες με κατάρρευση, αφού ποσοστό 67% παρουσίασε τιμές  $\Delta B < 2.0$  και 36% τιμές μεγαλύτερες ή ίσες του 2.0. Παρατηρείται αυξημένη τιμή του μέσου όρου για την κατηγορία των κατασκευών αυτών ( $\Delta B_m = 1.46$ ) αλλά μεγαλύτερη διασπορά των τιμών του  $\Delta B$  ως προς τις αντίστοιχες τιμές για την ο-

μάδα των κατασκευών με καταρρεύσεις. Και στην ομάδα των κατασκευών αυτών η διερεύνηση των επιμέρους παραμέτρων οι οποίες διαμόρφωσαν τον δείκτη  $\Delta B$  με υψηλές σχετικά τιμές, προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο την αρχική υψηλή τιμή της Βασικής Βαθμολογίας σε συνδυασμό με την μικρή μείωση της από την ανυπαρξία ελευθέρου ισογείου (pilotis) ή κοντών υποστυλωμάτων.

- δ. Για τις κατασκευές με εκτεταμένες βλάβες στα μη φέροντα δομικά στοιχεία ή/και μικρού βαθμού βλάβες στο δομικό τους σύστημα (κίτρινες), η διακύμανση της  $\Delta B$  καλύπτει το πεδίο τιμών από  $-1.0 \div 2.5$  με το 54% των κατασκευών αυτών να παρουσιάζει τιμές  $\Delta B \leq 2.0$ , ενώ το 82% να παρουσιάζει δείκτη δομικής βαθμολογίας  $1.0 \leq \Delta B \leq 2.5$ . Περιοχή βαθμολογίας όπου για τις κατασκευές αυτές οι χρησιμοποιούμενοι συντελεστές εμφανίζουν σημαντική συγκέντρωση. Ο μέσος όρος της δομικής βαθμολογίας παρουσιάζει περίπου αυτή τιμή ( $\Delta B_m = 1.49$ ) με τις αντίστοιχες κατασκευές με βλάβες στο δομικό σύστημα, όμως παρατηρείται αυξημένη τιμή του συντελεστή διασποράς και της τυπικής απόκλισης.
- ε. Οι τιμές της  $\Delta B$  για τις 94 κατασκευές χωρίς βλάβες (πράσινες) κυμαίνονται από  $-1.0 \div 3.5$  με το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των κατασκευών αυτών να έχει τιμή του  $\Delta B \geq 2.0$ . Συγκεκριμένα το 71% των κατασκευών παρουσίασε  $\Delta B \geq 2.0$  ενώ το υπόλοιπο 29%  $\Delta B < 2.0$ . Εκτός από την αύξηση της τιμής του μέσου όρου του  $\Delta B$  ( $\Delta B_m = 1.89$ ) είναι εμφανής επίσης η μικρή σχετικά τιμή της διασποράς και της τυπικής απόκλισης στις κατασκευές του δείγματος.
- στ. Από την κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε 281 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα οι οποίες είχαν πλαισιωτό δομικό σύστημα παρουσιάζεται ποσοστό 78% (218 κατασκευές) με  $\Delta B \leq 2$  και σημαντική συγκέντρωση κυρίως στις τιμές  $\Delta B = 1.5$  και 2.5. Παρατηρείται αύξηση της μέσης τιμής της δομικής βαθμολογίας ( $\Delta B_m$ ) των επιμέρους ομάδων κατασκευών ανάλογα με τον βαθμό βλάβης.
- ζ. Στην ομάδα των 176 κατασκευών με δυαδικό (μικτό) δομικό σύστημα, είναι περισσότερο εμφανής η διαφοροποίηση στην μέση τιμή της δομικής βαθμολογίας ανάλογα με τον βαθμό βλάβης (από ότι στην περίπτωση των κατασκευών με πλαισιωτό δομικό σύστημα) όπου παρουσιάζεται ποσοστό 80% (140 κατασκευές) με  $\Delta B \leq 2$ . Εξαίρεση αποτελεί η ομάδα κατασκευών με σημαντικό βαθμό βλάβης (κόκκινες) όπου η μέση τιμή της  $\Delta B$  παρουσιάζει

- ζεται (αναλογικά) σημαντικά αυξημένη ( $\Delta B_m = 1.35$ ) σε σχέση με αυτή της κατηγορίας κατασκευών με λιγότερες βλάβες (κίτρινες).
- η. Για τις περιπτώσεις των κατασκευών με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis) τα επιμέρους ποσοστά του  $\Delta B$  αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με  $\Delta B < 2$  σε ποσοστό 92%. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε τιμές του δείκτη δομικής βαθμολογίας  $\Delta B \geq 2.0$  αντιστοιχούν κατασκευές χωρίς τοιχοποιίες πληρώσεως στο ισόγειο (Pilotis), οι οποίες δεν εμφάνισαν βλάβες στο δομικό τους σύστημα, γεγονός το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως επιτυχής τιμή συνδυασμού μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ.
- θ. Με παρόμοια επιτυχία του συνδυασμού τιμών μεταξύ ΑΒΣΚ και του αντίστοιχου ΤΣΣ μπορούν να θεωρηθούν και τα αποτελέσματα για τις 28 κατασκευές με κοντά υποστυλώματα, αφού για  $\Delta B \geq 2$  δεν εντοπίστηκαν κατασκευές με βλάβες στα στοιχεία του δομικού τους συστήματος.
- ι. Για τις κατασκευές με μη κανονικότητα καθ' ύψος ο δείκτης  $\Delta B$  κυμάνθηκε στο διάστημα  $-1.0 \div 3.5$  με τους μικρότερους βαθμούς να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή με βαριές βλάβες στο δομικό τους σύστημα. Και για την περίπτωση αυτή είναι εμφανής η ικανοποίηση της επιλογής του κριτηρίου επιτυχίας ( $\Delta B = 2.0$ ) αφού  $\Delta B > 2.0$  παρουσιάζει το 2.7% των κατασκευών με καταρρεύσεις (1 κατασκευή στις 37) και το 1.3% των κατασκευών με βλάβες στο  $\Delta \Sigma$  (1 κατασκευή σε σύνολο 76). Παρόμοια επιτυχή αποτελέσματα της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης παρουσίασαν και οι 101 κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα με οριζόντια μη κανονικότητα, όπου δομική βαθμολογία με τιμές μεγαλύτερες του 2.0 παρουσιάζει 1 μόνο κατασκευή με κατάρρευση (ποσοστό 2.8%) και καμία με βλάβες στο δομικό σύστημα. Ικανοποιητική απόδοση του κριτηρίου επιτυχίας υπήρξε επίσης στα αποτελέσματα από την επεξεργασία. 171 κατασκευών ωπλισμένου σκυροδέματος οι οποίες εμφάνισαν κρούση σε γειτονικά κτίρια.
- ια. Από την διερεύνηση της διαμόρφωσης της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τους επικρατέστερους συνδυασμούς των επιμέρους παραμέτρων - συντελεστών τόσο για τις κατασκευές με καταρρεύσεις όσο και για τις περιπτώσεις με σημαντικές βλάβες στο δομικό τους σύστημα, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει σαφής συνδυασμός ο οποίος θα μπορούσε να θεωρηθεί ως καθοριστικός για την συμπεριφορά των κατασκευών αυτών. Όμως είναι εμφανής η επικράτηση συνδυασμών με:
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κακής μορφολογίας καθ' ύψος,

- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – οριζόντιας μη κανονικότητας,
- ταυτόχρονη ύπαρξη μαλακού ορόφου – κοντών υποστυλωμάτων.

ιβ. Από την διερεύνηση της τρωτότητας (βαθμού βλάβης) των κατασκευών σε συνάρτηση με τα επιμέρους δομικά χαρακτηριστικά τους παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό σε καταρρεύσεις παρουσιάστηκε σε κατασκευές με δυαδικό δομικό σύστημα (70%), ενώ για τις κατασκευές με πλαισιωτό δομικό σύστημα το αντίστοιχο ποσοστό αφορούσε σε κατασκευές με βαριές βλάβες (κόκκινες). Μεγάλα ποσοστά σε καταρρεύσεις παρατηρούνται και σε κατασκευές με ισόγειο χωρίς ΤΠ (50%), για κατασκευές με οριζόντια μη κανονικότητα (39%) και με μη κανονικότητα καθ' ύψος (38%).

ιγ. Από τα αποτελέσματα της δομικής τρωτότητας για 214 κατασκευές σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής (κριτήριο αναφοράς ο χρησιμοποιηθείς αντισεισμικός κανονισμός) και τον βαθμό βλάβης τον οποίο εμφάνισαν, είναι χαρακτηριστικό ότι παρατηρείται συγκέντρωση των κατασκευών με καταρρεύσεις ή μεγάλου βαθμού και έκτασης βλάβες του δομικού συστήματος σε αυτές που σχεδιάστηκαν πριν την ισχύ της τροποποίησης του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1985, έτος σταθμός στην χρησιμοποιηθείσα μεθοδολογία.

ιδ. Από την εφαρμογή του ΤΟΕ σε 224 κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία προέκυψε σημαντική συγκέντρωση των κατασκευών που κατέρρευσαν στο πεδίο τιμών με  $\Delta B=1.0$  &  $1.5$ , γεγονός το οποίο οφείλεται στην τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας κυρίως όμως στις ελάχιστες διαφοροποιήσεις των τροποποιητικών συντελεστών για την κατηγορία των κατασκευών αυτών. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι στο υπόψη στατιστικό δείγμα η συντριπτική πλειοψηφία (203 κατασκευές, ποσοστό 91%) αφορούσε σε κατασκευές οι οποίες υπέστησαν κατάρρευση και οι οποίες είχαν δομικό σύστημα από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα (κατηγορία ΑΤ).

### **8.3 Προτάσεις**

Σαν συνέχεια της παραπάνω έρευνας προτείνονται:

α. Διεύρυνση και συμπλήρωση της δημιουργηθείσας βάσης δεδομένων με πρόσθετα στοιχεία από την εφαρμογή του ΤΟΕ σε Δημόσια κτίρια και περαιτέρω αξιοποίηση τους με

- σκοπό την βαθμονόμηση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών βαθμολογίας και την διαδικασία ελέγχου.
- β. Συμπλήρωση της βάσης δεδομένων με αντίστοιχα αποτελέσματα από εφαρμογή της μεθοδολογίας σε κατασκευές με διαφορετικό βαθμό και έκτασης βλάβες στους σεισμούς Καλαμάτας, Θεσσαλονίκης Λευκάδας. Διερεύνηση της επιρροής των επιμέρους συντελεστών - κριτηρίων τρωτότητας και σύγκριση της παρεχόμενης στατιστικής πρόβλεψης ως προς τον αντίστοιχο βαθμό βλάβης.
- γ. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για διάφορα κριτήρια συσχέτισης.
- δ. Διερεύνηση διαφόρων σεναρίων παρεχόμενης πρόβλεψης και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ως προς τα αντίστοιχα αποτελέσματα από την παρούσα έρευνα. Από τα αποτελέσματα αυτά θα υπάρξουν σχετικές προβλέψεις διακινδύνευσης για το σύνολο των κατασκευών για τις οποίες έχουν συλλεχθεί σχετικά στοιχεία.
- ε. Σύγκριση των σχετικών προβλέψεων με αποτελέσματα από αναλυτική αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς διακριτών κατασκευών οι οποίες παρουσίασαν έντονη τρωτότητα κατά τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 (ολική ή τμηματική κατάρρευση) με κύριο στόχο την βαθμονόμηση της ευαισθησίας των σχετικών παραμέτρων σε περιπτώσεις κατασκευών με κίνδυνο κατάρρευσης.
- στ. Πιθανή επαναδιατύπωση της βαθμονόμησης της βαθμολογίας σεισμικού κινδύνου και των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών βαθμολογίας (τρωτότητας) καθώς και της σχέσης προσδιορισμού του κριτηρίου περαιτέρω ελέγχου.

## **9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. ATC-14: 'Μέθοδοι για την εκτίμηση της σεισμικής ικανότητας υφισταμένων κτιρίων (Method for Evaluating the seismic Resistance of Existing Buildings), 1986.
2. ATC-22: 'Εγχειρίδιο για την σεισμική αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων (A Handbook for seismic evaluation of existing buildings), 1989.
3. FEMA 154 (ATC 21): 'Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Υφισταμένων κτιρίων – Εγχειρίδιο' (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Manual), 1988.
4. FEMA 172 (ATC 21): 'Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Υφισταμένων κτιρίων – Εγχειρίδιο' (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Manual), 1988.
5. BSSC, 1992a, *NEHRP Handbook of Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 172), Washington, D.C.
6. BSSC, 1992b, *NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 178), Washington, D.C.
7. BSSC, 1992, *NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 178), Washington, D.C.
8. BSSC, 1992a, *NEHRP Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 178), Washington, D.C.
9. FEMA, 1994, *Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide*, Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 74), Washington, D.C.
10. BSSC, 1995, *NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Build-*

- ings, 1994 Edition, Part 1: Provisions and Part 2: Commentary, prepared by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Reports No. FEMA 222A and 223A), Washington, D.C.
11. BSSC, 1997, *NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, Part 1: Provisions and Part 2: Commentary*, prepared by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report Nos. FEMA 302 and 303), Washington, D.C.
  12. FEMA 310, 'Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings – A prestandard', prepared by the ASCE, 1998.
  13. Καλευράς Β. κ.α.: "Μεθοδολογία και Κριτήρια Συστηματικού Προσεισμικού Ελέγχου Κατασκευών και Σεισμική Ικανότητα Υφισταμένων Κατασκευών Τυπικής Ελληνικής Πόλεως" Υπουργείο Χωροταξίας Οικισμού και Περιβάλλοντος,- Εργαστήριο ΩΣ/ΠΣ/ΔΠΘ, Ξάνθη 1988
  14. Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.: "Συστηματική Διερεύνηση Τύπων, Βαθμών και Εκτάσεως Βλάβης Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Καλαμάτας", πρακτικά 8ου ΕΣΣ, τόμος ΙΙ, Ξάνθη, 1987
  15. Καλευράς Β., Καραμπίνης Α.: "Συστηματική Διερεύνηση Τύπων Βαθμών και Εκτάσεως Βλάβης Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος Καλαμάτας", Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος ΟΑΣΠ, Ξάνθη, 1988
  16. "Καραμπίνης Α., Καπετανάκης Ε: 'Σεισμική Συμπεριφορά Τυπικών Δομικών Συστημάτων Σχεδιασμένων με τους Νέους Κανονισμούς', πρακτικά 11ου ΕΣΣ, τόμος ΙΙΙ, Μάιος 1994, σελ. 204 – 219.
  17. Φαρδής Μ.: 'Προσεισμικός Έλεγχος Υφιστάμενων Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος', Μονογραφία, Πάτρα 1998.
  18. ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ: 'Τεχνικές Οδηγίες Προσεισμικού Ελέγχου Τρωτότητας Δημοσίων Κτιρίων', Τεύχος Α, Αθήνα., 2000.

