

Βαθμονόμηση της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος)

Α.Ι. Καραμπίνης,

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής,

*Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,
Ξάνθη 671 00.*

Λέξεις κλειδιά : Προσεισμικός έλεγχος, ταχύς οπτικός έλεγχος, βαθμονόμηση, σεισμός Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Παρουσιάζονται αποτελέσματα από την εφαρμογή της πρώτης φάσης της προτεινόμενης από τον ΟΑΣΠ διαδικασίας προσεισμικού ελέγχου σε κατασκευές της ευρύτερα πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τον σεισμό της 7-9-1999. Εφαρμόζεται το επίπεδο Α των τεχνικών οδηγιών προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας δημοσίων κτιρίων σε 687 κτίρια, στα οποία περιλαμβάνονται κατασκευές με καταρρεύσεις ή με διάφορους βαθμούς και έκτασης βλάβες. Παρουσιάζονται στοιχεία για την κατανομή της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης, αλλά και σε συνάρτηση με το είδος και τον τύπο του δομικού συστήματος. Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής διερευνάται η αξιοπιστία του κριτηρίου συμμόρφωσης, καθώς η ορθότητα των τιμών των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών και βαθμονομείται η πρόβλεψη της μεθοδολογίας.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε όλες σχεδόν τις περιοχές με έντονο τον σεισμικό κίνδυνο έχει διαφανεί τις τελευταίες δεκαετίες ότι ένα από τα σημαντικά προβλήματα, με έντονες κοινωνικές και οικονομικές προεκτάσεις, αποτελεί η (έστω και προσεγγιστική) αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς των υφισταμένων κατασκευών. Οι σεισμοί της τελευταίας 25ετίας απέδειξαν ότι και στην χώρα μας ένα σημαντικό ποσοστό των κατασκευών παρουσιάζει χαμηλή σεισμική ικανότητα. Δομήματα τα οποία έχουν κατασκευασθεί με τις διατάξεις προγενεστέρων κανονισμών χωρίς να πληρούν το επίπεδο 'σεισμικής ασφάλειας' των συγχρόνων κανονισμών παρουσιάζουν αυξημένη τρωτότητα για δεδομένο σεισμικό κίνδυνο με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία η ύπαρξη μιας αξιόπιστης μεθοδολογίας προσεισμικής αποτίμησης (ελέγχου) προκειμένου να εφαρμοσθεί σε ορισμένες τουλάχιστον από τις κατασκευές αυτές οι οποίες ενδεχομένως παρουσιάζουν αυξημένη τιμή σεισμικής διακινδύνευσης (πχ. σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ.).

Ο προσεισμικός έλεγχος των κατασκευών, λόγω της ιδιαίτερης σημασίας του σαν μέτρο πρόληψης, έχει βρει εφαρμογή τα τελευταία χρόνια σε επιλεγμένες κατασκευές όπως σχολεία ή δημόσια κτίρια, σε αρκετές τεχνολογικά προηγμένες χώρες (ΗΠΑ, Ιαπωνία, Ν. Ζηλανδία). Στην χώρα μας έχουν ξεκινήσει ορισμένες προσπάθειες από διάφορους φορείς (ΥΠΕΧΩΔΕ, ΤΕΕ, Πανεπιστήμια) περιοριζόμενες κυρίως στην διατύπωση διαδικασιών και μεθοδολογιών προσεισμικού ελέγχου ενώ ελάχιστες είναι οι προσπάθειες εφαρμογής του σε υφιστάμενες κατασκευές (Πενέλης 2002, Καραμπίνης 2002). Ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) σε μία συντονισμένη προσπάθεια συνέταξε μία ολοκληρωμένη πρόταση για την ακολουθητέα μεθοδολογία ελέγχου της σεισμικής τρωτότητας των δημοσίων κτιρίων και των κατασκευών με σημαντικό δείκτη κοινωνικής και οικονομικής σημασίας (ΥΠΕΧΩΔΕ/ΟΑΣΠ 2000, ΥΠΕΧΩΔΕ 2001). Όπου όμως και στην περίπτωση αυτή δεν έχει υπάρξει εκτεταμένη εφαρμογή της μεθοδολογίας με αξιολόγηση των προβλέψεων της καθώς και βαθμονόμηση των

επιμέρους παραμέτρων και αποτελεσμάτων της, μετά από ένα πραγματικό σεισμικό γεγονός. Είναι όμως γνωστό ότι η επιτυχία μιας μεθοδολογίας πρόβλεψης με σημαντικά στοιχεία εμπειρισμού, όπως η φάση Α' του προσεισμικού ελέγχου, εκτός από τον κυρίως στατιστικό της προσανατολισμό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ορθή βαθμονόμηση των επιμέρους συντελεστών της. Συντελεστές οι οποίοι αφορούν στα δομικά χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις των τιμών τους ανά χώρα (διαφορετικοί τρόποι και κανονισμοί δόμησης, διαφορετικά υλικά κ.λπ.).

Αντικείμενο της εργασίας αυτής αποτελεί η βαθμονόμηση της πρώτης φάσης της προτεινόμενης από τον ΟΑΣΠ διαδικασίας προσεισμικού ελέγχου (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος – ΤΟΕ) σε κατασκευές της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών από τον σεισμό της 7-9-1999. Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε το Α επίπεδο των τεχνικών οδηγιών Προσεισμικού ελέγχου της τρωτότητας Δημοσίων κτιρίων σε 687 κατασκευές οι οποίες παρουσίαζαν διαφορετικού βαθμού και έκτασης βλάβες. Σε προγενέστερη δημοσίευση (Καραμπίνης κ.α. 2001) είχαν παρουσιασθεί αντίστοιχα αποτελέσματα με την τότε βαθμονόμηση των επιμέρους συντελεστών δομικής βαθμολογίας. Στην εργασία αυτή περιλαμβάνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας σύμφωνα με ορισμένες βελτιωτικές τροποποιήσεις των επιμέρους συντελεστών και η αξιολόγηση της σχετικά με την αξιοπιστία του κριτηρίου συμμόρφωσης. Παρουσιάζονται στοιχεία για την κατανομή της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης (καταρρεύσεις, σημαντικές, μέτριες ή καθόλου βλάβες), αλλά και σε συνάρτηση με το είδος και τον τύπο του δομικού συστήματος. Παράλληλα γίνεται συσχέτιση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών, των δομικών χαρακτηριστικών, και του βαθμού βλάβης. Τέλος διατυπώνονται ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα της μεθοδολογίας, την αξιοπιστία της 'ένδειξης' σεισμικής ικανότητας, ως προς την μετάβαση στο επίπεδο ελέγχου Β (λεπτομερής αποτίμηση) καθώς και από την συσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων της δομικής βαθμολογίας, και του βαθμού βλάβης.

2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΟΜΙΚΗΣ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ

Για τον προσεισμικό έλεγχο της δομικής τρωτότητας των κατασκευών έχουν προταθεί κατά καιρούς διάφορες μεθοδολογίες αποτίμησης. Η υιοθετηθείσα από τον ΟΑΣΠ σχετική διαδικασία η οποία εφαρμόζεται και στην εργασία αυτή αποτελεί μία κατάλληλη προσαρμογή σε ελληνικά δεδομένα της αντίστοιχης διαδικασίας η οποία εφαρμόζεται στις Η.Π.Α. (FEMA 154, BSSC 1992a, BSSC 1992b, FEMA 273, FEMA 274). Περιλαμβάνει τρία βασικά επίπεδα – στάδια ελέγχου τα κυριότερα σημεία των οποίων περιγράφονται στην συνέχεια.

