



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ**

**Ταχεία αποτίμηση τρωτότητας κτηριακού αποθέματος  
δημόσιας χρήσεως**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

των

Σταματίου Θ. Κωνσταντίνα  
Τσάφου Γ. Στέλλα

**Επιβλέποντες:** Εμμανουήλ Βουγιούκας  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2013





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

**Ταχεία αποτίμηση τρωτότητας κτηριακού αποθέματος  
δημόσιας χρήσεως**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

των

Σταματίου Θ. Κωνσταντίνα  
Τσάφου Γ. Στέλλα

**Επιβλέποντες:** Εμμανουήλ Βουγιούκας  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή.....

.....  
Εμμανουήλ Βουγιούκας  
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

.....  
Τζουβαδάκης Ιωάννης  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Κωνσταντίνος Τρέζος  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2013

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	4
Ευρετήριο σχημάτων.....	6
Ευρετήριο εικόνων.....	6
Ευρετήριο πινάκων.....	7
Ευρετήριο γραφημάτων.....	8
Ευχαριστίες.....	10
Περίληψη - Abstract.....	11
Κεφαλαίο 1	
Εισαγωγή.....	12
Κεφάλαιο 2 - Αντισεισμικός σχεδιασμός	
2.1 Η εξέλιξη των αντισεισμικών κανονισμών.....	13
2.2 Κατασκευές από Οπλισμένο σκυρόδεμα στην Ελλάδα.....	16
2.3 Προσεισμικός έλεγχος.....	20
2.4 Μετασεισμικός έλεγχος.....	21
2.5 Προσεισμική και μετασεισμική ενίσχυση κτηρίων.....	22
Κεφαλαίο 3 - Μεθοδολογία προσεισμικού ελέγχου. Ανασκόπηση βιβλιογραφία	
3.1 Εισαγωγή.....	26
3.2 Μέθοδος Αμερικάνικης FEMA 154.....	27
3.3 Άλλες μέθοδοι στο διεθνή χώρο.....	33
3.3.1 Νέα Ζηλανδία.....	33
3.3.2 Ιαπωνία.....	37
3.3.3 Ιταλία.....	40
3.3.4 Διαδοχικές εξελίξεις στο διεθνή χώρο.....	46
3.4 Σύγκριση σε επίπεδο κτηριακού αποθέματος της σεισμικής τρωτότητας σε προσεισμικό έλεγχο (διεθνείς μέθοδοι).....	48
3.5 Ελληνικές μέθοδοι.....	50
3.5.1 Εισαγωγή.....	50
3.5.2 Πρόσφατες εξελίξεις στον ελλαδικό χώρο.....	51
Κεφάλαιο 4- Προσεισμικός έλεγχος κατά ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ,2001	
4.1 Ταχύς οπτικός έλεγχος (ΤΟΕ).....	55
4.2 Διαδικασία διενέργειας ΤΟΕ.....	56
4.3 Οδηγίες συμπλήρωσης δελτίου προσεισμικού ελέγχου.....	57
4.4 Εφαρμογή προγράμματος του ΤΟΕ (2001-2012).....	68
Κεφαλαίο 5 – Βαθμολογία από ΤΟΕ κατά ΟΑΣΠ	
5.1	
Εισαγωγή.....	70
5.2 Παράγοντες δομικής τρωτότητας.....	70
5.3 Εξέλιξη του συστήματος βαθμονόμησης του ΟΑΣΠ.....	78
Κεφάλαιο 6 – Διαδικασία καταχώρησης δελτίων	
6.1 Σύντομη έκθεση-Παρατηρήσεις.....	93
6.2 Δυνατές καταχωρήσεις ανά ώρα.....	94
6.3 Σύγκριση δελτίου ΟΑΣΠ με δελτίο ΕΣΥ.....	94
Κεφάλαιο 7 – Σύγκριση αποτελεσμάτων ΟΑΣΠ με διεθνείς μεθόδους σε 2 υφιστάμενες κατασκευές	
7.1 Εξοχική κατοικία στην Κεφαλονιά.....	99
7.1.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο.....	99

7.1.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας.....	102
7.1.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ.....	102
7.2 Κατοικία στο Νέο Ηράκλειο.....	103
7.2.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο.....	103
7.2.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας.....	106
7.2.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ.....	106
7.3 Κατοικία στη Μεταμόρφωση.....	107
7.3.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο.....	107
7.3.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας.....	110
7.3.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ.....	111
7.4 Ιαπωνική Μέθοδος – Σχολιασμός.....	111
Κεφάλαιο 8: Αξιολόγηση Ταχύως Οπτικού ελέγχου ΟΑΣΠ με βάση πραγματικά δεδομένα βλαβών	
8.1 Γραφήματα στοιχείων τρωτότητας από μετασεισμικούς ελέγχους.....	112
8.1.1 Σεισμός Αιγίου.....	112
8.1.2 Σεισμός Αθήνας.....	114
8.1.3 Σεισμός Λευκάδας.....	115
8.2 Εξαγωγή συμπερασμάτων για στοιχεία τρωτότητας από μετασεισμικούς ελέγχους.....	116
8.3 Αξιολόγηση Δομικής Βαθμολογίας από ΤΟΕ κατά ΟΑΣΠ.....	117
8.4 Γιατί καταρρέουν οι κατασκευές.....	122
8.4.1 Η Σημασία των χαρτών επικινδυνότητας σεισμών.....	123
Κεφάλαιο 9: Αξιολόγηση διεθνών μεθόδων ΤΟΕ για πραγματικά δεδομένα από το σεισμό της Αθήνας 1999	
9.1 Περιγραφή εφαρμογής μεθόδων ΤΟΕ.....	126
9.2.1 Ταχύς Οπτικός έλεγχος ΟΑΣΠ- Ελληνική μέθοδος.....	128
9.2.2 Ταχύς Οπτικός έλεγχος FEMA- Αμερικάνικη μέθοδος.....	136
9.2.3 Μέθοδος Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation) της Νέας Ζηλανδίας.....	138
Συμπεράσματα.....	146
Προτάσεις.....	147
Βιβλιογραφία.....	148

## **Ευρετήριο σχημάτων**

Σχήμα 3.1: Μη κανονικότητα κτηρίων.....	28
Σχήμα 3.2: Συνάρτηση της τελικής δομικής βαθμολογίας και της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου.....	35
Σχήμα 4.1 : Παραδείγματα κινδύνου κρούσης κτηρίου με γειτονικά.....	63
Σχήμα 5.1:Παραδείγματα μη κανονικότητας σε κάτοψη και στρέψης.....	74
Σχήμα 5.2: Παραδείγματα μη κανονικότητας καθ' ύψος.....	74

## **Ευρετήριο εικόνων**

Εικόνα 5.1:Κατασκευές με κοντά υποστυλώματα.....	71
Εικόνα 5.2 :Κτήριο στο Adapazarı με πυλωτή που συνεθλίβη (Ο σεισμός της Τουρκίας 1999).....	72
Εικόνα 5.3: Κτήριο με βλάβες στην τοιχοποιία πλήρωσης, (Ο σεισμός της Τουρκίας 1999).....	73
Εικόνα 5.4: Τύπος εδάφους και φασματική ανάλυση.....	75

## Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 3.1: Αρχική Βαθμολογία δομικών τύπων με συνεκτίμηση της ζώνης (FEMA-G).....	29
Πίνακας 3.2: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης I (FEMA-G).....	30
Πίνακας 3.3: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης II (FEMA-G).....	31
Πίνακας 3.4: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης III (FEMA-G).....	32
Πίνακας 3.5: Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά NZSEE.....	35
Πίνακας 3.6: Βαθμολογίες των στοιχείων ανάλογα με την κατηγορία τους και συντελεστές βαρύτητας.....	41
Πίνακας 3.7: Πορτογαλική μέθοδος-συντελεστές Τρωτότητας.....	46
Πίνακας 3.8: Σύγκριση διεθνών μεθόδων αποτίμησης σεισμικής ικανότητας.....	50
Πίνακας 5.1: Υπολογισμός δείκτη λειτουργίας για διάφορους τύπους σχολικής μονάδας.....	77
Πίνακας 5.2: Τροποποιητικοί συντελεστές για τον αριθμό μαθητών.....	78
Πίνακας 5.3: Δομικοί τύποι κτηρίων, ΟΕ ΟΑΣΠ 2000.....	79
Πίνακας 5.4: Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων, ΟΕ ΟΑΣΠ 2000.....	80
Πίνακας 5.5: Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές, ΟΕ ΟΑΣΠ, 2000.....	81
Πίνακας 5.6: Δομικοί τύποι κτηρίων, κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006.....	83
Πίνακας 5.7 : Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006.....	84
Πίνακας 5.8 : Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006.....	85
Πίνακας 5.9 : Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2012.....	87
Πίνακας 5.10 : Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2012.....	88
Πίνακας 5.11: Δείκτης λειτουργίας για κάθε χρήση, 2012.....	89

## Ευρετήριο γραφημάτων

Γράφημα 8.1: Σχέση βλαβών και θέσης στο οικοδομικό τετράγωνο, σεισμός Αιγίου.....	112
Γράφημα 8.2 Σχέση Αντισεισμικού Κανονισμού (ΑΚ) και βλαβών, σεισμός Αιγίου.....	113
Γράφημα 8.3 Σχέση αριθμού ορόφων και βλαβών, σεισμός Αιγίου.....	113
Γράφημα 8.4: Σχέση βαθμού τοιχοπλήρωσης του ισογείου και βλαβών, σεισμός Αιγίου.....	113
Γράφημα 8.5: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση των δομικών χαρακτηριστικών, σεισμός Αθήνας.....	114
Γράφημα 8.6: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση του αριθμού ορόφων, σεισμός Αθήνας.....	114
Γράφημα 8.7: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση του έτους κατασκευής, σεισμός Αθήνας.....	115
Γράφημα 8.8: Συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τα δομικά χαρακτηριστικά σε 464 κατασκευές ΟΣ, σεισμός Αθήνας.....	115
Γράφημα 8.9: Διακύμανση βαθμού βλάβης σε 124 κατασκευές ΟΣ, σεισμός Λευκάδας.....	116
Γράφημα 8.10: Κατανομή των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ, σεισμός Αθήνας.....	119
Γράφημα 8.11: ΔΒ σε κτήρια με πλαισιωτό δομικό σύστημα, σεισμός Αθήνας.....	119
Γράφημα 8.12: ΔΒ σε κτήρια με δυαδικό δομικό σύστημα, σεισμός Αθήνας.....	119
Γράφημα 8.13: ΔΒ σε κτήρια με piloti, σεισμός Αθήνας.....	120
Γράφημα 8.14: ΔΒ σε κτήρια με κοντά υποστυλώματα, σεισμός Αθήνας.....	120
Γράφημα 8.15: ΔΒ σε κτήρια με μη κανονικότητα καθ' ύψος, σεισμός Αθήνας.....	120
Γράφημα 8.16: Συσχέτιση βαθμού βλάβης και ΔΒ, σεισμός Λευκάδας.....	121
Γράφημα 8.17: Κατανομή βαθμού βλάβης ανά δομικό τύπο κατασκευής, σεισμός Λευκάδας.....	121
Γράφημα 8.18: Συσχέτιση βασικών δομικών χαρακτηριστικών και βαθμού βλάβης, σεισμός Λευκάδας.....	122
Γράφημα 8.19: Συσχέτιση αριθμού ορόφων και βαθμού βλάβης, σεισμός Λευκάδας.....	122
Γράφημα 9.1: Συσχέτιση των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ με το βαθμό βλάβης, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	130
Γράφημα 9.2: ΔΒ σε κτήρια με pilotis, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	130
Γράφημα 9.3: ΔΒ σε κτήρια με ενδεχόμενο κρούσης, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	131
Γράφημα 9.4: ΔΒ σε κτήρια με οριζόντια μη κανονικότητα, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	131
Γράφημα 9.5: ΔΒ σε κτήρια με μη κανονικότητα καθ' ύψος, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	132
Γράφημα 9.6: ΔΒ σε κτήρια με μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	132
Γράφημα 9.7: ΔΒ σε κτήρια με κοντά υποστυλώματα, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	133
Γράφημα 9.8: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣα, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	133
Γράφημα 9.9: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣβ, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	134
Γράφημα 9.10: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣγ, μέθοδος ΟΑΣΠ.....	134
Γράφημα 9.11: Συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τα δομικά χαρακτηριστικά.....	135
Γράφημα 9.12: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με δομικό τύπο κατασκευής.....	135
Γράφημα 9.13: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με αριθμό ορόφων.....	136
Γράφημα 9.14: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με το έτος κατασκευής.....	136



Γράφημα 9.15: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας.....	137
Γράφημα 9.16: Κατανομή των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ, μέθοδος FEMA.....	138
Γράφημα 9.17: Συσχέτιση των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ με το βαθμό βλάβης, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	140
Γράφημα 9.18: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με αποτελέσματα μεθόδου, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	140
Γράφημα 9.19: ΔΒ σε κτήρια με riloti, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	141
Γράφημα 9.20: ΔΒ σε κτήρια με ενδεχόμενο κρούσης, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	141
Γράφημα 9.21: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής πριν το 1959, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	142
Γράφημα 9.22: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής 1959-1984, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	142
Γράφημα 9.23: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής μετά το 1985, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	143
Γράφημα 9.24: Συσχέτιση ΔΒ με ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	143
Γράφημα 9.25: Συσχέτιση ΔΒ με ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	144
Γράφημα 9.26: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣα, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	144
Γράφημα 9.27: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣβ, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	145
Γράφημα 9.28: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣγ, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας.....	145

## Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους εκείνους τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Καταρχήν, ευχαριστούμε τον Ο.Α.Σ.Π. για την παράθεση στοιχείων και ειδικότερα την κα. Δ. Παναγιωτοπούλου για το ενδιαφέρον που έδειξαν και την αμέριστη βοήθειά τους, όλους αυτούς τους μήνες. Τέλος, ευχαριστούμε τον επιβλέποντα Εμμ. Βουγιούκα για τη συστηματική επιστημονική του καθοδήγηση και την ηθική του υποστήριξη.

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση γύρω από το θέμα της ταχείας αποτίμησης της σεισμικής τρωτότητας των κτηρίων δημόσιας χρήσεως. Περιγράφονται μέθοδοι πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου κατασκευών που έχουν αναπτυχθεί τόσο διεθνώς, όσο και στην Ελλάδα. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον Ταχύ Οπτικό Έλεγχο (ΤΟΕ) που εφαρμόζεται από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) στη χώρα μας. Παρουσιάζονται γραφήματα που προέκυψαν από την ενασχόλησή μας με το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Επίσης, μελετώνται 2 κτήρια με 3 διεθνείς μεθόδους (Ιαπωνίας, Νέα Ζηλανδίας, ΟΑΣΠ) προσεισμικού ελέγχου προσαρμοσμένες στα ελληνικά δεδομένα για σύγκριση των αποτελεσμάτων που δίνουν. Τέλος, γίνεται αξιολόγηση του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ)-Ελληνική μέθοδος, της Αμερικάνικης και της Νεοζηλανδικής μεθόδου με βάση πραγματικά δεδομένα βλαβών.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας, είναι η παρουσίαση του διαθέσιμου υποβάθρου γύρω από τα θέματα ταχείας αποτίμησης τρωτότητας των κατασκευών και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την περαιτέρω εξέλιξη που μπορεί να πραγματοποιηθεί γύρω από τα θέματα αποτίμησης σεισμικής τρωτότητας των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσεως στην Ελλάδα.

## Abstract

The subject of this thesis is to explore the theme of the Rapid assessment of the seismic vulnerability of public use buildings. We are analyzing methods of first degree pre-earthquake control of structures that have been developed both internationally and in Greece. Particular attention is given to the Rapid Visual Control (TOE) administered by the Anti-Earthquake Planning and Protection Organization (OASPI) in our country and graphs generated by our involvement with this program are presented. Furthermore, we studied two indicative buildings using three international methods of pre-earthquake control (Japan, New Zealand, OASPI) adapted to Greek conditions in order to compare the results they produce. Finally, we briefly evaluate the Rapid Visual Control (TOE) of Anti-Earthquake Planning and Protection Organization (OASPI) based on real damage data.

The aim of this thesis is to present the available background of the subject of rapid vulnerability assessment of structures and to make conclusions for the further development that can be realized on the issues of evaluation of the seismic vulnerability of public and community use buildings in Greece.

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η διερεύνηση γύρω από το θέμα της ταχείας αποτίμησης της σεισμικής τρωτότητας κτηρίων δημόσιας χρήσεως και η επισκόπηση των μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί τόσο διεθνώς, όσο και στην Ελλάδα. Μέσα από τη μελέτη των μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί, εφαρμογή κάποιων από αυτές σε πραγματικά κτήρια και αξιολόγηση της ελληνικής μεθόδου με βάση πραγματικά δεδομένα από σειμούς του παρελθόντος, εξάγονται συμπεράσματα για τη βελτίωση της ελληνικής μεθόδου που χρησιμοποιεί ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ).

Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται επισκόπηση του αντισεισμικού σχεδιασμού που εφαρμόζεται στην Ελλάδα.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφονται συνοπτικά μεθοδολογίες προσεισμικού ελέγχου που εφαρμόζονται σε διάφορες χώρες του κόσμου, γίνεται μια σύγκριση κάποιων από αυτές και μια εισαγωγή για το τι συμβαίνει στη χώρα μας.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) που εφαρμόζεται από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) στη χώρα μας καθώς και πως προχωράει η εφαρμογή του προγράμματος αυτού από το 2001 που ξεκίνησε μέχρι σήμερα.

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο εξετάζεται αναλυτικά η βαθμολογία που χρησιμοποιεί για τον Ταχύ Οπτικό Έλεγχο (ΤΟΕ) ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), από ποιους παράγοντες αυτή εξαρτάται και πως έχει εξελιχθεί από την αρχή του προγράμματος μέχρι σήμερα.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη διαδικασία καταχώρησης δελτίων στην ηλεκτρονική βάση του προγράμματος του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) με βάση την ενασχόληση μας με αυτή και παρουσιάζονται τα αντίστοιχα γραφήματα.

Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο μελετώνται 2 κτήρια με 3 μεθόδους (Ιαπωνίας, Νέα Ζηλανδίας, ΟΑΣΠ) προσεισμικού ελέγχου προσαρμοσμένες στα ελληνικά δεδομένα για σύγκριση των αποτελεσμάτων που δίνουν.

Στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται σύντομη αξιολόγηση του Ταχέως Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) με βάση πραγματικά δεδομένα βλαβών.

Στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύσσεται αξιολόγηση διεθνών μεθόδων ΤΟΕ για πραγματικά δεδομένα από το σεισμό της Αθήνας 1999 με χρήση της Ελληνικής μεθόδου, της Αμερικάνικης μεθόδου και της αντίστοιχης της Νέας Ζηλανδίας.

Τέλος, εξάγονται συμπεράσματα και γίνονται κάποιες σχετικές προτάσεις για την περαιτέρω εξέλιξη που μπορεί να πραγματοποιηθεί γύρω από τα θέματα αποτίμησης σεισμικής τρωτότητας των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης στην Ελλάδα.

## Κεφάλαιο 2

### Αντισεισμικός σχεδιασμός

#### 2.1 Η εξέλιξη των αντισεισμικών κανονισμών

Η εξέλιξη των αντισεισμικών κανονισμών ταυτίζεται με την εξέλιξη των μεθόδων αντισεισμικού υπολογισμού που εφαρμόστηκαν μέχρι σήμερα. Τα γενικά χαρακτηριστικά των μεθόδων και κανονισμών αποτελούνται από δύο διακριτά μέρη: το σεισμολογικό, που αφορά στον καθορισμό της σεισμικής δράσης ανεξάρτητα από την κατασκευή και το στατικό-δυναμικό μέρος που αφορά στον καθορισμό μίας ή περισσότερων στατικών φορτίσεων της κατασκευής, βάσει των οποίων επιτυγχάνεται ο τελικός υπολογισμός της μέγιστης σεισμικής απόκρισης με τις μεθόδους της στατικής.

- Στατική Μέθοδος Αντισεισμικού Υπολογισμού

1900: Η πρώτη απόπειρα αποδίδεται στον Ιάπωνα F. Omori με τη στατική μέθοδο αντισεισμικού υπολογισμού, σύμφωνα με την οποία τα σεισμικά φορτία  $F_0$  δίνονται από την σχέση:  $F_0 = M \cdot \gamma_0$

Όπου  $M$  η μάζα της κατασκευής και  $\gamma_0$  η μέγιστη επιτάχυνση του εδάφους.

Σε αυτή τη μέθοδο η κατασκευή θεωρείται σαν απόλυτα στερεό σώμα κατά την κίνηση του εδάφους, οπότε όλα της τα σημεία θα έχουν την ίδια επιτάχυνση  $\gamma_0$  με το έδαφος (ομοιόμορφη καθ' ύψος μεταβολή των επιταχύνσεων). Επίσης λόγω ανυπαρξίας παραμόρφωσης, σύμφωνα με την αρχή του D' Alembert οι δυνάμεις αδράνειας στερεού σώματος  $-M \cdot \gamma_0$  θα εξισορροπούν τις δυνάμεις στήριξης της κατασκευής, δηλαδή θα αποτελούν τα σεισμικά της φορτία (στατικά). Η σχέση υπολογισμού των σεισμικών φορτίων γράφεται απλούστερα:  $F_0 = \varepsilon \cdot B$

Όπου  $B = M \cdot g$  το βάρος της κατασκευής και  $\varepsilon = \gamma_0 / g$  ο σεισμικός συντελεστής.

Ο συντελεστής αυτός δίνει απευθείας το σεισμικό φορτίο  $F_0$  ως ποσοστό του υπερκείμενου βάρους  $B$  ή, επίσης, την μέγιστη επιτάχυνση  $\gamma_0$  του εδάφους ως ποσοστό της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Οι αριθμητικές τιμές του  $\varepsilon$  καθορίστηκαν στην αρχή εμπειρικά, λαμβάνοντας υπόψη φαινόμενα κατάρρευσης τοίχων ή ανατροπής λίθων έπειτα από ισχυρούς σεισμούς.

1908: Messina της Ιταλίας έπειτα από τον ισχυρότατο σεισμό που έπληξε την περιοχή με μέγεθος 7,5 R, ορίστηκε η τιμή του σεισμικού συντελεστή στο  $\varepsilon = 1.5\%$

1923: Kanto Ιαπωνίας: για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν πραγματικές εγγραφές σεισμομέτρων για την εκτίμηση των επιταχύνσεων με υπόθεση απλής αρμονικής ταλάντωσης του εδάφους. Και με βάση αυτές τις μετρήσεις η τιμή επανακαθορίστηκε στο  $\varepsilon = 0,10$ , η οποία και υιοθετήθηκε από πολλές χώρες του κόσμου όπως και τη χώρα μας το 1931 μετά τους σεισμούς της Κορίνθου-Λουτρακίου

1928: Με διάταγμα για τις περιοχές Κορίνθου, Λουτρακίου και Τετραχώρας καθιερώνεται στον αντισεισμικό σχεδιασμό η χρήση των μετακινήσεων του εδάφους κατά 2%

1945: Σε αυτό το διάταγμα περιλαμβάνεται με ΦΕΚ της κατοχικής Κυβέρνησης και ο Νομός της Λάρισας. Άτυπα βέβαια στο αστικό κέντρο της Αθήνας χρησιμοποιείτο από τους πολιτικούς μηχανικούς της εποχής στο σχεδιασμό πολυκατοικιών τις δεκαετίες των '20 και των '30.

1932: Ο καθηγητής Α. Ρουσσόπουλος έδωσε τη λύση για τα προβλήματα που είχαν δημιουργηθεί λόγω του μεγάλου βαθμού στατικής αοριστίας των κτηρίων - που υποχρέωσε για την στατική επίλυση να χρησιμοποιηθούν απλουστευτικές παραδοχές – με την εργασία του: «Διανομή οριζοντίων δυνάμεων υπό άκαμπτου πλακός εις ολόσωμους εν τω χώρω φορείς. Περίπτωσης σεισμικών δυνάμεων. Διανομή και δίαιτα αυτών», για τα μονώροφα κτήρια. Στην εργασία αυτή ορίστηκε η έννοια του ελαστικού κέντρου στροφής των πλακών των κτηρίων και θεμελιώθηκε ο κανόνας περί “συμπτώσεως κέντρου βάρους και κέντρου ελαστικής στροφής” για τον ορθό αντισεισμικό σχεδιασμό των κτηρίων.

1959: Η μεθοδολογία του καθηγητή Ρουσσόπουλου που αναπτύχθηκε παραπάνω, υιοθετήθηκε από τον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό με το όνομα “ακριβής ελληνική μέθοδος” και εφαρμόστηκε χωρίς επαρκή αιτιολόγηση και στα πολυώροφα κτήρια.

- Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας

1937: Δημοσιεύονται οι χάρτες με καθορισμένες ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας του αμερικανικού Uniform Building Code συντάχθηκαν βάσει εμπειρικών και ποιοτικών εκτιμήσεων, ώστε να δίνονται ρεαλιστικές τιμές στους σεισμικούς συντελεστές  $\varepsilon = \gamma\theta/g$ .

1939: Δημοσιεύονται ο Ελληνικός χάρτης με καθορισμένες ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Στο χάρτη αυτόν θεσπίστηκαν οι ακόλουθες πέντε ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας με τρεις τιμές του  $\varepsilon$  για κάθε ζώνη, ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους (σκληρό προς μαλακό έδαφος από αριστερά προς δεξιά):

I:	<0,01	<0,01	0,01
II:	<0,01	0,01	0,04
III:	0,01	0,04	0,08
IV:	0,04	0,08	0,12
V:	0,08	0,12	0,16

1959: Στον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό οι παραπάνω πέντε ζώνες αντικαταστάθηκαν από τις επόμενες τρεις

I:	0,04	0,06	0,08
II:	0,06	0,08	0,12
III:	0,08	0,12	0,16

2000: Στον ισχύοντα σήμερα Ε.Α.Κ.2000 έχουμε πάλι τρεις (επανορισμένες) ζώνες με τις αντίστοιχες τιμές του  $\varepsilon$  (στον κανονισμό  $\alpha = \varepsilon$ ) ανεξάρτητα από την ποιότητα του εδάφους:

I:	0,16
II:	0,24
III:	0,36

- Φασματική Μέθοδος

1932: Παράλληλα με τον καθορισμό των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας αναπτύχθηκε ένα άλλο πεδίο: η εισαγωγή και διαμόρφωση της δυναμικής μεθόδου αντισεισμικού υπολογισμού βάσει των αρχών της δυναμικής των κατασκευών. Η βασική μαθηματική θεωρία της μεθόδου παρουσιάστηκε στην διδακτορική διατριβή του Βέλγου επιστήμονα Maurice Biot (υπό την επίβλεψη του διάσημου Theodore Karman στο California Institute of Technology). Εφαρμόστηκε η ιδιομορφική ανάλυση για τον υπολογισμό της

σεισμικής απόκρισης και επισημάνθηκε η χρησιμότητα της ξεχωριστής μελέτης του συχνοτικού περιεχομένου του σεισμού με τη βοήθεια του φάσματος Fourier.