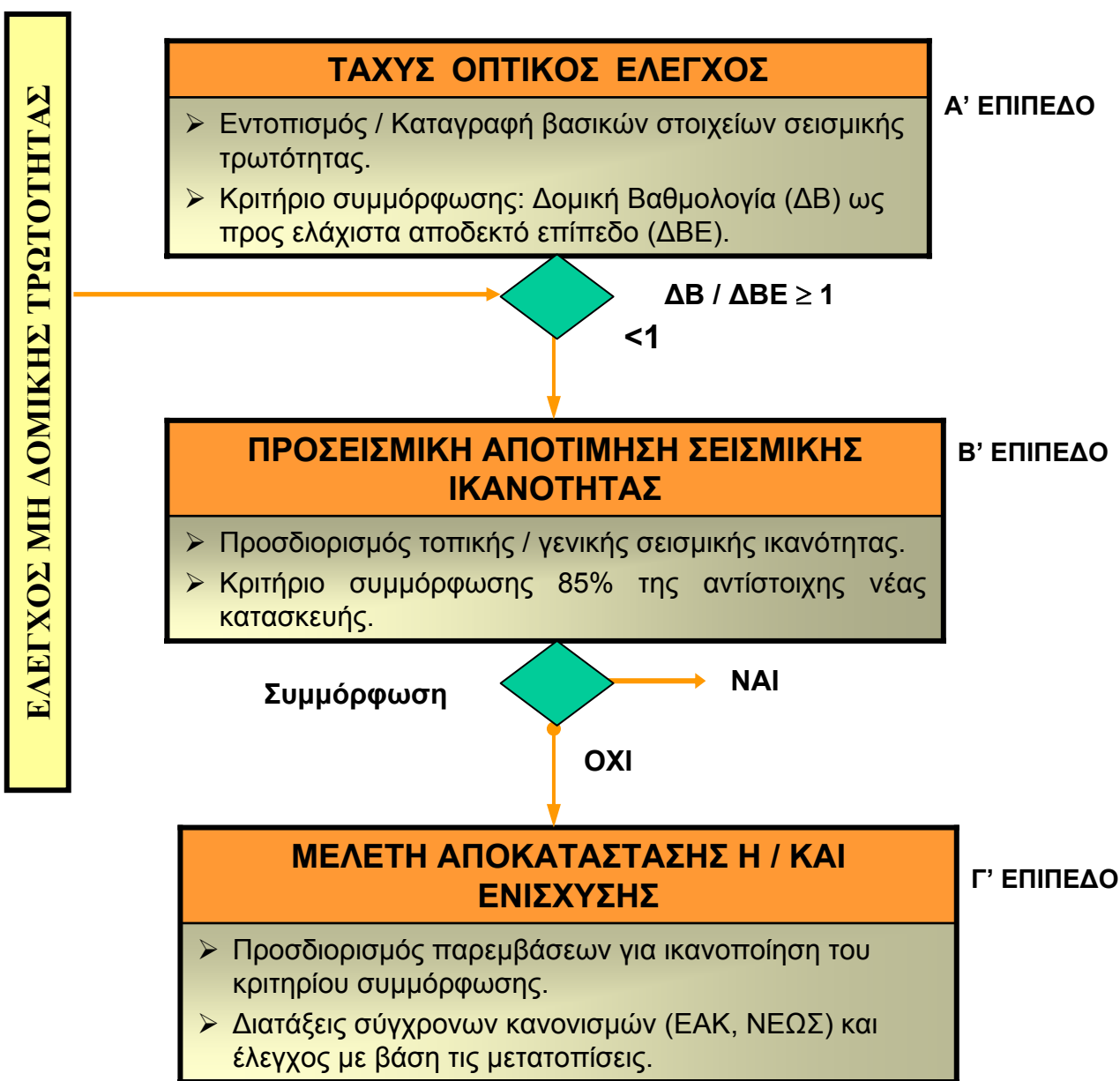


19. ΥΠΕΧΩΔΕ,: ‘Πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος κτιρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης’, Αθήνα, 2001.
20. Καραμπίνης Α., Φωτοπούλου Μ., Αβραμόπουλος Ι: ‘Εφαρμογή του Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό’, 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσ/νίκη 2001, Τομ. Β. σελ. 43-52.
21. Καραμπίνης Α. : ‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’ Α’ Έκθεση προόδου, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, 2002
22. Καραμπίνης Α.: ‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό’, Σεισμική Διακινδύνευση των Κατασκευών, Δημερίδα ΤΕΕ-ΟΑΣΠ-ΔΠΘ, Καβάλα, Σεπτέμβριος 2002.
23. Πενέλης Γ.: ‘Η μέθοδος του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου’, Δελτίο Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, 2002
24. Καραμπίνης Α.: ‘Βαθμονόμηση της διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’, Παρουσίαση αποτελεσμάτων Ερευνητικού Προγράμματος ΟΑΣΠ, Αθήνα 2003.
25. Καραμπίνης Α. κ.α. : Συμπεράσματα για την σεισμική τρωτότητα των κτιρίων από τον σεισμό της Αθήνας της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999’, 14<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, ΚΩΣ 2003.
26. Καραμπίνης Α. κ.α.: ‘Βαθμονόμηση της Α’ φάσης του προσεισμικού ελέγχου (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος)’, 14<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, ΚΩΣ 2003.
27. Καραμπίνης Α. : ‘Διερεύνηση της δομικής τρωτότητας με τα στοιχεία του σεισμού της Πάρνηθας’, Δημερίδα Σεισμική Διακινδύνευση των Κατασκευών, Βόλος, Μάιος 2003
28. ΤΕΕ: ‘Εθνική Πολιτική για την Αντισεισμική Ενίσχυση Υφισταμένων Κατασκευών’, Αθήνα
29. Στυλιανίδης Κ., Κάπος Α., Πενέλης Γ., Ιγνατάκης Χ.: ‘Αξιολόγηση μεθόδων πρωτο-

βάθμιου προσεισμικού ελέγχου με κριτήριο τη συμπεριφορά των κτιρίων σε συγκεκριμένους σεισμούς' 14<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, ΚΩΣ 2003.

30. ΦΕΚ 2184Β' / 20-12-1999: 'Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ) 2000'

**ΣΧΗΜΑΤΑ**



Σχήμα 3.1 Διαδικασία προσεισμικού ελέγχου δημοσίων κτιρίων

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ		ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ		ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΩΣ <sub>α</sub>	ΩΣ1	Κτίριο με πλαισιακό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα	ΒΔ59, ΒΔ '54
		ΩΣ2	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα (υποστυλώματα και τοιχώματα)	ΒΔ59, ΒΔ '54
		ΩΣ3	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα (υποστυλώματα και τοιχώματα επαρκή ώστε να απαλλάσσεται του Α/Σ υπολογισμού)	ΒΔ59, ΒΔ '54
	ΩΣ <sub>β</sub>	ΩΣ4	Κτίριο με πλαισιακό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα	ΒΔ'59 με πρόσθετα άρθρα 1985 ΒΔ '54
		ΩΣ5	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα (υποστυλώματα και τοιχώματα)	ΒΔ'59 με πρόσθετα άρθρα 1985 ΒΔ '54
	ΩΣ <sub>γ</sub>	ΩΣ6	Κτίριο με πλαισιακό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα	NEAK, NEΚΟΣ
		ΩΣ7	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα (υποστυλώματα και τοιχώματα)	NEAK, NEΚΟΣ
ΠΡΟ ΚΑΤ.	ΠΩΣ1	Κτίρια με προκατασκευασμένο πλαισιακό φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα		
	ΠΩΣ2	Κτίρια με προκατασκευασμένα τοιχώματα ωπλισμένου σκυροδέματος		
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	ΑΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα, με ξύλινη στέγη		
	ΔΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), με διαζώματα και διαφράγματα από ΩΣ		
	ΟΤ	Κτίρια με φέρουσα οπλισμένη τοιχοποιία, κυρίως από σύγχρονου τύπου τοιχοσώματα, με διάσπαρτο οπλισμό (οριζοντίως και κατακόρυφως), με διαφράγματα και ίσως και πρόσθετα διαζώματα από ΩΣ		
	ΕΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, επισκευασμένα και ενισχυμένα με διαζώματα, διαφράγματα και κατάλληλα συνδεδεμένους και θεμελιωμένους ελαφρούς μανδύες από ΩΣ, μονόπλευρους και αμφίπλευρους		
	<b>Σημείωση:</b> 1. Ως διαζώματα νοούνται οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία από ΩΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με ισχυρούς κόμβους στις συναντήσεις τους, σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις και κανονιστικές απαιτήσεις/διατάξεις για διαζωματική/περισφιγμένη τοιχοποιία. 2. Ως διαφράγματα νοούνται ελαφρές συνεχείς πλάκες από ΩΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με το πλέγμα των οριζοντίων και κατακόρυφων διαζωμάτων, χωρίς μεγάλες τρύπες.			
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	Μονώροφα βιομηχανικά κτίρια		ΒΔ59, DIN 1050 (ή άλλος ξένο κανονισμός)
	ΧΛ1β			NEAK, Ευρωκώδικας 3
	ΧΛ2α	Πολυώροφα μεταλλικά κτίρια ως χωρικά πλαίσια ή/και με κατακόρυφους μεταλλικούς συνδέσμους		ΒΔ59, DIN 1050 (ή άλλος ξένο κανονισμός)
	ΧΛ2β			NEAK, Ευρωκώδικας 3
<b>Παρατήρηση:</b> Για μεταλλικά κτίρια με τοιχώματα ή/και πυρήνες από σκυρόδεμα ισχύουν τα αντίστοιχα των τοιχωματικών κτιρίων από σκυρόδεμα.				

Σχήμα 4.1 Δομικοί Τύποι Κατασκευών

						Βασικά Δομικά Χαρακτηριστικά			
	Δομικός Τύπος (Πίνακας 1)	Αρχική Βαθμολογία (ΑΒΣΚ)	Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας			PILOTIS ή/και κοντά υποστυλώμα α	Κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης	Χωρίς Αντισεισμικό	
			I	II	III/IV				
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΩΣ <sub>α</sub>	ΩΣ1	3,0	0	-05	-1,5	-1,5	0,5	-0.50
		ΩΣ2	3,5	0	-1,0	-1,5	-1,5	0,5	-0.50
		ΩΣ3	4,0	0	-1,0	-1,5	-1,0	-	-
	ΩΣ <sub>β</sub>	ΩΣ4	4,0	0	-1,0	-1,5	-1,5	0.5	-
		ΩΣ5	4,0	0	-1,0	-1,5	-0.5	0.5	-
	ΩΣ <sub>γ</sub>	ΩΣ6	5,0	0	-0,5	-1,0	-0.5	-	-
		ΩΣ7	5,0	0	-0,5	-1,0	-0.5	-	-
ΠΡΟΚΑ- ΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΩΣ1	2,0	0	-05	-1,0	-0.5	-	-	
	ΠΩΣ2	3,5	0	-1,0	-1,5	-	-	-	
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ	ΑΤ	2,5	0	-05	-1,5	-	-	-0.50	
	ΔΤ	3,5	0	-05	-1,0	-	-	-0.50	
	ΩΤ	4,0	0	-05	-1,0	-	-	-0.50	
	ΕΤ	3,5	0	-05	-1,0	-	-	-0.50	
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	7,0	0	-0,5	-1,0	-	-	-0.50	
	ΧΛ1β	7,0	0	0	0	-	-	-	
	ΧΛ2α	4,0	0	-0,5	-1,0	-	-	-0.50	
	ΧΛ2β	6,0	0	-0,5	-1,0	-	-	-	

Σχήμα 4.2 Αρχική & Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ (Πίνακας 1)	ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ							ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ				ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ			
	ΩΣα			ΩΣβ		ΩΣγ											
	ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6	ΩΣ7	ΠΩΣ1	ΠΩΣ2	ΑΤ	ΔΤ	ΩΤ	ΕΤ	ΧΛ1α	ΧΛ1β	ΧΛ2α	ΧΛ2β
<b>Βασική Βαθμολογία</b> (όπως προκύπτει από τον πίνακα 2)																	
Κακή κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Μεγάλο ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-	-1	-	-1
Μη κανονικότητα καθ' ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-05	-0,5	-1,0	-1,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-05	-	-	-0,5	-0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Βαριές επικαλύψεις	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	-1	-0,5	-0,5
Έδαφος ΕΔ 2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Έδαφος ΕΔ 3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Έδαφος ΕΔ 3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8

Σχήμα 4.3 Τροποποιητικοί Συντελεστές Συμπεριφοράς (ΤΣΣ)

<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>												
<b>Δομικός Τύπος</b>	<b>(ΩΣα)</b>			<b>(ΩΣβ)</b>		<b>(ΩΣγ)</b>						
	<b>ΩΣ1</b>	<b>ΩΣ2</b>	<b>ΩΣ3</b>	<b>ΩΣ4</b>	<b>ΩΣ5</b>	<b>ΩΣ6/7</b>	<b>ΑΤ</b>	<b>ΔΤ</b>	<b>ΩΤ</b>	<b>ΕΤ</b>	<b>ΠΣ1</b>	<b>ΠΣ2</b>
<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,5</b>
pilotis η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ.	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ανευ Αντ. Κανονισμού	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0
<b>Κακή Κατάσταση</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
Βαρείες επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											

Σχήμα 4.4 Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές για Ζώνη Σεισμικής επικινδυνότητας Ι (ΕΑΚ 2000)



<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>												
<b>Δομικός Τύπος</b>	<b>(ΩΣα)</b>			<b>(ΩΣβ)</b>		<b>(ΩΣγ)</b>	<b>ΑΤ</b>	<b>ΔΤ</b>	<b>ΩΤ</b>	<b>ΕΤ</b>	<b>ΠΣ1</b>	<b>ΠΣ2</b>
	<b>ΩΣ1</b>	<b>ΩΣ2</b>	<b>ΩΣ3</b>	<b>ΩΣ4</b>	<b>ΩΣ5</b>	<b>ΩΣ6/7</b>						
<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>
riplotis η/και κοντά υπ οστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ.	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ανευ Αντ. Κανονισμού	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0
Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											

Σχήμα 4.5 Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές για Ζώνη Σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙ (ΕΑΚ 2000)

<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>												
<b>Δομικός Τύπος</b>	<b>(ΩΣα)</b>			<b>(ΩΣβ)</b>		<b>(ΩΣγ)</b>	<b>ΑΤ</b>	<b>ΔΤ</b>	<b>ΩΤ</b>	<b>ΕΤ</b>	<b>ΠΣ1</b>	<b>ΠΣ2</b>
	<b>ΩΣ1</b>	<b>ΩΣ2</b>	<b>ΩΣ3</b>	<b>ΩΣ4</b>	<b>ΩΣ5</b>	<b>ΩΣ6/7</b>						
<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>
pilotis η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ.	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ανευ Αντ. Κανονισμού	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0
<b>Κακή Κατάσταση</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Εδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											

Σχήμα 4.6 Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές για Ζώνη Σεισμικής επικινδυνότητας ΙΙΙ (ΕΑΚ 2000)

<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>														
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7						
Κατοικία		Αρχική Βασική Βαθμολ.	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,5	2,0	3,0	3,5	3,0	1,5	2,5
Γραφεία	0-10	πilotis η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βιομηχανικό Συγκ.κοινού		κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ. Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σχολείο	11-100	Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Δημόσιο κτίριο		Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Εκτακτ.ανάγκη		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Ιστορικό κτίριο	100+	Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Σπουδαιότητα		Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ		Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
ΜΓ=Μη Γνωστο		Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											
Μη αντικειμ. Στοιχεία		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>		<b>-1,0</b>										
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>											Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος			
											<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>		

Σχήμα 4.7 Διαδικασία συμπλήρωσης δομικών βαθμολογιών

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II κατά ΕΑΚ 2000		Διευθυνση																
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά τον χρόνο κατασκευής													T.K					
		Αλλα στοιχεία																
		Αρ. Ορόφων						Ετος Κατασκ.										
		Ελεγκτης						Ημερομ.										
		Ολική Δομημένη Επιφ(τ.μ)																
		Όνομα κτηρίου																
		Χρήση																
		ΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ																
		<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>																
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)			(ΩΣγ)			ΑΤ	ΔΤ	ΩΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2	
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7	ΑΤ	ΔΤ	ΩΤ							ΕΤ
Κατοικία		Αρχική Βασική Βαθμολογία η/και κοντά υποστ.	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,5	2,0	3,0	3,5	3,0	1,5	2,5				
Γραφεία	0-10	κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Βιομηχανικό		Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Συγκ. κοινού		Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	
Σχολείο	11-100	Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
Δημόσιο κτήριο		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφων)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	
Εκτακτ. ανάγκη		Μη κανονικότητα καθ' ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	
Ιστορικό κτήριο	100+	Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
Σπουδαιότητα		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
		Κρούση με γεγονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ		Βαρείς επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	
ΜΓ=Μη Γνωστο		Έδαφος Χ	Απ απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)															
Μη αντικειμ. Στοιχεία		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>																
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ														Απ απαιτείται λεπτομερής έλεγχος				
														ΝΑΙ	ΟΧΙ			

Σχήμα 4.8 Πλήρες έντυπο Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ)

## Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Σεισμικά Επικινδύνων Κτιρίων

<b>Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I κατά ΕΑΚ 2000</b>		Διευθυνση												
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά τον χρόνο κατασκευής													Τ.Κ	
		Άλλα στοιχεία												
		Αρ.Ορόφων						Ετος Κατασκ.						
		Ελεγκτής						Ημερομ.						
		Ολική Δομημένη Επιφ(τ.μ)												
		Όνομα κτιρίου												
		Χρήση												
		ΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ												
<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>														
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7						
Κατοικία	0-10	<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>5,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>3,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,5</b>
Γραφεία		ριλολις η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βιομηχανικό Συγκ.κοινού		κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ. Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σχολείο	11-100	Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Δημόσιο κτίριο		Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Εκτακτ.ανάγκη		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφων)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Ιστορικό κτίριο	100+	Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
<b>Σπουδαιότητα</b>		Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
<b>ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
<b>ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
ΜΓ=Μη Γνωστο		Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											
Μη αντικειμ. Στοιχεία		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>												
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>											Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος			
											ΝΑΙ ΟΧΙ			

Σχήμα 4.9 Έντυπο Ταχέως οπτικού Ελέγχου για περιοχή σεισμικότητας I (ΕΑΚ 2000)

## Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Σεισμικά Επικινδύνων Κτιρίων

<b>Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II κατά ΕΑΚ 2000</b>		Διευθυνση												
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά τον χρόνο κατασκευής												Τ.Κ		
		Άλλα στοιχεία												
		Αρ.Ορόφων						Ετος Κατασκ.						
		Ελεγκτής						Ημερομ.						
		Ολική Δομημένη Επιφ(τ.μ)												
		Όνομα κτιρίου												
		Χρήση												
		ΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ												
<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>														
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7						
Κατοικία	0-10	<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>
Γραφεία		ριλολις η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βιομηχανικό Συγκ.κοινού		κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ. Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σχολείο	11-100	Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Δημόσιο κτίριο		Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Εκτακτ.ανάγκη		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφων)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Ιστορικό κτίριο	100+	Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
<b>Σπουδαιότητα</b>		Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5
<b>ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
<b>ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	
ΜΓ=Μη Γνωστο		Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											
Μη αντικειμ. Στοιχεία		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>												
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>										Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος				
										ΝΑΙ ΟΧΙ				

Σχήμα 4.10 Έντυπο Ταχέως οπτικού Ελέγχου για περιοχή σεισμικότητας II (ΕΑΚ 2000)

## Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Σεισμικά Επικινδύνων Κτιρίων

<b>Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας III &amp; IV κατά ΕΑΚ 2000</b>		Διευθυνση												
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά τον χρόνο κατασκευής												Τ.Κ		
		Άλλα στοιχεία												
		Αρ.Ορόφων						Ετος Κατασκ.						
		Ελεγκτής						Ημερομ.						
		Ολική Δομημένη Επιφ(τ.μ)												
		Όνομα κτιρίου												
		Χρήση												
		ΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ												
<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>														
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7						
Κατοικία	0-10	<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>1,0</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>2,0</b>
Γραφεία		ριλotis η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βιομηχανικό Συγκ.κοινού		κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ. Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σχολείο	11-100	Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Δημόσιο κτίριο		Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Εκτακτ.ανάγκη		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφων)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Ιστορικό κτίριο	100+	Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
<b>Σπουδαιότητα</b>		Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
		Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
<b>ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
<b>ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
ΜΓ=Μη Γνωστο		Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											
Μη αντικειμ. Στοιχεία		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>												
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>										Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος				
										ΝΑΙ ΟΧΙ				

Σχήμα 4.11 Έντυπο Ταχέως οπτικού Ελέγχου για περιοχή σεισμικότητας III & IV (ΕΑΚ 2000)



Σχήμα 5.1 Περιοχές εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου





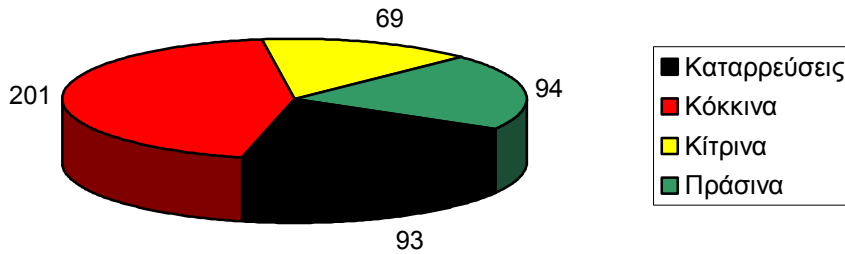
Σχήμα 5.2 Διαδικασία εφαρμογής του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου σε γειτονικά οικοδομικά τετράγωνα με κατασκευές οι οποίες εμφάνιζαν διαφορετικό ποσοστό και βαθμό βλάβης.

## Ταχύς Οπτικός Έλεγχος Σεισμικά Επικινδύνων Κτιρίων

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II κατά ΕΑΚ 2000		Διευθυνση Γ. Παπανδρέου και Πίνδου 1 Ν. Φιλαδέλφεια													
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά τον χρόνο κατασκευής		I											T.K		
												Αλλα στοιχεία			
		Αρ.Ορόφων				5		Ετος Κατασκ.				1979			
		Ελεγκτης				ΧΧ		Ημερομ.							
		Ολική Δομημένη Επιφ(τ.μ)				3800									
		Όνομα κτιρίου				DIA									
												Χρήση		Καταστήματα - Κατοικίες	
<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>															
ΧΡΗΣΗ	Αριθμός Χρηστών	Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2	
			ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7							
Κατοικία	0-10	Αρχική Βασική Βαθμολ.	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	4,5	2,0	3,0	3,5	3,0	1,5	2,5	
Γραφεία		ριλολις η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Βιομηχανικό Συγκ.κοινού		κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ. Ανευ Αντ. Κανονισμού	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Σχολείο	11-100	Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
Δημόσιο κτίριο		Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	
Εκτακτ.ανάγκη		Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	
Ιστορικό κτίριο	100+	Μη κανονικότητα καθ'ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	
<b>Σπουδαιότητα</b>		Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
		Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	
<b>ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΤΩΣΗΣ ΜΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	
		Βαρείες επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	
		Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	
<b>ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ</b>		ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	
<b>ΜΓ=Μη Γνωστο</b>		Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)												
<b>Μη αντικειμ. Στοιχεία</b>		<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>-2,0</b>												
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>										Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος					
										<b>ΝΑΙ</b> ΟΧΙ					

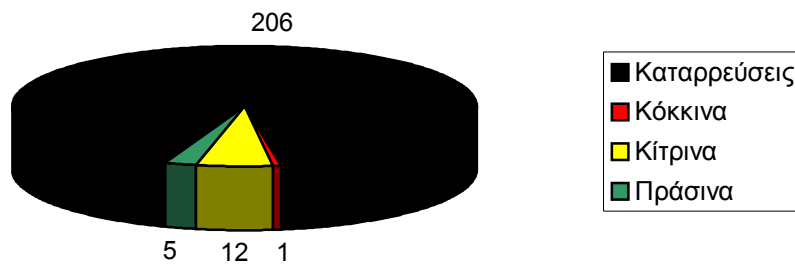
Σχήμα 5.3 Συμπληρωμένο έντυπο ΤΟΕ σε κατασκευή με κατέρρευση από τον τον σεισμό της Πάρνηθας (7-9-1199)

**Κατανομή βλαβών σε κατασκευές απο ΩΣ  
(σύνολο 457)**



α. Κατανομή βλαβών σε κατασκευές με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα

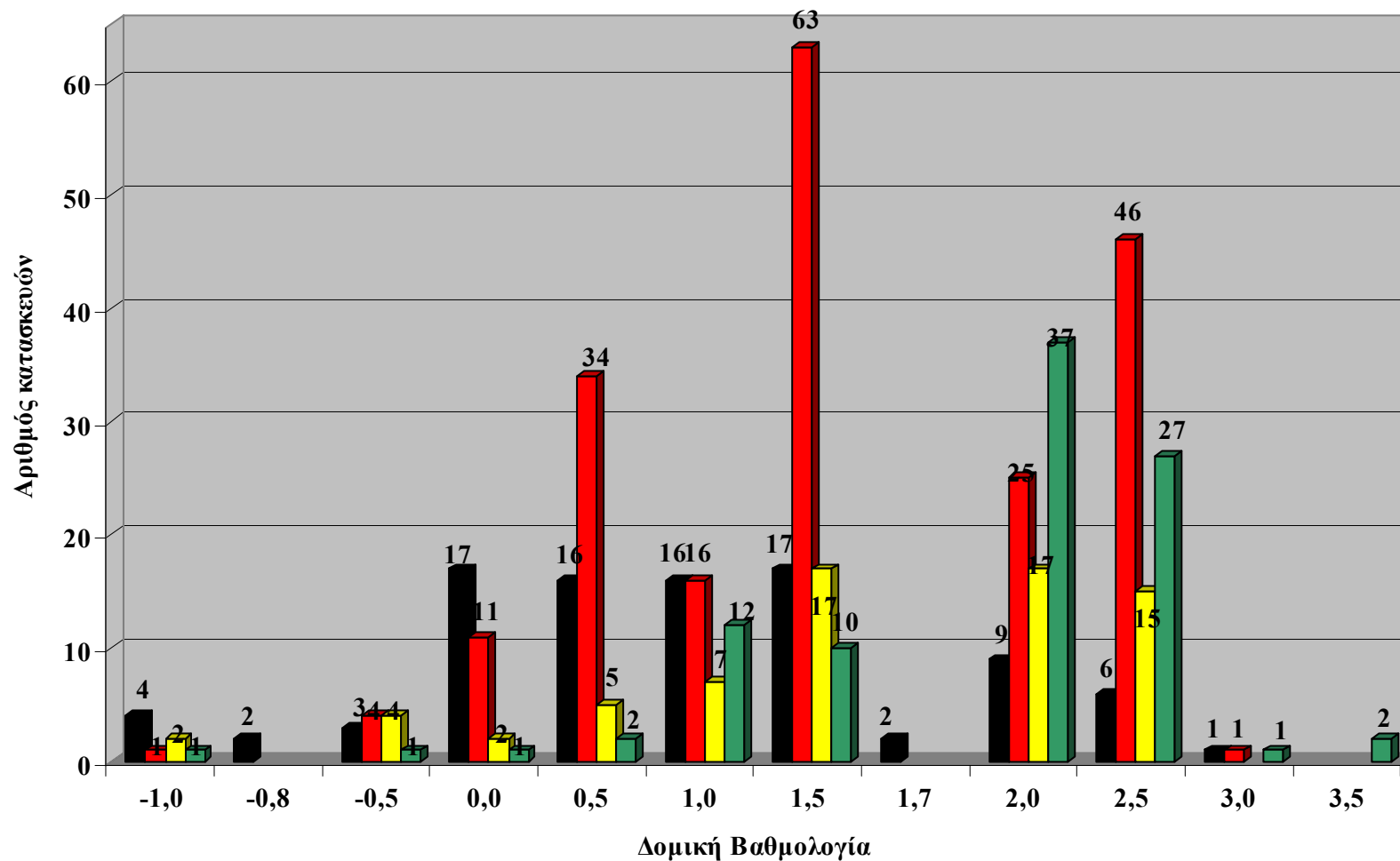
**Κατανομή βλαβών σε κατασκευές ΦΤ  
(σύνολο 224)**



β. Κατανομή βλαβών σε κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία

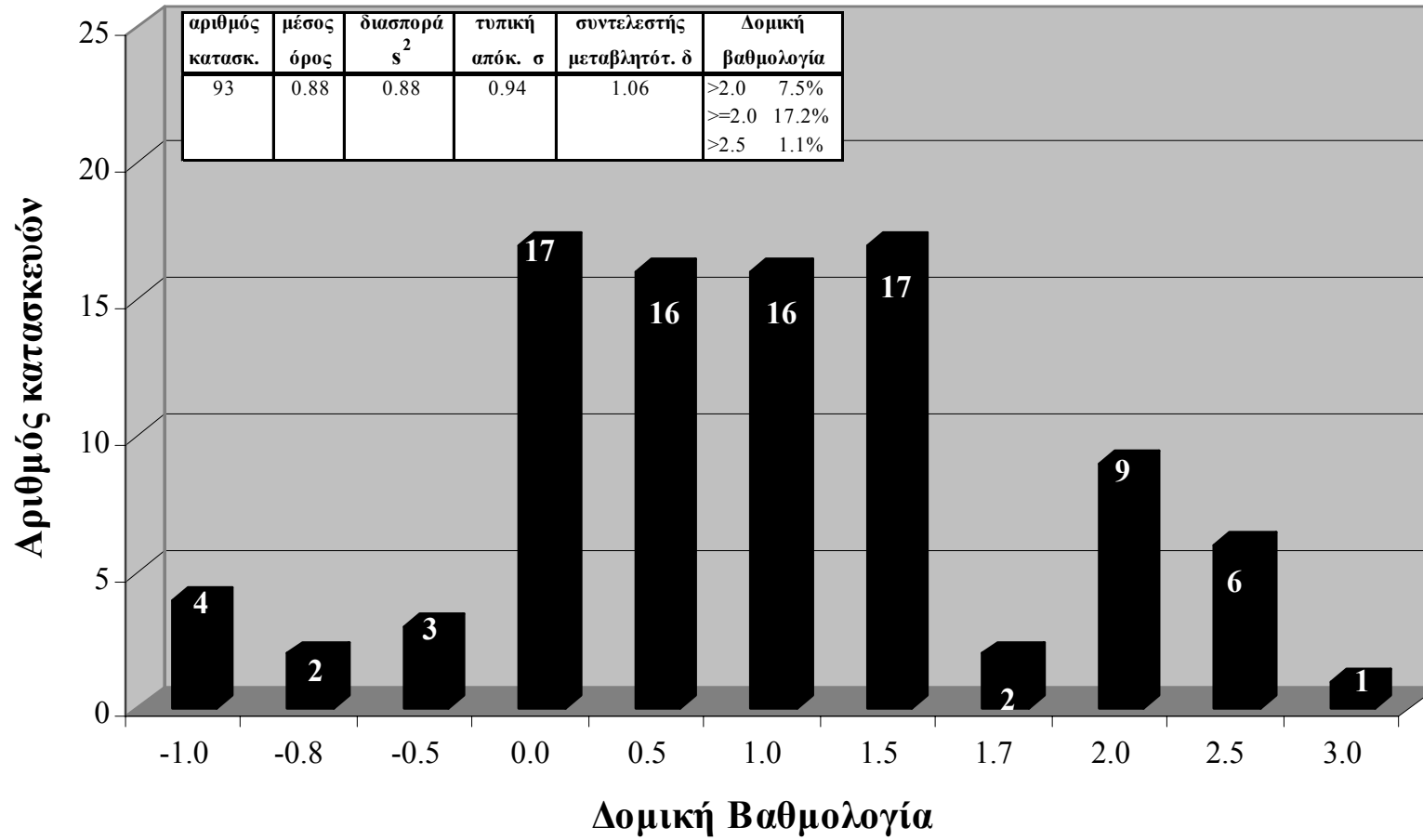
**Σχήμα 5.4 Κατανομή κατασκευών εφαρμογής του ΤΟΕ σε συνάρτηση με το είδος του Δομικού Συστήματος και τον βαθμό βλάβης**

Σύνολο κατασκευών με ΔΣυ από Ω.Σ. 457



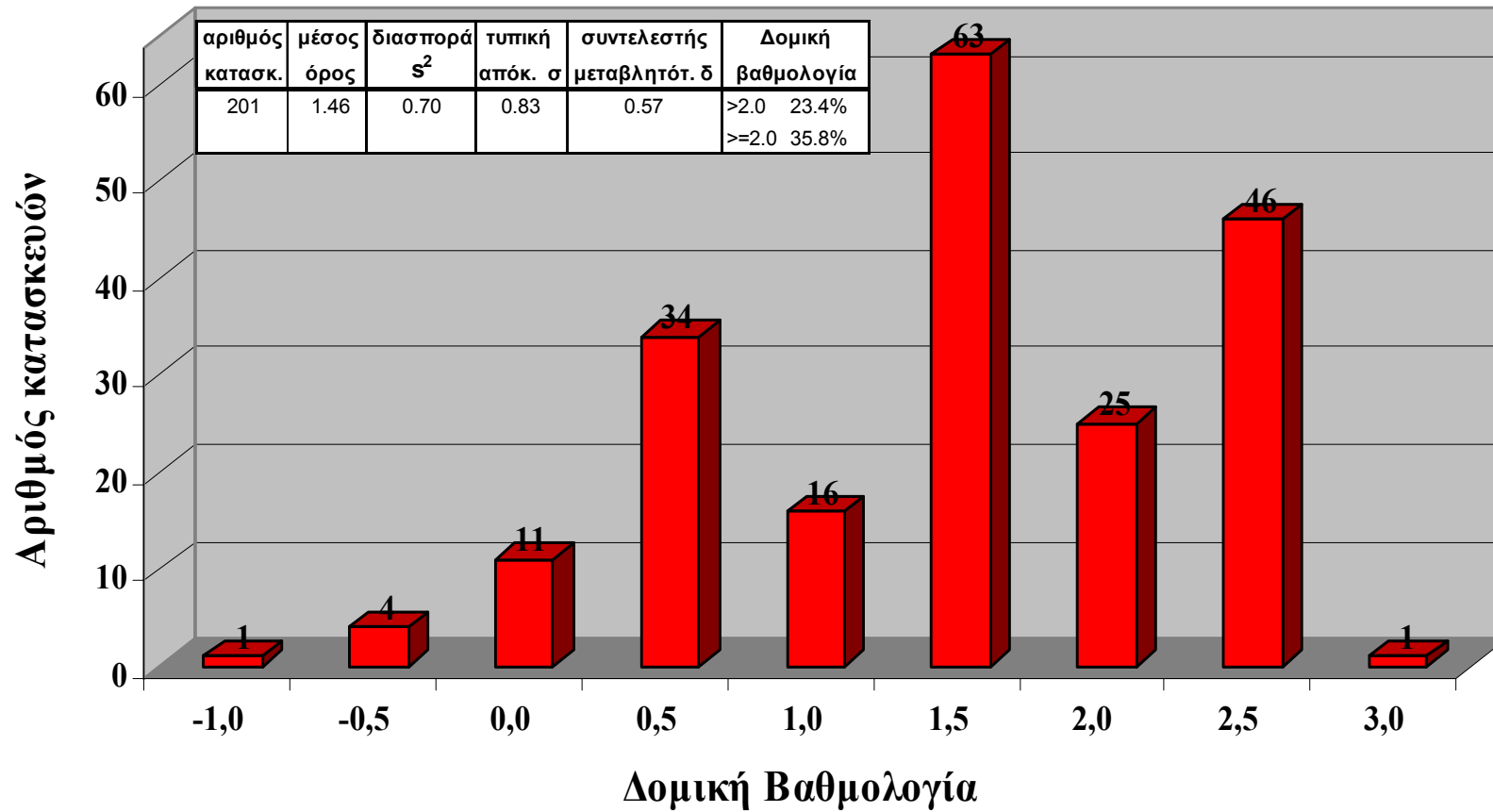
Σχήμα 6.1 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για το σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα

### Κατασκευές από ΩΣ οι οποίες κατέρρευσαν (93)



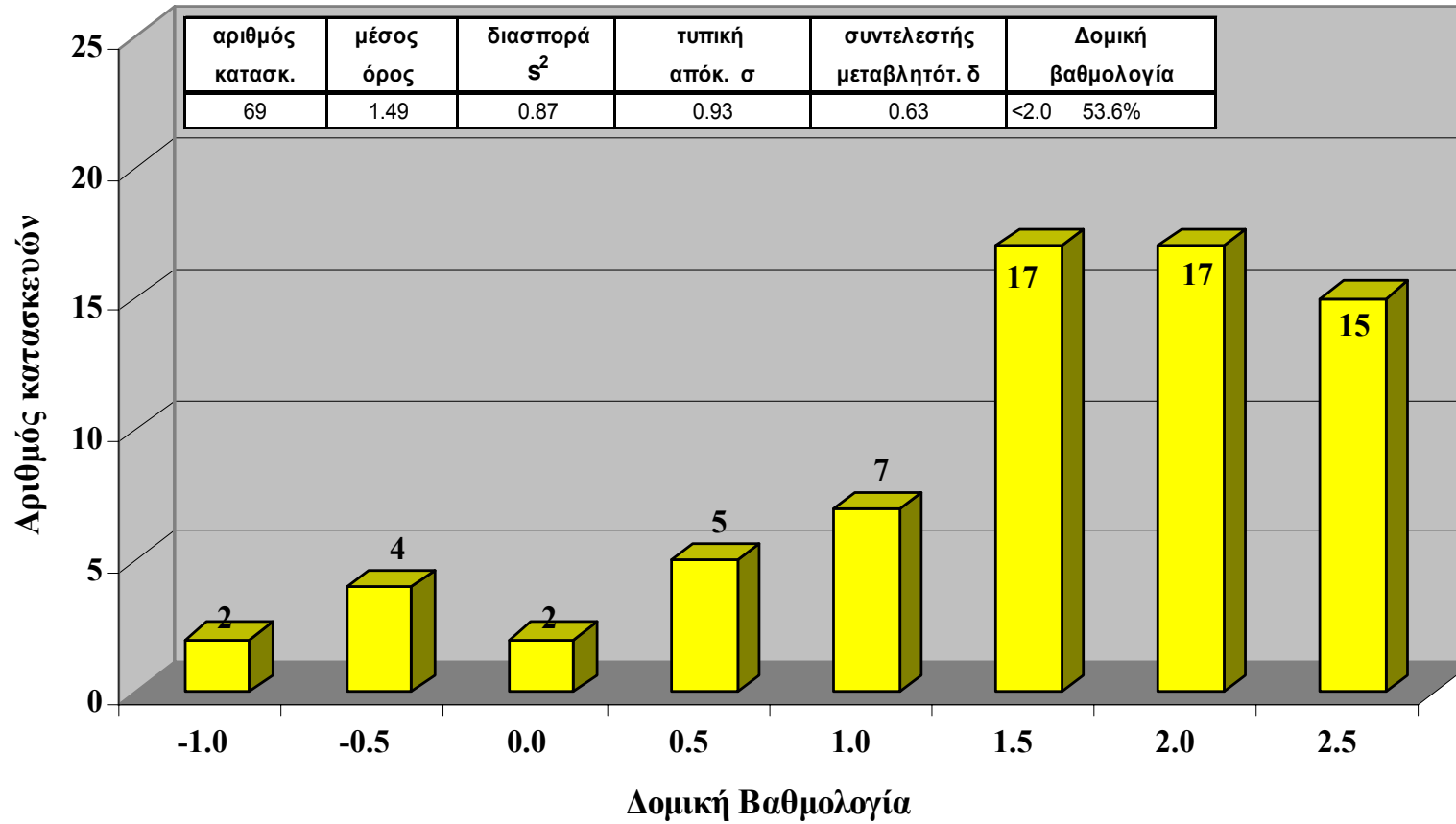
Σχήμα 6.2 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για κατασκευές με δομικό σύστημα από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα οι οποίες κατέρρευσαν

### Κατασκευές από Ω.Σ. με σημαντικές βλάβες (201)



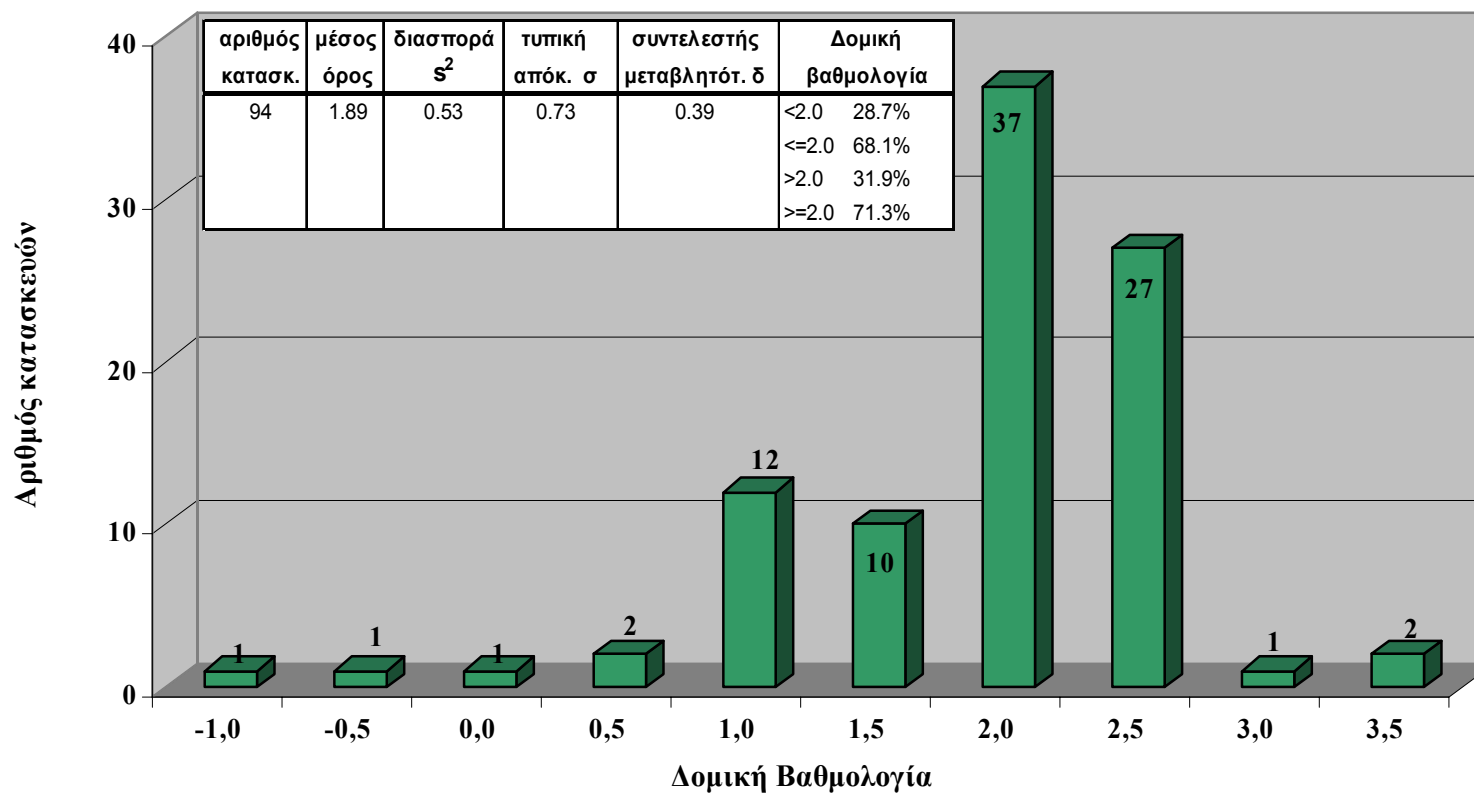
Σχήμα 6.3 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα με σημαντικές βλάβες (κόκκινες)

### Κατασκευές από Ω.Σ. με ελαφρές βλάβες (69)



Σχήμα 6.4 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα με μικρές βλάβες στο ΔΣυ ή/και σημαντικές βλάβες στις ΤΠ (κίτρινες)

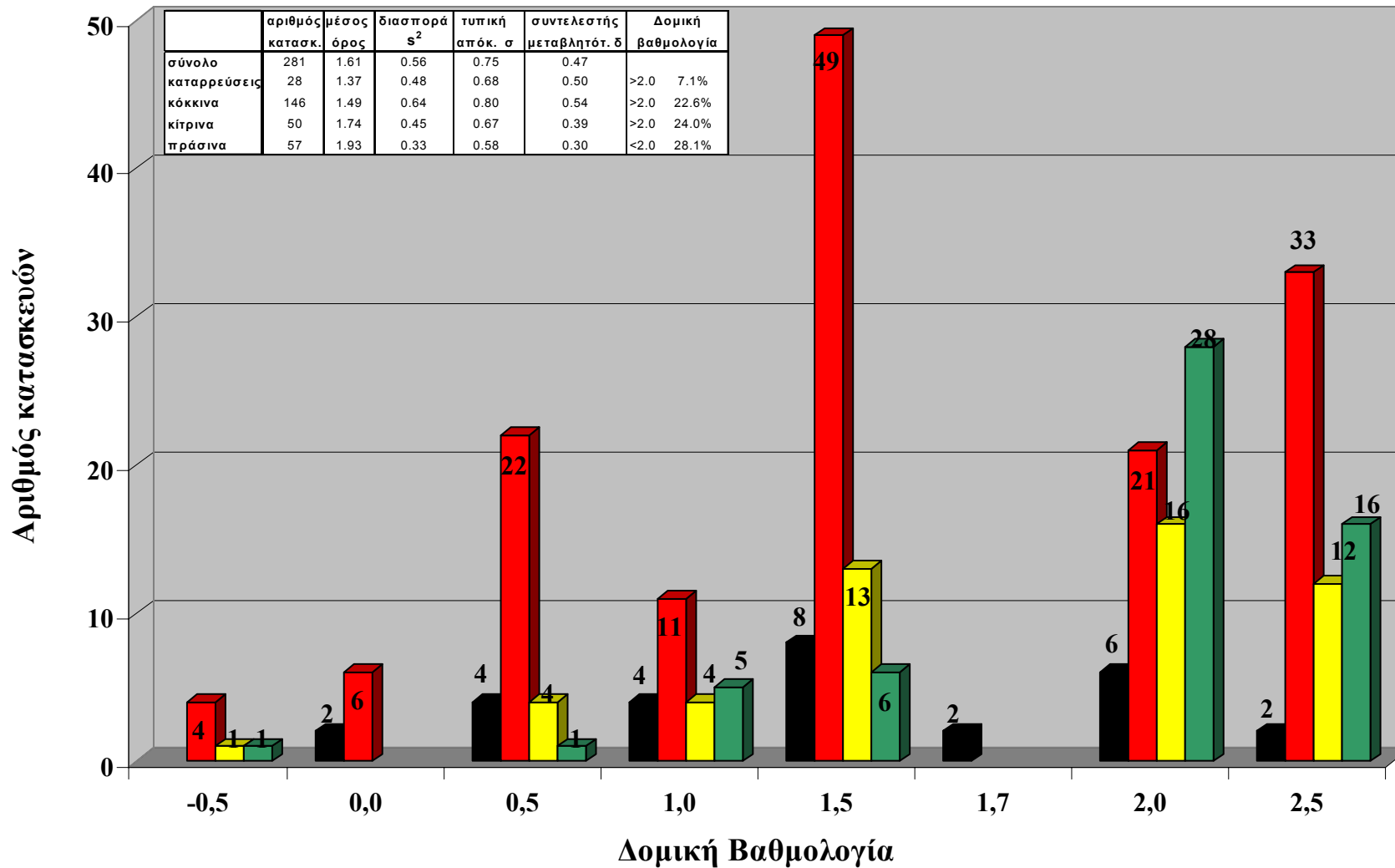
### Κατασκευές από Ω.Σ. χωρίς βλάβες (94)



Σχήμα 6.5 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για τις κατασκευές από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα οι οποίες χαρακτηρίστηκαν πράσινες (κατασκευές χωρίς βλάβες)