2.1 Επίπεδο ελέγχου Α (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος)

Στόχο αυτού του επιπέδου ελέγχου αποτελεί μία πρώτη (ποιοτική) εκτίμηση του βαθμού τρωτότητας της κατασκευής σαν σύνολο. Η εκτίμηση αυτή γίνεται μέσα από μια χονδροειδή ποσοτικοποίηση ορισμένων παραμέτρων σεισμικής τρωτότητας για την οποία χρησιμοποιείται κατάλληλα διαμορφωμένο έντυπο. Η μέσω της διαδικασίας αυτής βαθμολόγηση της σεισμικής ικανότητας λαμβάνει υπόψη της αφ' ενός μεν την αναμενόμενη εδαφική κίνηση (συσχετίζεται με τις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ 2000), αφ' ετέρου τους κυριότερους συντελεστές δομικής τρωτότητας. Το δομικό σύστημα κάθε κατασκευής αντιστοιχείται σε μια κατηγορία δομικού τύπου ανάλογα με το αρχικά εκτιμώμενο επίπεδο σεισμικής ικανότητας της κατασκευής. Για την ένταξη της σε μια από τις κατηγορίες αυτές και τον προσδιορισμό της αντιστοιχούσας σε αυτή Αρχικής Βαθμολογίας του Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ) χρησιμοποιούνται το υλικό και το είδος του δομικού συστήματος (σκυρόδεμα, χάλυβας, τοιχοποιία, πλαισιωτό, δυαδικό), το είδος της κατασκευής (συμβατική, προκατασκευη, διαζωματική τοιχοποιία), η πρόβλεψη σεισμικών δράσεων και το ισχύον κατά την φάση της μελέτης κανονιστικό πλαίσιο σχεδιασμού - κατασκευής. Από την ΑΒΣΚ λαμβάνοντας υπόψη ορισμένα επιπλέον βασικά δομικά χαρακτηριστικά τα οποία

διαμορφώνουν την σεισμική συμπεριφορά (pilotis, κοντά υποστυλώματα, διάταξη τοιχοπληρώσεων), προκύπτουν τιμές της Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ).

Στην διαμόρφωση της τελικής βαθμολογίας (τελική Δομική Βαθμολογία – ΔΒ) λαμβάνονται επίσης υπόψη επιπλέον δομικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν την σεισμική τρωτότητα μιας κατασκευής, η συμμετοχή των οποίων ποσοτικοποιείται μέσα από Τροποποιητικούς Συντελεστές Συμπεριφοράς (ΤΣΣ) με τιμές ανάλογες με τον εκτιμώμενο βαθμό επιρροής τους. Συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη:

- η μορφή και το σχήμα καθ' ύψος και σε κάτοψη της κατασκευής,
- οι εν επαφή κατασκευές,
- οι τυχόν υπάρχουσες κακοτεχνίες,
- οι εδαφικές συνθήκες της περιοχής σε συνδυασμό με τον τρόπο θεμελίωσης του κτιρίου και
- ο βαθμός συντήρησης του κτιρίου και των πιθανών βλαβών από προηγούμενους σεισμούς ή άλλη αιτία.

Η τελική τιμή της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) αποτελεί ένα 'οιονεί' κριτήριο του βαθμού επάρκειας της κατασκευής συσχετιζόμενο με την πιθανότητα εμφάνισης 'σημαντικής βλάβης' σε ενδεχόμενο σεισμό. Ως 'σημαντική βλάβη' θα μπορούσε να θεωρηθεί το είδος βλαβών εκείνο του οποίου οι επισκευές θα κόστιζαν ένα σημαντικό ποσοστό της αξίας της όλης κατασκευής, με μια χαμηλή τιμή του ΔΒ να υποδηλώνει πιθανώς ανεπαρκή σεισμική συμπεριφορά και συνεπώς απαίτηση για περαιτέρω διερεύνηση. Βέβαια η απόφαση αυτή αποτελεί συνάρτηση τόσο του ορίου της δομικής βαθμολογίας κάτω από το οποίο απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση, όσο και άλλων παραμέτρων όπως η σπουδαιότητα της κατασκευής, η αβεβαιότητα του προσδιορισμού ορισμένων στοιχείων κ.λπ.

2.2 Επίπεδο ελέγχου Β (Αναλυτική αποτίμηση σεισμικής ικανότητας)

Το επίπεδο ελέγχου αυτό εφαρμόζεται στα κτίρια για τα οποία από τον προηγούμενο έλεγχο έχει προκύψει δομική βαθμολογία μικρότερη από την τιμή βάσης και συνεπώς η σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής ενδεχομένως να μην καλύπτει τις σχετικές απαιτήσεις. Περιλαμβάνει την αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας της κατασκευής με την χρησιμοποίηση αξιόπιστων προσομοιωμάτων συμπεριφοράς των επιμέρους υλικών και δομικών στοιχείων. Το παρεχόμενο επίπεδο ασφάλειας θεωρείται ικανοποιητικό όταν καλυφθεί κατά ένα σημαντικό ποσοστό το αντίστοιχο επίπεδο το οποίο εξασφαλίζει ο ισχύων Αντισεισμικός Κανονισμός για τις νέες κατασκευές (πχ. το 85%).

2.3 Επίπεδο ελέγχου Γ (Μελέτη αποκατάστασης ή/και ενίσχυσης)

Στην περίπτωση τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας η ακολουθούμενη διαδικασία στο επίπεδο αυτό περιλαμβάνει την σύνταξη της μελέτης αποκατάστασης ή / και αύξησης του παρεχόμενου επιπέδου ασφαλείας προκειμένου να καλυφθούν οι ανάλογες απαιτήσεις.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Εφαρμόστηκε το επίπεδο ελέγχου Α της μεθοδολογίας σε πλήρη οικοδομικά τετράγωνα διαφόρων περιοχών της πλειόσειστης περιοχής των Αθηνών στα οποία περιλαμβάνονται κατασκευές με καταρρεύσεις ή με διάφορους βαθμούς και έκτασης βλάβες. Συγκεκριμένα η εφαρμογή του περιελάμβανε 687 κατασκευές στην ευρύτερα πλειόσειστη περιοχή όπου εμφανίσθηκε η μεγαλύτερη συγκέντρωση κατασκευών με βλάβες (Ανω Λιόσια, Μενίδι, Ν. Φιλαδέλφεια, Αδάμες, Ν. Κηφισιά) και οι οποίες:

- υπέστησαν ολική ή τμηματική κατάρρευση,
- παρουσίασαν σημαντικού βαθμού βλάβες στο δομικό σύστημα ('κόκκινες'),
- παρουσίασαν μέσου βαθμού βλάβες ('κίτρινες'),
- εμφάνισαν πρακτικά ασήμαντες βλάβες ή δεν εμφάνισαν καμία βλάβη ('πράσινες').

Στον πίνακα 1 και στο σχήμα 1 παρουσιάζεται ο αριθμός και το ποσοστό των κατασκευών στις οποίες εφαρμόστηκε η μεθοδολογία σε συνάρτηση με το είδος του δομικού συστήματος και τον βαθμό βλάβης.