1941: Το φάσμα Fourier αντικαταστάθηκε, με τη συμβολή του G. Housner, αντικαταστάθηκε από το πιο πρακτικό στις εφαρμογές φάσμα απόκρισης, το οποίο παρουσιάστηκε τελικά αντίστοιχες δημοσιεύσεις των Biot και Housner.

1970: Άρχισε να γίνεται η εισαγωγή της φασματικής μεθόδου στους αντισεισμικούς κανονισμούς, αρχικά ως βελτίωση ορισμένων διατάξεων της στατικής μεθόδου και αργότερα ως αυτοτελής και γενικής ισχύος μέθοδος αντισεισμικού υπολογισμού

1978: Στην Έκθεση ATC-3.0 του Applied Technology Council (επιτροπής του SEAOC) παρουσιάζεται και τυπικά ως αυτοτελής μέθοδος αντισεισμικού υπολογισμού, από την οποία με διαδοχικές απλοποιήσεις προκύπτει και η στατική μέθοδος.

1985: Ο Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός του 1959, που στηριζόταν στη στατική μέθοδο, τροποποιείται μερικώς (ως προς τα πολυώροφα μοντέλα, τριγωνική φόρτιση κ.λπ.)

1995: Γίνεται γενική ανασύνταξη του ελληνικού κανονισμού και εκσυγχρονίζεται με την εισαγωγή της φασματικής μεθόδου ως κύριας μεθόδου ανάλυσης χωρίς περιορισμούς και της στατικής μεθόδου με περιορισμένους περιορισμούς.

2000: Ο παραπάνω κανονισμός βελτιώθηκε στον ΕΑΚ-2000 και ίσχυε μέχρι και πέρυσι.

- Πλάστιμη Συμπεριφορά

Δεκαετία του '60: Η ανάπτυξη και διάδοση της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών έδωσε νέα ώθηση στη φασματική μέθοδο, αφού πλέον οι υπολογισμοί των φασμάτων απόκρισης με βάση αξιόπιστα επιταχυνσιογραφήματα ήταν πολύ ακριβείς. Και έτσι προέκυψε μέσα από τη μελέτη αυτών των στοιχείων ότι οι αναπτυσσόμενες σεισμικές δυνάμεις μπορεί να είναι 3 έως 4 φορές πιο μεγάλες από τις δυνάμεις σχεδιασμού. Που σημαίνει ότι μετά από ισχυρούς σεισμούς: εκτεταμένη είσοδος της κατασκευής στην πλαστική περιοχή συμπεριφοράς, μεγάλες πλαστικές-ανελαστικές παραμορφώσεις και συνακόλουθες βλάβες σε φέροντα και μη φέροντα στοιχεία, αλλά παρατηρούνται και καταρρεύσεις κτηρίων όταν ο φέρον οργανισμός δε μπορεί να παραλάβει χωρίς θραύση τις μεγάλες ανελαστικές παραμορφώσεις. Με βάση τα παραπάνω έγιναν μεγάλες αυξήσεις στις επιταχύνσεις εδάφους αλλά όχι στις επιταχύνσεις σχεδιασμού, αντίθετα μάλιστα για λόγους οικονομίας οι φασματικές επιταχύνσεις ( $\gamma(T)$ ) διαιρούνται με τον συντελεστή συμπεριφοράς ( $q$ ) και υποβιβάζονται με συνέπεια να εμφανίζονται βλάβες σε φέροντα και μη φέροντα στοιχεία σε περίπτωση σεισμού χωρίς όμως καταρρεύσεις, που συνεπάγεται την προστασία της ανθρώπινης ζωής. Για να επιτευχθεί λοιπόν αυτό απαιτείται υψηλή ποιότητα κατασκευής, ικανοποιητική αντοχή και πλαστιμότητα των δομικών στοιχείων και ιεράρχηση αντοχών ώστε να εξασφαλίζεται η ύπαρξη σταθερών περιοχών απελευθέρωσης της μέγιστης δυνατής ενέργειας.

2000: Βάσει των ερευνών που έγιναν στο παραπάνω θέμα αλλά και της εμπειρίας από πραγματικούς ισχυρούς σεισμούς οι αντισεισμικοί κανονισμοί καθορίζουν τις μέγιστες τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς  $q$  ανάλογα με το υλικό και το δομικό σύστημα. Στον ΕΑΚ-2000 προδιαγράφονταν μέγιστες τιμές  $q=3,5$  και  $q=4,0$  για πλαίσια από σκυρόδεμα ή από χάλυβα αντίστοιχα και στον Ευρωκώδικα ο συντελεστής συμπεριφοράς φτάνει μέχρι και τη τιμή  $q=6,0$ .

- Επιτελεστικός Σχεδιασμός

1995: Στις Η.Π.Α. αναπτύχθηκαν και διατυπώθηκαν –από την αμερικανική FEMA (Federal Emergency Management Agency) (Vision 2000, ATC-10, FEMA 273 & 274)- ένα σύνολο

ιδεών, κανόνων, μεθόδων και κριτηρίων που στοχεύει στο σχεδιασμό κατασκευών με προκαθορισμένη σεισμική συμπεριφορά για δεδομένο επίπεδο σεισμικής φόρτισης. Σημείο αναφοράς αυτού του σχεδιασμού είναι η επιθυμητή από τον κύριο του έργου σεισμική επίδοση ή επιτελεσματικότητα του κτηρίου, δηλαδή η ανεκτή οριακή κατάσταση βλαβών μετά το σεισμό. Οι οριακές καταστάσεις βλαβών ορίζονται περιγραφικά με τη μεγαλύτερη δυνατή λεπτομέρεια τόσο για τα φέροντα όσο και για τα μη φέροντα στοιχεία και η επίτευξη τους ελέγχεται ποσοτικά με μεθόδους υπολογισμού και αντίστοιχα κριτήρια αποδοχής. Αναλυτικά ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τα εξής 5 μέρη: 1)επίπεδα απόδοσης, 2)επίπεδα σεισμού, 3)στόχους σχεδιασμού, 4)μεθόδους υπολογισμού, 5)κριτήρια αποδοχής. [1], [10]

## 2.2 Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα Στην Ελλάδα

Το κύριο υλικό κατασκευής που επικρατούσε στα κτήρια στην Ελλάδα έως τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ήταν η φέρουσα τοιχοποιία. Ενώ το Οπλισμένο σκυρόδεμα είχε ήδη εμφανιστεί στις ΗΠΑ από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα και με ολοένα αυξανόμενο ρυθμό είχε καταστεί το κύριο υλικό κατασκευής, στην Ελλάδα η πρώτη μαζική χρήση του έγινε κατά την ανοικοδόμηση της πόλης της Θεσσαλονίκης μετά τη μεγάλη φωτιά του 1917. Και οι πολιτικοί μηχανικοί της εποχής άρχισαν να υιοθετούν αυτό το πολλά υποσχόμενο υλικό.

- Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα την περίοδο μέχρι το 1959

Υλικά: Σκυρόδεμα εργοταξιακό κατηγορίας B120 ή B160 με ποτάμια αδρανή, οπλισμοί από λείο χάλυβα κατηγορίας St.

Υπολογιστική διαδικασία: Εφαρμογή ξένων κανονισμών (γερμανικών κατά κύριο λόγο), ανάλυση και διαστασιολόγηση με τη μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων και μόνον έναντι κατακόρυφων φορτίων. Απουσία αντισεισμικού υπολογισμού.

Χαρακτηριστικά φερόντων οργανισμών: Αμιγώς πλαισιακές κατασκευές (απουσία τοιχομάτων). Πλάκες μικρού πάχους (8-12 cm), πρόβολοι μικρού ανοίγματος. Δοκοί σε πυκνό κάρναβο, συνήθως κάτω από όλες τις τοιχοποιίες του υπερκείμενου ορόφου, με μικρά πάχη κορμού και συχνά με τριγωνικές ενισχύσεις στις στηρίξεις. Στύλοι με πυκνό κάρναβο, μικρών και συνήθως τετραγωνικών διατομών με ποσοστό διαμηκών ράβδων ~8‰ και μόνον περιμετρικούς συνδετήρες (συνήθως Φ6/250mm). Θεμελιώσεις επιφανειακές, όλων των τύπων, ανάλογα με την αντοχή του εδάφους. Τοιχοποιίες πλήρωσης πυκνές, καλά δομημένες με μικρές διάτρητες πλίνθους, διαζώματα και επιμελημένη σφήνωση στις δοκούς οροφής (τελευταία στρώση σε λοξή διάταξη). Είναι φανερό ότι η ιδιαίτερα ασθενική αντισεισμική ικανότητα των εύκαμπτων αμιγώς πλαισιακών φερόντων οργανισμών ενισχύεται σημαντικά από τις πυκνές και ισχυρές τοιχοπληρώσεις.

Οι πρώτες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα ήταν συνήθως μεικτού τύπου με πεσσούς φέρουσας τοιχοποιίας στις όψεις και εσωτερικό φέροντα οργανισμό (πλάκες, δοκοί, στύλοι) από οπλισμένο σκυρόδεμα. Σύντομα όμως η φέρουσα τοιχοποιία περιορίστηκε στον οργανισμό πλήρωσης. Οι φέροντες οργανισμοί των πολυώροφων οικοδομών ήταν πλέον, από τις αρχές της δεκαετίας του '30, αμιγώς πλαισιακοί φορείς από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι κατασκευές αυτές έχουν αποδείξει ότι διαθέτουν σημαντική αντισεισμική ικανότητα, καθώς αρκετές κατόρθωσαν να επιβιώσουν των σεισμών του 1978, παρ' ότι σχεδιάστηκαν χωρίς κανένα αντισεισμικό υπολογισμό.

- Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα την περίοδο 1959-1984



Τα υλικά που κυριαρχούσαν στις κατασκευές ήταν το εργοταξιακό σκυρόδεμα κατηγορίας B160 και ο λείος χάλυβας St I που σταδιακά αντικαταστάθηκαν από την κατηγορία B225 και τον νευροχάλυβα ST III για τους διαμήκεις οπλισμούς, ενώ στους συνδετήρες εξακολούθησε η χρήση λείων ράβδων κατηγορίας St I. Οι αντισεισμικοί κανονισμοί του 1959 και του 1984 -δημιουργήθηκαν εξαιτίας των μεγάλων σεισμών του 1953 στα Επτάνησα και, του 1978 της Θεσσαλονίκης και του 1981 της Αθήνας- είναι αυτοί που οριοθετούν την περίοδο αυτή. Ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959 επέβαλε τη ψευδοστατική εφαρμογή και την ορθογωνική καθ' ύψος κατανομή των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων σχεδιασμού οι οποίες προέκυπταν μέσω μιας καθορισμένης τιμής του σεισμικού συντελεστή  $\varepsilon = 0.04 - 0.16$ , ανάλογα με τη ζώνη σεισμικότητας της περιοχής (ζώνες I, II, III) και την επικινδυνότητα του εδάφους θεμελίωσης (κατηγορίες  $\alpha, \beta, \gamma$ ). Η αντικειμενική αδυναμία ακριβούς ανάλυσης με τα μέσα της εποχής πολύωροφων-πολύστυλων πλαισιακών συστημάτων αντιμετωπίστηκε με την εύλογη θεώρηση ότι η διαφραγματική λειτουργία των πλακών επιτρέπει την κατανομή της σεισμικής τέμνουσας κάθε ορόφου στα κατακόρυφα στοιχεία (στύλοι, τοιχώματα) ανάλογα με τη δυσκαμψία τους («μοντέλο του μονώροφου»). Οι δυσκολίες εκτίμησης των συντελεστών δυσκαμψίας των στύλων και ιδιαίτερα των τοιχωμάτων οδήγησαν τελικά σε άτυπες προσεγγίσεις, οι οποίες υπερεκτιμούσαν συνήθως τις τέμνουσες των τοιχωμάτων, ανακουφίζοντας τα υποστυλώματα, ενώ υποτιμούσαν την καμπτική καταπόνηση των τοιχωμάτων, εξετάζοντάς τα ανά όροφο. Ο Ε.Α.Κ. του 1959 παρείχε και μία διέξοδο απαλλαγής από το ακανθώδες πρόβλημα του αντισεισμικού υπολογισμού αρκεί ο φέρων οργανισμός να διέθετε σε κάθε όροφο κατάλληλα τοποθετημένα τοιχώματα με άθροισμα εμβαδών διατομής ανά διεύθυνση τουλάχιστον ίσο προς το 1/800 ή 1/500 του αθροίσματος των εμβαδών κατόψεων των υπερκείμενων ορόφων σε περιοχές σεισμικότητας I και II ή III αντίστοιχα. Την ίδια χρονική περίοδο, η εισβολή του ιδιωτικού αυτοκινήτου και η επιτακτική ανάγκη χώρων στάθμευσης προκάλεσε την υιοθέτηση της λεγόμενης πιλοτής σε μεγάλο αριθμό οικοδομών πανελλαδικά. Οι πιλοτές κατέδειξαν με ιδιαίτερα έντονο τρόπο κατά τους σεισμούς του 1978 στη Θεσσαλονίκη και του 1981 στην Αθήνα τον ουσιαστικό ρόλο των τοιχοποιιών πλήρωσης στην αντισεισμική επάρκεια των οικοδομών και τα δεινά από την απουσία τους στα ισόγεια των πιλοτών, χωρίς την κατάλληλη ισχυροποίηση των υποστυλωμάτων.

- Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα την περίοδο 1984-1994

Οι βασικές αλλαγές που θεσπίστηκαν με την τροποποίηση του ΕΑΚ του 1959, με τον ΕΑΚ του 1985 ήταν δύο: 1) Η ανάλυση του φέροντος οργανισμού υπό τη ψευδοστατική σεισμική φόρτιση για κτήρια με περισσότερους από 3 ορόφους επιβλήθηκε να γίνεται σε χωρικό πολυώροφο προσομοίωμα του φέροντος οργανισμού. 2) και θεσπίστηκαν κατασκευαστικές διατάξεις με στόχο την εξασφάλιση επαρκούς πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές των δομικών στοιχείων. Επίσης επιβλήθηκε έλεγχος των οριζόντιων μετακινήσεων. Σε περίπτωση υπέρβασης των σχετικών ορίων λόγω ανεπάρκειας τοιχωμάτων, ο κανονισμός επέβαλε ικανοτικό έλεγχο των κόμβων του εύκαμπτου φέροντα οργανισμού ώστε το άθροισμα των επιτρεπόμενων ροπών κεφαλής και πόδα κάθε στύλου να υπερβαίνει το άθροισμα των επιτρεπόμενων ροπών των εκατέρωθεν δοκών στις δύο κύριες διευθύνσεις. Ο έλεγχος στοχεύει στην αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού κατάρρευσης ορόφου εξαιτίας πρόωμης αστοχίας των υποστυλωμάτων σε

περίπτωση σεισμού μεγαλύτερου του σεισμού σχεδιασμού. Τονίζεται ότι με τον Ε.Α.Κ. 1959-1985 η διαστασιολόγηση εξακολουθούσε να γίνεται με τη μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων, ενώ παρέμεινε και η ψευδοστατική εφαρμογή των σεισμικών δυνάμεων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η δυναμική απόκριση της κατασκευής στη σεισμική διέγερση. Οι τιμές των σεισμικών συντελεστών ( $\epsilon=0.04-0.16$ ) έμειναν αναλλοίωτες, αλλά υιοθετήθηκε η λεγόμενη «άνω τριγωνική» κατανομή των σεισμικών δυνάμεων καθ' ύψος με αποτέλεσμα την αύξηση της ροπής ανατροπής της κατασκευής κατά 33% περίπου. Σημειώνεται ότι η διέξοδος απαλλαγής από τον αντισεισμικό υπολογισμό με τη διάταξη επαρκών και κατάλληλα διατεταγμένων τοιχομάτων διατηρήθηκε αναλλοίωτη. Τέλος, εισάγεται για πρώτη φορά η έννοια της σπουδαιότητας της κατασκευής ανάλογα με τη χρήση της. Έτσι, στα κτήρια που ο κανονισμός τα κατατάσσει στην κατηγορία μεγάλης σπουδαιότητας, επιβάλλεται προσαύξηση του σεισμικού συντελεστή κατά 50% ή 20% για τις ζώνες σεισμικότητας I, II και III αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι με τις τροποποιήσεις του 1984 έγινε ένα μεγάλο άλμα στην ποιότητα και στην αξιοπιστία του αντισεισμικού σχεδιασμού των κατασκευών.

- Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα την περίοδο 1994-2011

Τίθεται σε εφαρμογή ο νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (Ν.Ε.Α.Κ.) ο οποίος, σε συνδυασμό με τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ν.Ε.Κ.Ο.Σ.) που είχε ήδη τεθεί σε εφαρμογή το 1991, άλλαξαν το σχεδιασμό των κτήριακών έργων. Οι κανονισμοί αυτοί, μετά από σειρά τροποποιήσεων, έλαβαν τη σημερινή μορφή τους και είναι πλέον γνωστοί ως Ε.Α.Κ.2000 και Ε.Κ.Ω.Σ. 2000. Οι σημαντικότερες αλλαγές του Ε.Α.Κ.2000 σε σύγκριση με τον Ε.Α.Κ. 1959-1984 είναι οι ακόλουθες: Καταργείται η έννοια του σταθερού σεισμικού συντελεστή και εισάγεται το πιθανοτικό φάσμα σεισμικών επιταχύνσεων σχεδιασμού, μέσω του οποίου λαμβάνεται υπόψη η δυναμική απόκριση κάθε κατασκευής ξεχωριστά ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Παράλληλα εκσυγχρονίστηκε και επανασχεδιάστηκε ο χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας, εμπλουτισμένος με τα τελευταία σεισμολογικά δεδομένα. Επιβάλλεται η δυναμική φασματική μέθοδος με επαλληλία των ιδιομορφικών αποκρίσεων του φέροντος οργανισμού ως γενική μέθοδος ανάλυσης έναντι σεισμού. Η παλιά ψευδοστατική μέθοδος, κατάλληλα τροποποιημένη, ονομάζεται πλέον απλοποιημένη φασματική μέθοδος και η εφαρμογή της περιορίζεται σε ορισμένες κατηγορίες κτηρίων. Εισάγονται στον υπολογισμό οι έννοιες της πλαστιμότητας και της απορρόφησης της σεισμικής ενέργειας, που οδηγούν στη μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων σχεδιασμού, με παράλληλη όμως αποδοχή τοπικών και εύκολα επισκευάσιμων βλαβών στο φέροντα οργανισμό. Για σεισμούς μεγαλύτερους από το σεισμό σχεδιασμού επιδιώκεται η αποφυγή κατάρρευσης μέσω δέσμης μέτρων «ικανοτικού σχεδιασμού» των δομικών στοιχείων και ιεράρχησης των αναπόφευκτων βλαβών. Ο ικανοτικός σχεδιασμός εξασφαλίζει την «επιστράτευση» όλων των υπεραντοχών που παρέχουν στο φέροντα οργανισμό οι συντελεστές ασφάλειας, καθώς και την δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας με εξάντληση της πλαστιμότητας των δομικών στοιχείων.

#### *Σεισμική Τρωτότητα*

Το πρόβλημα της σεισμικής αποτίμησης κτήριακών συνόλων, τα οποία μπορεί να αποτελούνται από πολλές χιλιάδες κτήρια, διαφέρει ουσιαδώς από το πρόβλημα του υπολογισμού της απόκρισης ενός μεμονωμένου κτηρίου σε δεδομένη σεισμική διέγερση. Το μεμονωμένο κτήριο είναι σχετικά εύκολο να προσομοιωθεί με τη βοήθεια σύγχρονων

υπολογιστικών εργαλείων και να υπολογιστεί στη συνέχεια η απόκρισή του στο σεισμό, είτε με την μορφή του φάσματος είτε ακόμη με τη συνθετότερη μορφή του επιταχυνσιογραφήματος. Είναι μάλιστα εφικτό να ληφθεί υπόψη στην ανάλυση της απόκρισης του κτηρίου και η ανελαστική απόκριση των δομικών στοιχείων που ξεπερνούν τη διαθέσιμη αντοχή τους (κάτι που συχνά συμβαίνει). Αντίθετα, ο μεγάλος αριθμός των κτηρίων σε μια πόλη, αλλά και η μεγάλη ποικιλία των τύπων δόμησης και των δομικών συστημάτων δεν καθιστούν απλώς δύσκολη, αλλά πρακτικώς ανέφικτη, την εφαρμογή των αναλυτικών μεθόδων (ακόμη και των απλοποιημένων ελαστικών) για όλα τα κτήρια.

### *Μητρώα Βλάβης*

Το παραπάνω πρόβλημα ξεπερνιέται με την ταξινόμηση των κτηρίων σε σχετικούς ολιγάριθμες κατηγορίες με βάση τα κυριότερα (από αντισεισμική σκοπιά) χαρακτηριστικά τους, θεωρώντας ότι όλα τα κτήρια μιας κατηγορίας θα παρουσιάσουν για δεδομένη σεισμική διέγερση τον ίδιο βαθμό βλάβης-έχουν δηλαδή την ίδια τρωτότητα έναντι σεισμού. Κατόπιν, για κάθε κατηγορία εκτιμάται το λεγόμενο μητρώο πιθανότητας βλάβης, κάθε στήλη του οποίου αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη σεισμική ένταση και δίνει την πιθανότητα εμφάνισης μιας συγκεκριμένης στάθμης βλάβης (μικρή, μεσαία, σοβαρή, κατάρρευση). Ο ιδανικός τρόπος για να εκτιμηθούν αυτές οι πιθανότητες είναι μέσω της στατιστικής επεξεργασίας επαρκών δεδομένων από σεισμικές βλάβες σε κτήρια της εξεταζόμενης κατηγορίας, δυστυχώς όμως τέτοια στοιχεία δεν είναι συνήθως επαρκή, ακόμη και για χώρες όπως η Ελλάδα, στις οποίες οι σεισμοί είναι ιδιαίτερα συχνοί. Η αδυναμία εύρεσης επαρκών στατιστικών στοιχείων βλαβών για έναν εύλογο αριθμό κατηγοριών κτηρίων (ώστε να έχει και νόημα η ανάπτυξη των προαναφερθέντων σεισμικών σεναρίων) οδήγησε στην εισαγωγή και άλλων μεθόδων για την κατάστρωση των μητρώων πιθανότητας βλάβης, ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό με τη χρήση των στατιστικών στοιχείων. Έτσι, στις Η.Π.Α. χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα η μέθοδος της εμπειρικής κρίσης (expert judgement), με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων από «ειδικούς» (μηχανικούς με εμπειρία στον αντισεισμικό σχεδιασμό και τις επισκευές), οι οποίοι καλούνταν να εκτιμήσουν τη χαμηλότερη, μέση, και υψηλότερη αναμενόμενη τιμή του δείκτη βλάβης για κάθε τύπο κατασκευής (για δεδομένη σεισμική ένταση). Οι στήλες του κάθε μητρώου βλάβης προέκυπταν κατόπιν από κατάλληλη στατιστική επεξεργασία των ερωτηματολογίων αυτών (ATC 1985). Μια άλλη προσέγγιση δόθηκε από την ομάδα του Εργαστηρίου Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος και Φέρουσας Τοιχοποιίας (Ε.Κ.Ο.Σ.Φ.Τ.) του Α.Π.Θ. η οποία συνδυάζει τα στατιστικά στοιχεία από προηγούμενους σεισμούς με τα αποτελέσματα εκτεταμένων ανελαστικών αναλύσεων μοντέλων κτηρίων αντιπροσωπευτικών κάθε κατηγορίας. Αυτή είναι η λεγόμενη “υβριδική” μέθοδος αποτίμησης της τρωτότητας, δεδομένου ότι συνδυάζει την εμπειρική προσέγγιση (στατιστική επεξεργασία στοιχείων βλαβών) με την αναλυτική.