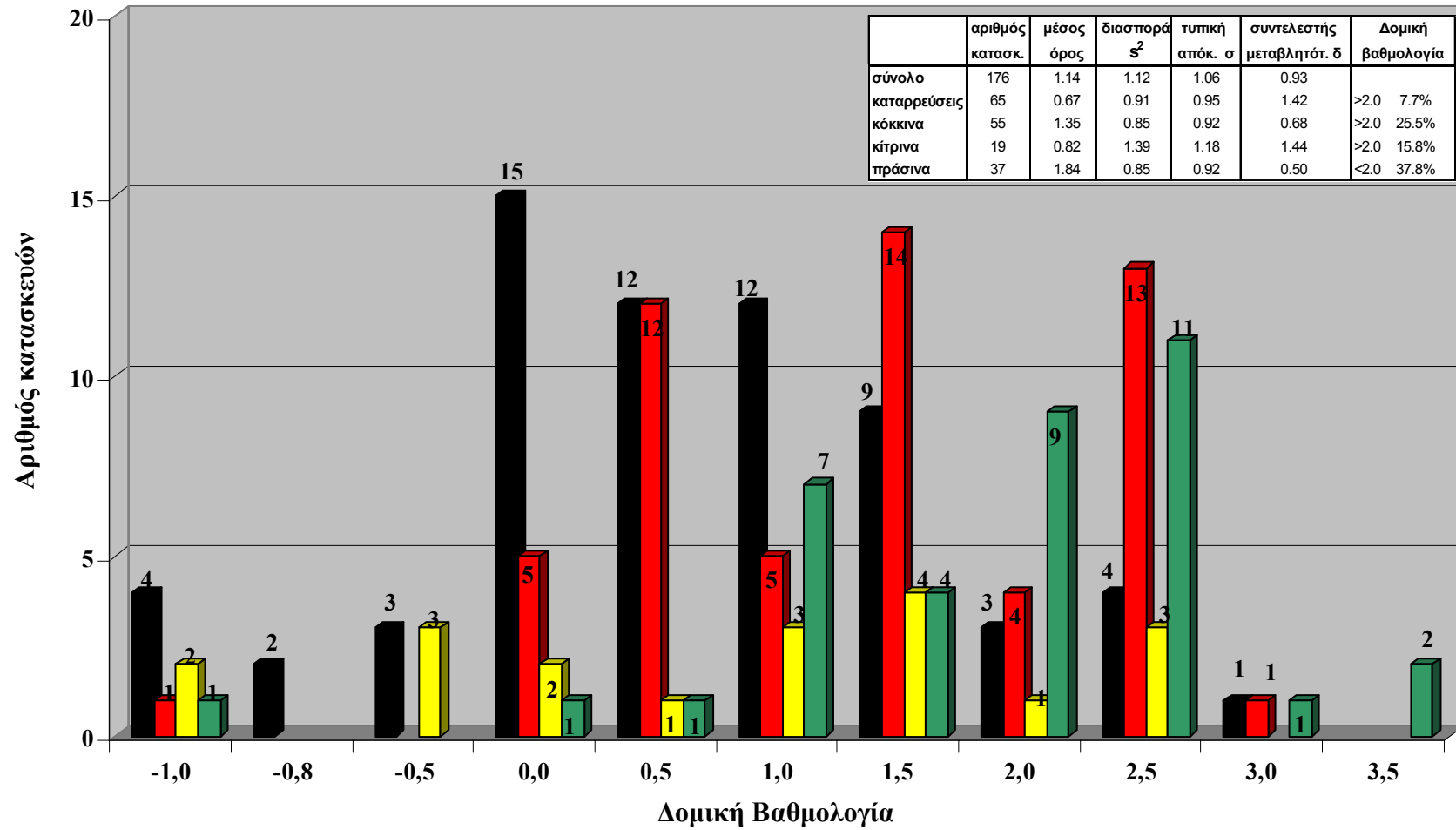


### Κατασκευές με πλαισιωτό ΔΣυ (281)



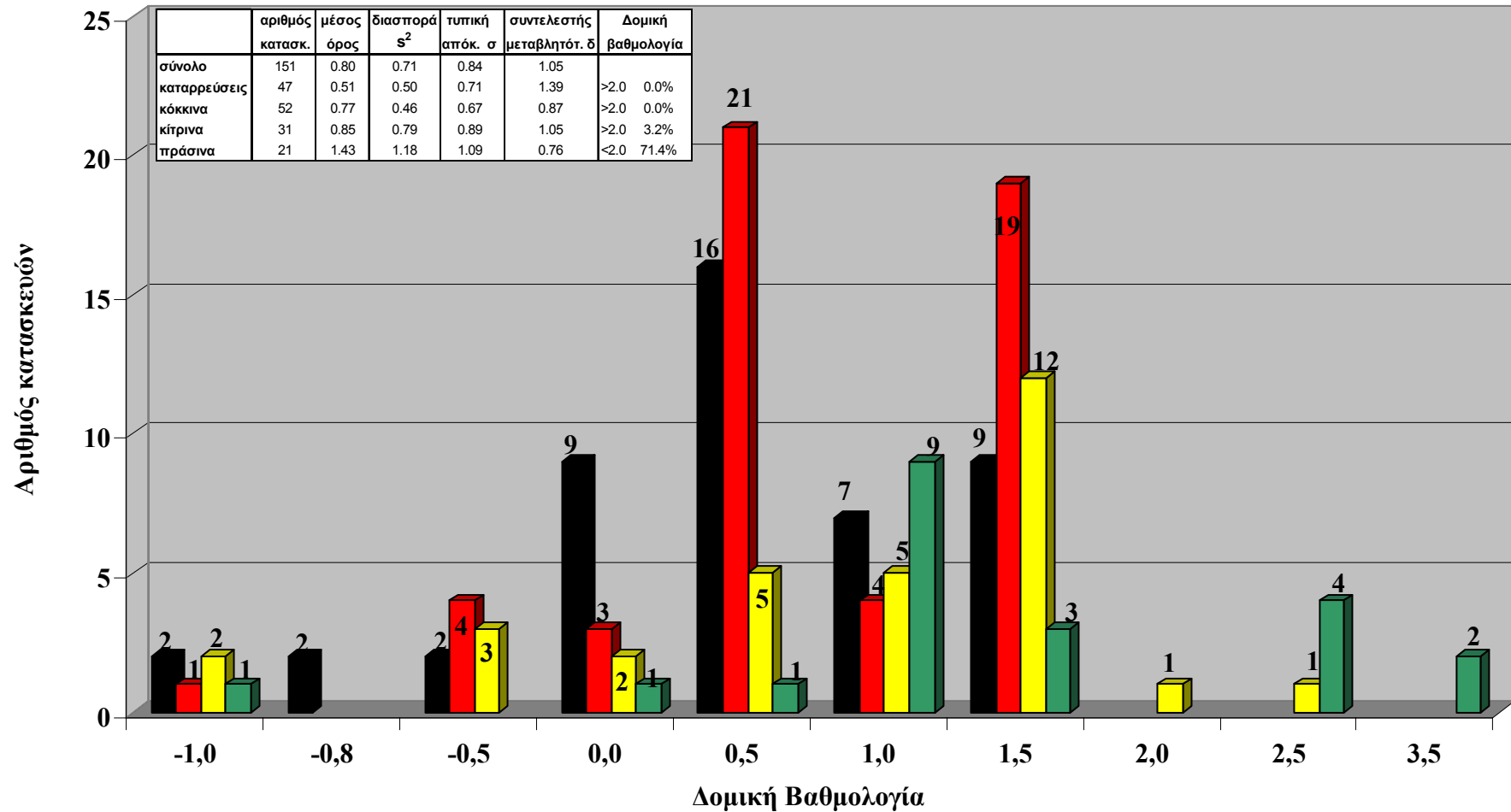
Σχήμα 6.6 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα με πλαισιωτό δομικό σύστημα

### Κατασκευές με δυαδικό ΔΣυ (176)



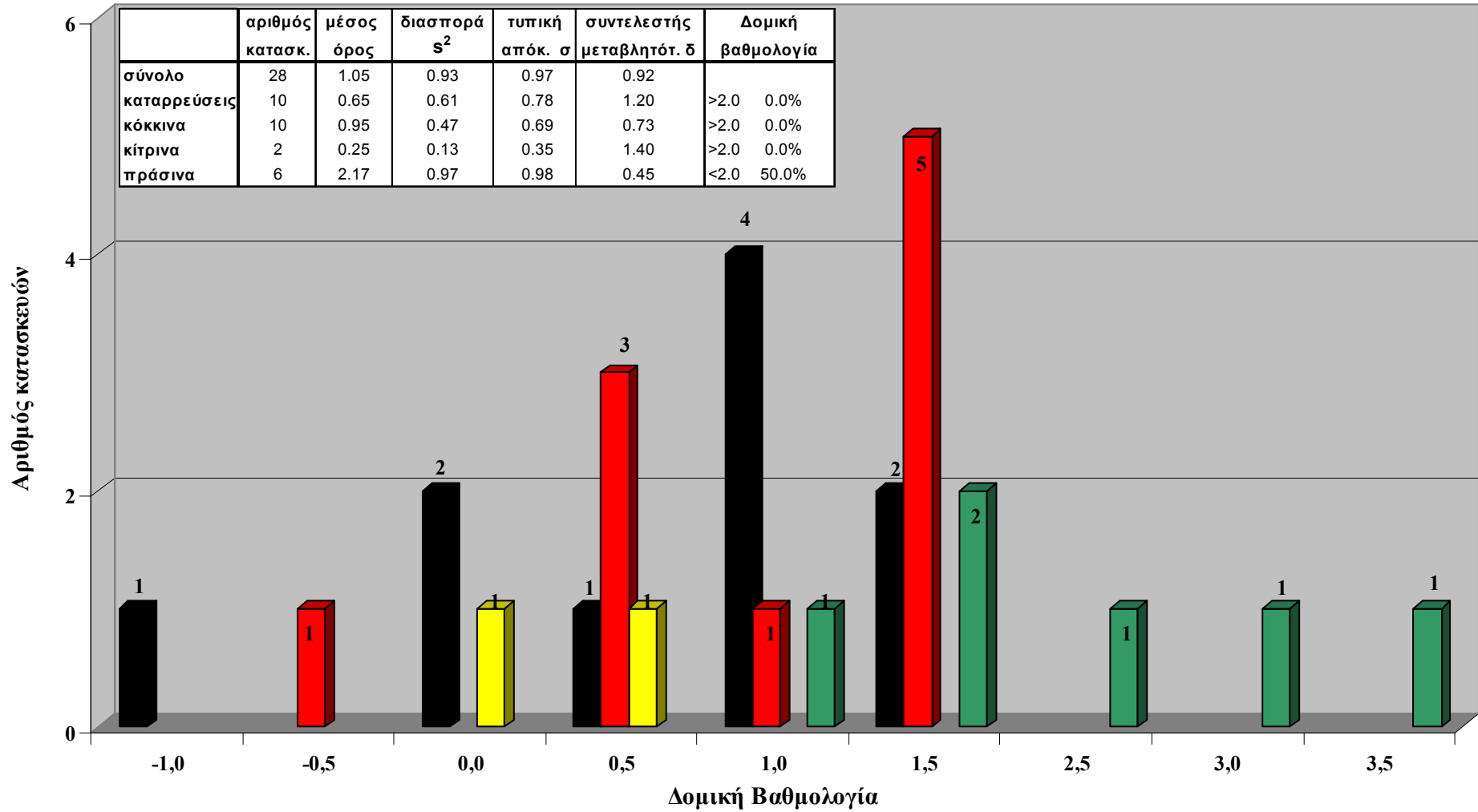
Σχήμα 6.7 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με δυαδικό δομικό σύστημα

### Κατασκευές με ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis) (151)



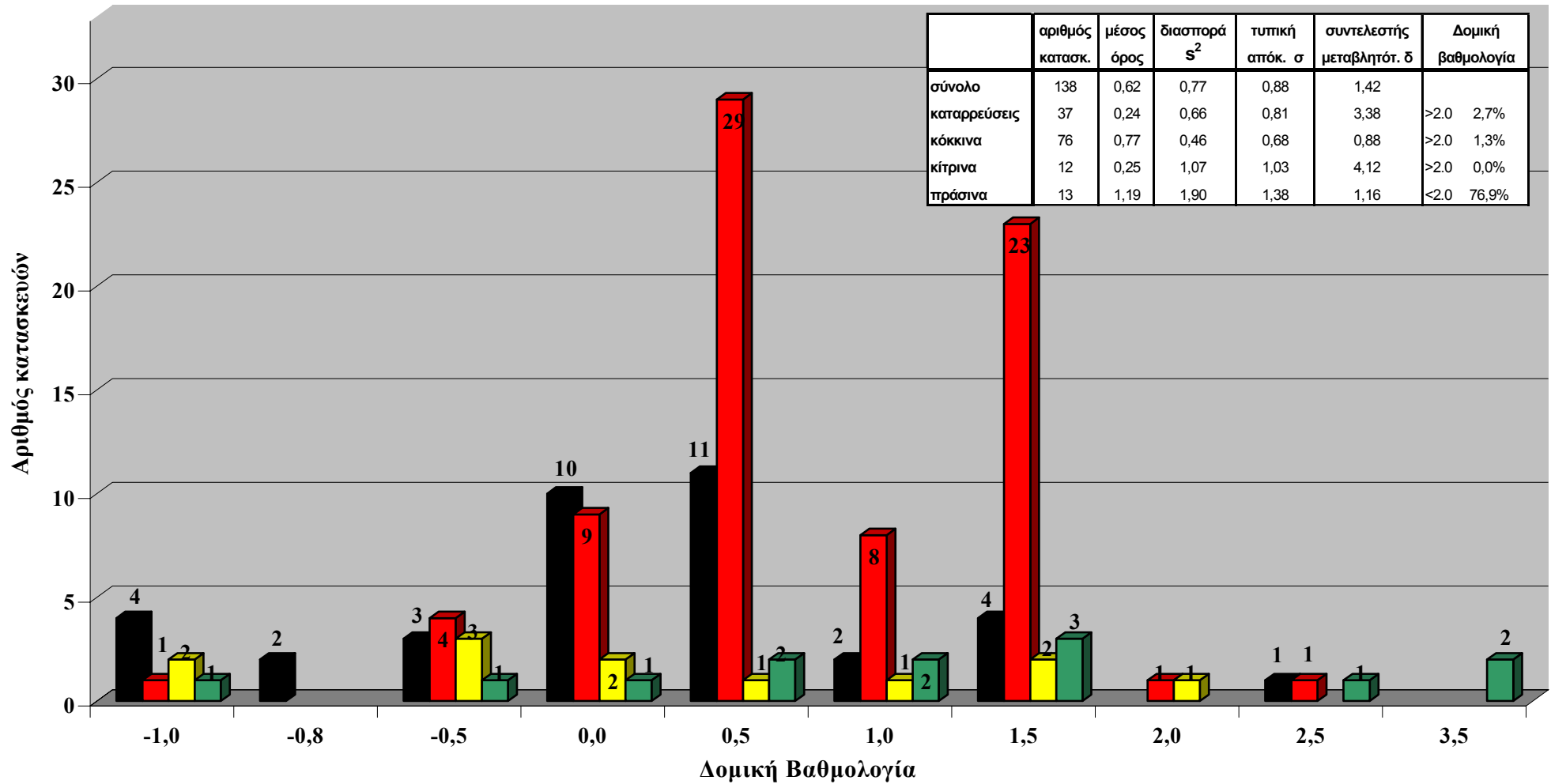
Σχήμα 6.8 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με ανοιχτό ισόγειο (pilotis)

### Κατασκευές ΩΣ με κοντά υποστρώματα (28)



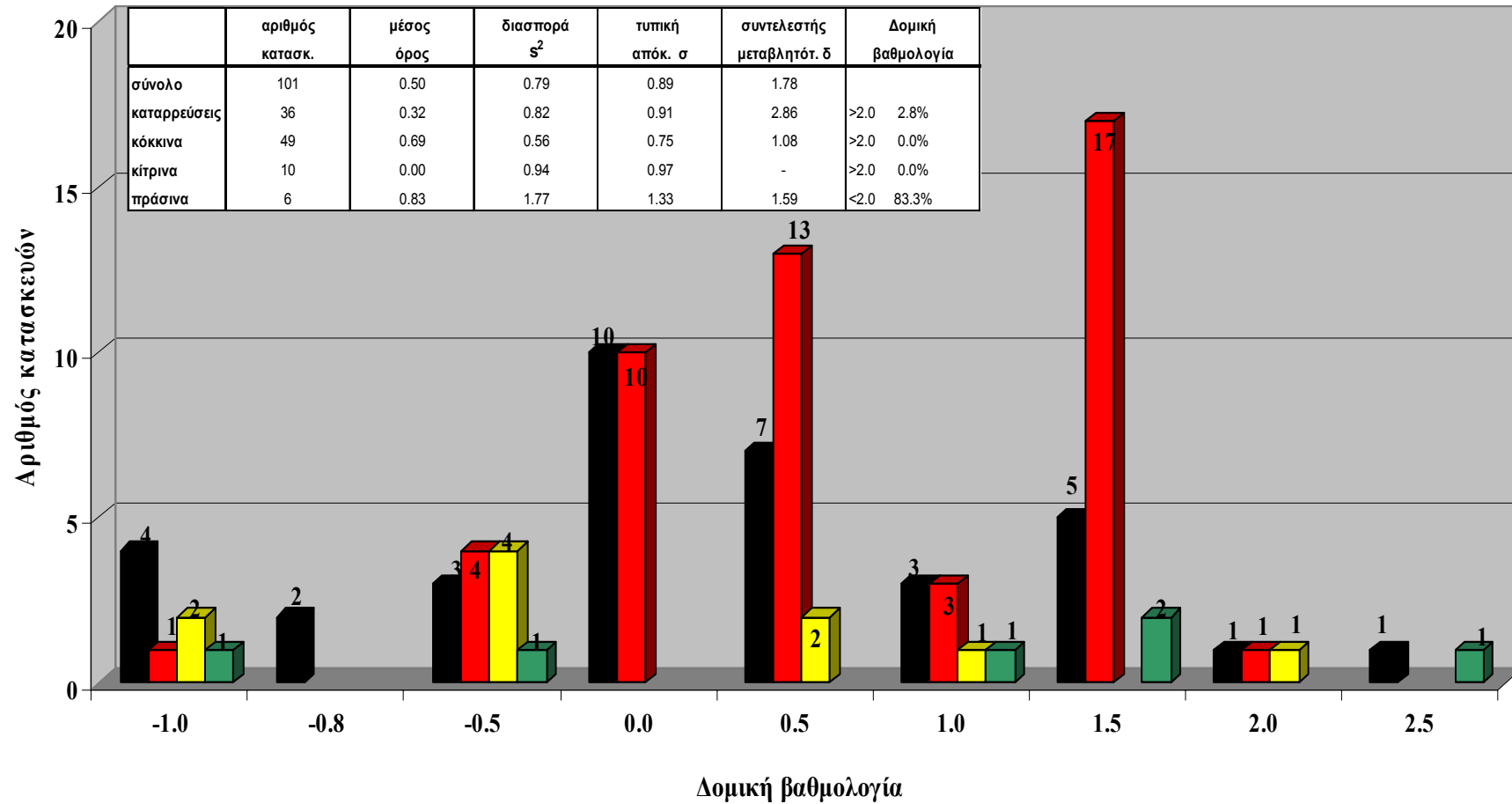
Σχήμα 6.9 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με κοντά υποστρώματα