Πίνακας 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	
Καταρρεύσεις	93	206	299
Κόκκινα	202	1	203
Κίτρινα	72	12	84
Πράσινα	96	5	101
Σύνολο	463	223	687

3.1 Κατασκευές με δομικό σύστημα από Ω/Σ

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας όπως προκύπτει για το σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ωπλισμένο σκυρόδεμα, όπου εμφανίζονται τιμές της ΔB να κυμαίνονται στο διάστημα $\Delta B = -1.5 - 3.0$. Παρατηρείται σημαντική διασπορά με ορισμένες τιμές του δείκτη ΔB να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή παρουσίασαν σοβαρές βλάβες αλλά και σε αντίστοιχες χωρίς ή με μικρό βαθμό βλάβης. Αποτελέσματα από αναλυτικότερη διερεύνηση παρουσιάζονται στην συνέχεια, ενώ στα σχήματα 3÷6 φαίνεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας σαν συνάρτηση του είδους και του βαθμού βλάβης.

α. Κατασκευές οι οποίες υπέστησαν ολική ή τμηματική κατάρρευση (σχήμα 3)

Η διακύμανση της δομικής βαθμολογίας κυμαίνεται στο πεδίο τιμών από $-1.5 \div 2.5$. Συγκεκριμένα το 84% των κατασκευών αυτών παρουσίασε δομική βαθμολογία $\Delta B < 2.0$, το 38% $\Delta B = 1 \div 1.5$ ενώ το 16% $\Delta B \geq 2.0$. Η διερεύνηση των επιμέρους τροποποιητικών συντελεστών στις κατασκευές οι οποίες παρά την κατάρρευση τους εμφάνιζαν δομική βαθμολογία $\Delta B > 2.0$ προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο της υψηλής τιμής του ΔB την αρχική τιμή της Βασικής Βαθμολογίας Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) σε συνδυασμό με τις μικρές τιμές των επιμέρους συντελεστών μείωσης.

β. Κατασκευές με σημαντικές βλάβες στο δομικό σύστημα (κόκκινες) (σχήμα 4)

Η δομική βαθμολογία των 202 αυτών κατασκευών κυμάνθηκε μεταξύ των τιμών $-1.0 \div 2.5$ με ποσοστό 22% να παρουσιάζει τιμές μεγαλύτερες του 2.0. Και στην ομάδα των κατασκευών αυτών η διερεύνηση των επιμέρους παραμέτρων οι οποίες διαμόρφωσαν τον δείκτη ΔB με υψηλές σχετικά τιμές προσδιόρισε σαν κύριο αίτιο την αρχική υψηλή τιμή της Βασικής Βαθμολογίας για

τις κατασκευές 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 σύστημα.

γ. Κατασκευές με μέσου βαθμού βλάβες (κίτρινες) (σχήμα 5)

Η διακύμανση της ΔΒ καλύπτει το πεδίο τιμών από $-1.0 \div 3.0$ με το 70% των κατασκευών να παρουσιάζει τιμές $\Delta B \leq 2.0$, ενώ το 88% $1.0 \leq \Delta B \leq 2.5$. Περιοχή βαθμολογίας όπου για τις κατασκευές αυτές οι χρησιμοποιούμενοι συντελεστές εμφανίζουν σημαντική συγκέντρωση.

δ. Κατασκευές με πρακτικά ασήμαντες βλάβες ή χωρίς καμία βλάβη (πράσινες)

Οι τιμές της ΔΒ (σχήμα 6) για τις 94 κατασκευές αυτές κυμαίνονται από $-1.0 \div 3.0$ με το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των κατασκευών να είναι με τιμή του $\Delta B \geq 2.0$. Συγκεκριμένα το 77% των κατασκευών παρουσίασε $\Delta B \geq 2.0$ ενώ το υπόλοιπο 23% $\Delta B < 2.0$.

Στην συνέχεια και στα σχήματα 7÷11 παρουσιάζονται αποτελέσματα από την επιρροή της συνεισφοράς ορισμένων βασικών παραμέτρων στην διαμόρφωση της τελικής βαθμολογίας.

i. Πλαισιωτό δομικό σύστημα

Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται η κατανομή της δομικής βαθμολογίας σε συνάρτηση με τον βαθμό βλάβης σε 286 από τις κατασκευές οι οποίες είχαν πλαισιωτό δομικό σύστημα. Τα σχετικά ποσοστά της Δομικής Βαθμολογίας κυμαίνονται:

- ποσοστό 48,6% (139 κατασκευές) με $\Delta B < 2.0$.
- ποσοστό 51,4% (147 κατασκευές) με $\Delta B \geq 2.0$.

ii Δυαδικό (μικτό) δομικό σύστημα (σχήμα 8)

Σε 177 κατασκευές με δυαδικό μικτό δομικό σύστημα η σχετική βαθμολογία κυμαίνεται:

- ποσοστό 66,7% (118 κατασκευές) με $\Delta B < 2$.
- ποσοστό 33,3% (59 κατασκευές) με $\Delta B \geq 2$.

iii Ισόγειο χωρίς ΤΠ (pilotis)

Σε 150 κατασκευές στις οποίες απουσίαζαν οι ΤΠ από το ισόγειο τα επιμέρους ποσοστά του ΔΒ αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με $\Delta B < 2$ ποσοστό 92% (σχήμα 9). Ανά βαθμό βλάβης τα σχετικά ποσοστά είναι:

- καταρρέψεις (46): $\Delta B < 2$ ποσοστό 100%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κόκκινα (52): $\Delta B < 2$ ποσοστό 100% $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κίτρινα (32): $\Delta B < 2$ ποσοστό 81% $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 19%.
- πράσινα (20): $\Delta B < 2$ ποσοστό 70% $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 30%.

iv Μη κανονικότητα σε κάτοψη

Σε σύνολο 97 κατασκευών οι οποίες παρουσίαζαν μη κανονική μορφή σε κάτοψη ο δείκτης ΔΒ κυμάνθηκε στο διάστημα $-1.5 - 2.5$ με τους μικρότερους βαθμούς να αντιστοιχούν σε κατασκευές οι οποίες κατέρρευσαν ή με βαριές βλάβες στο δομικό σύστημα (σχήμα 10). Τα σχετικά ποσοστά ανά βαθμό βλάβης είναι:

- καταρρέψεις (9): $\Delta B < 2$ ποσοστό 100%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κόκκινα (10) : $\Delta B < 2$ ποσοστό 100%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κίτρινα (0) : -
- πράσινα (4) : $\Delta B < 2$ ποσοστό 25%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 75%.

ν Ύπαρξη 'κοντών' υποστρωμάτων

Σε 23 κατασκευές τα επιμέρους ποσοστά του ΔΒ αντιστοιχούσαν σε κατασκευές με $\Delta B < 2$ ποσοστό 87% (σχήμα 10). Τα σχετικά ποσοστά ανά βαθμό βλάβης είναι:

- καταρρεύσεις (9): $\Delta B < 2$ ποσοστό 100%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κόκκινα (10): $\Delta B < 2$ ποσοστό 100%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 0%.
- κίτρινα (0): -
- πράσινα (4): $\Delta B < 2$ ποσοστό 25%, $\Delta B \geq 2$ ποσοστό 75%.