### *Καμπύλες Τρωτότητας*

Πρόκειται για μια εναλλακτική προσέγγιση στο πρόβλημα της σεισμικής αποτίμησης κτήριακών συνόλων, η οποία στηρίζεται στην παραδοχή ότι το δομικό απόθεμα μπορεί να ταξινομηθεί σε έναν περιορισμένο αριθμό κατηγοριών, αλλά παρουσιάζει μια σειρά θεωρητικών και πρακτικών πλεονεκτημάτων σε σχέση με εκείνη των μητρώων πιθανότητας

βλάβης. Μια καμπύλη τρωτότητας δίνει την πιθανότητα εμφάνισης μιας συγκεκριμένης στάθμης βλάβης, για δεδομένη σεισμική ένταση, η οποία μπορεί να εκφραστεί είτε σε όρους μακροσεισμικής έντασης, είτε εδαφικής επιτάχυνσης (PGA) είτε και φασματικών τιμών. Οι καμπύλες τρωτότητας μπορεί να προκύψουν με τρόπο ανάλογο με εκείνον που χρησιμοποιείται για τα μητρώα βλάβης, αλλά η σύγχρονη τάση είναι να γίνεται μια παραδοχή, βασισμένη και σε προηγούμενα στατιστικά στοιχεία, σχετικά με τον τύπο της στατιστικής κατανομής (συνηθέστερη η λογαριθμοκανονική) και οι μέσες τιμές για κάθε στάθμη βλάβης να υπολογίζονται από τις καμπύλες εξέλιξης του βαθμού βλάβης συναρτήσει της έντασης. Οι καμπύλες εξέλιξης είναι εύκολο να εκτιμηθούν με αναλυτικό τρόπο, (όπως γίνεται στην αμερικανική μεθοδολογία HAZUS, FEMA-NIBS 2003), αλλά η αμιγώς αναλυτική προσέγγιση εμπεριέχει πάντα σοβαρό κίνδυνο σφαλμάτων, όταν δεν συγκρίνεται με αντίστοιχα στατιστικά δεδομένα. Έτσι για τις καμπύλες τρωτότητας η ομάδα του Ε.Κ.Ο.Σ.Φ.Τ. του Α.Π.Θ. ανέπτυξε και εφάρμοσε για όλους τους συνήθεις στην Ελλάδα τύπους κτηρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα και από φέρουσα τοιχοποιία την υβριδική προσέγγιση, με δύο επιμέρους εκδοχές, μία που βασίζεται στην ανελαστική ανάλυση της ιστορίας και η οποία εφαρμόστηκε για τα κτήρια από Ο/Σ, και μία που βασίζεται στην ανελαστική στατική ανάλυση και προτιμήθηκε στην περίπτωση των κτηρίων από τοιχοποιία. Και στις δύο περιπτώσεις οι αμιγώς αναλυτικές καμπύλες εξέλιξης του βαθμού βλάβης διορθώνονταν με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία βλάβης από παλαιότερους σεισμούς. [2], [10], [5], [6], [39]

### 2.3 Προσεισμικός Έλεγχος

- Σκοπιμότητα

Η σκοπιμότητα του προσεισμικού Ελέγχου μπορεί να προέρχεται από έναν ή περισσότερους λόγους, όπως η διαπίστωση φθορών της κατασκευής και γενικότερα βλαβών μη σεισμικού χαρακτήρα, οι οποίες δημιουργούν ανησυχίες και αίσθημα ανασφάλειας στους χρήστες, η αλλαγή χρήσης της κατασκευής που συνεπάγεται μεγαλύτερα ή και διαφορετικά φορτία ή και μεταβολές στο φέροντα οργανισμό της, ή η βούληση των ιδιοκτητών μιας κατασκευής να βελτιώσουν την αντισεισμική της επίδοση, δηλαδή να αναβαθμίσουν την αντισεισμική της ασφάλεια έτσι ώστε αυτή να προσεγγίσει, να φθάσει ή και να ξεπεράσει το επίπεδο αντισεισμικής ασφάλειας σύγχρονων κατασκευών. Η βούληση αυτή μπορεί να οφείλεται στην ανησυχία των ενοίκων για το γεγονός ότι κάποιες βλάβες που είχε υποστεί η κατασκευή σε παλαιότερους σεισμούς αποκαταστάθηκαν πλημμελώς (ή καθόλου).

- Προσεισμικός Έλεγχος σε κτήριακά σύνολα

Οι προσεισμικοί έλεγχοι κτήριακών συνόλων, που αποτελούν το πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση μιας αντισεισμικής ενίσχυσης, οφείλουν βέβαια να γίνονται βάσει συγκεκριμένων κανόνων. Δυστυχώς όμως, δεν υφίσταται ακόμη στη χώρα μας ολοκληρωμένο κανονιστικό – θεσμικό πλαίσιο για τους προσεισμικούς ελέγχους. Το ισχύον νομικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο κινείται σήμερα ο μηχανικός αποτελείται από συστάσεις του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. υπό μορφή υπουργικών αποφάσεων και εγκυκλίων. Επιπλέον, για το αρχικό στάδιο του προσεισμικού ελέγχου (Α΄-βάθμιος έλεγχος, ταχύς οπτικός έλεγχος) κτήριακών συνόλων υπάρχουν και ορισμένα κείμενα που παρήχθησαν από επιστημονικές ομάδες εργασίας του Ο.Α.Σ.Π. (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας) με στόχο τα κτήρια δημόσιας και κοινοφελούς χρήσης και του Ο.Σ.Κ. (Οργανισμός Σχολικών Κτηρίων) με στόχο τα σχολικά κτήρια. Τα κείμενα αυτά βασίζονται σε αντίστοιχα

κανονιστικά και προκανονιστικά κείμενα των Η.Π.Α. με κατάλληλες προσαρμογές στα ελληνικά δεδομένα. Σύμφωνα με αυτά ο προσεισμικός έλεγχος περιλαμβάνει τρία στάδια:

- Α'-βάθμιο έλεγχος: Ταχύς οπτικός έλεγχος (Τ.Ο.Ε.).

Τα κτήρια που εξετάζονται με τη βοήθεια ειδικού δελτίου ελέγχου βαθμολογούνται με βάση απλούς πρακτικούς κανόνες και κατατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά ως προς την σεισμική τους τρωτότητα, δηλαδή από τα ασφαλέστερα προς τα επικίνδυνα. Όσα έχουν βαθμολογία υψηλότερη από ένα όριο, θεωρούνται ασφαλή και δεν επανελέγχονται. Αν η βαθμολογία ενός κτηρίου είναι κατώτερη του ορίου αυτού, το κτήριο θεωρείται ότι δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και παραπέμπεται για περαιτέρω έλεγχο στο επόμενο Β' στάδιο.

- Β'-βάθμιος έλεγχος: Προσεγγιστική αποτίμηση της διαθέσιμης αντισεισμικής ικανότητας.

Η αντισεισμική φέρουσα ικανότητα όσων κτηρίων παραπέμφθηκαν σε Β'-βάθμιο έλεγχο αποτιμάται και αξιολογείται με βάση την επαλήθευση κρίσιμων γεωμετρικών στοιχείων (διαστάσεις διατομών, οπλισμοί, κ.τ.λ.), ορισμένους μη καταστροφικούς ελέγχους των δομικών υλικών (π.χ. αντοχή σκυροδέματος) και κάποιους απλούς προσεγγιστικούς αριθμητικούς υπολογισμούς (π.χ. της τέμνουσας βάσης). Όσα κτήρια αξιολογηθούν ως ανώτερα ενός ορίου αντισεισμικής φέρουσας ικανότητας, θεωρείται ότι είναι ασφαλή και δεν επανελέγχονται. Τα υπόλοιπα θεωρείται ότι δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και παραπέμπονται για περαιτέρω έλεγχο στο επόμενο Γ' στάδιο. Προϋπόθεση και επίπεδο αναφοράς για την Β'-βάθμια αποτίμηση αποτελεί ο καθορισμός (από τον ιδιοκτήτη ή κύριο του έργου σε διαβούλευση με το μελετητή) της επιθυμητής συμπεριφοράς της κατασκευής υπό ένταση δεδομένου μεγέθους.

- Γ'-βάθμιος έλεγχος: Λεπτομερής αποτίμηση της αντισεισμικής ικανότητας και μελέτη αποκατάστασης, αναβάθμισης, ενίσχυσης. Για κάθε κτήριο που παραπέμπεται στο στάδιο αυτό συντάσσεται πλήρης μελέτη αποτίμησης και ενδεχομένως μελέτη εφαρμογής για την αποκατάσταση, αναβάθμιση, ενίσχυσή του βάσει του ισχύοντος θεσμικού – νομικού πλαισίου.

- Προσεισμικός έλεγχος σε μεμονωμένα κτήρια

Για τον προσεισμικό έλεγχο μεμονωμένων κτηρίων, με την απόφαση αρ. πρωτ. 817/12-7-2004 η «Μόνιμη Επιστημονική Επιτροπή για την επίλυση θεμάτων εφαρμογής και συμβατότητας των κανονισμών και οδηγιών για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών» του Ο.Α.Σ.Π. ορίζει ότι ένα υφιστάμενο κτήριο που έχει μελετηθεί με παλαιότερους κανονισμούς μπορεί να ελεγχθεί σύμφωνα με την προαναφερθείσα απόφαση 5172/ΑΖ5β, ανεξάρτητα αν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις κτηρίων που έχουν υποστεί βλάβες από σεισμό. Η απόφαση αυτή του Ο.Α.Σ.Π. υιοθετήθηκε από τη διεύθυνση Ο.Κ.Κ. του Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. Επομένως για την αποτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας ενός υφιστάμενου (παλαιού ή και νεότερου) κτηρίου και τον ενδεχόμενο ανασχεδιασμό του προκειμένου να ενισχυθεί, ισχύουν οι διατάξεις που διέπουν τον μετασεισμικό έλεγχο. [15]

## 2.4 Μετασεισμικός έλεγχος

- Σκοπιμότητα

Η σκοπιμότητα του μετασεισμικού ελέγχου μιας κατασκευής που υπέστη μικρότερες ή μεγαλύτερες βλάβες από έναν πρόσφατο σεισμό είναι προφανής. Ο έλεγχος είναι εν προκειμένω το πρώτο αναγκαίο και επείγοντος χαρακτήρα βήμα μιας σειράς ενεργειών που

πρέπει να ακολουθήσουν, όπως: η δόκιμη αποκατάσταση της προϋπάρχουσας φέρουσας ικανότητας της κατασκευής με κατάλληλη επιδιόρθωση των βλαβών, η ενίσχυση της προϋπάρχουσας φέρουσας ικανότητας της κατασκευής και η βελτίωση-εφόσον αυτό είναι επιθυμητό από τους ιδιοκτήτες- της μελλοντικής αντισεισμικής της επίδοσης, και η κατεδάφιση της κατασκευής με βλάβες, αν ο έλεγχος δείξει ότι η επιδιόρθωση ή ενίσχυση δεν είναι τεχνικά δυνατή ή οικονομικά συμφέρουσα.

- Μετασεισμικός έλεγχος των κτηρίων μιας περιοχής μετά από πολύ ισχυρό σεισμό

Μετά την εκδήλωση κάποιου πολύ ισχυρού σεισμού με σοβαρές επιπτώσεις, ενεργοποιείται από την πολιτεία ο μηχανισμός άμεσου ελέγχου της κατάστασης, στην οποία έχουν περιέλθει τα κτήρια της πληγείσας περιοχής από πλευράς επικινδυνότητας των βλαβών που έχουν υποστεί. Συστήνονται ειδικά συνεργεία μηχανικών και τεχνικών που διενεργούν αυτοψίες βάσει συγκεκριμένων οδηγιών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Ο έλεγχος περιλαμβάνει δύο φάσεις: (α) Α'-βάθμιο, άμεσος μετασεισμικός έλεγχος και (β) Β'-βάθμιο, μετασεισμικός έλεγχος. Κατά τον άμεσο Α'-βάθμιο μετασεισμικό έλεγχο, ο οποίος διενεργείται από επιτροπή μηχανικών ή τεχνικών και είναι ένας πρώτος γρήγορος έλεγχος που διεξάγεται υπό χρονική πίεση και αντίξοες συνθήκες, τα κτήρια ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

Κατηγορία I (κόκκινα): Κτήρια ακατάλληλα για χρήση λόγω εκτεταμένων και σοβαρών βλαβών που καθιστούν πιθανή την κατάρρευσή τους (ή τμημάτων τους).

Κατηγορία II (κίτρινα): Κτήρια προσωρινώς ακατάλληλα για χρήση λόγω βλαβών που μειώνουν σημαντικά τη φέρουσα ικανότητά τους και απαιτούν τη λήψη μέτρων ασφάλειας (π.χ. προσωρινή υποστήλωση).

Κατηγορία III (πράσινα): Κτήρια που δεν έχουν βλάβες.

Μετά την ολοκλήρωση του Α'-βάθμιου ελέγχου, τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν «κόκκινα» ή «κίτρινα» υποβάλλονται σε έναν λεπτομερέστερο Β'-βάθμιο μετασεισμικό έλεγχο, ο οποίος διενεργείται από (συνήθως τριμελή) επιτροπή μηχανικών σύμφωνα με το Π.Δ. 13-22/4/1929 και τυχόν πρόσφατες συμπληρωματικές υπουργικές αποφάσεις. Ο Β'-βάθμιος έλεγχος στοχεύει στον ακριβέστερο εντοπισμό των αδυναμιών του κτηρίου, προκειμένου να ληφθεί απόφαση για την αποκατάσταση ή ενίσχυσή του.

- Μετασεισμικός έλεγχος σε μεμονωμένα κτήρια

Ο μετασεισμικός έλεγχος ενός κτηρίου που υπέστη ζημιές από σεισμό, δηλαδή η αποτίμηση της απομένουσας φέρουσας ικανότητάς του και ο ενδεχόμενος ανασχεδιασμός του προκειμένου να αποκατασταθεί ή ενισχυθεί, διεξάγεται κατά τα οριζόμενα από την υπουργική απόφαση 5172/ΑΖ5β/18.1.1999 περί «ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων για τη σύνταξη μελετών αποκατάστασης κ.τ.λ.», όπως αυτή συμπληρώθηκε με το Φ.Ε.Κ. 26/Β/26-1-2001. [7],[9],[12]

## 2.5 Προσεισμική και μετασεισμική ενίσχυση κτηρίων

- Διαφορές προσεισμικής και μετασεισμικής ενίσχυσης

Οι ουσιώδεις διαφορές μεταξύ προσεισμικών και μετασεισμικών επεμβάσεων είναι οι εξής: Οι μετασεισμικές επεμβάσεις αποτελούν συνέπεια ενός σεισμού που προκάλεσε βλάβες και η αποκατάσταση των οποίων έχει επείγοντα χαρακτήρα, ενώ οι προσεισμικές επεμβάσεις αποτελούν επιλογή αναβάθμισης υπό συνθήκες ηρεμίας. Η προσεισμική αναβάθμιση μπορεί

να γίνεται είτε λόγω βλαβών μη σεισμικού χαρακτήρα, όπως γήρανση εμφανιζόμενη υπό μορφή οξειδωσης οπλισμών, είτε λόγω της βούλησης των χρηστών να εναρμονίσουν κατά το δυνατόν μια παλιά κατασκευή προς τις σύγχρονες αντιλήψεις περί ασφάλειας.

Οι μετασεισμικές επεμβάσεις έχουν συνήθως ως διέγερση ένα σαφές κριτήριο, την παθολογία της κατασκευής από το σεισμό και γνώμονα την αποτροπή παρόμοιων μελλοντικών βλαβών. Οι προσεισμικές επεμβάσεις, αντίθετα, βασίζονται μόνον στην αποτίμηση της κατασκευής και έχουν ως στόχο την αναβάθμισή της. Είναι φανερό ότι στη δεύτερη περίπτωση υπεισέρχονται πολύ περισσότερες αβεβαιότητες στις εκτιμήσεις του μηχανικού, ο οποίος δεν διαθέτει μια σαφή έκφραση των αδυναμιών της κατασκευής.

Κατά τα λοιπά οι ομοιότητες στη διαχείριση προσεισμικών και μετασεισμικών επεμβάσεων είναι πολλές, όπως η στρατηγική που ακολουθείται, οι μέθοδοι και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Επισημαίνεται πάντως ότι οι διαφορές που επισημάνθηκαν παραπάνω οδηγούν πολλές φορές σε ανάγκες προσαρμογής της γενικής στρατηγικής της μετασεισμικής επέμβασης προς το συγκεκριμένο πρόβλημα.

- Στόχοι της προσεισμικής και της μετασεισμικής ενίσχυσης

Οι κυριότεροι στόχοι της ενίσχυσης είναι οι εξής τρεις:

1. Άμεση χρήση μετά το σεισμό: Είναι μια κατάσταση, κατά την οποία αναμένεται ότι καμιά λειτουργία του κτηρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά το σεισμό σχεδιασμού, εκτός ενδεχομένως από σπάνιες δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Είναι ενδεχόμενο να παρουσιασθούν μερικές πολύ αραιές τριχοειδείς ρωγμές καμπτικού χαρακτήρα στο φέροντα οργανισμό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν κτήρια όπως νοσοκομεία ή επιτελικής υπηρεσίας τα οποία πρέπει οπωσδήποτε να λειτουργήσουν μετά από ένα ισχυρό σεισμό. Οι απαιτήσεις για τα κτήρια αυτά είναι πολύ αυξημένες καθώς δεν επιτρέπεται η εμφάνιση βλάβης. Επιβάλλεται επομένως η ελαστική απόκριση του φέροντος οργανισμού, και το σχήμα της ενίσχυσης ενδέχεται να είναι εκτεταμένο.
2. Προστασία ζωής: Είναι μια κατάσταση, στην οποία κατά το σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν επισκευάσιμες βλάβες στο φέροντα οργανισμό του κτηρίου, χωρίς όμως να συμβεί θάνατος ή σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των βλαβών αυτών, και χωρίς να συμβούν ουσιώδεις φθορές στην οικοσκευή ή τα αποθηκευόμενα στο κτήριο υλικά. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται συνηθισμένα κτήρια κατοικιών. Οι αντίστοιχες απαιτήσεις είναι πιο χαλαρές καθώς επιτρέπονται επισκευάσιμες βλάβες, δηλαδή επιτρέπεται ανελαστική συμπεριφορά όση μπορεί να αναπτύξει το ενισχυμένο κτήριο, τηρουμένων πάντως και κάποιων περιθωρίων ασφαλείας. Εδώ το σχήμα ενίσχυσης είναι πιο ελαφρύ, αναμένονται όμως βλάβες
3. Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης: Η οιονεί κατάρρευση είναι μια κατάσταση κατά την οποία κατά το σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν εκτεταμένες σοβαρές (μη επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες στο φέροντα οργανισμό, ο οποίος όμως έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία, χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσεται ένα κτήριο δευτερεύουσας χρήσης, όπως μια αποθήκη, οπότε στόχος είναι μόνον η αποφυγή κατάρρευσης. Οι απαιτήσεις είναι πλέον ελάχιστες, ίσως μάλιστα δεν χρειάζεται

ενίσχυση. Στην περίπτωση αυτή είναι ανεκτή η εκτεταμένη βλάβη, ακόμη και η καθαίρεση και ανακατασκευή του κτηρίου μετά το σεισμό.

#### Κριτήρια επιλογής τύπου επέμβασης

- Το κόστος, τόσο το αρχικό, όσο και το μελλοντικό, σε σχέση με τη σπουδαιότητα και την ηλικία του κτηρίου.
- Η διαθέσιμη ποιότητα εργασίας.
- Η διαθεσιμότητα του κατάλληλου ποιοτικού ελέγχου.
- Η χρήση του κτηρίου (επίπτωση των εργασιών επέμβασης στη χρήση του κτηρίου).
- Η αισθητική (το σχήμα επέμβασης ενδέχεται να ποικίλλει μεταξύ πλήρως αφανών επεμβάσεων και σκόπιμα διακριτών νέων στοιχείων).
- Η διατήρηση της αρχιτεκτονικής ταυτότητας των ιστορικών κτηρίων και η συνεκτίμηση του βαθμού αντιστρεψιμότητας των επεμβάσεων.
- Η διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών.

Όσον αφορά τα τεχνικά κριτήρια για την επιλογή του τύπου επέμβασης, είναι τα εξής:

- Όλα τα διαπιστωμένα σοβαρά σφάλματα πρέπει να αποκατασταθούν καταλλήλως.
- Σε περίπτωση εντόνως μη κανονικών κτηρίων (κυρίως από την άποψη της κατανομής της υπεραντοχής) η δομική κανονικότητά τους πρέπει να βελτιωθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό.
- Όλες οι απαιτήσεις αντίστασης κρίσιμων περιοχών των πρωτευόντων στοιχείων (δηλαδή τα απαιτούμενα εντατικά μεγέθη αντίστασης και η απαιτούμενη ικανότητα πλαστικής παραμόρφωσης) πρέπει να ικανοποιούνται μετά την επέμβαση.
- Θα πρέπει να επιδιώκεται η ελάχιστη δυνατή μεταβολή της τοπικής δυσκαμψίας εκτός εάν απαιτείται διαφορετικά από τα πιο πάνω κριτήρια.
- Όπου είναι δυνατό, θα πρέπει να επιδιώκεται η αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας σε κρίσιμες περιοχές. Πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα, ώστε, στον βαθμό που είναι δυνατόν, οι τοπικές επισκευές και ενισχύσεις να μη μειώνουν τη διαθέσιμη πλαστιμότητα των κρίσιμων περιοχών.
- Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ανθεκτικότητα τόσο των νέων, όσο και των αρχικών στοιχείων, καθώς και το ενδεχόμενο επιτάχυνσης της φθοράς όταν έλθουν σε επαφή μεταξύ τους.

- Στρατηγικές επέμβασης

Ενδεικτικώς αναφέρονται εδώ ορισμένες στρατηγικές τεχνικού και διαχειριστικού χαρακτήρα:

- Στρατηγικές τεχνικού χαρακτήρα:
  - αύξηση της αντοχής του κτηρίου,
  - αύξηση της δυσκαμψίας του κτηρίου,
  - αύξηση της ικανότητας παραμόρφωσης των μελών του κτηρίου,
  - διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών,
  - μείωση των σεισμικών απαιτήσεων.
- Στρατηγικές διαχειριστικού χαρακτήρα:
  - περιορισμός ή αλλαγή της χρήσης του κτηρίου,
  - μερική ή ολική καθαίρεση,
  - μονολιθική μεταφορά του δομήματος σε άλλη θέση,
  - απόφαση για καμία επέμβαση. Στην τελευταία αυτή περίπτωση μπορεί να γίνει αποδεκτή και μια μείωση της απομένουσας διάρκειας ζωής του δομήματος, υπό τον όρο ότι η κατεδάφιση του κτηρίου είναι εγγυημένη.



- Τύποι επεμβάσεων

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένοι τύποι επεμβάσεων σε φέροντα στοιχεία που συνδέονται με συγκεκριμένες στρατηγικές ενίσχυσης τεχνικού χαρακτήρα:

- Η αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας επιτυγχάνεται εναλλακτικά με την επιλεκτική ή συνολική ενίσχυση των δομικών στοιχείων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος ή με προσθήκη νέων στοιχείων που αναλαμβάνουν μέρος ή το σύνολο των σεισμικών δράσεων (τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα, μεταλλικά πλαίσια με συνδέσμους δυσκαμψίας, τοιχοποιία πλήρωσης, διαζώματα από χάλυβα, ξύλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα σε κτήρια από τοιχοποιία κ.τ.λ.). Στην περίπτωση αυτή, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό της θεμελίωσης λόγω της αύξησης της μάζας του δομήματος αλλά κατά κανόνα και των σεισμικών φορτίων.

- Η αύξηση της μεταλαστικής ικανότητας παραμόρφωσης επιτυγχάνεται με βελτίωση της περίσφιξης των υφιστάμενων μελών (με συνδετήρες, μεταλλικές πλάκες, ινοπλισμένα πολυμερή κ.τ.λ.)

- Η διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών συνίσταται στην άρση εκείνων των χαρακτηριστικών που συνεπάγονται δυσμενή αντισεισμική συμπεριφορά. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Η τροποποίηση του δομητικού συστήματος (κατάργηση ορισμένων αρμών, κατάργηση ευαίσθητων δομικών στοιχείων, τροποποίηση προς μια πιο κανονική και πιο πλαστική μορφή).

- Η προσθήκη ελαστικών συνδέσμων μεταξύ της ψαθυρής τοιχοποιίας και του περιβάλλοντος στοιχείου, όταν επιτρέπεται από την αντοχή της τοιχοποιίας.

- Η τοπική ή συνολική τροποποίηση δομικών στοιχείων που έχουν ή δεν έχουν πάθει βλάβες.

- Η πλήρης αντικατάσταση ανεπαρκών μελών ή μελών που έχουν πάθει εκτεταμένες βλάβες.

- Η ανακατανομή έντασης (π.χ. μέσω εξωτερικής προέντασης).

- Η μείωση των σεισμικών απαιτήσεων επιτυγχάνεται με τη μείωση της μάζας του δομήματος, την τροποποίηση του δομητικού συστήματος με στόχο την ευεργετική αλλαγή της ιδιοπερίοδου του δομήματος (π.χ. μέσω αποσβεστήρων ή συστημάτων σεισμικής μόνωσης)

- Υλικά και τεχνικές επεμβάσεων

Σήμερα διατίθενται αρκετές τεχνικές επεμβάσεων που χρησιμοποιούν μια πληθώρα υλικών, τα κυριότερα από τα οποία είναι τα εξής:

- Συμβατικό σκυρόδεμα χυτό επί τόπου.
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής - σταθερού όγκου – χυτό επί τόπου.
- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Πολυμερικές κόλλες.
- Ρητινοκονιάματα.
- Τσιμεντενέματα.
- Χαλύβδινα επικολλητά ελάσματα.
- Διατμητικά αγκύρια.
- Ηλεκτροσυγκολλημένοι νέοι οπλισμοί.
- Επικολλητές μεμβράνες με υαλονήματα, ανθρακονήματα, χαλυβδονήματα.

[8],[9],[11],[12]

## Κεφαλαίο 3

### Μεθοδολογία προσεισμικού ελέγχου. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

#### 3.1 Εισαγωγή

Μέσα στα χρόνια η ανάγκη για αποτίμηση της τρωτότητας των ήδη υπαρχόντων κτηρίων γίνεται ολοένα και εντονότερη και έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφόρων μεθόδων προσεισμικού ελέγχου κτηρίων ανά τον κόσμο. Ένα μεγάλο μέρος του υφιστάμενου κτήριακού δυναμικού παρουσιάζει μικρή σεισμική ασφάλεια που δε συνάδει με τους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς. Η αναβάθμιση λοιπόν του συνόλου των κτηρίων με χαμηλή σεισμική εξασφάλιση θα μπορούσε να γίνει είτε με αντικατάσταση αυτών των κτηρίων με καινούργιες κατασκευές που θα συμφωνούν με τους αντισεισμικούς κανονισμούς- τρόπος που είναι ιδιαιτέρως αργός αν και ικανοποιητικού κόστους. Είτε με επέμβαση στις υφιστάμενες κατασκευές μέθοδος που θα μπορούσε να έχει θεαματικά αποτελέσματα αν μπορούσαν να διατεθούν τα υψηλά κονδύλια που απαιτούνται για τους προσεισμικούς ελέγχους.