### Κατασκευές ΩΣ με μη κανονικότητα καθ' ύψος (138)



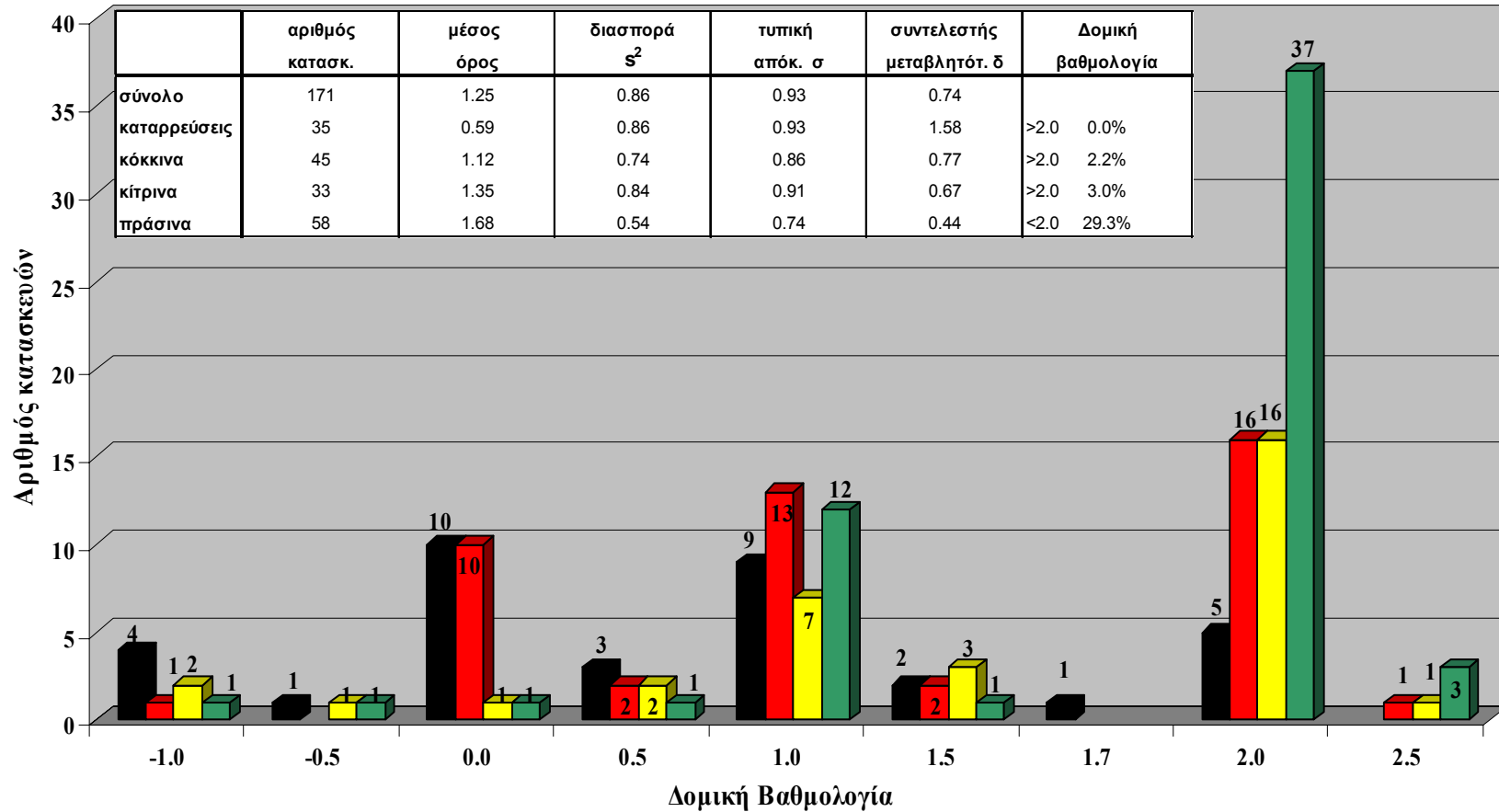
Σχήμα 6.10 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με μη κανονικότητα καθ' ύψος

### Κατασκευές ΩΣ με οριζόντια μη κανονικότητα (101)



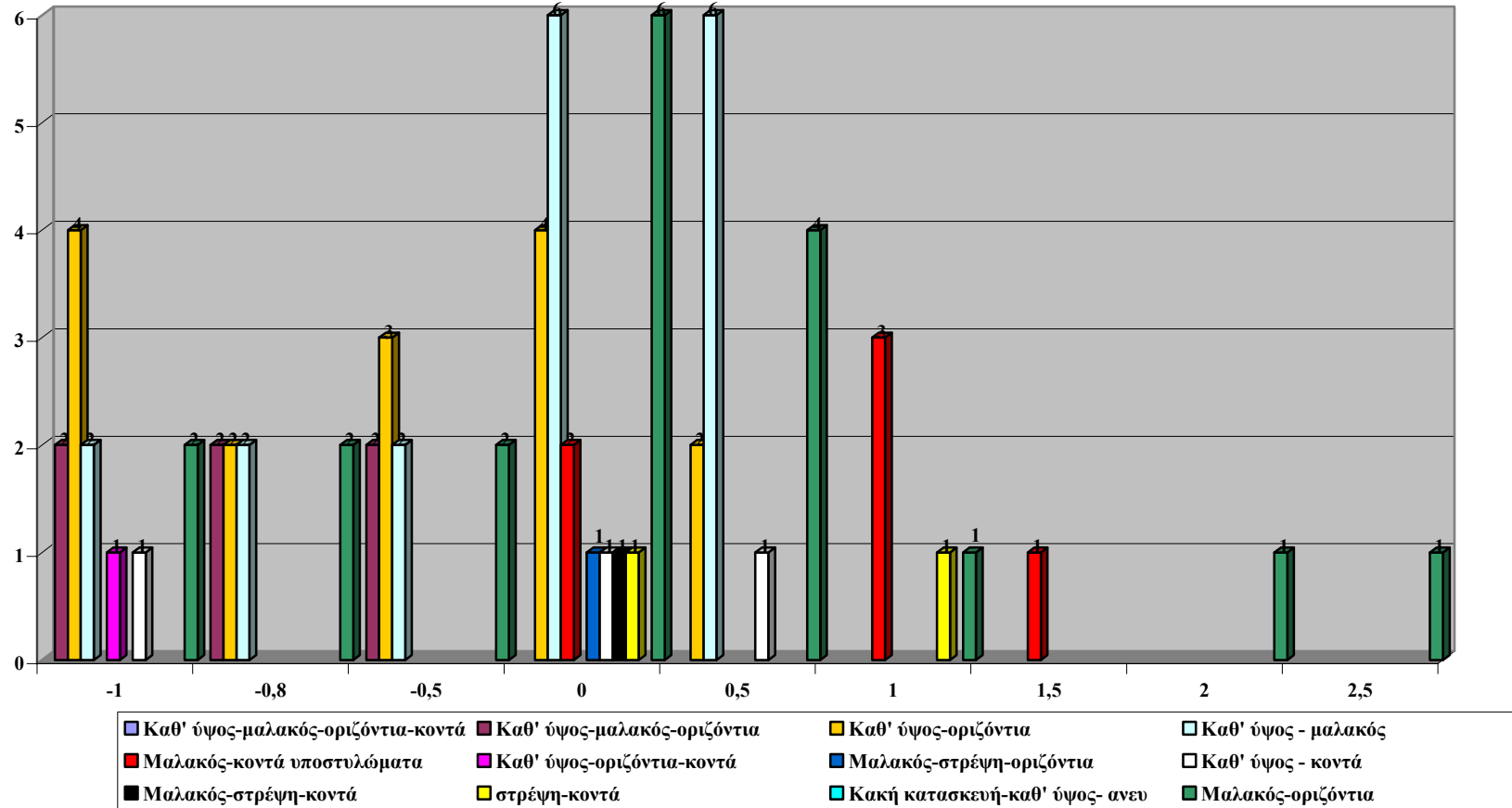
Σχήμα 6.11 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με οριζόντια μη κανονικότητα

### Κατασκευές ΩΣ με κρούση σε γειτονικά κτίρια (171)



Σχήμα 6.12 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε κατασκευές από Ωπλισμένο σκυρόδεμα με κρούση σε γειτονικά κτίρια

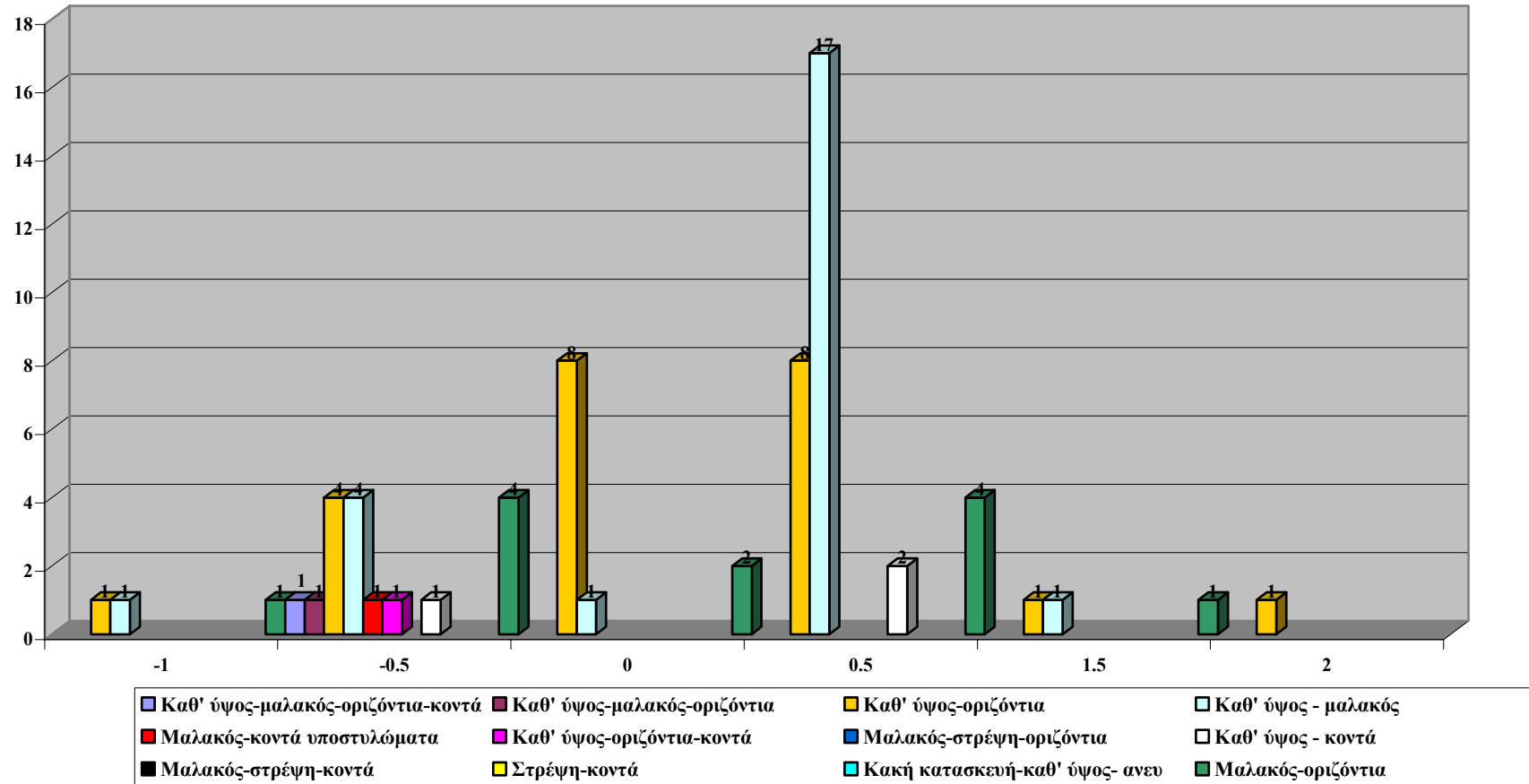
Κατανομή της ΔΒ σε ΚΩΣ σε συνάρτηση με τους εμφανιζόμενους συνδυασμούς των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών (καταρρεύσεις)



Σχήμα 6.13. Κατανομή της ΔΒ σε ΚΩΣ σε συνάρτηση με τους εμφανιζόμενους συνδυασμούς των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών (καταρρεύσεις)

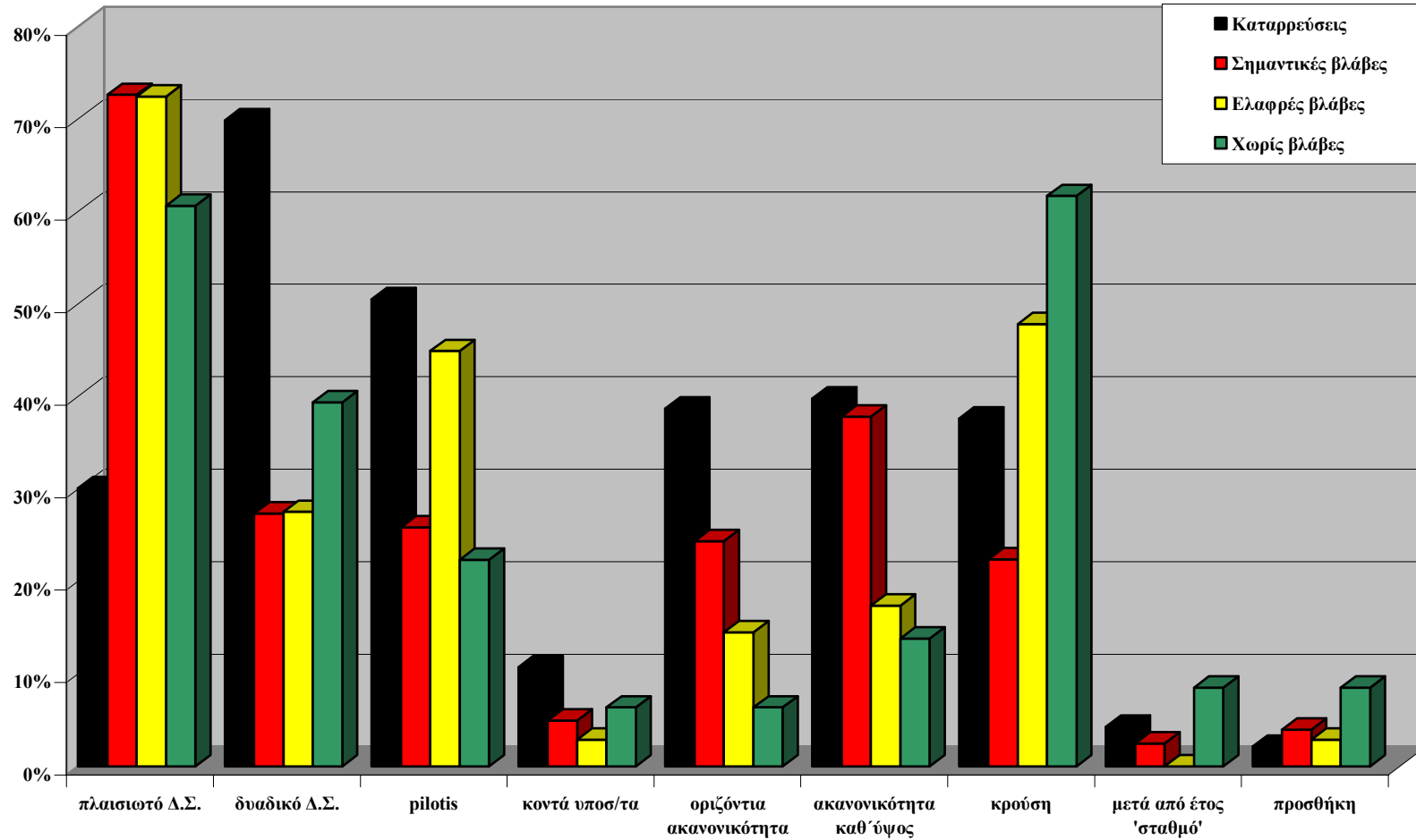


Κατανομή της ΔΒ σε ΚΩΣ σε συνάρτηση με τους εμφανιζόμενους συνδυασμούς των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών (σημαντικές βλάβες)