3.2 Κατασκευές με δομικό σύστημα από Φέρουσα Τοιχοποιία (ΚΦΤ)

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του ελέγχου σε 223 κατασκευές με δομικό σύστημα από φέρουσα τοιχοποιία παρουσιάζονται στο σχήμα 13. Παρατηρείται σημαντική συγκέντρωση των κατασκευών που κατέρρευσαν στο πεδίο τιμών της δομικής βαθμολογίας $\Delta B = 1.5-2.0$. Η συγκέντρωση για τις περιπτώσεις των κατασκευών αυτών οφείλεται τόσο στην τιμή της Αρχικής Βασικής Βαθμολογίας κυρίως όμως στις ελάχιστες διαφοροποιήσεις στους τροποποιητικών συντελεστών για την κατηγορία των κατασκευών αυτών.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κυριότερα συμπεράσματα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας αποτελούν:

- Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για την εφαρμογή της διαδικασίας του α' επιπέδου προσεισμικού ελέγχου στις περισσότερες από τις περιπτώσεις των κατασκευών δεν παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα.
- Η μέθοδος αποτελεί εργαλείο εφαρμογής για ομάδες κατασκευών με ομοειδή χαρακτηριστικά.
- Η χρήση τροποποιημένων συντελεστών όπως προτείνονται σήμερα βελτιώνει σημαντικά τα αποτελέσματα μειώνοντας την διασπορά του ΔΒ μεταξύ κατασκευών οι οποίες χαρακτηρίστηκαν με τον αυτό βαθμό βλάβης.
- Η μέθοδος μπορεί να εντοπίσει υπό προϋποθέσεις (αξιοπιστία στοιχείων κ.λπ.) ομάδες κατασκευών για τις οποίες θα απαιτείτο περαιτέρω έρευνα.
- Η διερεύνηση των τροποποιητικών συντελεστών συμπεριφοράς δείχνει ότι ορισμένες από τις προτεινόμενες τιμές δεν εξασφαλίζουν την μετάβαση σε λεπτομερέστερη διερεύνηση (επίπεδο ελέγχου Β) αν και τα αντίστοιχα δομικά χαρακτηριστικά απετέλεσαν αίτιο για την εμφάνιση βλάβης. Επιπρόσθετη αναλυτική διερεύνηση της επιρροής των συντελεστών αυτών και επανασυσχετισμός των τιμών τους (σε συνδυασμό και με τις διαπιστωθείσες βλάβες) στην διαμόρφωση της τελικής βαθμολογίας οδηγεί σε βελτίωση της πρόβλεψης.
- Στις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία για τις κατασκευές που κατέρρευσαν παρατηρήθηκε σημαντική συγκέντρωση των τιμών της δομικής βαθμολογίας στο πεδίο $\Delta B = 1.5-2.0$ αποτέλεσμα των ελαχίστων διαφοροποιήσεων των τροποποιητικών συντελεστών για την κατηγορία των κατασκευών αυτών.

Τα στοιχεία της εργασίας αυτής αντλήθηκαν από το χρηματοδοτούμενο από τον ΟΑΣΠ ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο 'Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος' στον οποίο εκφράζονται ευχαριστίες.

5 ΑΝΑΦΟΡΕΣ

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.

BSSC, 1992b, “NEHRP Handbook for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings”, developed by the Building Seismic Safety Council for the Federal Emergency Management Agency (Report No. FEMA 178), Washington, D.C.

FEMA, 154, 1988: “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook”, Report No 154, Washington D.C., USA.

FEMA 273, 1997: NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings.

FEMA 274, 1997: NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings.

Καραμπίνης Α., Φωτοπούλου Μ., Αβραμόπουλος Ι., 2001: ‘Εφαρμογή του Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό’, 2^ο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσσαλονίκη.

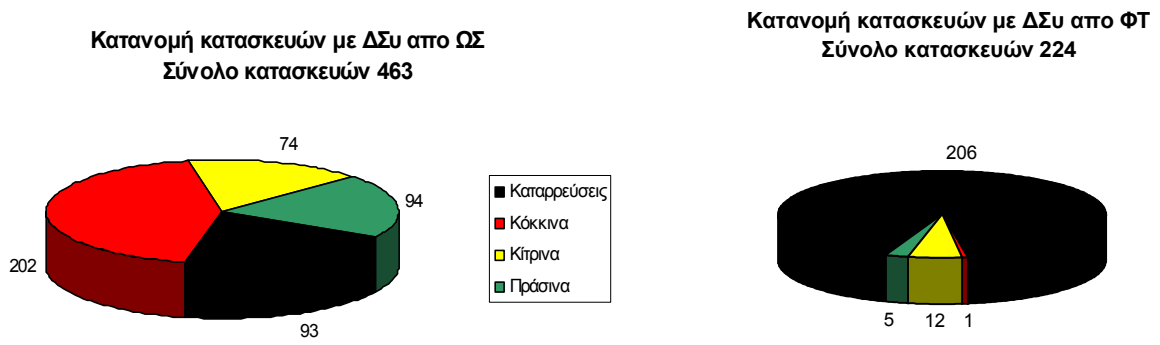
Καραμπίνης Α., 2002 : ‘Βαθμονόμηση της Διαδικασίας Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές Ωπλισμένου Σκυροδέματος’ Α’ Έκθεση προόδου, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας.

Πενέλης Γ. : ‘Η μέθοδος του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου’, Δελτίο Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, 2002.

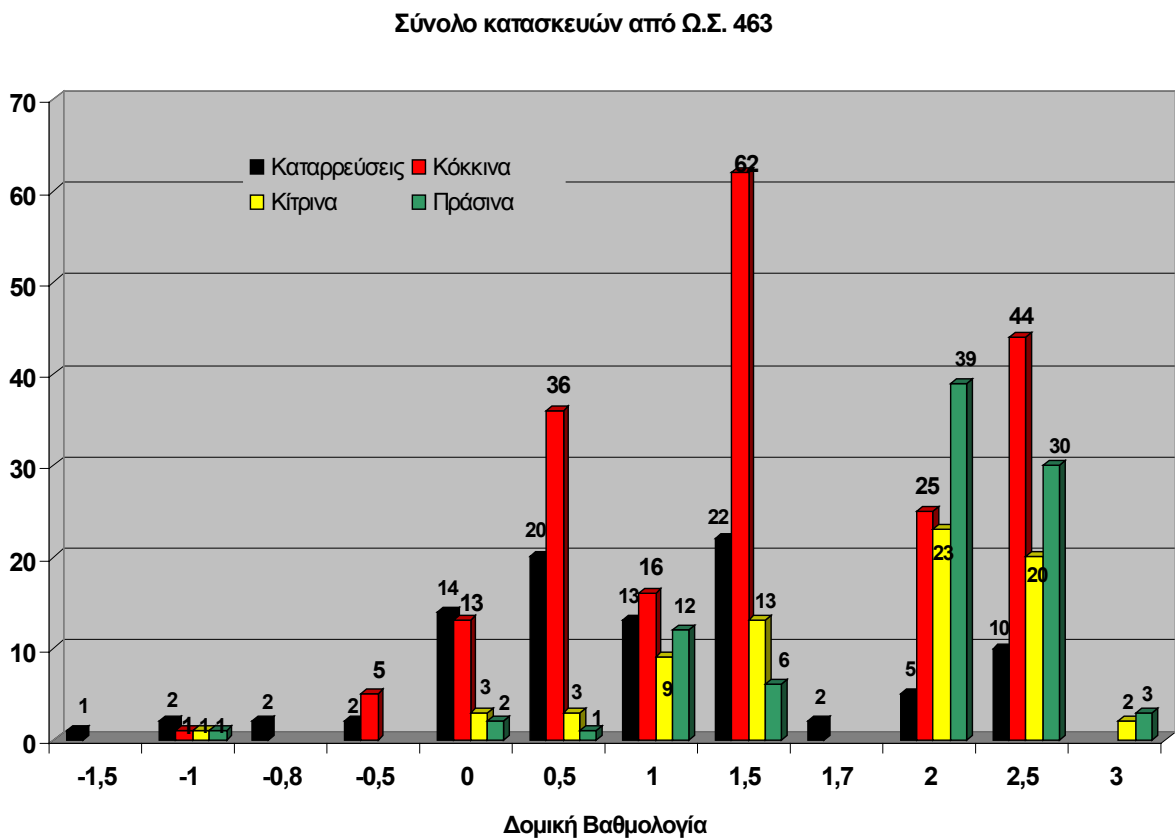
ΥΕΧΩΔΕ/ΟΑΣΠ, 2000: ‘Τεχνικές Οδηγίες Προσεισμικού Ελέγχου Τρωτότητας Δημοσίων Κτιρίων’, Τεύχος Α, Αθήνα.

ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001: ‘Πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος κτιρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης’, Αθήνα.

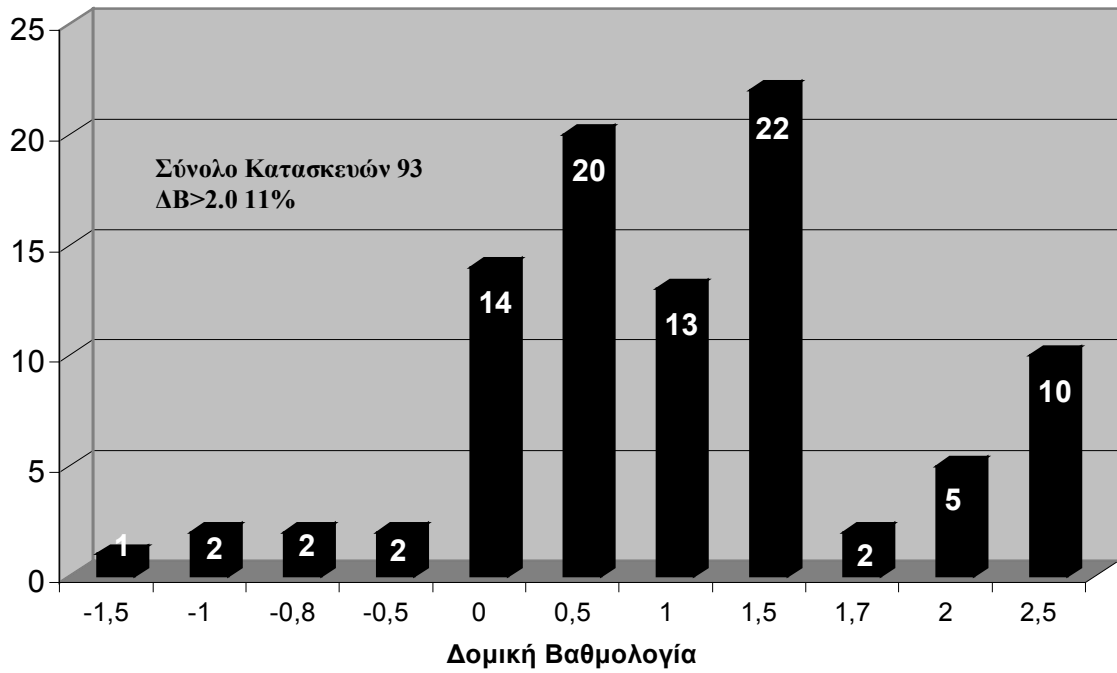
Φαρδής Μ., 1998 :”Προσεισμικός Έλεγχος Υφιστάμενων Κατασκευών Ωπλισμένου Σκυροδέματος”, Μονογραφία, Πάτρα.



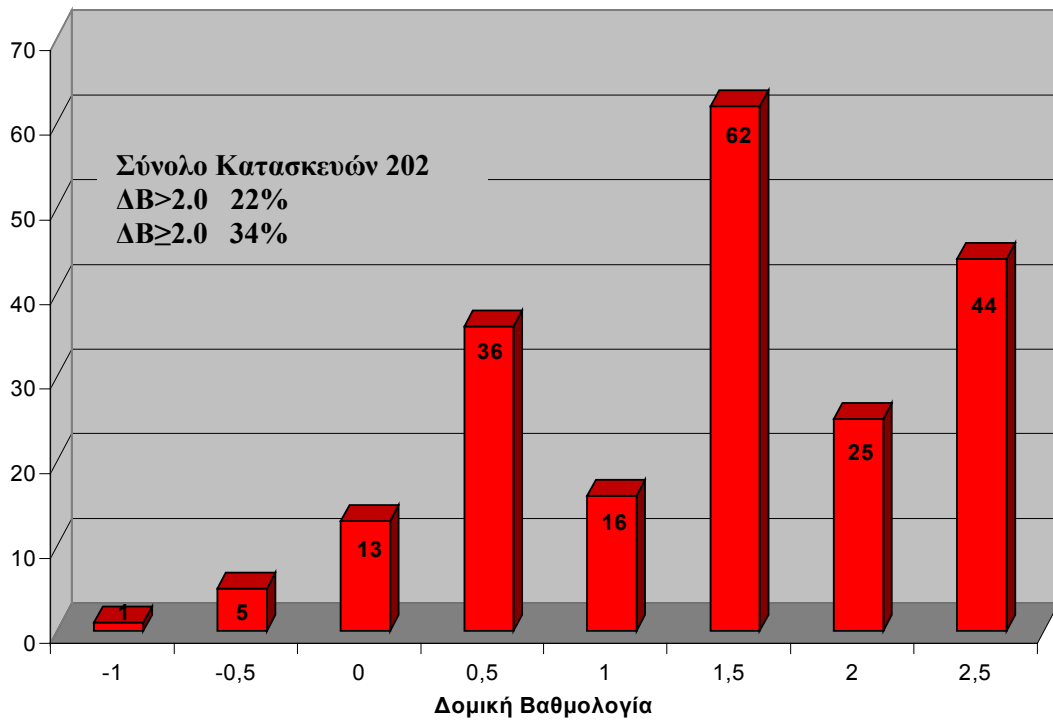
Σχήμα 1. Ποσοστά κατανομής του αριθμού των κατασκευών ανά είδος δομικού συστήματος και βαθμού βλάβης