Γι' αυτό το λόγο, η ανάγκη για προσεισμικό έλεγχο του υφιστάμενου κτήριακού αποθέματος κρίνεται επιτακτική, κυρίως για τα κτήρια δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης. Έτσι τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί σε διάφορες σεισμογενείς χώρες του κόσμου ημειπειρικές μέθοδοι προσεισμικού ελέγχου (rapid screening methods) οι οποίες περιλαμβάνουν ταχύ οπτικό έλεγχο των προς αποτίμηση κτηρίων. Κάθε μέθοδος λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες σεισμικής τρωτότητας όπως κανονικότητα, είδος εδάφους, έτος κατασκευής και άλλα και αναλόγως αυξάνεται ή μειώνεται η βαθμολογία του εκάστοτε υπό εξέταση κτηρίου. Αν η τελική βαθμολογία του κτηρίου είναι εντός κάποιων ορίων δεν χρήζει περαιτέρω ελέγχου αλλιώς πρέπει να περάσει από το δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο όπου και θα κριθεί τελικά αν χρειάζεται η όχι διορθωτική επέμβαση η δομικότητα του κτηρίου αυτού. Συνήθως ο έλεγχος διενεργείται σε επιλεγμένες κατασκευές οι οποίες παρουσιάζουν αυξημένη “σεισμική διακινδύνευση”. Με αυτό τον όρο εκφράζονται οι πιθανές απώλειες από ένα σεισμό που αφορούν τόσο σε άμεσες απώλειες-όπως θάνατοι, τραυματισμοί και ζημιές- αλλά και σε έμμεσες-όπως η διακοπή οικονομικής δραστηριότητας και αρωγή σεισμοπλήκτων.

Πρόκειται κυρίως για εμπειρικές μεθόδους, ανάπτυξη των οποίων βασίζεται στη στατιστική συσχέτιση των βλαβών και της σεισμικής συμπεριφοράς σε παρελθόντες σεισμούς με τα δομικά χαρακτηριστικά των κατασκευών. Επειδή όμως τα χαρακτηριστικά αυτά διαφέρουν σημαντικά από τόπο σε τόπο, η εφαρμοσιμότητα των μεθόδων αυτών περιορίζεται ουσιαστικά στη γεωγραφική περιοχή για την οποία αναπτύχθηκαν. Επιπλέον, επειδή η εφαρμογή τους απαιτεί λίγο σχετικά χρόνο, οι μέθοδοι αυτές προσφέρονται κατ' εξοχήν για την ταχεία αποτίμηση σημαντικά μεγάλου αριθμού κτηρίων, από μία Δημόσια Αρχή ή για λογαριασμό της, με στόχο την εστίαση της προσοχής στις πλέον τρωτές από αυτές. Τέλος, στο βαθμό που αντικατοπτρίζουν τη φυσική πραγματικότητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο και τη βαθμονόμηση των λογιστικών μεθόδων σεισμικής αποτίμησης των υφισταμένων κατασκευών.

Διεθνώς διατίθενται αρκετές μέθοδοι προσεισμικού ελέγχου όπως οι μέθοδοι της Αμερικανικής FEMA, οι Νεοζηλανδικές μέθοδοι της New Zealand National Society for

Earthquake Engineering, η Ιαπωνική μέθοδος της Japan Building Disaster Prevention Association και η Ιταλική μέθοδος του GNNDT οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

### 3.2 Μέθοδος Αμερικάνικης FEMA 154

Η μέθοδος των Η.Π.Α. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς πάνω σε αυτή βασίστηκε η ελληνική μέθοδος που ακολουθείται από τον Ο.Α.Σ.Π. Τα υπάρχοντα κείμενα οδηγιών και συστάσεων για θέματα σεισμικής αποτίμησης περιλαμβάνουν το Εγχειρίδιο FEMA 154 (1988), το οποίο αναθεωρήθηκε το 2001, που αφορά στον ταχύ οπτικό έλεγχο (rapid visual screening, RVS) των κτηρίων. Η μέθοδος βασίζεται στη συμπλήρωση ενός σχετικά σύντομου εντύπου, το οποίο διαφοροποιείται με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας και το οποίο περιλαμβάνει βασικά στοιχεία για το κτήριο. Το έντυπο συνοδεύεται από ένα συνοπτικό φύλλο αναφοράς που βοηθά το μηχανικό στη συμπλήρωσή του. Το κλειδί στην εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η κατάταξη του κτηρίου σε έναν από τους 12 βασικούς δομικούς τύπους που ορίζει η μέθοδος, οπότε και παίρνει καταρχήν τη λεγόμενη «βασική βαθμολογία» που κυμαίνεται από 1.0, για άοπλη τοιχοποιία και ζώνη υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας, έως 8.5, «άριστα», για ξύλινο πλαίσιο και ζώνη χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας (FEMA 154, 1988). Η βαθμολογία αυτή μειώνεται κατόπιν εφόσον συντρέχουν μια σειρά από δυσμενείς παράγοντες που σχετίζονται κυρίως με τη μορφολογία του κτηρίου (μεγάλο ύψος, μη κανονικότητα καθ' ύψος και σε κάτοψη, μαλακός όροφος, κοντά υποστυλώματα) και το έδαφος θεμελίωσης, ενώ αυξάνεται κατά 2 μονάδες αν έχει σχεδιαστεί με βάση ένα σύγχρονο αντισεισμικό σχεδιασμό. Αν ο τελικός βαθμός είναι μικρότερος του 2 τότε το κτήριο χρίζει περαιτέρω διερεύνησης. Η μέθοδος του Εγχειριδίου FEMA 154 (1988) εφαρμόστηκε σε πάνω από 70000 κτήρια στις Η.Π.Α. κυρίως δημόσια ή υψηλής σπουδαιότητας.

Η φυσική σημασία του τελικού βαθμού  $x$  σημαίνει πιθανότητα  $10^{-x}$  βαριάς βλάβης ή κατάρρευσης του κτηρίου υπό το σεισμό σχεδιασμού. Με τη χρήση των βασικών βαθμών και τροποποιητικών συντελεστών της πρώτης έκδοσης του Εγχειριδίου FEMA 154 η εξαγωγή μηδενικής ή αρνητικής βαθμολογίας είναι πιθανή. Για την αποφυγή αυτού του ενδεχομένου η πρώτη έκδοση αναθεωρήθηκε από τη μέθοδο FEMA-G (αποτελεί προσαρμογή αναθεωρημένης έκδοσης FEMA 154 που έγινε το 2001) και τα προαναφερθέντα ζητήματα αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς. Οι διαφορές των δύο εκδόσεων εντοπίζονται στην αύξηση των δομικών κατηγοριών από 12 σε 15, στην άγνοια ορισμένων χαρακτηριστικών τρωτότητας και στη θεώρηση πρόσθετων νέων και τέλος στην αυξομείωση των βασικών βαθμολογιών και των τροποποιητικών συντελεστών λόγω δυσμενών και ευμενών παραγόντων.

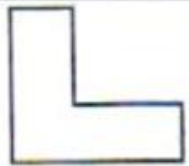


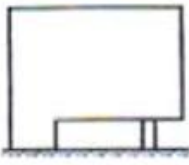
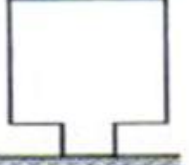
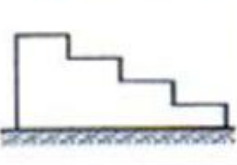




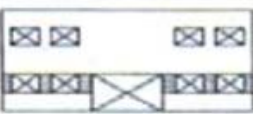
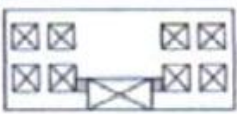
Πιο αναλυτικά, δίνεται παρακάτω ο πίνακας για τις αρχικές βαθμολογίες των κτηρίων ανάλογα με το δομικό του τύπο η οποία ανάλογα με τη σεισμική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο είτε θα παραμείνει σταθερή είτε θα μειωθεί.

Στη συνέχεια ανάλογα με τη σεισμική ζώνη που βρίσκεται το κτήριο και το δομικό του τύπο λαμβάνονται υπόψη επιπλέον παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη τελική βαθμολογία του κτηρίου. Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι οι εξής:

- Μεγάλο ύψος: Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία ή προκατασκευασμένα στοιχεία πάνω από 2 ορόφους και κτήρια με Φ.Ο. από Ο.Σ. ή από χάλυβα πάνω από 5 ορόφους θεωρούνται μεγάλου ύψους.
- Αλλαγή σπουδαιότητας: Αν αλλάξει η σπουδαιότητα του κτηρίου από Σ2 σε Σ3 ή Σ4 τότε πρέπει να μειωθεί η βαθμολογία του κτηρίου.
- Σεισμικές επιβαρύνσεις: Βλάβες στο φέροντα οργανισμό της κατασκευής από

προγενέστερους σεισμούς οι οποίες δεν έχουν αποκατασταθεί έντεχνα βάσει μελέτης επισκευής.

- Κακή κατάσταση: Ύπαρξη κακής ποιότητας σκυροδέματος η εκτεθειμένων και διαβρωμένων οπλισμών. Εμφανώς ασθενές κονίαμα σε κτήρια από λιθοδομή και ρηγματώσεις. Εμφανείς κακοτεχνίες. Ρηγματώσεις οφειλόμενες σε καθιζήσεις. κατάσταση
- Κανονικότητα: Με την κανονικότητα θεωρούμε το ενδεχόμενο κρούσης, μη κανονική τοιχοπλήρωση σε κάτοψη, μη κανονικότητα καθ' ύψος, οριζόντια μη κανονικότητα και στρέψη. Κάθε μια από τις παραπάνω δυσμορφίες μειώνει τη βαθμολογία του κτηρίου κατά 0,2. Τίθεται όμως ένα ανώτερο όριο μείωσης σε περίπτωση που συσσωρεύονται τρεις ή και άνω παράγοντες στο 0,5.
- Μαλακός όροφος ή κοντά υποστυλώματα: Θεωρείται ότι εμφανίζεται μόνο σε κτήρια οπλισμένου σκυροδέματος και από προκατασκευασμένα στοιχεία, επιβαρύνουν κυρίως τα πλαισιακά συστήματα ενώ η σημασία τους μειώνεται στα σύγχρονα κτήρια.
- Κατηγορία εδάφους: A,B,Γ,Δ,X [3],[4],[15],[16],[20],[23],[24]

<b>Παραδείγματα μη κανονικότητας σε κάτοψη</b>			
<b>Παραδείγματα μη κανονικότητας καθ' ύψος</b>			
<b>Παραδείγματα διάταξης δομικών στοιχείων με ενδεχόμενο φαινόμενο στρέψης</b>			
<b>Παραδείγματα κοντών υποστυλωμάτων</b>			

Σχήμα 3.1: Μη κανονικότητα κτηρίων

Δομικός Τύπος	Αρχική Βαθμολογία	Ζώνες			Αρχική Βαθμολογία/ Ζώνη		
		I	II	III	I	II	III
ΟΣα (προ 1959)	3,9	0,0	-1,0	-2,4	3,9	2,9	1,5
ΟΣβ (προ 1959)	4,3	0,0	-0,8	-2,0	4,3	3,5	2,3
ΟΣα (1959)	4,4	0,0	-0,8	-2,0	4,4	3,6	2,4
ΟΣβ (1959)	4,7	0,0	-0,6	-1,5	4,7	4,1	3,2
ΟΣα (1985)	4,8	0,0	-0,2	-0,4	4,8	4,6	4,4
ΟΣβ (1985)	5,0	0,0	-0,2	-0,4	5,0	4,8	4,6
Οσα (1995)	5,0	0,0	-0,2	-0,4	5,0	4,8	4,6
Οσβ (1995)	5,2	0,0	-0,2	-0,4	5,2	5,0	4,8
ΧΛ (προ 1959)	3,9	0,0	-1,0	-2,4	3,9	2,9	1,5
ΧΛ (1959)	4,4	0,0	-0,8	-2,0	4,4	3,6	2,4
ΧΛ (1985)	4,8	0,0	-0,4	-1,0	4,8	4,4	3,8
ΧΛ (1995)	5,0	0,0	-0,4	-1,0	5,0	4,6	4,0
ΠΟΣ1α (προ 1959)	3,7	0,0	-0,8	-2,0	3,7	2,9	1,7
ΠΟΣ1α (1959)	4,2	0,0	-0,6	-1,5	4,2	3,6	2,7
ΠΟΣ1α (1985)	4,6	0,0	-0,4	-0,8	4,6	4,2	3,8
ΠΟΣ1α (1995)	4,8	0,0	-0,4	-0,8	4,8	4,4	4,0
ΠΟΣ1β (προ 1959)	3,7	0,0	-0,8	-2,0	3,7	2,9	1,7
ΠΟΣ1β (1959)	4,2	0,0	-0,6	-1,5	4,2	3,6	2,7
ΠΟΣ1β (1985)	4,4	0,0	0,0	0,0	4,4	4,4	4,4
ΠΟΣ1β (1995)	4,6	0,0	0,0	0,0	4,6	4,6	4,6
ΠΟΣ2α (προ 1959)	3,7	0,0	-0,8	-2,2	3,7	2,9	1,5
ΠΟΣ2α (1959)	4,2	0,0	-0,6	-1,8	4,2	3,6	2,4
ΠΟΣ2α (1985)	4,6	0,0	-0,4	-0,8	4,6	4,2	3,8
ΠΟΣ2α (1995)	4,8	0,0	-0,4	-0,8	4,8	4,4	4,0
ΠΟΣ2β (προ 1959)	3,7	0,0	-0,8	-2,0	3,7	2,9	1,7
ΠΟΣ2β (1959)	4,2	0,0	-0,6	-1,5	4,2	3,6	2,7
ΠΟΣ2β (1985)	4,6	0,0	-0,4	-0,8	4,6	4,2	3,8
ΠΟΣ2β (1995)	4,8	0,0	-0,4	-0,8	4,8	4,4	4,0
ΠΡΟ	3,9	0,0	-1,0	-2,4	3,9	2,9	1,5
ΑΤα (προ 1959)	3,4	0,0	-1,0	-2,4	3,4	2,4	1,0
ΑΤα (1959)	3,9	0,0	-0,8	-2,0	3,9	3,1	1,9
ΑΤα (1985)	3,9	0,0	-0,8	-2,0	3,9	3,1	1,9
ΑΤα (1995)	4,3	0,0	-0,4	-1,0	4,3	3,9	3,3
ΑΤβ (προ 1959)	2,6	0,0	-1,0	-2,4	2,6	1,6	0,2
ΑΤβ (1959)	3,1	0,0	-0,8	-2,0	3,1	2,3	1,1
ΑΤβ (1985)	3,1	0,0	-0,8	-2,0	3,1	2,3	1,1
ΑΤβ (1995)	3,5	0,0	-0,4	-1,0	3,5	3,1	2,5
ΔΤα (προ 1959)	3,9	0,0	-1,0	-2,4	3,9	2,9	1,5
ΔΤα (1959)	4,4	0,0	-0,8	-2,0	4,4	3,6	2,4
ΔΤα (1985)	4,4	0,0	-0,8	-2,0	4,4	3,6	2,4
ΔΤα (1995)	4,8	0,0	-0,4	-1,0	4,8	4,4	3,8
ΔΤβ (προ 1959)	3,1	0,0	-1,0	-2,4	3,1	2,1	0,7
ΔΤβ (1959)	3,6	0,0	-0,8	-2,0	3,6	2,8	1,6
ΔΤβ (1985)	3,6	0,0	-0,8	-2,0	3,6	2,8	1,6
ΔΤβ (1995)	4,0	0,0	-0,4	-1,0	4,0	3,6	3,0
ΕΤ (προ 1959)	3,9	0,0	-0,9	-2,2	3,9	3,0	1,7
ΕΤ (1959)	4,4	0,0	-0,7	-1,8	4,4	3,7	2,6
ΕΤ (1985)	4,8	0,0	-0,5	-1,2	4,8	4,3	3,6
ΕΤ (1995)	5,0	0,0	-0,3	-0,7	5,0	4,7	4,3

Πίνακας 3.1: Αρχική Βαθμολογία δομικών τύπων με συνεκτίμηση της ζώνης (FEMA-G)

Πηγή: «Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων», Σχετάκης Αντώνιος

Δομικός Τύπος	Αρχική Βαθμολογία/ Ζώνη	Μεγάλο Υψος	Γενική Κατάσταση			Μορφολογία		Κατηγορία Εδάφους				
			Αλλαγή Σπουδαιότητας	Σεισμικές Επιβαρύνσεις	Κακή Κατάσταση	Κανινικότητα	Μαλακός Όροφος/ Κοντά Υποστυλώματα	A	B	Γ	Δ	Χ
ΟΣα (προ 1959)	3,90	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΟΣβ (προ 1959)	4,30	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΟΣα (1959)	4,40	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΟΣβ (1959)	4,70	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΟΣα (1985)	4,80	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΟΣβ (1985)	5,00	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
Οσα (1995)	5,00	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
Οσβ (1995)	5,20	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
Χλ (προ 1959)	3,90	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
Χλ (1959)	4,40	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
Χλ (1985)	4,80	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
Χλ (1995)	5,00	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ1α (προ 1959)	3,70	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ1α (1959)	4,20	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ1α (1985)	4,60	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ1α (1995)	4,80	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ1β (προ 1959)	3,70	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1959)	4,20	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1985)	4,40	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1995)	4,60	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ2α (προ 1959)	3,70	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ2α (1959)	4,20	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ2α (1985)	4,60	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ2α (1995)	4,80	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,3	0,0	-0,3	-0,6	-1,0
ΠΟΣ2β (προ 1959)	3,70	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΠΟΣ2β (1959)	4,20	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΠΟΣ2β (1985)	4,60	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΠΟΣ2β (1995)	4,80	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΠΡΟ	3,90	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7
ΑΤα (προ 1959)	3,40	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1959)	3,90	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1985)	3,90	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1995)	4,30	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (προ 1959)	2,60	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1959)	3,10	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1985)	3,10	0,0	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1995)	3,50	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (προ 1959)	3,90	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1959)	4,40	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1985)	4,40	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1995)	4,80	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (προ 1959)	3,10	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1959)	3,60	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1985)	3,60	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1995)	4,00	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (προ 1959)	3,90	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1959)	4,40	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1985)	4,80	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1995)	5,00	0,0	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 3.2: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης Ι (FEMA-G)

Πηγή: «Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων», Σχετάκης Αντώνιος

Δομικός Τύπος	Αρχική Βαθμολογία/ Ζώνη	Μεγάλο Ύψος	Γενική Κατάσταση			Μορφολογία		Κατηγορία Εδάφους				
			Αλλαγή Σπουδαιότητας	Σεισμικές Επιβαρύνσεις	Κακή Κατάσταση	Καννικότητα	Μαλακός Όροφος/ Κοντά Ύψοστρώματα	A	B	Γ	Δ	Χ
Οσα (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Οσβ (προ 1959)	3,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
Οσα (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Οσβ (1959)	4,1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
Οσα (1985)	4,6	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Οσβ (1985)	4,8	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
Οσα (1995)	4,8	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Οσβ (1995)	5,0	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
Χλ (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Χλ (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Χλ (1985)	4,4	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Χλ (1995)	4,6	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ1α (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ1α (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ1α (1985)	4,2	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ1α (1995)	4,4	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ1β (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1985)	4,4	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1995)	4,6	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ2α (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ2α (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ2α (1985)	4,2	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ2α (1995)	4,4	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΠΟΣ2β (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
ΠΟΣ2β (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
ΠΟΣ2β (1985)	4,2	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
ΠΟΣ2β (1995)	4,4	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
ΠΡΟ	2,9	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
ΑΤα (προ 1959)	2,4	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1959)	3,1	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1985)	3,1	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1995)	3,9	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (προ 1959)	1,6	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1959)	2,3	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1985)	2,3	0,0	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1995)	3,1	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (προ 1959)	2,9	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1959)	3,6	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1985)	3,6	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1995)	4,4	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (προ 1959)	2,1	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1959)	2,8	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1985)	2,8	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1995)	3,6	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (προ 1959)	3,0	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1959)	3,7	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1985)	4,3	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1995)	4,7	0,0	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 3.3: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης II (FEMA-G)  
Πηγή: «Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων», Σχετάκης Αντώνιος

Δομικός Τύπος	Αρχική Βαθμολογία/ Ζώνη	Μεγάλο Ύψος	Γενική Κατάσταση			Μορφολογία		Κατηγορία Εδάφους					
			Αλλαγή Σπουδαιότητας	Σεισμικές Επιβαρύνσεις	Κακή Κατάσταση	Καννικότητα	Μαλακός Όροφος/ Κοντά Υποστυλώματα	A	B	Γ	Δ	Χ	
ΟΣα (προ 1959)		1,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΟΣβ (προ 1959)		2,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΟΣα (1959)		2,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΟΣβ (1959)		3,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΟΣα (1985)		4,4	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΟΣβ (1985)		4,6	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
Οσα (1995)		4,6	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
Οσβ (1995)		4,8	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
Χλ (προ 1959)		1,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
Χλ (1959)		2,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
Χλ (1985)		3,8	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
Χλ (1995)		4,0	0,0	-0,5	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ1α (προ 1959)		1,7	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ1α (1959)		2,7	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ1α (1985)		3,8	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ1α (1995)		4,0	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ1β (προ 1959)		1,7	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1959)		2,7	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1985)		4,4	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ1β (1995)		4,6	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΠΟΣ2α (προ 1959)		1,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-1,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ2α (1959)		2,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ2α (1985)		3,8	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,6	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ2α (1995)		4,0	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΠΟΣ2β (προ 1959)		1,7	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,5	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΠΟΣ2β (1959)		2,7	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΠΟΣ2β (1985)		3,8	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΠΟΣ2β (1995)		4,0	0,0	-0,4	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,5
ΠΡΟ		1,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,7
ΑΤα (προ 1959)		1,0	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1959)		1,9	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1985)		1,9	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤα (1995)		3,3	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (προ 1959)		0,2	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1959)		1,1	-0,3	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1985)		1,1	0,0	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΤβ (1995)		2,5	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (προ 1959)		1,5	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1959)		2,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1985)		2,4	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤα (1995)		3,8	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (προ 1959)		0,7	-0,5	-0,2	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1959)		1,6	-0,3	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1985)		1,6	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΤβ (1995)		3,0	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (προ 1959)		1,7	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1959)		2,6	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1985)		3,6	0,0	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΕΤ (1995)		4,3	0,0	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 3.4:Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνης ΙΙΙ(FEMA-G)

Πηγή: «Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων», Σχετάκης Αντώνιος



### 3.3 Άλλες μέθοδοι στο διεθνή χώρο

#### 3.3.1 Νέα Ζηλανδία

##### *Μέθοδοι της NZSEE*

Η NZSEE (New Zealand Society for Earthquake Engineering) έχει αναπτύξει δύο μεθόδους αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας των υφιστάμενων κατασκευών, τη Μέθοδο της Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation) η οποία προτάθηκε το 1996 και τη Μέθοδο Αρχικής Αποτίμησης (Initial Evaluation Process, IEP) η οποία προτάθηκε το 2000.

##### *Μέθοδος Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation)*

Η μέθοδος της Ταχείας Αποτίμησης προτάθηκε το 1996 από την NZSEE (New Zealand National Society for Earthquake engineering) με σκοπό την εμπειρική αποτίμηση της σεισμικής τρωτότητας των υφιστάμενων κατασκευών βασίζεται στην παρατήρηση ορισμένων δομικών χαρακτηριστικών ενός κτηρίου τα οποία μπορεί να είναι αίτια πρόκλησης σεισμικών βλαβών. Στηρίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στη μέθοδο του Ταχύ Οπτικού Ελέγχου κατά το Εγχειρίδιο FEMA 154 (1988). Λόγω όμως ύπαρξης λίγων ποσοτικοποιημένων δεδομένων για τη σχετική συμπεριφορά των κτηρίων διαφόρων δομικών τύπων και χαρακτηριστικών, όσα δεδομένα ήταν διαθέσιμα, συμπεριλαμβανομένων και αυτών από άλλες χώρες, αναθεωρήθηκαν και τροποποιήθηκαν προκειμένου να αντιστοιχούν καλύτερα στα Νεοζηλανδικά δεδομένα.