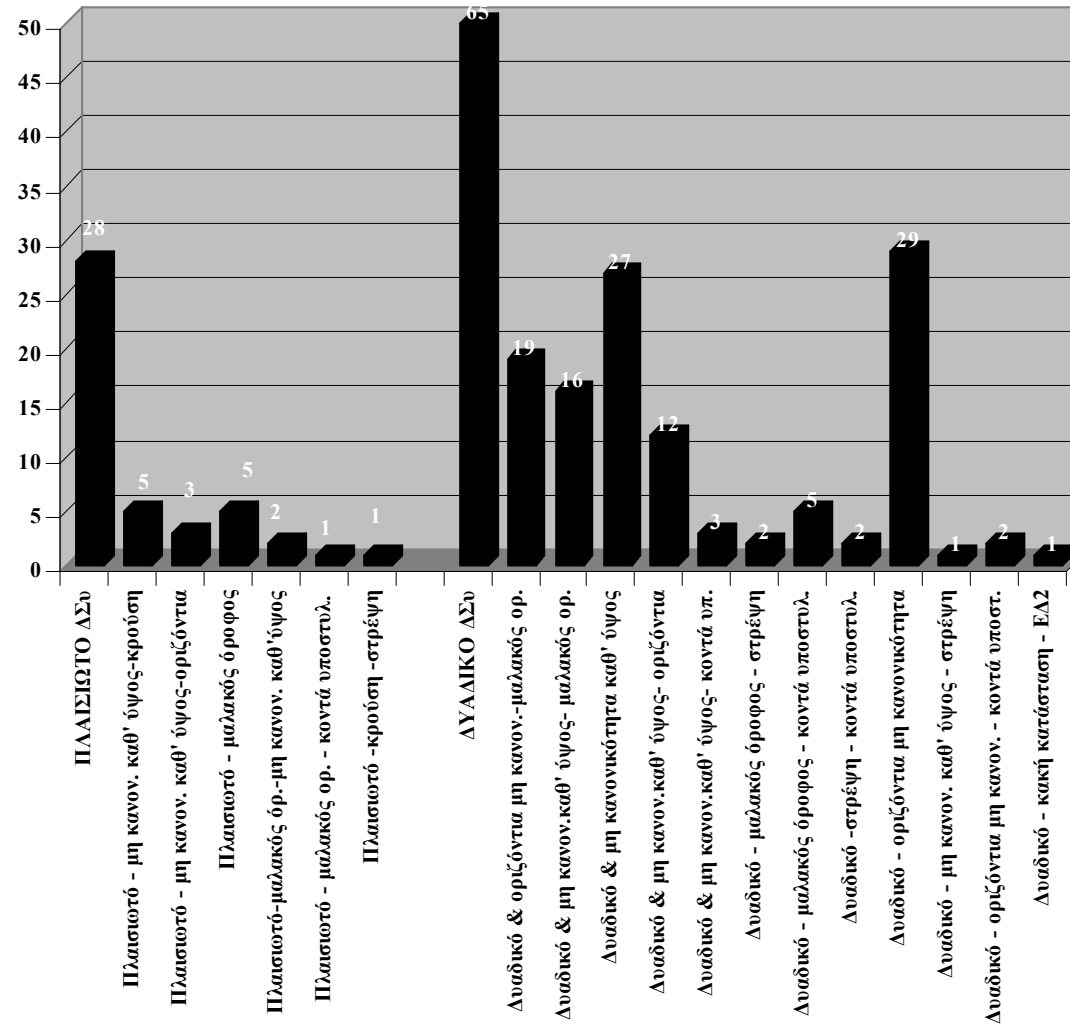
Σχήμα 6.14. Κατανομή της ΔΒ σε ΚΩΣ σε συνάρτηση με τους εμφανιζόμενους συνδυασμούς των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών σε κατασκευές με σημαντικές βλάβες (κόκκινα)

Κατανομή της Τρωτότητας σε συνάρτηση με τα δομικά χαρακτηριστικά σε δείγμα 457 ΚΩΣ



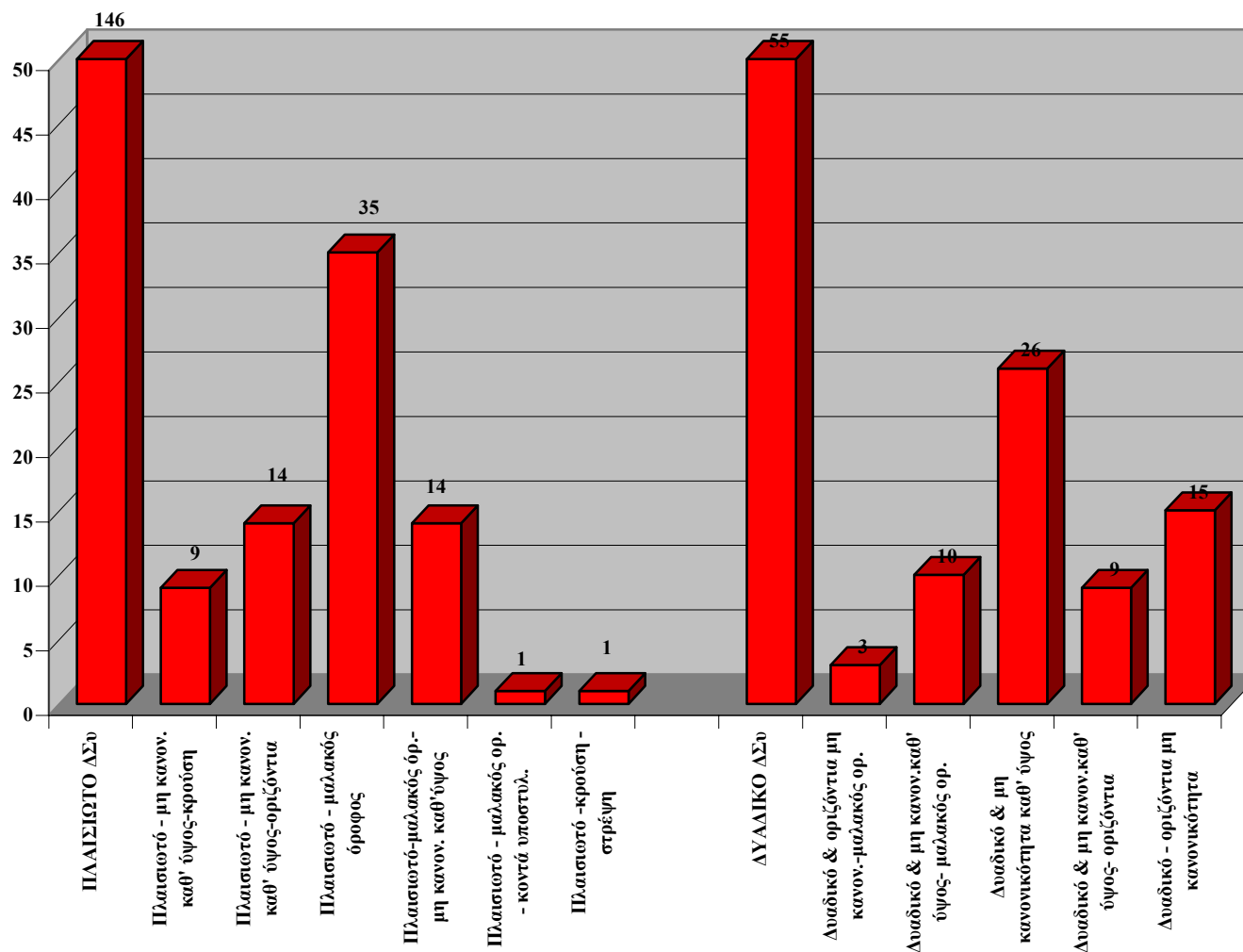
Σχήμα 6.15. Κατανομή του βαθμού βλάβης σε συνάρτηση με τα δομικά χαρακτηριστικά (επιμέρους τροποποιητικοί συντελεστές) σε δείγμα 457 ΚΩΣ.

ΚΩΣ με καταρρεύσεις σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (93 περιπτώσεις)



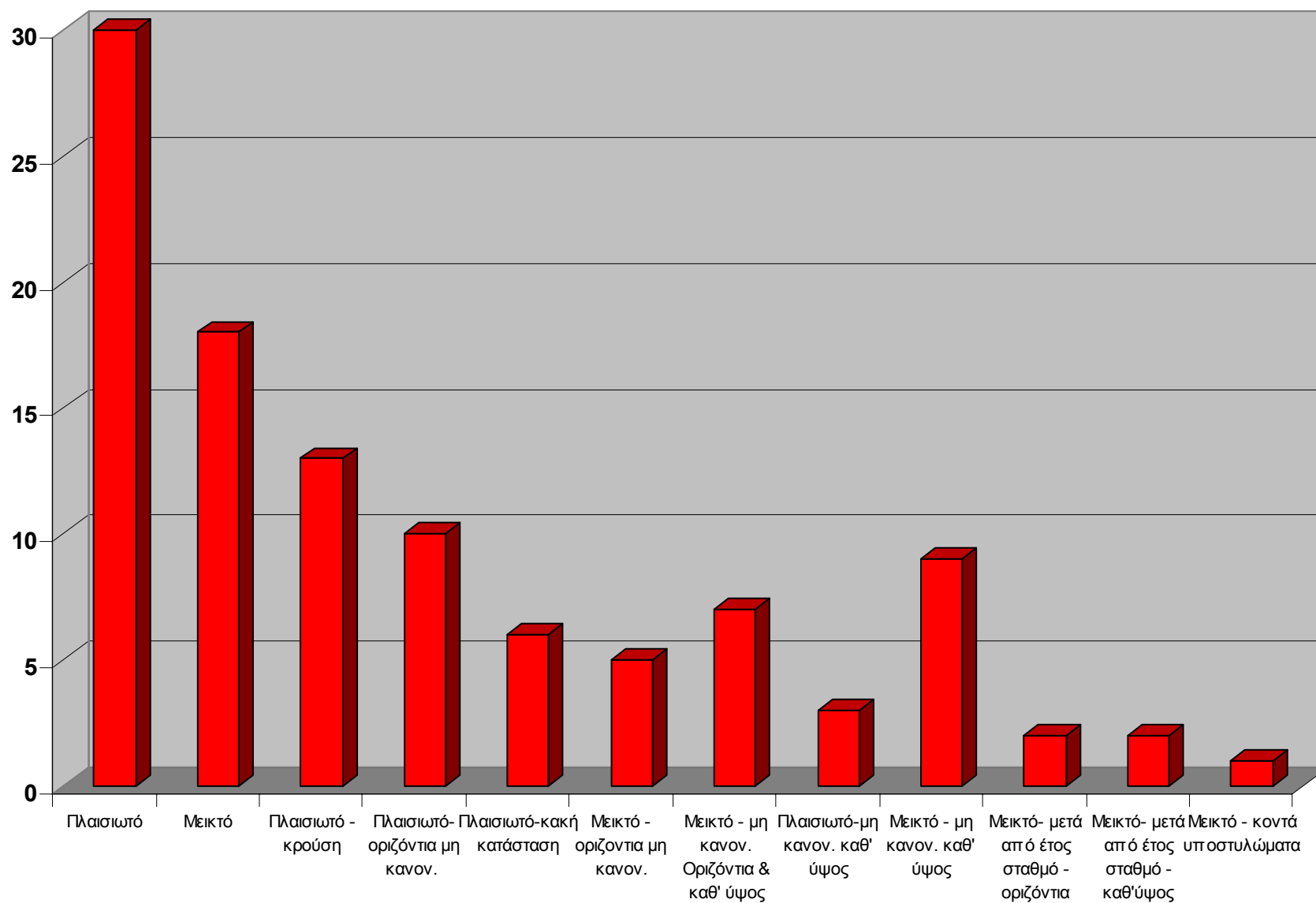
Σχήμα 6.16 ΚΩΣ με καταρρεύσεις σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (93 περιπτώσεις).

ΚΩΣ με σημαντικές βλάβες σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (201 περιπτώσεις)



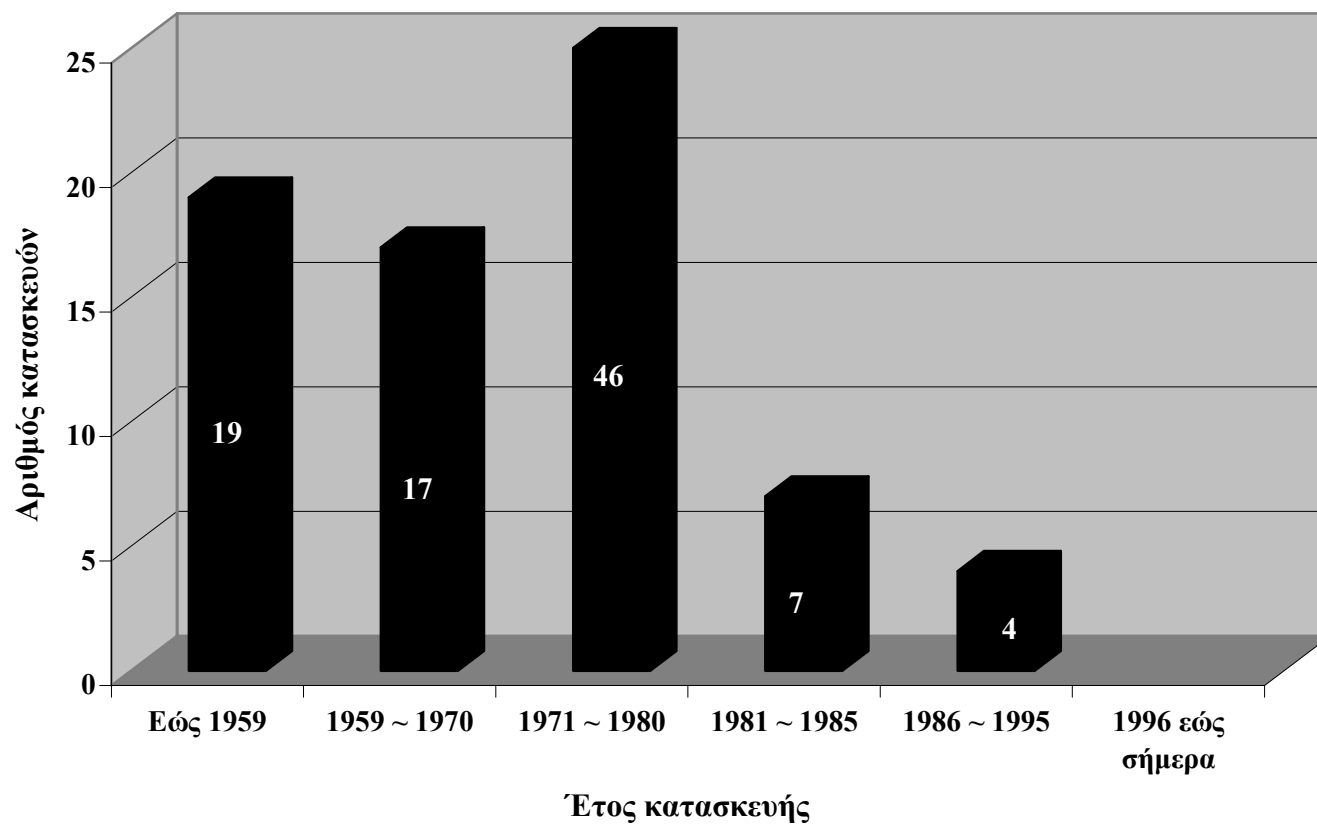
Σχήμα 6.17. ΚΩΣ με σημαντικές βλάβες σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (201 περιπτώσεις).