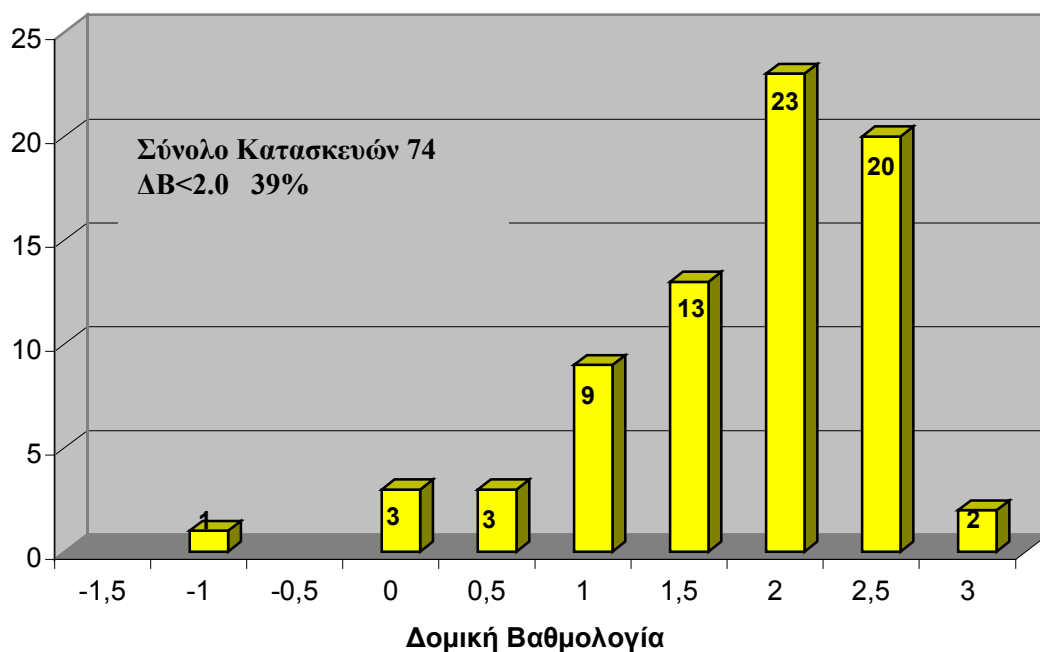
Σχήμα 2 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) στο σύνολο των Κατασκευών με δομικό σύστημα από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα (ΚΩΣ)



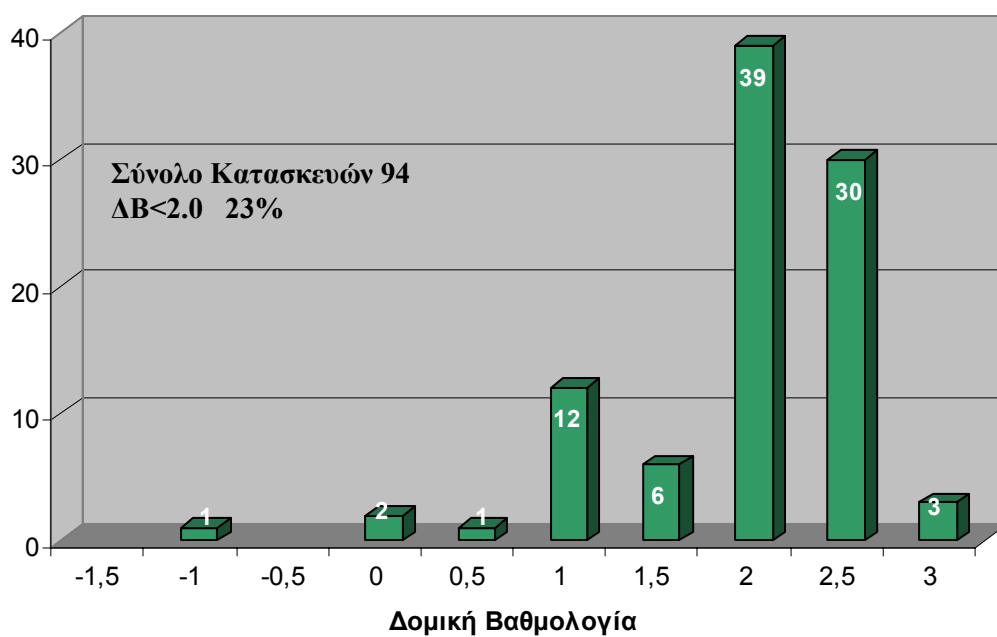
Σχήμα 3 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔB) σε ΚΩΣ οι οποίες κατέρρευσαν



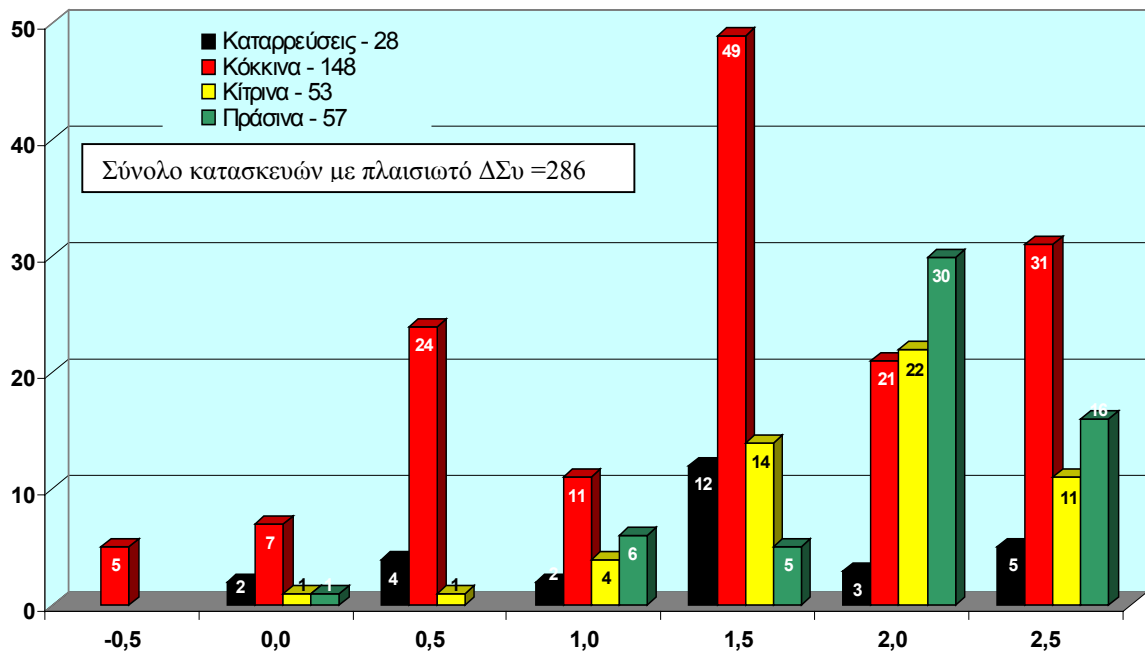
Σχήμα 4 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔB) σε ΚΩΣ οι οποίες παρουσίασαν σημαντικό βαθμό βλάβης (κόκκινες)