Για την αποτίμηση του κτηρίου χρησιμοποιείται ειδικό έντυπο μαζί με ένα βοηθητικό επεξηγηματικό φύλλο αναφοράς. Παρόμοια με τη διαδικασία που ακολουθείται και κατά το Εγχειρίδιο FEMA 154 (1988), η κατασκευή κατατάσσεται σε μια από τις 10 κατηγορίες δομικών τύπων και λαμβάνει μια βασική βαθμολογία ανάλογα με τον τύπο της και τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ανήκει. Στη συνέχεια, η βασική βαθμολογία τροποποιείται λαμβάνοντας υπόψη διάφορα χαρακτηριστικά σεισμικής τρωτότητας, τη χρονολογία κατασκευής του κτηρίου (με ή χωρίς αντισεισμικό σχεδιασμό) και τον τύπο εδάφους. Η απαίτηση για λεπτομερέστερη διερεύνηση ή όχι προκύπτει με τη βοήθεια σχετικού διαγράμματος του εντύπου και είναι συνάρτηση της τελικής δομικής βαθμολογίας και της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, όσο πιο πολλά και σημαντικά χαρακτηριστικά σεισμικής τρωτότητας διαθέτει η κατασκευή, τόσο μεγαλύτερη βαθμολογία παίρνει. Δηλαδή, η λογική της μεθόδου αυτής είναι να δίνει υψηλές θετικές βαθμολογίες για επιζήμια προς την κατασκευή χαρακτηριστικά (ζώνη υψηλής και μέσης σεισμικής επικινδυνότητας, μαλακός όροφος, στρέψη, χαμηλής αντοχής έδαφος), χαμηλές για λιγότερο επιζήμια (ακανονικότητες, κακή κατάσταση, κοντά υποστυλώματα) και αρνητικές για ευεργετικά στοιχεία (αντισεισμικός σχεδιασμός, έδαφος υψηλής αντοχής). Επομένως, όσο μικρότερη δομική βαθμολογία και επιφάνεια έχει ένα κτήριο τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να αποκλειστεί της απαίτησης για περαιτέρω διερεύνηση. Πιο αναλυτικά:

Δομικοί τύποι:

- T: Ξύλινες κατασκευές
- S1: Εύκαμπτα μεταλλικά πλαίσια
- S2: Δύσκαμπτα μεταλλικά πλαίσια
- S3: Ελαφριά μεταλλικά πλαίσια
- S4: Μεταλλικά πλαίσια με τοιχώματα διάτμησης
- C1: Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα
- C2: Τοιχώματα διάτμησης από οπλισμένο σκυρόδεμα

- C3/S4: Μεταλλικά πλαίσια ή πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα με συμπληρώσεις από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία
- TU: Κατασκευές με προκατασκευασμένα τμήματα από οπλισμένο σκυρόδεμα
- RM: Οπλισμένη τοιχοποιία

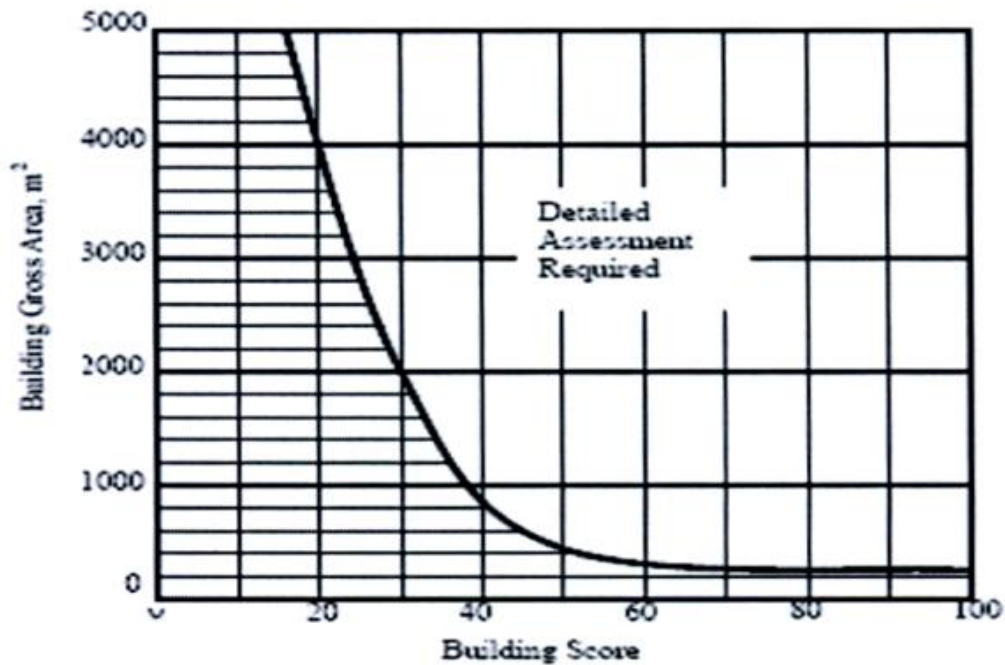
Τροποποιητικοί συντελεστές:

- Υψηλό κτήριο: 9 όροφοι και άνω για όλα τα κτήρια εκτός από ξύλινες κατασκευές που είναι από 3 ορόφους και άνω
- Κακή κατάσταση : Εμφανείς ρωγμές, βλάβες
- Μη κανονικότητα σε κάτοψη : Κτήρια με περίπλοκο σχήμα σε κάτοψη
- Στρέψη : Έκκεντρη δυσκαμψία σε κάτοψη
- Μαλακός όροφος : Έλλειψη τοιχοπλήρωσης σε όλες τις πλευρές του κτηρίου, υψηλό ισόγειο
- Κρούση με γειτονικά κτήρια : Επίπεδα πατώματα γειτονικών κτηρίων που δεν ευθυγραμμίζονται με αρμό μικρότερο των 100 χιλιοστών ανά όροφο
- Βαριές επικαλύψεις : Μεγάλες, βαριές πέτρες ή panel σκυροδέματος
- Κοντά υποστυλώματα: Υποστυλώματα με ενεργό μήκος σημαντικά μικρότερο από το πλήρες λόγω μετέπειτα προσθήκης δοκών σε κάποιο ύψος ή μερικού ύψους τοιχοπληρώσεων μεταξύ των υποστυλωμάτων ή τοιχοπληρώσεις από τη μια μεριά του υποστυλώματος.
- Με αντισεισμικό κανονισμό : Για την Ελλάδα οι αντίστοιχες χρονολογίες είναι το 1959 και το 1985 για όλους τους τύπους κτηρίων
- Τύπος εδάφους:  
SL1: Βράχος ή πολύ δύσκαμπτο έδαφος  
SL2: Έδαφος μέτριας δυσκαμψίας  
SL3: Μαλακό έδαφος
- Κοντά σε ρήγμα : Κτήριο σε απόσταση τουλάχιστον 5 χιλιομέτρων από ενεργό ρήγμα-σημειώνεται ότι αν το κτήριο είναι κατασκευασμένο σε απόσταση 20 μέτρων από ενεργό ρήγμα τότε η τελική βαθμολογία είναι 100
- Ειδικός σχεδιασμός : Αφορά τα κτήρια που έχουν σχεδιαστεί με υψηλούς σεισμικούς συντελεστές. Για την Ελλάδα τα κτήρια θεωρούνται ότι είναι σχεδιασμένα με υψηλό συντελεστή ασφαλείας μετά το 1985
- Άλλα: Αφορούν στις ξύλινες κατασκευές που έχουν κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη συμπεριφορά του κτηρίου σε περίπτωση σεισμού. Αυτά τα χαρακτηριστικά με τους αντίστοιχους συντελεστές είναι: 1. ύπαρξη καμινάδας από οπτόλινθους, 2. απουσία τοιχίων θεμελίωσης από Ο/Σ, 3. Εργοστάσιο ή αποθήκη.

Ακολουθούν ο πίνακας με τις δομικές βαθμολογίες και τους τροποποιητικούς συντελεστές κατά NZSEE και το διάγραμμα της τελικής δομικής βαθμολογίας συναρτήσει της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου.

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ		T	S1	S2	S3	S4	C1	C2	C3/S5	TU	RM
Βασικές βαθμολογ.	Υψηλή σεισμ.	25	40	35	15	25	50	30	70	60	45
	Μεσαία >>	10	20	25	7	15	25	15	35	30	25
	Χαμηλή >>	5	13	18	5	5	10	5	10	10	13
Μεγάλο ύψος		5	0	7	0	0	0	0	5	0	3
Κακή κατάσταση		3	5	5	3	5	5	5	5	5	5
Ακανονικότητα σε κάτοψη		3	5	5	3	5	5	5	5	5	5
Ακανονικότητα καθ' ύψος		3	5	5	3	5	5	5	5	5	5
Στρέψη		6	10	10	6	15	10	15	15	10	15
Μαλακός όροφος		12	20	20	12	25	20	25	25	10	25
Κρούση		0	5	5	0	3	5	3	5	0	0
Βαριές επικαλύψεις		7	3	3	5	3	3	3	0	0	0
Κοντά υποστηλώματα		0	5	0	0	3	10	5	5	5	5
Αντισεισμικός σχεδιασμός		-5	-5	-10	-3	-5	-10	-5	0	-5	-5
Μετά έτος σταθμός 1		-3	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0	-5	-5
Μετά έτος σταθμός 2		-10	-10	-10	-7	-5	-10	-5	-5	-10	-5
ΕΔ1		-5	-10	-7	-10	-7	-10	-7	-7	-10	-5
ΕΔ2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΕΔ3		7	10	10	15	7	10	7	10	7	7
ΕΔ3 & 8 έως 20 ορόφοι		0	15	15	0	10	15	10	0	0	0
Κοντά σε ρήγμα		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Πίνακας 3.5: Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά NZSEE



Σχήμα 3.2: Συνάρτηση της τελικής δομικής βαθμολογίας και της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου.

### *Μέθοδος Αρχικής Αποτίμησης (Initial Evaluation Process)*

Η Μέθοδος Αρχικής Αποτίμησης (Initial Evaluation Process, IEP) είναι ένας χονδροειδής οπτικός έλεγχος κτηρίων στον οποίο χρησιμοποιούνται όσο το δυνατόν λιγότερα μέσα. Αυτός ο έλεγχος ακολουθείται από μια λεπτομερέστερη διερεύνηση εκείνων των κτηρίων τα οποία κρίθηκαν στην Αρχική Αποτίμηση ανασφαλής έναντι σεισμού. Έτσι, σκοπός της μεθόδου είναι η αναγνώριση σε έναν ικανοποιητικό βαθμό των κτηρίων τα οποία έχουν μειωμένη σεισμική ικανότητα. Παράλληλα, στόχος είναι να μην υποβληθούν απαράδεκτα πολλά κτήρια σε λεπτομερέστερο έλεγχο τα οποία στη συνέχεια κρίνονται ασφαλή. Για ένα τυπικό πολυώροφο κτήριο απαιτούνται από δύο έως τέσσερις ώρες οπτικού ελέγχου, ενώ η αποτίμηση του κτήριακού αποθέματος διενεργείται από έμπειρους μηχανικούς ειδικευμένους στον αντισεισμικό σχεδιασμό και ειδικά εκπαιδευμένους στην εφαρμογή της Μεθόδου.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τη διεξαγωγή μιας αρχικής εκτίμησης της συμπεριφοράς των υφισταμένων κτηρίων έναντι της απαιτούμενης για ένα νέο κτήριο, η οποία είναι το «ποσοστό επί της πρότυπης για ένα νέο κτήριο» (“percentage new building standard”, %NBS). Το ισχύον πρότυπο για νέα κτήρια είναι το NZS4203 : 1992.

Το πρώτο βήμα είναι η επισκόπηση των προς αποτίμηση κτηρίων και η συλλογή δεδομένων σχετικών με τα χαρακτηριστικά τους, επαρκών για την εφαρμογή της μεθόδου. Το δεύτερο βήμα είναι η εφαρμογή της Μεθόδου Αρχικής Αποτίμησης (IEP) στα υπονήφια κτήρια. Για κάθε κτήριο υπολογίζεται ένας Βαθμός Δομικής Συμπεριφοράς (Structural Performance Score, SPS). Ο ΒΔΣ είναι ουσιαστικά η εκτιμώμενη δομική συμπεριφορά του κτηρίου, έχοντας λάβει υπόψη όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, συγκρινόμενη με τις απαιτήσεις για ένα νέο κτήριο, εκφρασμένη σαν ένα ποσοστό. Για τον υπολογισμό του ΒΔΣ υπάρχουν ενδιάμεσα βήματα τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

- 1<sup>ο</sup> βήμα:

Υπολογισμός του βασικού ποσοστού επί της πρότυπης συμπεριφοράς ενός νέου κτηρίου (%NBS)<sub>b</sub> (baseline percentage new building standard) για τη διαμήκη και εγκάρσια διεύθυνση. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει την εκτιμώμενη σεισμική συμπεριφορά του κτηρίου (αντοχή) λαμβάνοντας υπόψη την πλαστιμότητα, τη σεισμική ζώνη και την κατηγορία του κτηρίου ανάλογα με τη χρήση του.

- 2<sup>ο</sup> βήμα :

Προσδιορισμός του λόγου επιτελεστικότητας PAR (Performance Achievement Ratio) για τη διαμήκη και εγκάρσια διεύθυνση. Ο λόγος επιτελεστικότητας εκφράζει τη σχέση της σεισμικής συμπεριφοράς ενός υφισταμένου κτηρίου, όπως αυτό επιθεωρείται, με ένα «ορθά» σχεδιασμένο και κατασκευασμένο κτήριο του ίδιου τύπου και της ίδιας περιοχής. Στον προσδιορισμό του συντελεστή αυτού λαμβάνονται υπόψη πιθανά στοιχεία τρωτότητας της κατασκευής όπως ακανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, κοντά υποστυλώματα, κρούση με γειτονικά κτία και τέλος ενδεχόμενο καθίζησης και ρευστοποίησης του εδάφους.

- 3<sup>ο</sup> βήμα :

Υπολογισμός του Βαθμού Δομικής Συμπεριφοράς SPS (Structural Performance Score). Ο ΒΔΣ προκύπτει ως το γινόμενο του βασικού ποσοστού επί της πρότυπης συμπεριφοράς ενός νέου κτηρίου και του λόγου επιτελεστικότητας. Δηλαδή, με τον πρώτο συντελεστή λαμβάνεται υπόψη η ιδανική σεισμική συμπεριφορά του κτηρίου της αυτής πλαστιμότητας, σεισμικής ζώνης και κατηγορίας ενώ με το δεύτερο συντελεστή λαμβάνονται υπόψη όλα τα ενδεχόμενα χαρακτηριστικά τρωτότητας της κατασκευής.

- 4<sup>ο</sup> βήμα :

Εάν η βαθμολογία που προκύπτει είναι μικρότερη ή ίση του 33 τότε οδηγούμαστε στην εκτίμηση ότι το κτήριο στερείται ασφάλειας έναντι σεισμού στο πλαίσιο του Κανονισμού (Building Act), επομένως απαιτείται λεπτομερέστερος έλεγχος. Ένας βαθμός μεγαλύτερος του 33 σημαίνει ότι το κτήριο είναι εκτός των απαιτήσεων του Κανονισμού, επομένως δεν απαιτείται από το νόμο να ληφθούν μέτρα, παρόλο που μπορεί να προτείνεται.

- 5<sup>ο</sup> βήμα :

Βαθμολόγηση του κτηρίου από A+ έως E ανάλογα με τη δομική του βαθμολογία.  
[35],[17],[19],[15],[16],[20]

### 3.3.2 Ιαπωνία

#### *Μέθοδος της JBDPA*

Στην Ιαπωνία, τη χώρα των μεγάλων σεισμών αλλά και των μεγάλων εξελίξεων στο τομέα του αντισεισμικού σχεδιασμού, το μεγαλύτερο ποσοστό των υφισταμένων κτηρίων έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Ιαπωνικού Κώδικα (Japanese Building Code) του 1950 και πριν την αναθεώρησή του το 1980. Έτσι προκύπτει το ερώτημα κατά πόσο τα παλαιά αυτά κτήρια εξακολουθούν να έχουν επαρκή σεισμική ικανότητα σύμφωνη με τους νέους αντισεισμικούς κανονισμούς.

Έτσι και με αφορμή τον καταστροφικό σεισμό του Tokachioki το 1968, αναπτύχθηκαν πολλές μέθοδοι για τη σεισμική αποτίμηση υφισταμένων κτηρίων (Hirosawa 1973, Architectural Institute of Japan 1975, Hirosawa et al 1975, Okada and Brestler 1976). Το 1977 συντάχθηκε ένα ενοποιημένο «Πρότυπο Αξιολόγησης Σεισμικής Ικανότητας Υφισταμένων Κτηρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος» (Standard for Seismic Capacity Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings) υπό την εποπτεία του Υπουργείου Κατασκευών.

Η διαδικασία σεισμικής αποτίμησης όπως διαμορφώθηκε από το παραπάνω Πρότυπο αναφέρεται στην Ιαπωνία ως «screening» ή «sifting» εφαρμόζεται σε κτήρια έως έξι ορόφων και περιλαμβάνει τρία συνολικά επίπεδα ελέγχου. Η αξιοπιστία της συμπεριφοράς του κτηρίου έτσι όπως αυτή υπολογίζεται σε κάθε επίπεδο είναι ευθέως ανάλογη του επιπέδου αυτού, δηλαδή στο πρώτο επίπεδο η διαδικασία είναι απλή και το αποτέλεσμα πιο αμφίβολο ενώ στο τρίτο η διαδικασία είναι περίπλοκη και το αποτέλεσμα πιο αξιόπιστο. Οι διαδικασίες αυτές έχουν σχεδιαστεί ώστε να εφαρμόζονται σε ομάδα υφιστάμενων κτηρίων είτε της ίδιας περιοχής είτε της ίδιας κατηγορίας (όπως Σχολεία).

Όλα τα στάδια σχεδιάστηκαν κατάλληλα ώστε να μπορούν να γίνονται οι υπολογισμοί με το χέρι.

Το 1ο επίπεδο ελέγχου αφορά κυρίως στη διατηρητική αντοχή των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων.

Το 2ο επίπεδο ελέγχου περιλαμβάνει τον υπολογισμό αντοχής και πλαστιμότητας υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων διάτμησης. Οι δοκοί θεωρούνται άκαμπτες. Η εφαρμογή της διαδικασίας σε κατασκευές τύπου αδύναμα υποστυλώματα-ισχυρές δοκοί δίνει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Το 3ο επίπεδο ελέγχου προλαμβάνει όλους τους πιθανούς μηχανισμούς αστοχίας όπως αστοχία δοκών και στροφή των άκαμπτων τοιχωμάτων διάτμησης λόγω της αστοχίας της θεμελίωσης

Σύμφωνα με τον Κανονισμό για τη Σεισμική Αποτίμηση (JBDPA 1990a, 2001a), η σεισμική συμπεριφορά ενός κτηρίου αποτιμάται με σύγκριση του σεισμικού δείκτη Is (seismic index of structure) και του δείκτη σεισμικής αξιολόγησης Iso (seismic judgment index of structure), ο οποίος εκφράζει την απαιτούμενη σεισμική ικανότητα του κτηρίου.

- Αν  $I_s > I_{so}$  το κτήριο μπορεί να λαμβάνεται ότι θα έχει ικανοποιητική σεισμική

συμπεριφορά σε μία υποθετική σεισμική δράση και θα είναι ασφαλές.

• Αν  $I_s < I_{so}$  το κτήριο θεωρείται ότι θα έχει αβέβαιη σεισμική συμπεριφορά σε μια υποθετική σεισμική δράση και θα είναι αβέβαιο.

Στο πρώτο επίπεδο ο υπολογισμός του δείκτη  $I_s$  είναι απλός και το αποτέλεσμα του πιο αμφίβολο ενώ στο τρίτο επίπεδο πιο περίπλοκος και το αποτέλεσμα πιο αξιόπιστο. Επισημαίνεται ότι ο υπολογισμός του σεισμικού δείκτη  $I_s$  πραγματοποιείται στο δεύτερο και στο τρίτο επίπεδο ελέγχου μόνο εάν έχει προκύψει στο προηγούμενο επίπεδο μικρότερος του δείκτη σεισμικής αξιολόγησης  $I_{so}$ . Ο σεισμικός δείκτης  $I_s$  υπολογίζεται για κάθε όροφο και για κάθε κύρια διεύθυνση του κτηρίου ως το γινόμενο τριών δεικτών:

$$I_s = E_o \times S_D \times T$$

όπου :  $E_o$  : βασικός δομικός δείκτης σεισμικής ικανότητας ο οποίος προκύπτει από το γινόμενο του δείκτη αντοχής  $C$ , του δείκτη πλαστιμότητας  $F$  και του συντελεστή ορόφου  $\varphi$  ( $E_o = \varphi \times C \times F$ )

$S_D$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τη δομική μορφολογία του κτηρίου (κανονικότητα σχήματος, κατανομή ακαμψίας και μάζας)

$T$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τις φθορές και τη γενικότερη κατάσταση του κτηρίου (υπολογίζεται με επί τόπου αυτοψίες)

Ο συντελεστής απαιτούμενης σεισμικής ικανότητας  $I_{so}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{so} = E_s \times Z \times G \times U$$

Όπου :  $E_s$  : βασικός δείκτης αξιολόγησης της σεισμικής συμπεριφοράς ( $E_s = 0,8$  για το πρώτο επίπεδο διαδικασίας του ελέγχου και  $E_s = 0,6$  για το δεύτερο και τρίτο επίπεδο)

$Z$  : δείκτης ζώνης που λαμβάνει υπόψη τις μικροζωνικές συνθήκες ( $0,7 < Z \leq 1,0$ )

$G$  : δείκτης εδάφους που λαμβάνει υπόψη την επίδραση των εδαφικών συνθηκών ( $G = 1,0$  για κανονικό έδαφος,  $G = 1,1$  για γκρεμό, λόφο, κλπ)

$U$  : δείκτης για τη σπουδαιότητα του κτηρίου ( $U = 1$  για γενικής χρήσης κτήρια)

Πρώτο επίπεδο της διαδικασίας του ελέγχου

#### 1. Υπολογισμός του $E_o$

Για τον υπολογισμό του δείκτη  $E_o$  κάθε κατακόρυφο μέλος ενός κτηρίου πρέπει να κατατάσσεται σε μια από τις τρεις κατηγορίες του Πίνακα 3. Ο δείκτης  $E_o$  υπολογίζεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

- Για κτήριο χωρίς κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w$
- Για κτήριο με κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c) F_{sc}$

Όπου :  $n$  : αριθμός ορόφων κτηρίου

$I$  : αριθμός ορόφου που εξετάζεται

$C_w$  : δείκτης αντοχής τοιχίων

$C_c$  : δείκτης αντοχής υποστυλωμάτων

Csc: δείκτης αντοχής κοντών υποστυλωμάτων

$a_1$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα τοιχεία,  $a_1=0.7$  (αν  $C_w=0$   $a_1=1$ ).

$a_2$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των τοιχείων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_2=0$

$a_3$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_3=0.5$

Fw: δείκτης πλαστιμότητας τοιχείων,  $F_w=1.0$  (αν  $C_w=0$ ,  $F_w=F_c=1.0$ )

Fc : δείκτης πλαστιμότητας υποστυλωμάτων,  $F_c=1.0$

Fsc: δείκτης πλαστιμότητας κοντών υποστυλωμάτων,  $F_{sc}=0.8$

$$\bullet C_w = (f_c/200)(30A_{w1}+20A_{w2}+10A_{w3})/W$$

$$\bullet C_c = (f_c/200)(10A_{c1}+7A_{c2})/W$$

$$\bullet C_{sc} = (f_c/200) 15A_{sc}/W$$

όπου,  $f_c$  : θλιπτική αντοχή σκυροδέματος ( $\text{kgf/cm}^2$ )

$A_{w1}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα στη διεύθυνση υπολογισμού στον όροφο υπολογισμού, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w2}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με ένα κρυφό υποστυλώμα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w3}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c1}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μικρότερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c2}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{sc}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των κοντών υποστυλωμάτων, ( $\text{cm}^2$ )

W : βάρος του κτηρίου πάνω από τον υπό εξέταση όροφο

Τέλος, ο δείκτης πλαστιμότητας F λαμβάνεται για κάθε κατακόρυφο μέλος από πίνακες.

## 2. Προσδιορισμός του δείκτη SD

Ο υπολογισμός του δείκτη SD γίνεται με τη βοήθεια της παρακάτω εξίσωσης:

$$SD = q_a \times q_b \times \dots \times q_k, \text{ όπου}$$

$$q_i = [1-(1-G_i)R_i] \quad i=a, b, c, d, e, f, g, i, j, k$$

$$q_h = [1.2-(1-G_i)R_i] \quad i=h$$

Ο συντελεστής  $G_i$  αντιπροσωπεύει το βαθμό ορισμένων χαρακτηριστικών του κτηρίου όπως η κανονικότητα της κάτοψης, η κανονικότητα καθ' ύψος, η ύπαρξη pilotis, κ.ά. ενώ η τιμή του  $R_i$  εκφράζει το βαθμό που θα επηρεαστεί η σεισμική συμπεριφορά του κτηρίου λόγω των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών. Οι δύο συντελεστές λαμβάνονται και για τα τρία επίπεδα ελέγχου από πίνακες.

## 3. Προσδιορισμός του δείκτη T

H τιμή του δείκτη T παίρνει τιμές από 0,5 έως 1,0 και καθορίζεται με επί τόπου αυτοψίες.

Η μικρότερη τιμή που διαπιστώνεται για κάποια κατάσταση λαμβάνεται για ολόκληρο το κτήριο. [18],[33],[34]

### 3.3.3 Ιταλία

Στην Ιταλία υπό την αιγίδα του «GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DAI TERREMOTI» (Εθνική Επιτροπή Αντισεισμικής Άμυνας) – GNNDT και με τη συμμετοχή πανεπιστημιακών που δραστηριοποιούνται στο τομέα αποτίμησης της τρωτότητας έχει αναπτυχθεί μια σύγχρονη μέθοδος αξιολόγησης. Η GNNDT εφαρμόζει τρία επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Στο επίπεδο I γίνονται ταχείς οπτικοί έλεγχοι για τον καθορισμό της έκθεσης σε σεισμικό κίνδυνο (ανθρώπινες ζωές, ιδιοκτησίες), οι διαδικασίες που ακολουθούνται σε αυτό το επίπεδο βασίζονται στην ταξινόμηση. Μετά από τον οπτικό έλεγχο της κατασκευής και της μελέτης τυχόν διατιθέμενων αρχείων κατασκευών από δημόσιες ή άλλες υπηρεσίες, η κατασκευή ταξινομείται σε μια συγκεκριμένη κατηγορία τρωτότητας με βάση τα χαρακτηριστικά της (δομικό σύστημα, υλικά κατασκευής, ηλικία, αριθμοί ορόφων). Το επίπεδο αποτίμησης II είναι μια λεπτομερής μέθοδος αξιολόγησης-βαθμολόγησης) με εφαρμογή τόσο στις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα όσο και σε αυτές από τοιχοποιία.

Η τεχνική για τα κτήρια από τοιχοποιία είναι καλύτερα τεκμηριωμένη γιατί έχει στηριχθεί σε μεγαλύτερα «δείγματα». Εφαρμόστηκε σε δύο περιοχές της Ιταλίας: στη μεσαιωνική πόλη Gubbio της Umbria και στην περιοχή του Friuli, οι οποίες είχαν πληγεί από σεισμούς και έτσι υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία τόσο για τις βλάβες αλλά και για την τρωτότητα των κτηρίων. Η τεχνική για τα κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει περιορισμένη τεκμηρίωση και έχει εφαρμοστεί στην περιφέρεια της Emilia-Romana σε πάνω από 60 δημόσια κτήρια, ως επί το πλείστον σχολεία.