### ΚΩΣ με σημαντικές βλάβες σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (201 περιπτώσεις)



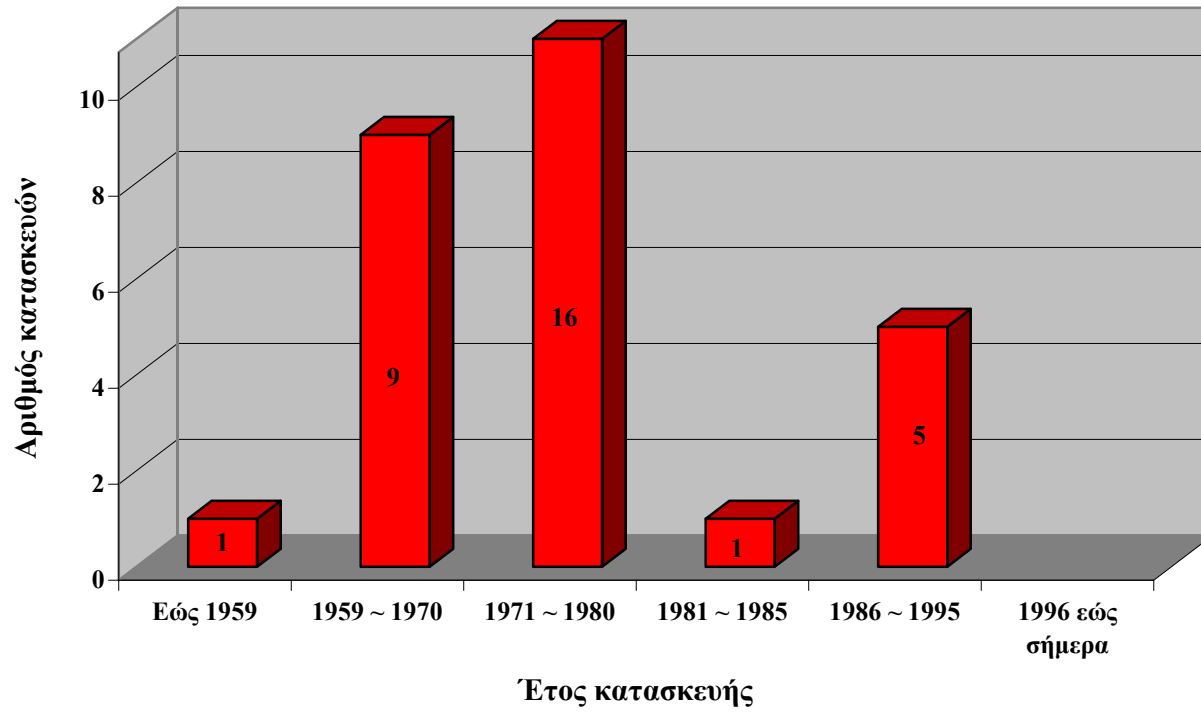
Σχήμα 6.18. ΚΩΣ με σημαντικές βλάβες σε συνάρτηση με βασικές δομικές παραμέτρους (201 περιπτώσεις)

### Καταρρεύσεις κατασκευών από Ω.Σ. (93)



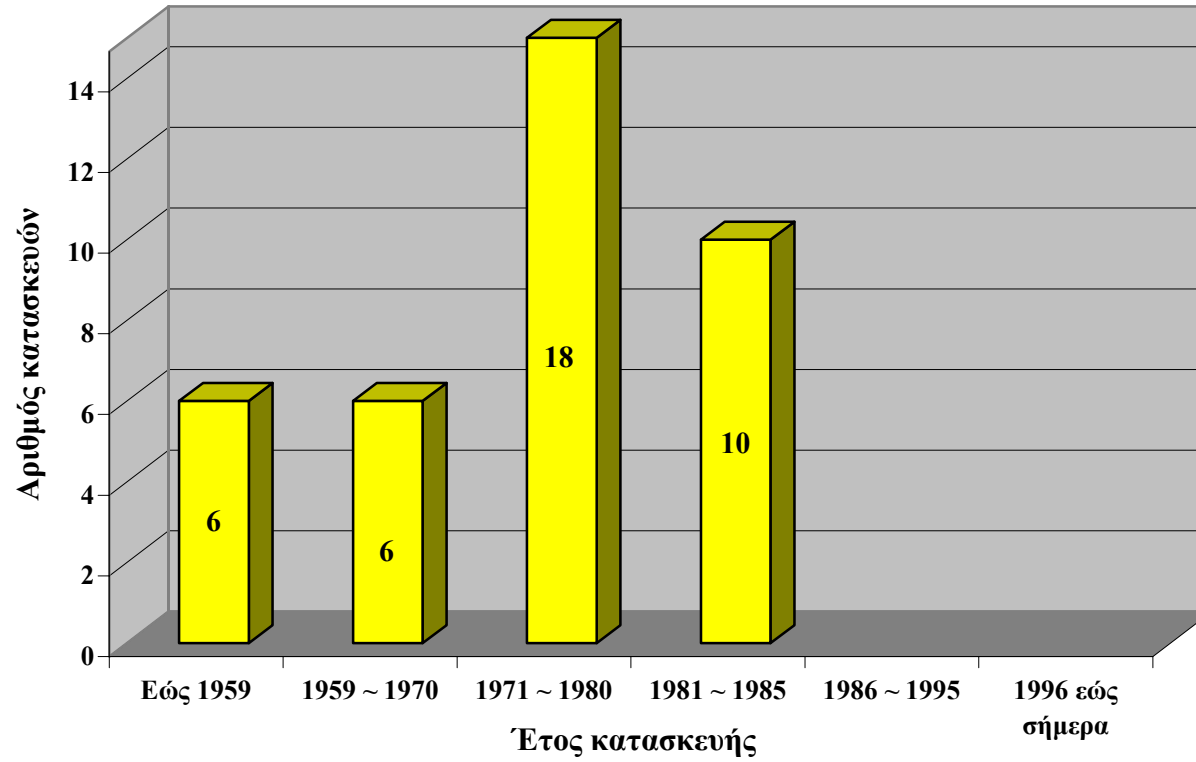
Σχήμα 6.19. Κατανομή του αριθμού των ΚΩΣ που κατέρρευσαν σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής.

### Σημαντικές βλάβες κατασκευών από Ω.Σ. (32)



Σχήμα 6.20. Κατανομή του αριθμού των ΚΩΣ με σημαντικές βλάβες σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής.

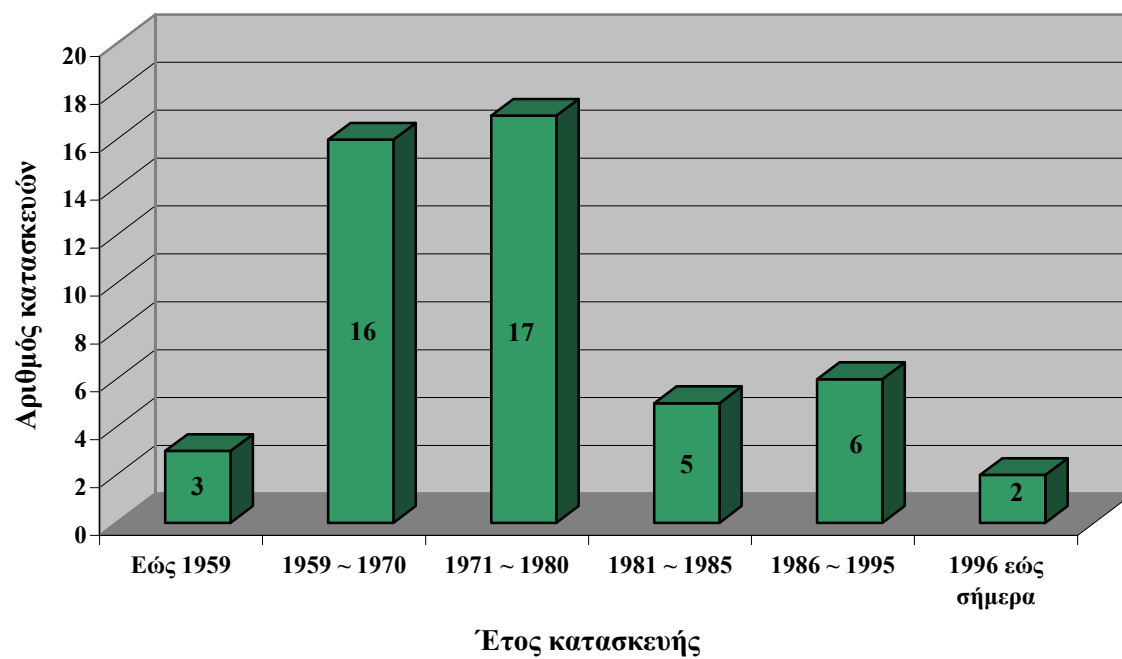
### Κατασκευές από Ω.Σ. με ελαφρές βλάβες (40)



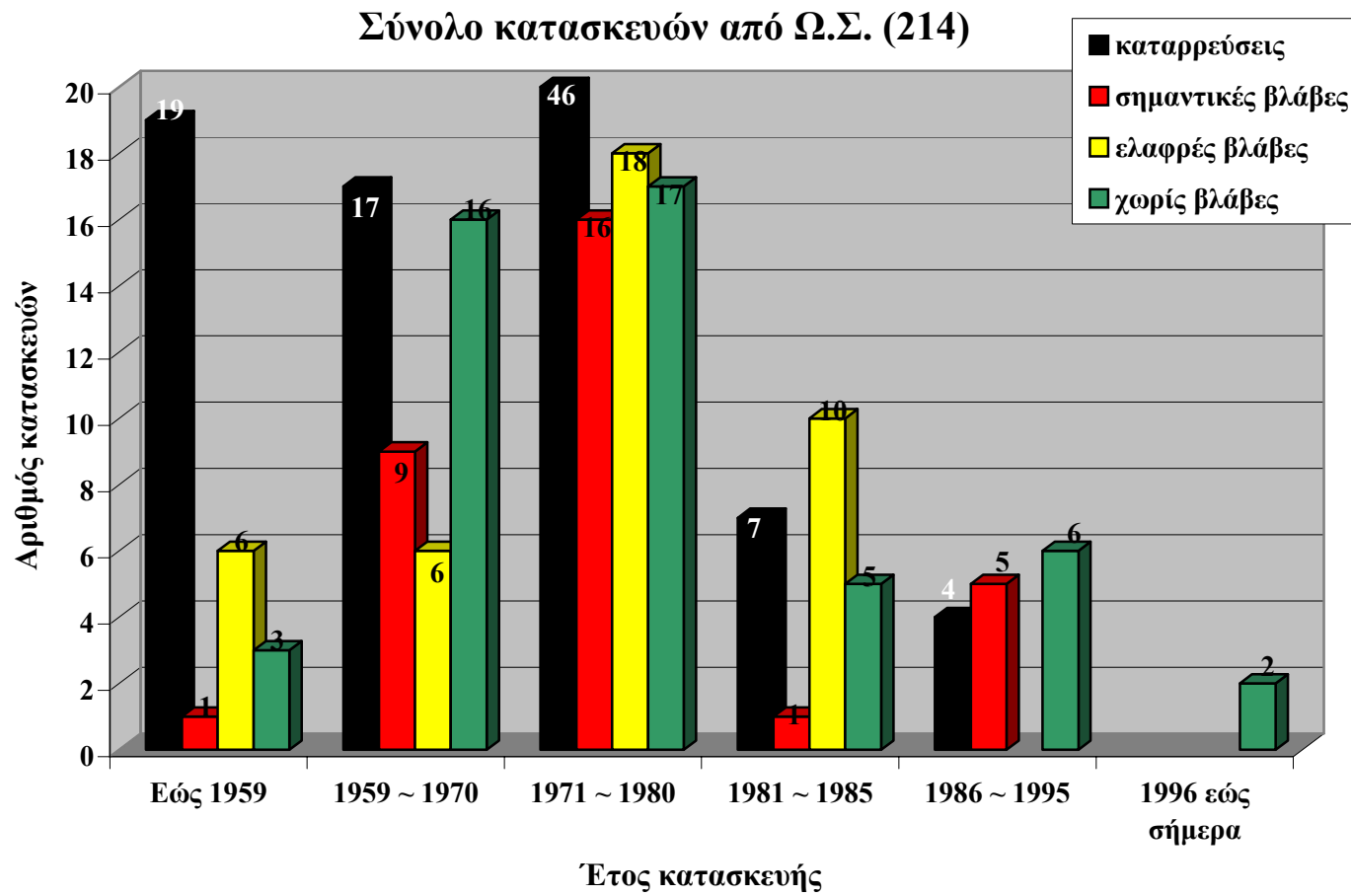
Σχήμα 6.21. Κατανομή του αριθμού των ΚΩΣ με ελαφρές βλάβες σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής.



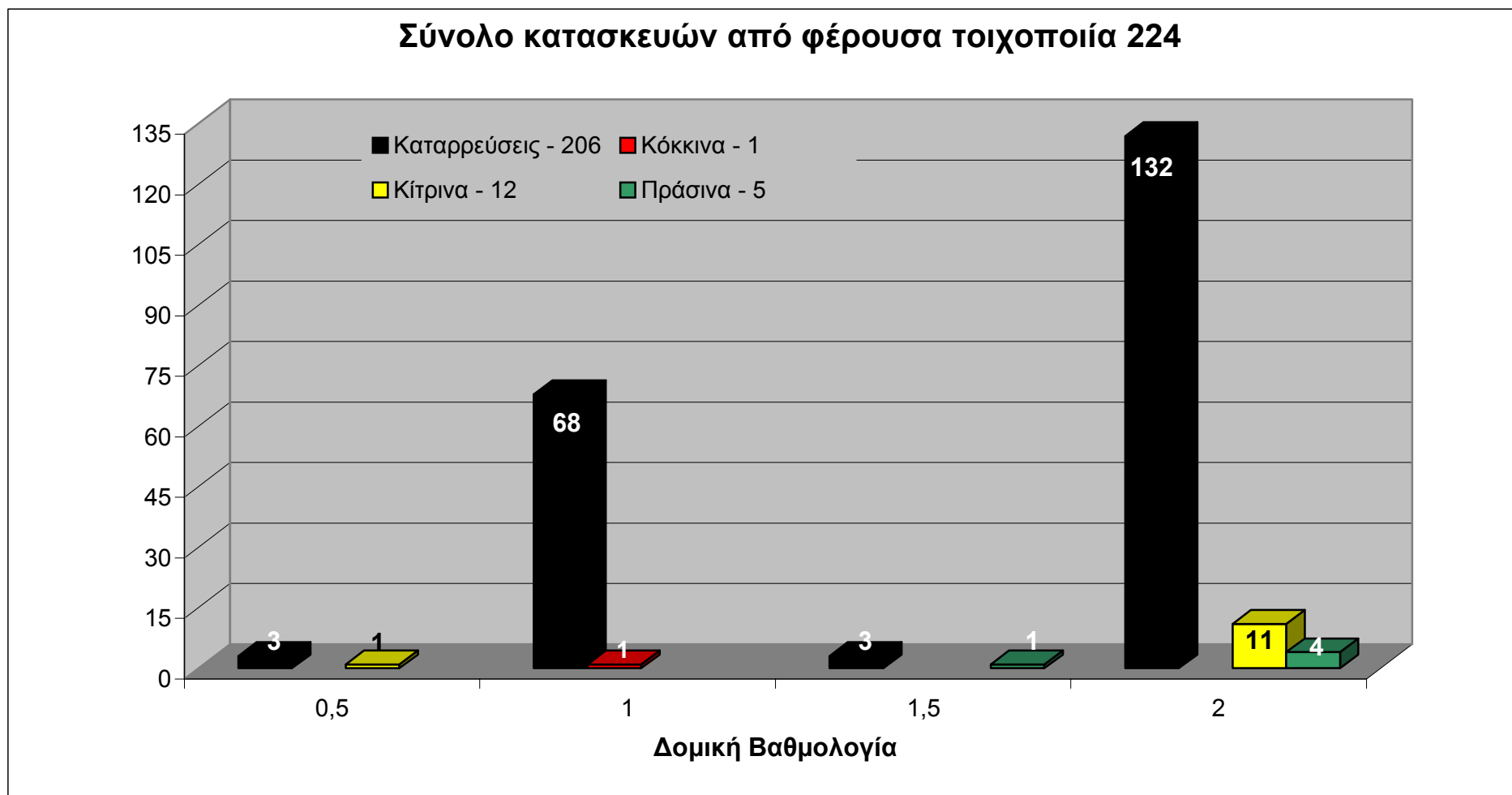
### Κατασκευές από Ω.Σ. χωρίς βλάβες (49)



Σχήμα 6.22. Κατανομή ΚΩΣ χωρίς βλάβες σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής



Σχήμα 6.23 Κατανομή της δομικής τρωτότητας των ΚΩΣ σε συνάρτηση με το έτος κατασκευής.



Σχήμα 6.24 Κατανομή της δομικής βαθμολογίας για το σύνολο των κατασκευών από Φέρουσα Τοιχοποιία

<b>ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ</b>												
Δομικός Τύπος	(ΩΣα)			(ΩΣβ)		(ΩΣγ)						
	ΩΣ1	ΩΣ2	ΩΣ3	ΩΣ4	ΩΣ5	ΩΣ6/7	ΑΤ	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΠΣ1	ΠΣ2
<b>Αρχική Βασική Βαθμολ.</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>4,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>3,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>
pilotis η/και κοντά υποστ.	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
κανονική διάταξη Τοιχ. Πληρ.	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ανευ Αντ. Κανονισμού	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0
Κακή Κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Προηγούμενες επιβαρύνσεις	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0
Μεγάλο ύψος (>5 ορόφους)	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5
Μη κανονικότητα καθ' ύψος	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
Οριζόντια μη κανονικότητα	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Στρέψη	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
Κρούση με γειτονικά	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5
Βαρειές επικαλύψεις	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Έδαφος ΕΔ2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Έδαφος ΕΔ3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
ΕΔ3 και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Έδαφος Χ	Απαιτείται λεπτομερής έλεγχος (για όλους τους δομικούς τύπους)											

Σχήμα 6.25 Τυπικό έντυπο ΤΟΕ για κατασκευή με δομικό σύστημα από Φέρουσα Τοιχοποιία