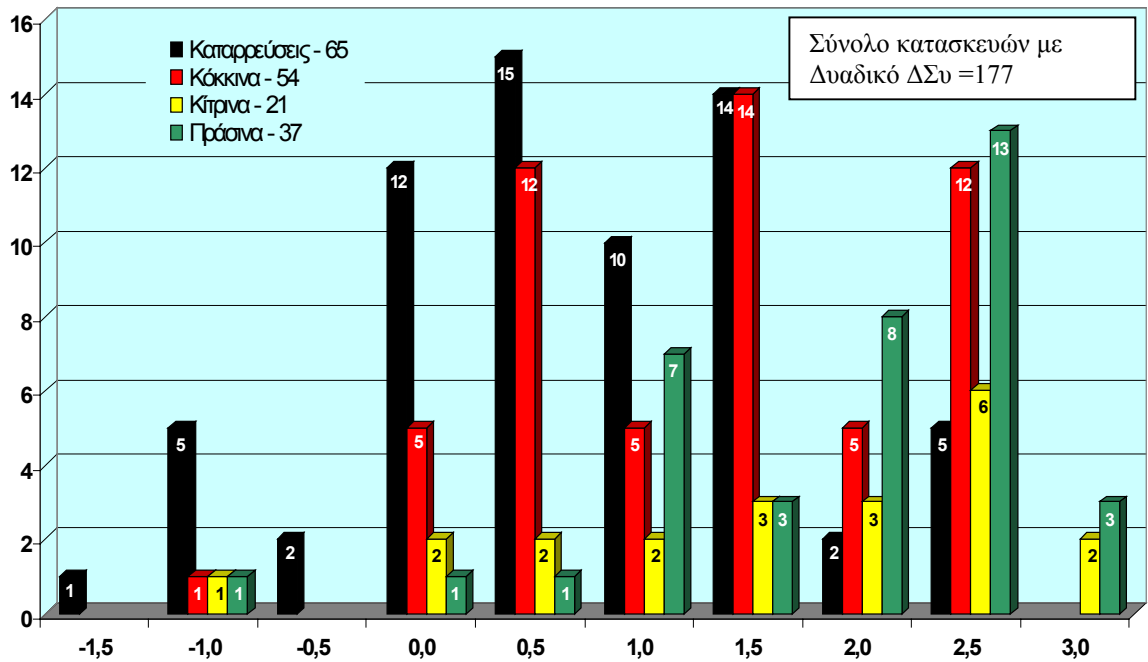
Σχήμα 5 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) σε ΚΩΣ οι οποίες παρουσίασαν μέτριου βαθμού βλάβες (κίτρινες)



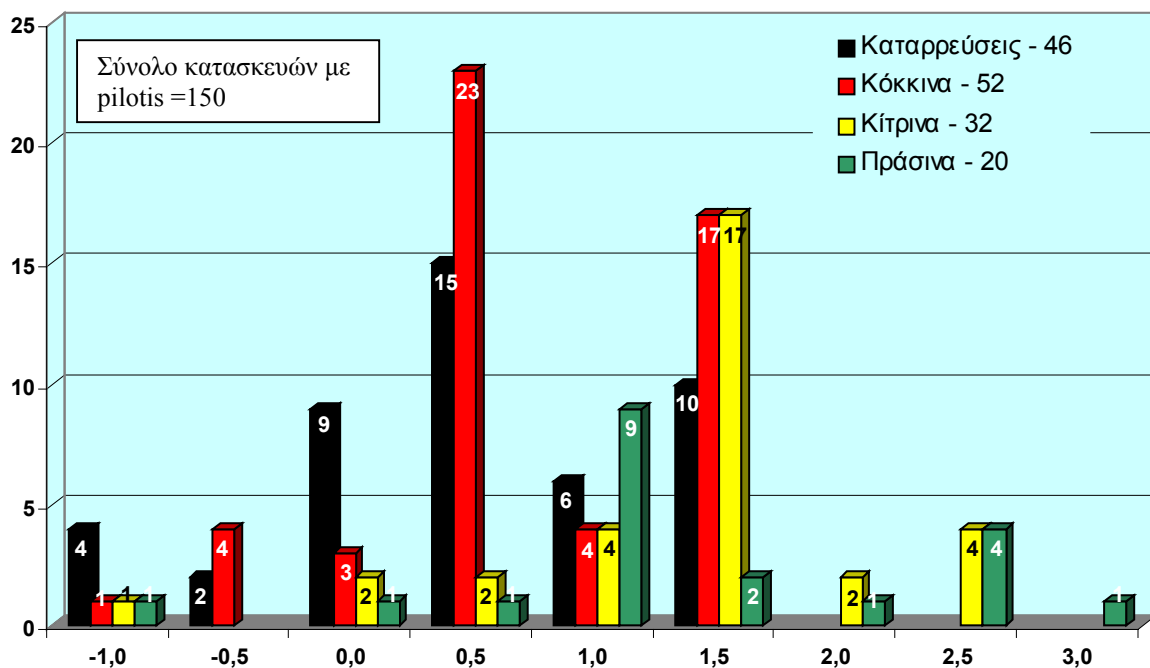
Σχήμα 6 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) σε ΚΩΣ οι οποίες δεν παρουσίασαν βλάβες (πράσινες)



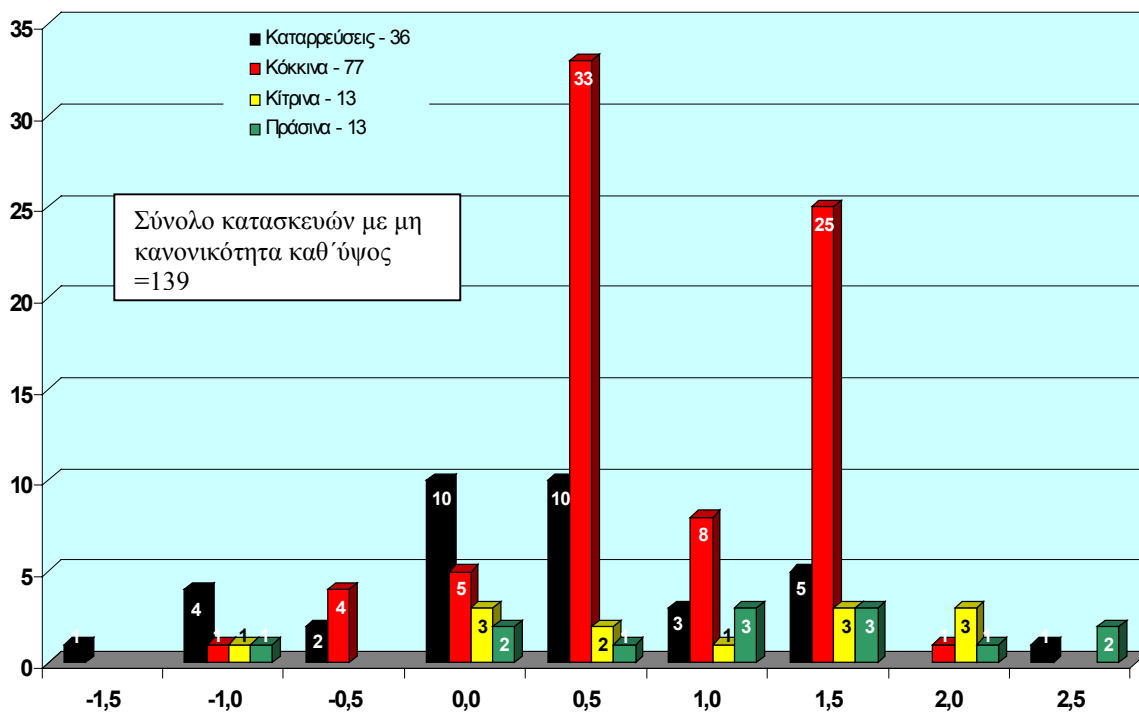
Σχήμα 7 Δομική Βαθμολογία (ΔB) σε ΚΩΣ με πλασισιωτό δομικό σύστημα