Αποτίμηση τρωτότητας σε κτήρια από φέρουσα τοιχοποιία

Κάθε στοιχείο κατατάσσεται σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες και λαμβάνει την αντίστοιχη βαθμολόγηση όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Από αυτές στην κατηγορία A κατατάσσονται τα στοιχεία που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του Ιταλικού Αντισεισμικού Κανονισμού, ενώ στη D τα μη ασφαλή. Τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη σε μία επιθεώρηση έχουν εν μέρει περιγραφική φύση (όπως το είδος των τοίχων και οι εδαφικές συνθήκες). Για την κατάταξη ενός στοιχείου σε μια από τις τέσσερις κατηγορίες, η μέθοδος παρέχει πρόσθετες λεπτομερείς και σαφείς οδηγίες, ώστε να αποφεύγεται η υποκειμενική κατάταξη από τους ελέγχοντες. Όπως φαίνεται, για κάθε εξεταζόμενο στοιχείο υπάρχει επίσης και ένας συντελεστής βαρύτητας. Οι σημειούμενοι με (\*) συντελεστές καθορίζονται από τον ελέγχοντα, ενώ οι υπόλοιποι είναι προκαθορισμένοι. Ο τελικός δείκτης τρωτότητας προκύπτει ως άθροισμα της επιμέρους τιμής κάθε στοιχείου πολλαπλασιασμένης επί τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας (τελευταία προς συμπλήρωση στήλη του Πίνακα). Σημειώνεται ότι η αντισεισμική ποιότητα κάθε ανεξάρτητου στοιχείου (και του όλου κτηρίου) αυξάνεται όσο μικρότερη είναι η τιμή των δεικτών τρωτότητας. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε εκτενώς σε διάφορες περιοχές της Ιταλίας για την αποτίμηση του σεισμικού κινδύνου καθώς και για τη μελέτη διαφόρων μέτρων μείωσης της τρωτότητας των κατασκευών.



Στοιχείο	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ				Συντελεστής βαρύτητας	Διαβαθμισμένη παράμετρος
	A	B	C	D		
1. Σύνδεση τοιχοποιιών	0	5	20	45	1,0	
2. Είδος τοιχοποιίας	0	5	25	45	0,25	
3. Τύπος εδάφους	0	5	25	45	0,75	
4. Ολική διατμητική αντίσταση τοιχοποιιών	0	5	25	45	1,50	
5. Οριζόντια κανονικότητα	0	5	25	45	0,50	
6. Κανονικότητα καθ' ύψος	0	5	25	45	(*)	
7. Οριζόντια διαφράγματα	0	5	15	45	(*)	
8. Στέγη	0	15	25	45	(*)	
9. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες	0	0	25	45	0,25	
10. Γενική κατάσταση συντήρησης	0	5	25	45	1,0	
Συνολική τιμή (δείκτης τρωτότητας)						

Πίνακας 3.6: Βαθμολογίες των στοιχείων ανάλογα με την κατηγορία τους και συντελεστές βαρύτητας

*Αποτίμηση τρωτότητας υφισταμένων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα*

Κατά τη μέθοδο αυτή εφαρμόζονται τρία στάδια ελέγχου με αυξανόμενη λεπτομέρεια, που κυμαίνονται από μία απλή διαδικασία κατηγοριοποίησης/ταξινόμησης για τον καθορισμό κινδύνου για τις ζωές και τις περιουσίες, έως τις καλούμενες αποτιμήσεις τρωτότητας Επιπέδου I και Επιπέδου II.

Η μέθοδος GNDT, για την αποτίμηση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, χρησιμοποιεί ένα καθορισμένο έντυπο συλλογής στοιχείων στο οποίο περιλαμβάνονται τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά στοιχεία. Επιπρόσθετα του βασικού εντύπου πρέπει να συμπληρωθούν άλλα δύο έντυπα με περιγραφές της κάτοψης κάθε ορόφου και καθορισμό των δομικών στοιχείων όταν αυτά αποκλίνουν σημαντικά από τα αντίστοιχα του υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου.

Αναφορικά με τα γενικά δομικά χαρακτηριστικά (ενότητες 1 και 2 του βασικού εντύπου), είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι περιλαμβάνονται παράμετροι που αφορούν την ύπαρξη ριλιού καθώς και την επαφή με τα γειτονικά κτήρια. Στις ενότητες 4 και 5 του εντύπου, καθώς και σε συμπληρωματικούς πίνακες, γίνεται καταγραφή πιθανών μη κανονικοτήτων του δομικού συστήματος. Όλες οι αιτίες μη κανονικότητας πρέπει να περιγραφούν λεπτομερώς (π.χ. με σχεδίαση διατομών, καθώς και με συντεταγμένες αρχής και τέλους των στοιχείων), ενώ οι τυπικοί όροφοι αρκεί να περιγραφούν μία μόνο φορά.

Για τη διαχείριση των συλλεχθέντων πληροφοριών έχει αναπτυχθεί κατάλληλο

πρόγραμμα Η/Υ για τη δημιουργία βάσης δεδομένων. Μετά την εισαγωγή των στοιχείων το πρόγραμμα παράγει μία γραφική απεικόνιση του κτηρίου, καθώς και των κατόψεων κάθε ορόφου. Έτσι, επιτυγχάνεται ευκολότερος εντοπισμός και διόρθωση λανθασμένων δεδομένων, ενώ παράλληλα δίνεται η δυνατότητα σε διάφορους ελεγκτές να έχουν μία εύληπτη γραφική απεικόνιση του εξεταζόμενου κτηρίου. Τέλος, κατά την περιγραφή της μεθόδου στην περιοχή Emilia-Romana βρέθηκε ότι μία ομάδα δύο ατόμων, από τους οποίους ο ένας είναι μηχανικός ή αρχιτέκτονας, χρειάζεται περίπου μία ημέρα για την ολοκλήρωση της επιθεώρησης ενός κτηρίου και το 60% αυτού του χρόνου διατίθεται για τη συμπλήρωση της τεχνικής έκθεσης. [15],[23]



7.1.1.1 1° LEVEL FORM FOR POST-EARTHQUAKE DAMAGE AND USABILITY ASSESSMENT

7.1.1.1.1 AND EMERGENCY COUNTERMEASURES IN RESIDENTIAL BUILDINGS

(AeDES 05/2000)

<b>SECTION 1 Building identification</b>		SURVEY IDENTIFICATION		day	month	year	
Province:	_____	Team	_____	Form n.	_____	_____	
Municipality:	_____	Date	_____	_____	_____	_____	
Locality:	_____	<b>1.1. BUILDING IDENTIFICATION</b>		Region Istat	Province Istat	Municipality Istat	
<b>Address</b>		Istat Hamlet code	_____	Aggregate No.	Building No.		
1 <input type="radio"/> Street		Istat Census code	_____	Type of map	_____		
2 <input type="radio"/> Road		Cadastral data	Sheet _____	Map No.	_____		
3 <input type="radio"/> Alley	Number	Parcels	_____				
4 <input type="radio"/> Square		Building position	1 <input type="radio"/> Isolated	2 <input type="radio"/> Internal	3 <input type="radio"/> Extreme	4 <input type="radio"/> Corner	
5 <input type="radio"/> Other		Building denomination or owner's name				Destination Code	
				S			

Photocopy of the structural aggregate with building indication

SECTION 2 Building description		Metrical data		Age	Use			
Total number of stories	Average storey height [m]	Average storey surface [m <sup>2</sup> ]		Construction and renovation [max 2]	Use	No. of units in use	Utilisation	No. of occupants
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 9	1 <input type="radio"/> ≤ 2.50	A <input type="radio"/> ≤ 50	I <input type="radio"/> 400 + 500	1 <input type="radio"/> ≤ 1919	A <input type="radio"/> Residential	_____		100 10 1
<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 10	2 <input type="radio"/> 2.50+3.50	B <input type="radio"/> 50 + 70	L <input type="radio"/> 500 + 650	2 <input type="radio"/> 19 + 45	B <input type="radio"/> Production	_____	A <input type="radio"/> > 65%	0 0 0
<input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 11	3 <input type="radio"/> 3.50+5.0	C <input type="radio"/> 70 + 100	M <input type="radio"/> 650 + 900	3 <input type="radio"/> 46 + 61	C <input type="radio"/> Business	_____	B <input type="radio"/> 30+65%	1 1 1
<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 12	4 <input type="radio"/> > 5.0	D <input type="radio"/> 100 + 130	N <input type="radio"/> 900 + 1200	4 <input type="radio"/> 62 + 71	D <input type="radio"/> Offices	_____	C <input type="radio"/> < 30%	2 2 2
<input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> > 12		E <input type="radio"/> 130 + 170	O <input type="radio"/> 1200 + 1600	5 <input type="radio"/> 72 + 81	E <input type="radio"/> Public services	_____	D <input type="radio"/> Not utilised	3 3 3
<input type="radio"/> 6	No. of basements	F <input type="radio"/> 170 + 230	P <input type="radio"/> 1600 + 2200	6 <input type="radio"/> 82 + 91	F <input type="radio"/> Warehouse	_____	E <input type="radio"/> In construction	4 4 4
<input type="radio"/> 7	A <input type="radio"/> 0 C <input type="radio"/> 2	G <input type="radio"/> 230 + 300	Q <input type="radio"/> 2200 + 3000	7 <input type="radio"/> 92 + 01	G <input type="radio"/> Strategic services	_____	F <input type="radio"/> Uncompleted	5 5 5
<input type="radio"/> 8	B <input type="radio"/> 1 D <input type="radio"/> ≥ 3	H <input type="radio"/> 300 + 400	R <input type="radio"/> > 3000	8 <input type="radio"/> ≥ 2002	H <input type="radio"/> Touristic	_____	G <input type="radio"/> Abandoned	6 6 6
					Property		A <input type="radio"/> Public	B <input type="radio"/> Private
								7 7 7
								8 8 8
								9 9 9

SECTION 3 Building Typology (multiple answer; for masonry buildings indicate max 2 combinations of vertical and horizontal structures)



## SECTION 7 Soil and Foundation

SITE MORPHOLOGY		DAMAGE (present or possible): <input type="checkbox"/> Slopes <input type="checkbox"/> Foundation Soil	
1 <input type="radio"/> Crest 2 <input type="radio"/> Steep slope 3 <input type="radio"/> Mild slope 4 <input type="radio"/> Plain		A <input type="radio"/> Absent B <input type="radio"/> Produced by eqk. C <input type="radio"/> Worsened D <input type="radio"/> Preexistent	
Province Istat <input type="text"/>	Municipality Istat <input type="text"/>	Team <input type="text"/>	Form No. <input type="text"/> Date <input type="text"/>

## SECTION 8 Usability assessment

Risk evaluation					Usability Classification	
RISK	STRUCTURAL (Sect. 3 e 4)	NONSTRUCTURAL (Sect. 5)	EXTERNAL (sect. 6)	GEOTECHNICAL (sect. 7)	A	USABLE building <input type="checkbox"/>
LOW	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	B	UNUSABLE building (totally or partially), but USABLE after short term countermeasures <input type="checkbox"/>
LOW WITH COUNTERMEASURES	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	C	PARTIALLY UNUSABLE building (1) <input checked="" type="checkbox"/>
HIGH	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	D	TEMPORARILY UNUSABLE building requiring a more detailed investigation <input type="checkbox"/>
					E	UNUSABLE building <input type="checkbox"/>
					F	UNUSABLE building due to external risk (1) <input type="checkbox"/>

(1) Restrictions on building use must be clearly reported in the notes when building is classified as B or C; causes of external risk when building is classified as F.

<b>Survey accuracy</b>	1 <input type="radio"/> Only from outside	4 <input type="radio"/> Not surveyed	a <input type="radio"/> Survey refused	b <input type="radio"/> Ruins	c <input type="radio"/> Demolished
	2 <input type="radio"/> Partial	because of:	d <input type="radio"/> Absent owner	e <input type="radio"/> Other	.....
	3 <input type="radio"/> Complete (> 2/3)				.....

**Suggested short term countermeasures, limited (\*) or extended (\*\*)**

*	**	Suggested short term countermeasures	*	**	Suggested short term countermeasures
1 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tightening and application of strands	7 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Removal of eaves, parapets, overhangs
2 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Repair of light damages to infill panels and partition walls	8 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Removal of other internal or external objects
3 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roof repair	9 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barriers and passage protection
4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stairs propping	10 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Repair of utility systems
5 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Removal of plasters, coverings, false ceilings	11 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Removal of tiles, chimneys, parapets	12 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Unusable building units, families and people to be evacuated**

Unusable building units  Families to be evacuated  People to be evacuated

## SECTION 9 Notes

**On damage, short term countermeasures, usability, etc.**

Topic	Notes	Picture of the building

<b>The surveyors (capital letters)</b>	<b>Signature</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Έντυπο που συμπληρώνεται από τους μηχανικούς για την αποτίμηση της σεισμικής τραυτότητας με την ιταλική μέθοδο της GNDT.

### 3.3.4 Διαδοχικές εξελίξεις στο διεθνή χώρο

#### Πορτογαλία

Στα πλαίσια της ανακαίνισης ιστορικών κέντρων πόλεων της Πορτογαλίας ανέπτυξαν μια μέθοδο βασισμένη στην Ιταλική GNDT. Η πλειοψηφία του κτήριακού αποθέματος προς ανακαίνιση αποτελείται από λίθινης τοιχοποιίας κτήρια όμως αυτά τα κτήρια δεν έχουν επαρκή σεισμική ικανότητα και κατά συνέπεια απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή λόγω της ανυπολόγιστης ιστορικής πολιτιστικής και αρχιτεκτονικής τους αξίας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία για την εκτίμηση της τρωτότητας του ιστορικού κέντρου της πόλης της Κοϊμπρα μπορεί να θεωρηθεί μια υβριδική τεχνική βασισμένη σε κριτήρια τρωτότητας που μελετώνται σε άλλες τεχνικές. Η μέθοδος βασίζεται κατά κύριο λόγο στο GNDT II (GNDT 1994), για την εκτίμηση της ευπάθειας των κατοικιών από τοιχοποιία. Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται σε παρατήρηση μετασεισμικών βλαβών και επιφανειακά στοιχεία που καλύπτουν μια τεράστια περιοχή, εστιάζοντας στις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν κτήριο.

Συνολικά η τρωτότητα έχει υπολογιστεί ως το σταθμισμένο άθροισμα των 14 παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στη διατύπωση του δείκτη σεισμικής τρωτότητας. Αυτές οι παράμετροι σχετίζονται με 4 κατηγορίες της αύξησης της: Α, Β, Γ και Δ. Η βαρύτητα που αποδίδεται σε κάθε παράμετρο κυμαίνεται από 0,50 για τις λιγότερο σημαντικές παραμέτρους από (άποψη διαρθρωτικών τρωτοτήτων) μέχρι 1.5 για τις σημαντικότερες. Ο δείκτης της τρωτότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των ζημιών σε ένα κτήριο μετά από ένα συγκεκριμένης έντασης σεισμικό συμβάν.

		Τάξη Μεγέθους κάθε παράγοντα				Βαρύτητα
		A	B	C	D	
Παράμετροι						
1. Δομικό Σύστημα κτιρίου						
P1	Δομικός Σύστημα	0	5	20	50	0,75
P2	Ποιότητα Δομικού συστήματος	0	5	20	50	1
P3	Συμβατικές Δυνάμεις	0	5	20	50	1,5
P4	Μέγιστες αποστάσεις τοιχοποιίας	0	5	20	50	0,5
P5	Αριθμός ορόφων	0	5	20	50	1,5
P6	Τοποθεσία και εδαφικές συνθήκες	0	5	20	50	0,75
2. Μη κανονικότητες και αλληλεπίδραση						
P7	Θέση στο Ο.Τ. και αλληλεπίδραση με άλλα κτίρια	0	5	20	50	1,5
P8	Σχέδιο ρύθμισης παραμέτρων	0	5	20	50	0,75
P9	Κανονικότητα καθύψους	0	5	20	50	0,75
P10	Ανοίγματα στις τοιχοποιίες των όψεων και αλληλεπιδράσεις	0	5	20	50	0,5
3. Πλάκες δαπέδου και οροφής						
P11	Οριζόντια διαφράγματα	0	5	20	50	1
P12	Σύστημα στέγης	0	5	20	50	1
4. Κατάσταση συντήρησης και άλλα στοιχεία						
P13	Ευπάθειες και κατάσταση συντήρησης	0	5	20	50	1
P14	Μη δομικά στοιχεία	0	5	20	50	0,5

Πίνακας 3.7: Πορτογαλική μέθοδος-συντελεστές Τρωτότητας Η διαδικασία αυτή έχει

χρησιμοποιηθεί στην Ιταλία για τα τελευταία 25 χρόνια, αλλά έχει αναβαθμιστεί εδώ για χρήση των πορτογαλικών κτηρίων από λίθινη τοιχοποιία: (i) με εισαγωγή μιας πιο λεπτομερούς ανάλυσης, που προέρχεται από το καλό επίπεδο της δημιουργίας αποθεμάτων πληροφοριών, (ii) την συζήτηση και τον αναπροσδιορισμό των κριτηρίων μερικών από των σημαντικότερων παραμέτρων, και (iii) με την εισαγωγή νέων παραμέτρων που λαμβάνουν υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ των κτηρίων (διαρθρωτικά μεγέθη) και άλλες δυνατότητες που αγνοήθηκαν. Εισάγει την παρεμβολή των παραμέτρων P5, P7 και P10 που αφορά τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: το ύψος του κτηρίου (P5), την αλληλεπίδραση μεταξύ των συνεχόμενων κτηρίων (P7) - ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό όταν αξιολογούν κτηρίων στις αστικές περιοχές- και την ασυνέχεια των τοιχοπληρώσεων λόγω ανοιγμάτων στις όψεις των κτηρίων (P10).

Οι 14 παράμετροι είναι διατεταγμένοι σε τέσσερις ομάδες, όπως φαίνεται στον πίνακα, προκειμένου να δοθεί έμφαση στις διαφορές τους και στην σχετική σημασία τους. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τις παραμέτρους (P1, P2) που χαρακτηρίζουν το σύστημα αντοχής του κτήριου, το είδος και την ποιότητα της τοιχοποιίας, μέσα από το είδος του υλικού (μέγεθος, σχήμα και τύπο πέτρας), τη διάταξη και ποιότητα των συνδέσεων μεταξύ των τοίχων. Η παράμετρος P3 χονδρικά εκτιμά τη δύναμη του κτηρίου, η παράμετρος P4 αξιολογεί τον πιθανό κίνδυνο κατάρρευσης, ενώ οι παράμετροι P5 και P6 αξιολογούν το ύψος και τις εδαφολογικές συνθήκες. Η δεύτερη ομάδα παραμέτρων εστιάζει κυρίως στη σχετική θέση ενός κτηρίου στο σύνολο της περιοχής, και εξετάζει την αλληλεπίδρασή του με τα άλλα κτήρια (παράμετρος P7). Αυτό δεν εξετάζεται στην αρχική (Ιταλική) μεθοδολογία, αλλά θεωρείται ότι είναι εξαιρετικά σημαντικό, δεδομένου ότι η σεισμική απόκριση μιας ομάδας κτηρίων είναι διαφορετική από την απόκριση ενός μόνο κτηρίου. Οι παράμετροι P8 και P9 αξιολογούν τις ακανονικότητες σε κάτοψη αλλά και καθ' ύψος, ενώ η παράμετρος P10 αναγνωρίζει τη σχετική θέση των ανοιγμάτων τα οποία είναι σημαντικά για τη διαδρομή του φορτίου. Η τρίτη ομάδα παραμέτρων, η οποία περιλαμβάνει P11 και P12, αξιολογεί οριζόντια δομικά συστήματα, δηλαδή τον τύπο σύνδεσης. Τέλος, η παράμετρος P13 αξιολογεί δομικά στοιχεία τρωτότητας το επίπεδο συντήρησης του κτηρίου, ενώ η παράμετρος P14 μετράει την αρνητική επιρροή των μη δομικών στοιχείων με κακές συνδέσεις με το κύριο δομικό σύστημα. Η βαρύτητα κάθε παραμέτρου είναι μια σημαντική πηγή αβεβαιότητας, παρά το γεγονός ότι βασίζεται στη γνώμη των ειδικών. Οι παράμετροι είχαν ομαδοποιηθεί για να τονιστούν οι διαφορές και η σχετική σημασία μεταξύ τους. [14]

## **Τουρκία**

Στην Τροποποιημένη Τουρκική Μέθοδο παρέχεται εκτίμηση σεισμικής τρωτότητας πολλαπλών επιπέδων για τα υπάρχοντα κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η Τροποποιημένη Τουρκική Μέθοδος μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κύριες ομάδες, ανάλογα με το επίπεδο της πολυπλοκότητας. Το πρώτο επίπεδο είναι μια «βόλτα αξιολόγησης» η οποία δεν απαιτεί οποιαδήποτε ανάλυση και καθορίζει την προτεραιότητα των κτηρίων, που απαιτούν άμεση παρέμβαση. Προκαταρκτικής εκτίμησης μεθοδολογίες χρησιμοποιούνται αν απαιτείται μεγαλύτερη αξιολόγηση εις βάθος. Δεδομένα σχετικά με τις διαστάσεις του δομήματος και των μη κατασκευαστικών στοιχείων του πιο κρίσιμου ορόφου απαιτούνται για αυτό το επίπεδο εκτίμησης. Η αξιολόγηση του τρίτου επιπέδου εφαρμόζει γραμμική ή μη γραμμική ανάλυση των επιλεγμένων δομημάτων, όπου απαιτούνται οι κατασκευαστικές διαστάσεις οι λεπτομέρειες για ενίσχυση όλα των δομικών στοιχείων. [13]

## **Ινδία**

Η μέθοδος της ΠTK-GSDMA είναι ευρέως διαδεδομένη κατευθυντήρια γραμμή για την εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας διαφορετικών τύπων κτηρίων εντός της περιοχής της Ινδίας. Η κατευθυντήρια γραμμή που έχει δημιουργηθεί στηρίζεται στα πολλά χρόνια εφαρμογής της αξιολόγησης σεισμικής τρωτότητας σε υφιστάμενα κτήρια σε διάφορες σεισμογενείς χώρες του κόσμου [π.χ., FEMA 310 (1998), FEMA 356 κώδικα (2000), Νέα Ζηλανδία (NZSEE 2000, 2003) και κώδικα ευρώ 8 (CEN 2004)]. Ιδίως για κατηγορίες κτηρίων, όπως για παράδειγμα, άοπλη τοιχοποιία και μη-όλκιμο-οπλισμένου σκυροδέματος-πλαίσιο κτηρίων, έχει δοθεί ιδιαίτερη σημασία για την αξιολόγηση μέσα από αυτή τη μέθοδο. [13]

## **Καναδάς**

Το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών του Καναδά [National Research Council of Canada (NRCC)] πρότεινε μια μεθοδολογία εκτίμησης τρωτότητας κτηρίων ορισμένη σαν Οδηγίες του NRCC που βασίζεται στη μέθοδο του ATC-21 (1988). Το NRC συνιστά κατευθυντήριες γραμμές τόσο σε δομικούς όσο και σε μη δομικούς κινδύνους, και η σημασία του κτηρίου προσδιορίζεται από τις κατηγορίες χρήσης και της κατοχής, όπου δίνεται περισσότερη έμφαση σε τρέχουσες κατασκευαστικές Καναδικές πρακτικές. Όπως στη FEMA 154, έτσι και στις οδηγίες του NRC, αναπτύσσεται μια βαθμολογία «βάσης» και ανάλογα με τη τελική βαθμολογία κάθε κατασκευής παίρνονται και οι αντίστοιχες αποφάσεις. [13]

### **3.4 Σύγκριση σε επίπεδο κτηριακού αποθέματος της σεισμικής τρωτότητας σε προσεισμικό έλεγχο (διεθνείς μέθοδοι)**

Όπως παρατηρούμε από την ανωτέρω αναλυτική περιγραφή των μεθόδων αποτίμησης της εκάστοτε χώρας, σε όλες τις περιπτώσεις η ανάγκη δημιουργίας των μεθόδων αυτών έγκειται στην ύπαρξη πολλών διαφορετικών επιπέδων ασφαλείας στο υπάρχον δομικό δίκτυο. Κτήρια επισφαλή έναντι σεισμού βρίσκονται στις ίδιες περιοχές ή ακόμα και στα ίδια οικοδομικά τετράγωνα με κτήρια κατασκευασμένα με τους πλέον σύγχρονους και ασφαλείς αντισεισμικούς κανονισμούς. Η αφορμή από την άλλη σε όλες και πάλι της χώρες δόθηκε από καταστροφικούς σεισμούς που πέρασαν και αποκάλυψαν τις αδυναμίες των χωρών αυτών απέναντι στην καταστροφικό φυσικό φαινόμενο.

Στο σύνολο τους οι μέθοδοι αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας εφαρμόζονται ως επί το πλείστον σε κτήρια αυξημένης σπουδαιότητας χρήση, συνήθως δημόσιας ή κοινωφελούς χρήσης, όπως σχολεία και νοσοκομεία, και σε χώρους δηλαδή που είτε συσσωρεύεται μεγάλος αριθμός ατόμων είτε είναι σημαντικά για την ομαλή λειτουργία της κοινωνίας.

Οι μέθοδοι αυτοί, καθώς αφορούν την ταχεία αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας, σε πρώτο στάδιο εντοπίζουν τα επισφαλή έναντι σεισμού κτήρια και σε επόμενο στάδιο τα στέλνουν για περαιτέρω διερεύνηση της σεισμικής τους αντοχής, ενώ όσα κτήρια κρίνονται επισφαλή εξαιρούνται από περαιτέρω ελέγχους.

Σε όλες τις χώρες πλην της Ιαπωνίας το πρώτο στάδιο για την καταγραφή της σεισμικής τρωτότητας διενεργείται με χρήση ειδικών εντύπων στα οποία συμπληρώνονται τα βασικά χαρακτηριστικά των κτηρίων, καθώς και η ύπαρξη ή μη παραγόντων που επηρεάζουν την αντισεισμική αντοχή του κτηρίου.

Στην αμερικανική FEMA καθώς και στην Νεοζηλανδική NZSEE οι διαδικασίες είναι απλές



και γρήγορες, μικρού κόστους και παράγουν την δομική βαθμολογία του εκάστοτε κτηρίου σύμφωνα με την οποία κρίνεται και η κατηγορία του κτηρίου και αν θα χρειαστεί ή όχι περαιτέρω έλεγχος. Αντίθετα στην Ιαπωνική JBDPA και στην Ιταλική GNDT συλλέγεται ένας μεγάλος όγκος δεδομένων, δεδομένα που χρησιμοποιούνται στους περίπλοκους και χρονοβόρους υπολογισμούς ώστε να προκύψει ο σεισμικός δείκτης  $I_s$  αι ο δείκτης τρωτότητας  $V$ , αντίστοιχα, με βάση τους οποίους θα εξεταστεί αν θα χρειαστεί επιπλέον έλεγχος σε αυτά τα κτήρια.

Παρατηρώντας την υπολογιστική διαδικασία όπου με βάση τα αποτελέσματα της θα προκύψουν τα τελικά συμπεράσματα, βλέπουμε ότι υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα σε όλες τις μεθόδους ενώ άλλοι χρησιμοποιούνται από μία μόνο χώρα, πιο συγκεκριμένα:

Ο δομικός τύπος του κτηρίου, η κατάστασή του από φθορές και ρηγματώσεις, η μη κανονικότητα του κτηρίου είτε καθ' ύψος είτε σε κάτοψη, η ύπαρξη μαλακού ορόφου και ο τύπος του εδάφους στο οποίο βρίσκεται η προς μελέτη κατασκευή, είναι παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψιν σε όλες τις προαναφερθείσες μεθόδους (και όπως θα δούμε παρακάτω και στην Ελληνική)

Σε αυτό το σημείο να επισημάνουμε ότι και το μεγάλο ύψος είναι ένας από του παράγοντες που συνυπολογίζεται σε όλες τις μεθόδους πλην όμως της Ιαπωνικής η οποία συνυπολογίζει μεν το ύψος αλλά δε μελετά κτήρια με ύψος μεγαλύτερο των 6 ορόφων.

Η σεισμική ζώνη, που ανήκει η προς μελέτη περιοχή, ενώ για τις Η.Π.Α. και την Ιαπωνία αποτελεί σημαντικό παράγοντα, δε λαμβάνεται καθόλου υπ' όψιν από τις μεθόδους της Νέας Ζηλανδίας και της Ιταλίας.

Η σπουδαιότητα χρήσης του κτηρίου, επίσης δημοφιλής παράγοντας σε όλες τις χώρες πλην όμως της Νέας Ζηλανδίας.

Οι επιβαρύνσεις που έχει υποστεί το κτήριο από προηγούμενους σεισμούς λαμβάνονται υπ' όψιν στη σεισμική ικανότητα μόνο από την Αμερικανική και την Ιταλική μέθοδο, οι άλλες χώρες περιορίζονται μόνο στην κατάσταση του κτηρίου από φυσικές φθορές του χρόνου.

Η πιθανότητα κρούσης με γειτονικά κτήρια απασχολούν τα αποτελέσματα μόνο για την νεοζηλανδική και την ιταλική μέθοδο.

Ενώ η ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων λαμβάνεται υπ' όψιν στη νεοζηλανδική και στην ιαπωνική μέθοδο.

Η επιφάνεια του κτηρίου λαμβάνεται στην Ιαπωνική μέθοδο αναλυτικά και ανά όροφο για τους τελικούς υπολογισμούς ενώ στην Νεοζηλανδική το σύνολο της επιφάνειας του κτηρίου δρα ως ο τελικός συντελεστής από όπου θα προκύψει η βαθμολογία του κτηρίου.

Βλέπουμε ότι η μέθοδος της Νέας Ζηλανδίας εισάγει μια σειρά από παράγοντες που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε αυτή τη μέθοδο και οι οποίοι είναι: οι βαριές επικαλύψεις, το κατά πόσο έχει κατασκευαστεί το κτήριο με βάση κάποιον αντισεισμικό σχεδιασμό, η απόσταση της κατασκευής μας από υπάρχον και γνωστό ρήγμα και η χρήση ειδικού σεισμικού σχεδιασμού, δηλαδή η χρήση ειδικών συντελεστών κατά τη μελέτη της κατασκευής που μελετάται.

Και η Ιαπωνία έχει εισάγει έναν παράγοντα στη μέθοδο της ο οποίος επίσης χρησιμοποιείται μόνο σε αυτή τη μέθοδο, και είναι το βάρος της κατασκευής που βρίσκεται πάνω από τον προς μελέτη όροφο.

Τέλος και η μέθοδος της Νέας Ζηλανδίας και της Ιταλίας έχουν ένα πρόσθετο κομμάτι που αφορά στις ξύλινες κατασκευές και σε παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψιν μόνο σε αυτούς τους δομικούς τύπους: Για τη Νέα Ζηλανδία οι παράγοντες αυτοί είναι: η ύπαρξη καμινάδας από οπτόπλινθους, η απουσία στοιχείων θεμελίωσης από Ο.Σ. και η χρήση ως εργοστάσιο ή αποθήκη.

Για την Ιταλική μέθοδο στις ξύλινες κατασκευές λαμβάνονται επιπλέον υπ' όψιν η τοιχοποιία

δηλαδή το είδος της, η διατμητική της αντίσταση και το κατά πόσο είναι σύνθετη, η ύπαρξη οριζοντίων διαφραγμάτων, η στέγη και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

	FEMA	NZSEE	JBDPA	GNDT
ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	☺	☺	☺	☺
ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΖΩΝΗ	☺		☺	
ΥΨΟΣ	☺	☺		☺
ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ	☺		☺	☺
ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ	☺			☺
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	☺	☺	☺	☺
ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ				
ΚΑΘ'ΥΨΟΣ&ΚΑΤΟΨΗΣ	☺	☺	☺	☺
ΜΑΛΑΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	☺	☺	☺	☺
ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	☺	☺	☺	☺
ΚΡΟΥΣΗ ΜΕ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ		☺		☺
ΒΑΡΙΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ		☺		
ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ		☺	☺	
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ		☺		
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΡΗΓΜΑ		☺		
ΕΙΔΙΚΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ		☺		
ΒΑΡΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ			☺	
ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ		☺	☺	

Πίνακας 3.8: Σύγκριση διεθνών μεθόδων αποτίμησης σεισμικής ικανότητας

### 3.5 Ελληνικές μέθοδοι

#### 3.5.1 Εισαγωγή

Στη χώρα μας, η οποία παρουσιάζει την υψηλότερη σεισμική επικινδυνότητα στην Ευρώπη, ο σχεδιασμός και η κατασκευή κτηρίων ικανών να δέχονται με ασφάλεια τις σεισμικές καταπονήσεις, αποτελούσε και αποτελεί βασική προτεραιότητα της Πολιτείας. Με το δεδομένο όμως ότι ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός εφαρμόστηκε στην Ελλάδα το 1959 και η πρώτη σημαντική βελτίωσή του έγινε το 1985, δημιουργείται εύλογα το ερώτημα για το πόσο ασφαλή μπορεί να είναι τα κτήρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1959 ή ακόμα και πριν το 1985.

Είναι προφανές ότι η χρονική περίοδος που μελετήθηκε και κατασκευάστηκε ένα κτήριο, μολονότι αποτελεί κρίσιμο στοιχείο (γιατί παραπέμπει άμεσα στον ισχύοντα τότε αντισεισμικό κανονισμό, στην ποιότητα των υλικών και στην τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε), δεν αρκεί για την εκτίμηση της αντισεισμικής του επάρκειας. Υπάρχουν

πάρα πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την σεισμική συμπεριφορά των κτηρίων που έχουν κατασκευαστεί στην ίδια χρονική περίοδο, η αναζήτηση και ο εντοπισμός των οποίων αποτελεί μια εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή εργασία. Και αυτό διότι σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες των κτηρίων έχουν χαθεί ή είναι δύσκολο να ευρεθούν, άλλα και όταν είναι διαθέσιμες, είναι δύσκολο να διαπιστωθεί η ακριβής εφαρμογή τους.

Η σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής μόνον πιθανολογικά μπορεί να εκτιμηθεί και η μέγιστη αναμενόμενη σεισμική δράση σε ένα συγκεκριμένο σημείο αλλά και η σφοδρότητα με την οποία θα καταπονήσει ένα συγκεκριμένο κτήριο, ενέχει πολλές αβεβαιότητες, όπως έχει αποδειχτεί και από τους πρόσφατους σεισμούς στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς. Η αβεβαιότητα αυτή καθιστά το εγχείρημα της εκτίμησης της σεισμικής ασφάλειας ενός κτηρίου ακόμα πιο δύσκολο.

Στις παραπάνω δυσκολίες και αβεβαιότητες οφείλεται το γεγονός ότι σε καμία χώρα του κόσμου δεν υφίσταται μέχρι σήμερα κανονιστικό πλαίσιο υποχρεωτικής εφαρμογής προσεισμικού ελέγχου του συνόλου των κτηρίων.

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν τα κτήρια συνάθροισης κοινού ή κρίσιμων λειτουργιών, όπως κατά κανόνα είναι τα κτήρια Δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης, και κυρίως τα νοσοκομεία, σχολεία, κτήρια διοίκησης, τηλεπικοινωνίας, παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας, πυροσβεστικοί σταθμοί, κ.ά. Και για αυτήν την κρίσιμη κατηγορία κτηρίων ο προσεισμικός έλεγχος έτυχε μέχρι πρόσφατα πολύ περιορισμένης εφαρμογής διεθνώς.

Η μόνη σοβαρή και (σχετικά) ευρείας κλίμακας επιχείρηση προσεισμικού ελέγχου Δημοσίων κτηρίων είναι αυτή που καθιερώθηκε στις ΗΠΑ το 1994.

### **3.5.2 Πρόσφατες εξελίξεις στον Ελλαδικό χώρο**

Στην Ελλάδα, το θέμα του προσεισμικού ελέγχου των Δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης κτηρίων ετέθη το 1997 ( λίγο μετά την εφαρμογή του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού) με την Εγκύκλιο 53 του ΥΠΕΧΩΔΕ με θέμα «Σχεδιασμός Έκτακτης Ανάγκης για κοινωφελή κτήρια σε επίπεδο Νομού». Έγιναν διάφορες προσπάθειες και διατυπώθηκε σειρά προτάσεων.

Το ΤΕΕ προχώρησε στο τέλος του 1999 (μετά και από την εμπειρία του σεισμού στην Αθήνα) στη σύσταση ενός προγράμματος που ονομάστηκε «ANTYK» (Αντισεισμική Ενίσχυση Υφιστάμενων Κτηρίων) για την μελέτη του θέματος. Περίληψη των κύριων αποτελεσμάτων του προγράμματος δημοσιεύθηκε από το ΤΕΕ το 2001.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η προσπάθεια που έγινε να συνταχθούν χάρτες «μέσης εκτιμήτριας διακινδύνευσης» για το σύνολο της χώρας. Όπως αναμενόταν, η μεγαλύτερη τιμή διακινδύνευσης προέκυψε για την Αθήνα, όχι λόγω υψηλής επικινδυνότητας της περιοχής, αλλά λόγω του μεγάλου αριθμού των υπό διακινδύνευση στοιχείων (κτήρια, πληθυσμός, οικονομική δραστηριότητα).

Σε συνέχεια του προγράμματος ANTYPK-α φάση, το ΕΠΑΝΤYK (Εθνικό Πρόγραμμα Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υφισταμένων Κατασκευών)-β φάση, ξεκίνησε το 2002 και ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2005.

Είχαν συσταθεί ομάδες εργασίας για τα εξής θέματα:

α) Απογραφή υφιστάμενου δομικού πλούτου

Η απογραφή κτηρίων, η οποία διενεργείται από την ΕΣΥΕ ανά δεκαετία δίνει πολύτιμα στοιχεία για τον δομικό πλούτο της χώρας. Ιδιαίτερα, η βελτίωση των απογραφικών δελτίων που χρησιμοποιήθηκαν στην τελευταία απογραφή, ύστερα από παρέμβαση του ΤΕΕ μέσω της Επιτελικής Επιτροπής της α φάσης, συνέβαλε στην απόκτηση πληροφοριών που αφορούν άμεσα την δομητική αξιολόγηση των κτηρίων (φέρων οργανισμός, αντισεισμικός αρμός, κανονισμός μελέτης κτλ.). Με βάση το έργο της σχετικής ομάδας εργασίας δομήθηκε (και είναι διαθέσιμο για πιθανούς χρήστες στο ΤΕΕ) ένα σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών μεγάλης κλίμακας για ολόκληρη την Ελλάδα.

- Το γεωμετρικό υπόβαθρο της χώρας ανά νομό.

- Η γενική απογραφή πληθυσμού του έτους 2001 της ΕΣΥΕ, ανά Δήμο και, σε αρκετές περιπτώσεις, ανά οικοδομικό τετράγωνο.

- Η γενική απογραφή κτηρίων του έτους 2000 της ΕΣΥΕ ανά Δήμο και, σε αρκετές περιπτώσεις, ανά οικοδομικό τετράγωνο.

- Περιγραφικά δεδομένα σχετικά με την ενίσχυση ή την εκτίμηση της διακινδύνευσης των κτηρίων από σεισμούς που προέρχονται από τις άλλες ομάδες εργασίας (π.χ. το δείκτη της μέσης εκτίμησης διακινδύνευσης).

- Στοιχεία από πιλοτικές απογραφές κτηρίων που γίνονται από περιφερειακά τμήματα του ΤΕΕ (ανάλογα με το στάδιο προόδου κάθε πιλοτικής).

β) Εκτίμηση τρωτότητας-διακινδύνευσης

Για την εκτίμηση της τρωτότητας των δομημάτων, ανά κατηγορία, έγινε χρήση έτοιμων μητρώων πιθανότητας βλάβης από εργασίες που είχαν ήδη εκπονηθεί από (1) το ΙΤΣΑΚ, (2) το ΑΠΘ και (3) το ερευνητικό πρόγραμμα ΑΡΙΣΤΙΩΝ (χρηματοδοτούμενο μέσω ΟΑΣΠ). Από τα εξαγόμενα των τριών αυτών εργασιών προέκυψαν οι μέσοι βαθμοί πιθανής βλάβης  $D_i$  για τους θεωρούμενους ως κύριου ενδιαφέροντος τύπους κατασκευών (κτήρια από Ο.Σ. μέχρι και μετά το 1984, με ή χωρίς πυλωτή και κτήρια από τοιχοποιία, γενικώς) και υπολογίστηκαν στη συνέχεια αντίστοιχες εκτιμήτριες διακινδύνευσης, ανά ΟΤΑ και ανά νομό, αφού συνυπολογισθεί η επίδραση της αλλαγής σεισμικότητας κάθε κτηρίου από τότε που αυτό κατασκευάστηκε μέχρι σήμερα.

γ) Πιλοτικές απογραφές

Είναι φανερό ότι για την πλειοψηφία των δράσεων της β' φάσης του ΕΠΑΝΤΥΚ είναι απαραίτητη η εκτίμηση της διακινδύνευσης των υπάρχοντων δομημάτων. Για να γίνει κάτι τέτοιο με επιτυχία, απαιτείται αρκετή καταγραφική εργασία. Τα στοιχεία της ΕΣΥΕ είναι πολύτιμα και η ίδια η ΕΣΥΕ ήταν σοβαρότατος αρωγός στη σχετική προσπάθεια. Ωστόσο, η εξειδικευμένη εργασία που απαιτείται πρέπει να γίνει, σε μεγάλη κλίμακα, κυρίως από τεχνικούς, κάτι που υπερβαίνει τις δυνατότητες της ΕΣΥΕ. Για τον λόγο αυτό οργανώθηκαν μέσω των τοπικών τμημάτων του ΤΕΕ, πιλοτικές απογραφές σε αρκετούς δήμους σε όλη τη χώρα (με πρωτοπόρο το Τμήμα Πελοποννήσου που ολοκλήρωσε με επιτυχία την πιλοτική της Τρίπολης και έπονται Χανιά, Ξάνθη, Ιωάννινα, Κέρκυρα, Πάτρα, Χίος, Θεσσαλονίκη κτλ.).

Το απογραφικό δελτίο των πιλοτικών απογραφών αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος απαρτίζεται από τα ερωτήματα της απογραφής κτηρίων της ΕΣΥΕ. Σκοπός είναι η διασταύρωση των στοιχείων και ο έμμεσος προσδιορισμός της ακρίβειας αυτών, δεδομένου ότι η απογραφή της ΕΣΥΕ διενεργείται κατά κανόνα από απογραφείς που δεν έχουν την ιδιότητα του τεχνικού και, ενδεχομένως, να παρουσιάζει κάποιες ανακρίβειες. Το δεύτερο μέρος είναι επικεντρωμένο σε διατάξεις που αφορούν την διακινδύνευση και αφορά κυρίως στοιχεία από την διαμόρφωση του φέροντα οργανισμού (κανονισμός με τον οποίο έγινε η μελέτη, κανονικότητα, «μαλακός» όροφος.

Ασχολήθηκαν και με επιπλέον θέματα, τα οποία αναφέρουμε επιγραμματικά:

δ) Επαγγελματικά και Νομικά Θέματα.

Τα επαγγελματικά και νομικά θέματα που σχετίζονται με το μείζον θέμα των αντισεισμικών ενισχύσεων επεκτείνονται σε αρκετούς τομείς.

ε) Τράπεζα εδαφοτεχνικών δεδομένων

Ο ρόλος του εδάφους (σε μείζονα και ελάχιστη κλίμακα) στη σεισμική απόκριση των δομημάτων αναδεικνύεται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια, εξ ου και ο γεωμετρικά αυξανόμενος αριθμός των γεωτεχνικών μελετών που πραγματοποιείται, αλλά και το αξιοσημείωτο ενδιαφέρον τοπικών κοινωνιών για εδαφοτεχνικές μελέτες.

Η κεντρική ιδέα της δράσης είναι να συλλεχθούν και να καταταγούν σε βάση δεδομένων όσο το δυνατόν περισσότερα εδαφοτεχνικά στοιχεία (από γεωτρήσεις και από εδαφοτεχνικές μελέτες που έχουν ολοκληρωθεί) προς χρήση των τοπικών φορέων μηχανικών.

ε) Δίκτυα

Επειδή η τρωτότητα μιας περιοχής έναντι σεισμού εξαρτάται και από την ασφάλεια των δικτύων, είναι σκόπιμο να υπολογισθεί η διακινδύνευσή τους. Δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, ενέργειας, δρόμοι, σιδηροδρομικές γραμμές κτλ είναι επίσης τρωτά έναντι σεισμού και οι σεισμικές δράσεις που είναι δυνατόν να εξασκηθούν επί αυτών διαφέρουν από τις αντίστοιχες που ασκούνται επί των κτηρίων.

στ) Προσαρμογή του λογισμικού HAZUS στα ελληνικά δεδομένα

Στις Ηνωμένες Πολιτείες υπάρχει σε ομοσπονδιακό επίπεδο η FEMA, που είναι ο φορέας πολιτικής διαχείρισης καταστάσεων άμεσης ανάγκης, μεταξύ των οποίων είναι ο σεισμός. Στο πλαίσιο αυτό έχει αναπτύξει το λογισμικό HAZUS, το οποίο δίνει εκτίμηση της τρωτότητας για κάθε σεισμικό σενάριο. Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιεί γεωγραφική βάση δεδομένων συμβατή με την αντίστοιχη του EPANTYK και είναι δυνατόν να γίνει αντίστοιχη χρήση του προγράμματος στην Ελλάδα.[25]

Παράλληλα, το 1997, το ΥΠΕΧΩΔΕ ανέθεσε στον ΟΑΣΠ την επεξεργασία σχετικού κανονιστικού πλαισίου. Η εργασία της διαμόρφωσης μιας εφικτής, προσαρμοσμένης στις Ελληνικές συνθήκες και επιστημονικά τεκμηριωμένης πρότασης για τον Προσεισμικό Έλεγχο των Δημοσίων Κτηρίων ανατέθηκε από τον ΟΑΣΠ σε επιστημονική ομάδα εργασίας (ΟΕ), στην οποία συμμετείχαν επιστήμονες από τα μεγαλύτερα πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας.

Η επιστημονική ομάδα που συγκροτήθηκε από τον ΟΑΣΠ, αξιοποιώντας την εμπειρία από την εφαρμογή μεθόδων προσεισμικού ελέγχου σε άλλες χώρες, κυρίως στις ΗΠΑ και λαμβάνοντας υπ' όψη τις συνθήκες δόμησης κτηρίων στη χώρα μας, επεξεργάστηκε και διαμόρφωσε ένα κανονιστικό πλαίσιο αναφοράς για τον προσεισμικό έλεγχο, το οποίο περιλαμβάνει τρία στάδια ελέγχου:

- Τον Πρωτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο ή Ταχύ Οπτικό Έλεγχο (ΤΟΕ), για την πρώτη καταγραφή και ταχεία αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης .
- Τον Δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο για την προσεγγιστική αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας με βάση αναλυτικότερους υπολογισμούς και (μη καταστροφικό) έλεγχο ποιότητας των υλικών, για όσα κτήρια προκύψει ανεπαρκής σεισμική ικανότητα με βάση τα αποτελέσματα του ΤΟΕ.
- Τον Τριτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο για την αναλυτική αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας και (ενδεχομένως) σύνταξη μελέτης αποκατάστασης- ενίσχυσης, για όσα κτήρια προκύψει τοπική ή γενική σεισμική ανεπάρκεια από το προηγούμενο στάδιο.

Μια πολύ σημαντική εξέλιξη στο θέμα της αποτίμησης και προσεισμικής ενίσχυσης είναι η σύνταξη του Πρώτου Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) που άρχισε στα τέλη του 2000 από 17μελή επιτροπή η οποία συστάθηκε για το σκοπό αυτόν από τον ΟΑΣΠ. Σήμερα πλέον, από τις αρχές του 2012 εφαρμόζεται ο νέος Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝΕΠΕ). Με το νέο Κανονισμό καθορίζονται για πρώτη φορά στη χώρα μας τα θέματα προσεισμικής ενίσχυσης υφισταμένων κτηρίων με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα, κατά τρόπο πλήρη, επιστημονικά σύγχρονο, ασφαλή και οικονομικό και προσαρμοσμένο στους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς

Η σημαντικότερη ίσως εξέλιξη στο θέμα της αποτίμησης με στόχο τη προσεισμική ενίσχυση είναι η προσπάθεια που ξεκίνησε από τον ΟΑΣΠ ΤΟ 2001 (σε συνέχεια και των προτάσεων της προαναφερθείσας ΟΕ) για τον προσεισμικό έλεγχο των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης. Η φιλόδοξη αυτή προσπάθεια αποσκοπεί στην προσεισμική αποτίμηση συνολικά του κτηριακού αποθέματος των δημόσιων κτηρίων της χώρας, καθώς και σειράς άλλων κτηρίων που χαρακτηρίζονται ως χώροι συγκέντρωσης κοινού (έχουν επομένως αυξημένη σεισμική διακινδύνευση).

## Κεφάλαιο 4

### Προσεισμικός έλεγχος κατά ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ,2001

#### 4.1 Ταχύς οπτικός έλεγχος

Στην παρούσα εργασία αναπτύσσεται το πρώτο στάδιο του Προσεισμικού Ελέγχου των κτηρίων Δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης, δηλαδή ο Πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος ή Ταχύς Οπτικός Έλεγχος.

Το πρώτο αυτό επίπεδο ελέγχου είναι βασισμένο εν πολλοίς στο Εγχειρίδιο FEMA 154 (1988) και συνίσταται στον ταχύ οπτικό έλεγχο του κτηρίου και στην επί τόπου συμπλήρωση του Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου. Ο έλεγχος διενεργείται από διμελείς επιτροπές μηχανικών ενώ η διαδικασία έχει σχεδιαστεί να είναι απλοποιημένη και τυποποιημένη όσον αφορά τη συλλογή στοιχείων.

Στόχος αυτού του επιπέδου αποτελεί μία πρώτη ποιοτική εκτίμηση του βαθμού τρωτότητας της κατασκευής σαν σύνολο. Αυτό συντελείται μέσω της ποσοτικοποίησης ορισμένων παραμέτρων σεισμικής τρωτότητας για την οποία χρησιμοποιείται το Δελτίο Προσεισμικού Ελέγχου. Το Δελτίο περιλαμβάνει 5 ενότητες: Στην ενότητα Α συμπληρώνονται στοιχεία σχετικά με την ταυτότητα του κτηρίου (νομός, δήμος, διεύθυνση, χρήση κτηρίου, κ.ά.), στην ενότητα Β τεχνικά στοιχεία του κτηρίου (αριθμός ορόφων, επιφάνεια κάτοψης, έτος κατασκευής κ.ά.), η ενότητα Γ αφορά σε σεισμολογικά και γεωτεχνικά στοιχεία της περιοχής (ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά Ε.Α.Κ.-2000, κατηγορία εδάφους, κ.ά.), στην ενότητα Δ καταγράφεται ο δομικός τύπος του κτηρίου η κατάταξη του οποίου γίνεται με τη βοήθεια σχετικού πίνακα και τέλος στην ενότητα Ε καταγράφονται τα ενδεχόμενα στοιχεία τρωτότητας του κτηρίου (χωρίς αντισεισμικό κανονισμό, μαλακός όροφος, κοντά υποστυλώματα, μη κανονικότητες, κ.ά.).