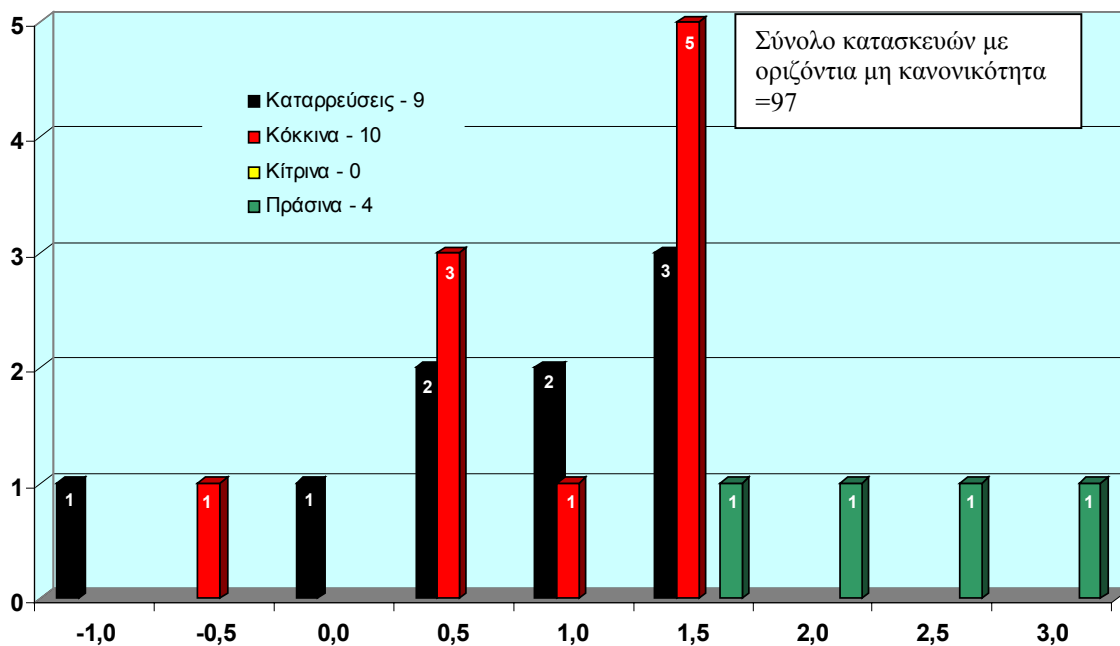
Σχήμα 8 Δομική Βαθμολογία (ΔB) σε ΚΩΣ με δυαδικό δομικό σύστημα



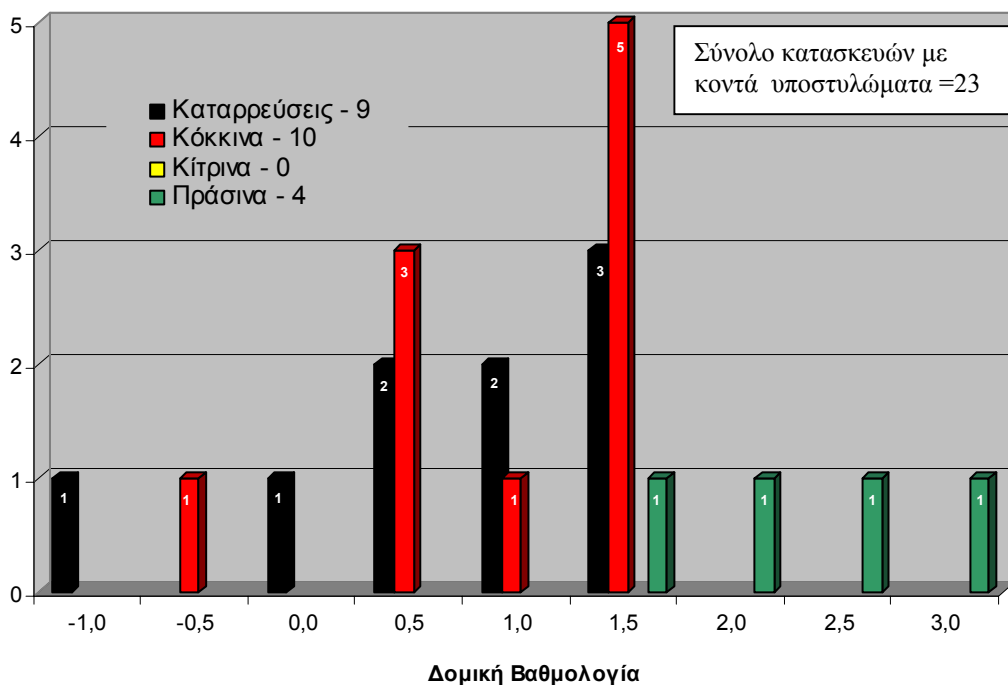
Σχήμα 9 Δομική Βαθμολογία (ΔΒ) σε ΚΩΣ με ισόγειο χωρίς Τοιχοποιίες Πληρώσεως (pilotis)



Σχήμα 10 Δομική Βαθμολογία (ΔΒ) σε ΚΩΣ με μη κανονικότητα καθ' ύψος

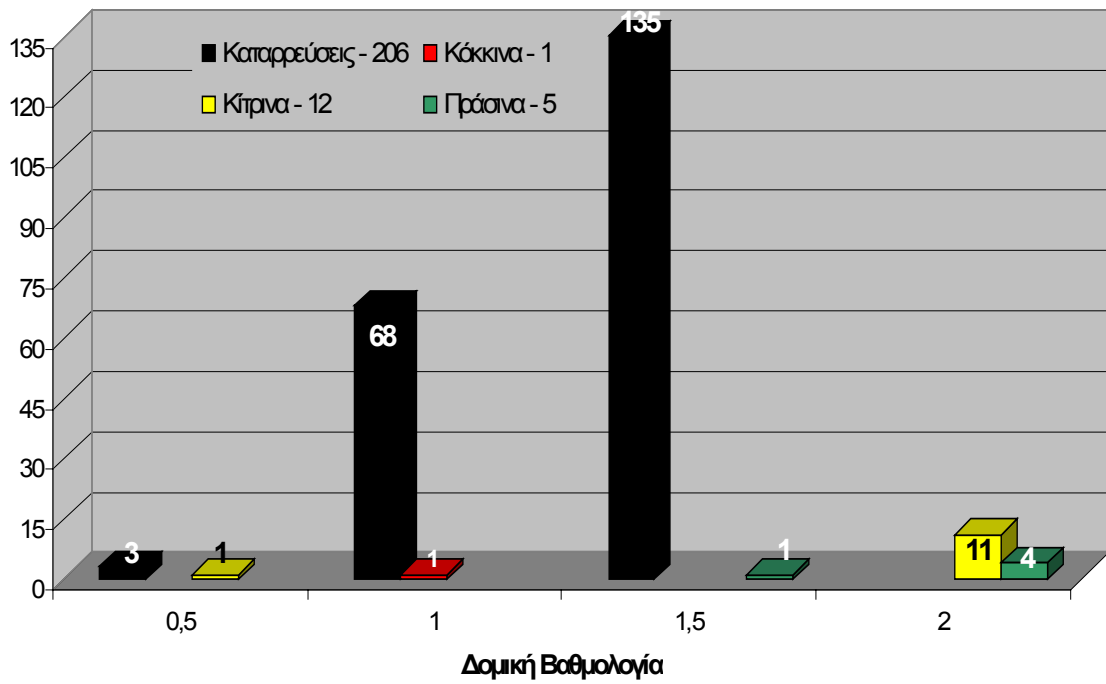


Σχήμα 11 Δομική Βαθμολογία (ΔΒ) σε ΚΩΣ με οριζόντια μη κανονικότητα



Σχήμα 12 Δομική Βαθμολογία (ΔΒ) σε ΚΩΣ με κοντά υποστυλώματα

Σύνολο κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία 224



Σχήμα 13 Κατανομή των τιμών της Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) στο σύνολο των Κατασκευών με δομικό σύστημα από Φέρουσα Τοιχοποιία (ΚΦΤ)