Έτσι, με βάση τα στοιχεία που συμπληρώνονται στο Δελτίο Προσεισμικού Ελέγχου βαθμολογείται η σεισμική ικανότητα της κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη αφ' ενός μεν την αναμενόμενη εδαφική κίνηση, αφ' ετέρου τους κυριότερους συντελεστές δομικής τρωτότητας. Η διαδικασία έχει ως εξής:

Αρχικά κατατάσσεται ο δομικός τύπος της κατασκευής σε μια από τις 13 κατηγορίες που ορίζει ο σχετικός πίνακας. Η κατάταξη αυτή γίνεται ανάλογα με το υλικό κατασκευής (σκυρόδεμα, χάλυβας, τοιχοποιία), το είδος του δομικού συστήματος (πλαισιωτό, δυαδικό), το είδος της κατασκευής (συμβατική, προκατασκευή, διαζωματική τοιχοποιία) και το ισχύον κατά τη φάση της μελέτης κανονιστικό πλαίσιο σχεδιασμού. Με την αντιστοίχιση αυτή η κατασκευή λαμβάνει την Αρχική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ), η οποία στη συνέχεια τροποποιείται λαμβάνοντας υπόψη ορισμένα βασικά δομικά χαρακτηριστικά, τα οποία διαμορφώνουν τη σεισμική συμπεριφορά: η ύπαρξη μαλακού ορόφου-pilotis ή/και κοντών υποστυλωμάτων και κανονικής διάταξης τοιχοπληρώσεων καθώς και η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας που ανήκει το κτήριο. Έτσι, σε πρώτο στάδιο η κατασκευή λαμβάνει τη Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ). Στη διαμόρφωση της τελικής Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) λαμβάνονται υπόψη επιπλέον δομικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν την τρωτότητα μιας κατασκευής, η συμμετοχή των οποίων ποσοτικοποιείται με

τους Τροποποιητικούς Συντελεστές Συμπεριφοράς (ΤΣΣ) με τιμές ανάλογες του εκτιμώμενου βαθμού επιρροής τους. Συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη:

- η χρήση ή μη αντισεισμικού κανονισμού
- προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις
- οι τυχόν υπάρχουσες κακοτεχνίες
- οι εν επαφή κατασκευές
- μεγάλο ύψος
- μη κανονικότητα καθ' ύψος
- οριζόντια μη κανονικότητα
- ενδεχόμενο στρέψης
- οι εδαφικές συνθήκες της περιοχής
- δείκτης λειτουργίας
- δείκτης αριθμού προσώπων

Όλοι οι σχετικοί πίνακες για τον τρόπο υπολογισμού της βαθμολογίας δίνονται στη συνέχεια. Η τελική τιμή της Δομικής Βαθμολογίας 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. Έτσι τελικά αν ο προκύπτων βαθμός είναι μικρότερος ενός ορίου το κτήριο θεωρείται ως κατ' αρχήν μη ανταποκρινόμενο στον ΕΑΚ και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση, διαφορετικά ο έλεγχος ολοκληρώνεται στο πρώτο βήμα.[32]

## **4.2 Διαδικασία διενέργειας Τ.Ο.Ε.**

Ο προσεισμικός έλεγχος διενεργείται σε επίπεδο Περιφερειακής Ενότητας (σύμφωνα με το Πρόγραμμα «Καλλικράτης») από τους φορείς που έχουν την ευθύνη της λειτουργίας και ασφάλειας των κτηρίων και εγκαταστάσεων που υπάγονται στις παραπάνω αναφερόμενες κατηγορίες. Ο έλεγχος των κτηρίων γίνεται από διμελείς επιτροπές μηχανικών, εκ των οποίων ο ένας τουλάχιστον πρέπει να είναι Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός (απόφοιτος Πανεπιστημιακής Εκπαίδευσης), ενώ ο δεύτερος μπορεί να είναι Διπλωματούχος Μηχανικός (απόφοιτος Πανεπιστημιακής Εκπαίδευσης), κατά προτίμηση Αρχιτέκτων ή Αγρονόμος - Τοπογράφος Μηχανικός, ή Πτυχιούχος Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, κατεύθυνσης Δομικών Έργων ή Έργων Υποδομής. Επίσης, οι διμελείς επιτροπές μηχανικών μπορούν να αποτελούνται και από απόφοιτους μηχανικούς Στρατιωτικών Σχολών, οι οποίες ωστόσο επιτρέπεται να διενεργούν έλεγχο μόνο σε κτήρια της δικαιοδοσίας τους μετά από γραπτή επώνυμη εντολή της αρμόδιας στρατιωτικής αρχής.

Για κάθε κτήριο που ελέγχεται, συμπληρώνεται ένα Δελτίο Προσεισμικού Ελέγχου Κτηρίων. Οι φορείς που θα διενεργήσουν τον έλεγχο θα αποστείλουν αντίγραφα των δελτίων ελέγχου στις αρμόδιες Περιφερειακές Ενότητες, οι οποίες έχουν την ευθύνη συγκέντρωσης των δελτίων ελέγχου όλων των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης που ανήκουν σε αυτές και αποστολής τους στον ΟΑΣΠ. Η αποστολή των δελτίων θα γίνεται εφόσον έχει συγκεντρωθεί ικανοποιητικό πλήθος δελτίων (κατά την κρίση της αρμόδιας Περιφερειακής Ενότητας) και θα συνοδεύεται από συγκεντρωτική κατάσταση στην οποία θα αναφέρεται το Όνομα του κτηρίου, η Δημοτική Ενότητα και ο φορέας που διενήργησε τον έλεγχο.



Επισημαίνεται ότι σημαντικός παράγοντας για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας των στοιχείων είναι η εξεύρεση και χρήση της μελέτης του κτηρίου. Για το σκοπό αυτό συστήνεται στις υπηρεσίες που έχουν την ευθύνη του ελέγχου ή στους μηχανικούς που διενεργούν τον έλεγχο να φροντίζουν για την εξεύρεση των μελετών των κτηρίων, πριν τη διενέργεια του ελέγχου. Οι μελέτες μπορούν να αναζητηθούν είτε στις υπηρεσίες που στεγάζονται στο κτήριο, είτε στους ιδιοκτήτες των κτηρίων, είτε στις αρμόδιες πολεοδομικές υπηρεσίες. Εκτός από τη συμπλήρωση του Δελτίου Ελέγχου, οι μηχανικοί που διενεργούν τον έλεγχο συνιστάται να σχεδιάζουν την κάτοψη του κτηρίου και μία χαρακτηριστική τομή σε λευκά φύλλα μεγέθους Α4. Χρήσιμο θα ήταν επίσης να φωτογραφίζεται το κτήριο (όψη) και να επικολλάται η φωτογραφία σε φύλλο Α4. Τα στοιχεία αυτά (κάτοψη, τομή φωτογραφία) δεν θα αποστέλλονται στο ΥΠΕΧΩΔΕ (παρά μόνον εφόσον ζητηθούν), θα τηρούνται όμως μαζί με τα αντίγραφα των δελτίων ελέγχου στο αρχείο της Υπηρεσίας που διενεργεί τον έλεγχο. [21],[22]

### **4.3 Οδηγίες Συμπλήρωσης Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου**

Το Δελτίο Προσεισμικού Ελέγχου αποτελείται από ένα φύλλο που συμπληρώνεται και στις δύο όψεις. Τα στοιχεία του Δελτίου κατανέμονται σε 5 Ενότητες.

Στην πρώτη σελίδα περιλαμβάνονται οι Ενότητες Α και Β που αναφέρονται στην ταυτότητα του κτηρίου και στα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Τα στοιχεία ταυτότητας του κτηρίου πρέπει να συμπληρώνονται ώστε αυτό να προσδιορίζεται με ακρίβεια και να είναι δυνατός ο εντοπισμός του εφόσον απαιτηθεί περαιτέρω έλεγχος. Καταγράφονται επίσης στοιχεία που δίνουν τη μορφή του κτηρίου, τη σπουδαιότητά του, καθώς και τα στοιχεία των ελεγκτών μηχανικών.

Στη δεύτερη σελίδα περιλαμβάνονται οι Ενότητες Γ, Δ και Ε που αναφέρονται στα σεισμολογικά και γεωλογικά στοιχεία της περιοχής (Ενότητα Γ), στο Δομικό Τύπο του κτηρίου ( Ενότητα Δ ) και στα Στοιχεία τρωτότητας , δηλαδή στα δομικά χαρακτηριστικά του κτηρίου που επηρεάζουν την σεισμική ικανότητά του ( Ενότητα Ε). 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, πρέπει να υποδηλώνεται με έναν αστερίσκο (\*) δίπλα στο αντίστοιχο Χ.

## **1η ΣΕΛΙΔΑ**

### **Α ΕΝΟΤΗΤΑ: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ**

#### **1. Περιφερειακή Ενότητα**

Αναγράφεται η Περιφερειακή Ενότητα (σύμφωνα με το Πρόγραμμα «Καλλικράτης») εντός της οποίας βρίσκεται το κτήριο.

#### **2. Δημοτική Ενότητα**

Αναγράφεται η Δημοτική Ενότητα (σύμφωνα με το Πρόγραμμα «Καλλικράτης») εντός της οποίας βρίσκεται το κτήριο.

### 3. Διεύθυνση

Αναγράφεται η πλήρης ταχυδρομική διεύθυνση του κτηρίου, ήτοι Οδός, αριθμός, περιοχή (συνοικία, οικισμός ή νήσος), ταχυδρομικός κώδικας και τηλέφωνο (για την περίπτωση που θα ζητηθούν διευκρινιστικά στοιχεία)

### 4. Όνομα κτηρίου

Αναγράφεται το όνομα κτηρίου. Αν το κτήριο ανήκει σε ένα συγκρότημα κτηρίων, πρέπει να διευκρινίζεται για ποιο κτήριο πρόκειται (π.χ. Κτήριο Β – Νοσοκομείο Σωτηρία). Στην περίπτωση που το κτήριο δεν έχει όνομα, αναγράφεται η υπηρεσία ή ο φορέας που το χρησιμοποιεί.

### 5. Χρήση του κτηρίου

Αναγράφεται η χρήση του κτηρίου (π.χ. νοσοκομείο, σχολείο, κλπ). Αν το κτήριο έχει περισσότερες από μία χρήσεις, αναγράφεται η κύρια χρήση του για την οποία διενεργείται ο έλεγχος.

### 6. Στοιχεία Χρήστη

Αναγράφεται η Δημόσια Υπηρεσία ή το Ν.Π.Δ.Δ. ή το Ν.Π.Ι.Δ. ή η ιδιωτική επιχείρηση που στεγάζεται στο κτήριο.

### 7. Στοιχεία Ιδιοκτήτη

Αναγράφεται το Υπουργείο, η Δημόσια Υπηρεσία ή το Ν.Π.Δ.Δ. ή το Ν.Π.Ι.Δ. που έχει την ιδιοκτησία του ακινήτου. Αν το κτήριο ανήκει σε ιδιώτη αναγράφεται απλώς ΙΔΙΩΤΗΣ. (Σημείωση: από τα παραπάνω στοιχεία για το χρήστη και τον ιδιοκτήτη του κτηρίου θα πρέπει να καθίσταται σαφές το ιδιοκτησιακό καθεστώς των κτηρίων προκειμένου να προσδιορίζονται τα κτήρια που ανήκουν σε ιδιώτες και είναι μισθωμένα σε φορείς του Δημοσίου ή ευρύτερου Δημοσίου τομέα).

### 8. Αρμόδιος φορέας

Αναγράφεται ο αρμόδιος δημόσιος φορέας (Υπουργείο, Περιφερειακή Ενότητα, Δημοτική Ενότητα) που έχει την εποπτεία της χρήσης του κτηρίου και την αρμοδιότητα διενέργειας του προσεισμικού ελέγχου.

### 9. Υπηρεσία που διενεργεί τον έλεγχο

Αναγράφεται η υπηρεσία που διενεργεί τον έλεγχο (π.χ. η Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών).

### 10. Μέγιστος αριθμός προσώπων που συναθροίζονται στο κτήριο

Σημειώνεται με X το αντίστοιχο τετραγωνίδιο που προσεγγίζει περισσότερο το μέγιστο αριθμό των προσώπων που συναθροίζονται στο κτήριο. (για παράδειγμα, αν σε κτήριο που στεγάζεται δημόσια υπηρεσία συναθροίζονται καθημερινά περισσότερα από 100 άτομα, σημειώνεται ο μέγιστος αριθμός χρηστών, δηλαδή η ομάδα των 100+ ατόμων). Αν ο αριθμός χρηστών έχει εκτιμηθεί από το μέγεθος του κτηρίου και τη χρήση του, σημειώνεται με αστερίσκο.

## **ΕΝΟΤΗΤΑ Β : ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ**

### 11. Αριθμός ορόφων / υπογείων

Σημειώνεται ο αριθμός των ορόφων του κτηρίου και ο αριθμός των υπογείων. Στους ορόφους δεν προσμετράται η τυχόν απόληξη κλιμακοστασίου (δώμα). Σε περίπτωση επικλινούς εδάφους αναγράφεται ο μεγαλύτερος αριθμός ορόφων από το χαμηλότερο σημείο.

### 12. Επιφάνεια Κάτοψης

Σημειώνεται το εμβαδόν της πλέον αντιπροσωπευτικής κάτοψης του κτηρίου. Εφόσον δε γίνεται χρήση σχεδίων, το εμβαδόν κάτοψης τίθεται κατ' εκτίμηση, και σημειώνεται με αστερίσκο.

### 13. Ολική Δομημένη Επιφάνεια

Σημειώνεται το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου. Εφόσον δε γίνεται χρήση σχεδίων, το συνολικό εμβαδόν τίθεται κατ' εκτίμηση και σημειώνεται με αστερίσκο.

### 14. Έτος Κατασκευής

Σημειώνεται η χρονολογία που το κτήριο μελετήθηκε (εφόσον υπάρχει μελέτη) ή που κατασκευάστηκε ( εφόσον δεν έχει ευρεθεί η μελέτη). Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εξεύρεση στοιχείων για τη μελέτη ή την κατασκευή του κτηρίου, αρκεί να προσδιοριστεί η περίοδος κατασκευής ( προ του 1959, μεταξύ 1960 και 1985, μεταξύ 1985 και 1995, μετά το 1995) με βάση πληροφορίες ή τα δομικά του χαρακτηριστικά.

### 15. Έτος τελευταίας προσθήκης

Εάν το κτήριο δεν κατασκευάστηκε εφ' άπαξ, αλλά έγιναν μεταγενέστερες προσθήκες, καθ' ύψος ή κατ' επέκταση, σημειώνεται το έτος της τελευταίας προσθήκης. Αν με την προσθήκη έγινε ενίσχυση του αρχικώς υφισταμένου κτηρίου, τούτο σημειώνεται παρακάτω στα στοιχεία με αύξοντα αριθμό 19 και 20.

(Σημείωση: Με το στοιχείο αυτό επιδιώκεται να διαπιστωθεί εάν σε παλαιό κτήριο, προ του 1960 ή προ του 1985, έγιναν προσθήκες που συνεπάγονταν επανυπολογισμό της φέρουσας ικανότητας του κτηρίου με βάση κανονισμούς μεταγενέστερους των κανονισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική μελέτη).

16. Διαθέσιμη μελέτη

Εφόσον η μελέτη του κτηρίου είναι διαθέσιμη ( συνήθως στα αρχεία των πολεοδομικών υπηρεσιών ή στα αρχεία του ιδιοκτήτη ), σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο NAI. Άλλως, σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο OXI.

17. Χρησιμοποιήθηκε η μελέτη για τον έλεγχο

Εφόσον χρησιμοποιήθηκε η μελέτη του κτηρίου για τον έλεγχο, σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο NAI. Άλλως, σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο OXI.

18. Έχει χαρακτηριστεί Διατηρητέο

Εφόσον το κτήριο έχει χαρακτηριστεί διατηρητέο, σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο NAI. Άλλως, σημειώνεται με X το τετραγωνίδιο με το σημείο OXI.

19. Έχει Επισκευαστεί / Ενισχυθεί το κτήριο

Εάν στο κτήριο έχουν γίνει σοβαρές επεμβάσεις για συντήρηση, επισκευή ή ενίσχυση, σημειώνεται X στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο.

(Σημείωση: Ενδιαφέρει ιδιαίτερα η περίπτωση των κτηρίων που κατασκευάστηκαν προ του 1960, στα οποία έγιναν επεμβάσεις επισκευής και ενίσχυσης για αποκατάσταση φέρουσας ικανότητας ή προσθήκη ορόφων, ή τα κτήρια της περιόδου 1960 – 1985 στα οποία έγιναν επεμβάσεις αποκατάστασης βλαβών ( π.χ. από σεισμούς) ή προσθήκη ορόφων με μεταγενέστερους αντισεισμικούς κανονισμούς.

20. Αν ναι, για ποια αιτία και πότε

Αναφέρεται η αιτία για την οποία έγιναν οι προαναφερθείσες εργασίες και η χρονολογία. ( για παράδειγμα ως αιτία μπορεί να αναφερθεί η συντήρηση και επισκευή λόγω φθοράς, η επισκευή ζημιών από σεισμούς ή καθιζήσεις, η ενίσχυση λόγω προσθήκης ορόφων, κ.α.)

21. Σπουδαιότητα κτηρίου κατά Ε.Α.Κ.-2000

Σημειώνεται ( με κύκλο στο αντίστοιχο σημείο) η σπουδαιότητα του κτηρίου σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ.-2000.

22. Πρόσθετες Χρήσιμες Πληροφορίες

Το τμήμα αυτό του εντύπου, προορίζεται για τυχόν παρατηρήσεις του ελέγχοντος σχετικά με το κτήριο, τη χρήση, την κατάσταση, την αξιοπιστία των στοιχείων ή οιαδήποτε άλλο στοιχείο που χρήζει πρόσθετων εξηγήσεων.

23. Στοιχεία ελεγκτών μηχανικών

Αναγράφονται τα ονοματεπώνυμα των μηχανικών που διενεργούν τον έλεγχο και τίθενται οι υπογραφές των.

24. Ημερομηνία ελέγχου

Αναγράφεται η ημερομηνία διενέργειας του ελέγχου.

## **2η ΣΕΛΙΔΑ**

### **ΕΝΟΤΗΤΑ Γ : ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

25. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά Ε.Α.Κ. – 2003

Σημειώνεται με X το αντίστοιχο τετραγωνίδιο με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας της περιοχής με βάση τον Ε.Α.Κ.- 2003.

26. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά το χρόνο μελέτης του κτηρίου.

Σημειώνεται η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία ήταν ενταγμένη η περιοχή του κτηρίου κατά το χρόνο μελέτης του κτηρίου, σύμφωνα με τους Αντισεισμικούς Κανονισμούς που ίσχυαν τότε. Για κτήρια προ του 1959, που μελετήθηκαν χωρίς αντισεισμικό κανονισμό, δεν συμπληρώνεται τίποτα, αλλά συμπληρώνεται το τετραγωνίδιο της ερώτησης με αύξοντα αριθμό 29.

27. Κατηγορία εδάφους κατά Ε.Α.Κ.-2000

Σημειώνεται με X στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο η κατηγορία εδάφους που αναφέρεται στη μελέτη του κτηρίου (εφόσον γίνεται χρήση της μελέτης), ή η κατηγορία εδάφους που εκτιμάται από τους ελέγχοντες μηχανικούς.

### **ΕΝΟΤΗΤΑ Δ : ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ**

28. Δομικός τύπος του κτηρίου(σύμφωνα με το συνημμένο Πίνακα)

Σημειώνεται με X ο Δομικός Τύπος στον οποίο ανήκει το υπό εξέταση κτήριο. Οι Δομικοί τύποι περιγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα.

Επισημαίνεται ότι για τη συμπλήρωση του στοιχείου αυτού, θα πρέπει να προηγηθεί σχολαστική μελέτη του ΠΙΝΑΚΑ 1, προκειμένου το εξεταζόμενο κτήριο να ανταποκρίνεται σε μεγάλο βαθμό στο σημειούμενο δομικό τύπο.

### **ΕΝΟΤΗΤΑ Ε : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΩΤΟΤΗΤΑΣ**

Γενική παρατήρηση: Σημειώνονται με X στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο μόνον οι θετικές απαντήσεις στα ερωτήματα. Οι αρνητικές απαντήσεις δεν σημειώνονται. Η συμπλήρωση των στοιχείων θα πρέπει να γίνει με τη δέουσα προσοχή, αφού προηγηθεί σχολαστική μελέτη των παρακάτω οδηγιών και των αντίστοιχων δομικών χαρακτηριστικών του κτηρίου, ώστε αυτά να ανταποκρίνονται με την πραγματικότητα.

29. Χωρίς Αντισεισμικό Κανονισμό

Σημειώνεται με X εάν η μελέτη του κτηρίου έγινε χωρίς εφαρμογή Αντισεισμικού Κανονισμού (για κατασκευές που μελετήθηκαν προ του 1959 ή κατασκευάστηκαν χωρίς μελέτη).

Δεν σημειώνεται τίποτα:

- Στις περιπτώσεις που ο αντισεισμικός υπολογισμός δεν έγινε λόγω απαλλαγής που προβλέπεται από τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού.
- Στις περιπτώσεις που το κτήριο κατασκευάστηκε μεν πριν το 1959 αλλά μελετήθηκε με βάση ισχύουσες τοπικές αντισεισμικές διατάξεις.

30. Έχει αυξηθεί η σπουδαιότητα λόγω αλλαγής της χρήσης

Σημειώνεται με X αν έχει γίνει αλλαγή της χρήσης του κτηρίου η οποία συνεπάγεται και αύξηση στη σπουδαιότητα του κτηρίου σύμφωνα με τον Αντισεισμικό κανονισμό.

Η αλλαγή στη χρήση του κτηρίου, από πλευράς δομικής ενδιαφέρει όταν συνεπάγεται:

- Αλλαγή στις προβλεπόμενες φορτίσεις και εξ αυτού του λόγου μεταβολή των δράσεων στατικού και αντισεισμικού σχεδιασμού.
- Αλλαγή στη σπουδαιότητα του κτηρίου και εξ αυτού του λόγου μεταβολή των σεισμικών δράσεων σχεδιασμού.
- Μεταβολή και των δύο παραπάνω παραμέτρων.

31. Προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις (που δεν αποκαταστάθηκαν ή αποκαταστάθηκαν πλημμελώς).

Συμπληρώνεται με X εάν η κατασκευή έχει υποστεί βλάβες στο φέροντα οργανισμό της από προγενέστερους σεισμούς και αυτές δεν έχουν αποκατασταθεί έντεχνα με βάση μελέτη επισκευής.

32. Κακή κατάσταση λόγω ελλιπούς συντήρησης / κακοτεχνιών

Σημειώνεται με X όταν διαπιστώνεται ότι το κτήριο βρίσκεται σε κακή κατάσταση λόγω ελλιπούς συντήρησης ή κακοτεχνιών.

Η κακή κατάσταση επηρεάζει τη σεισμική συμπεριφορά όταν οδηγεί σε υλικά ασθενέστερα από τα απαιτούμενα κατά το σχεδιασμό. Παραδείγματα κακής κατάστασης είναι ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Η εμφανής ύπαρξη κακής ποιότητας σκυροδέματος ή εκτεθειμένων και/ ή διαβρωμένων οπλισμών.
- Εμφανώς ασθενές κονίαμα σε κτήρια από λιθοδομή, ρηγματώσεις.
- Εμφανείς κακοτεχνίες.
- Ρηγματώσεις οφειλόμενες σε καθιζήσεις.

Προφανώς, για τον εντοπισμό των ατελειών θα απαιτηθεί μία λεπτομερής επιθεώρηση του κτηρίου. Το γενικό επίπεδο συντήρησης του κτηρίου αποτελεί την καλύτερη γρήγορη οπτική ένδειξη: αν το εξωτερικό του κτηρίου είναι σε κακή κατάσταση, με ξεφλουδισμένη βαφή, λεκέδες και άλλα σημάδια παραμέλησης, συνήθως είναι ασφαλές να υποθεθεί ότι και το

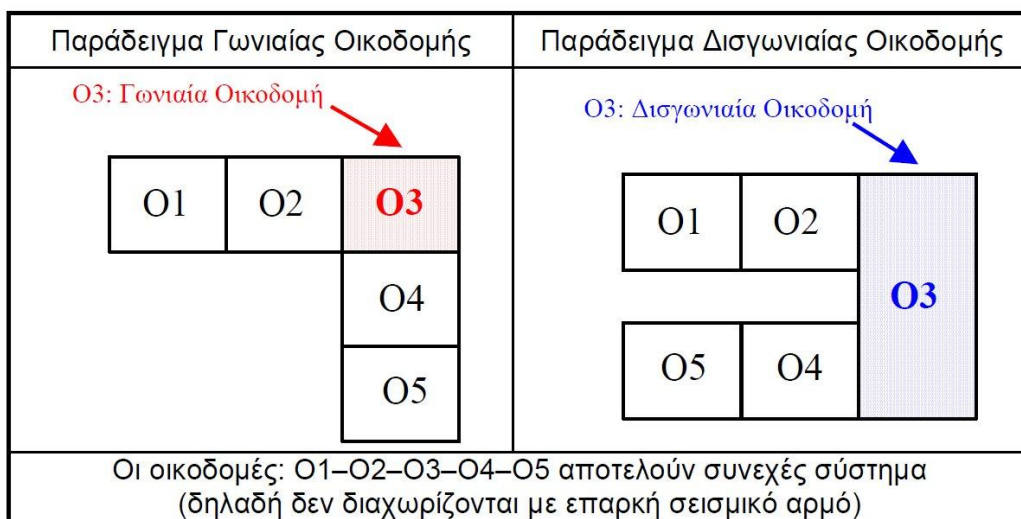
βασικό δομικό σύστημα του κτηρίου θα βρίσκεται σε κακή κατάσταση.

### 33. Κίνδυνος κρούσης με γειτονικά κτήρια

Σημειώνεται με X στις περιπτώσεις που υπάρχει κίνδυνος κρούσης μεταξύ γειτονικών κτηρίων:

Αναφέρονται ενδεικτικά:

- Περιπτώσεις που υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού των υποστυλωμάτων του ενός κτηρίου από δομικά στοιχεία του άλλου, όπως κτήρια με μεγάλη διαφορά ύψους τα οποία εφάπτονται.
- Περιπτώσεις όπου υπάρχει μεγάλη διαφορά δυσκαμψιών μεταξύ των δύο γειτονικών κτηρίων
- Περιπτώσεις γωνιαίων ή διγωνιαίων οικοδομών:



Σχήμα 4.1 : Παραδείγματα κινδύνου κρούσης κτηρίου με γειτονικά, Οδηγίες Συμπλήρωσης Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου, ΟΑΣΠ: [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)

Το κριτήριο αυτό αφορά κτήρια με παισιακά κατασκευές που βρίσκονται σε επαφή με άλλα κτήρια.

Όταν υπάρχει επαρκής σεισμικός αρμός, τα γειτονικά κτήρια θεωρούνται διαχωρισμένα. Υπενθυμίζεται ότι από τον Ε.Α.Κ.-2000 προβλέπεται ότι για γειτονικά κτήρια και όταν δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού των υποστυλωμάτων κανενός κτηρίου, το εύρος του αρμού, (εφόσον δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός), μπορεί να καθορίζεται ως εξής:

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

### 34. Μαλακός όροφος

Σημειώνεται με X η ύπαρξη μαλακού ορόφου στο εξεταζόμενο κτήριο. Με τον όρο «μαλακός όροφος» νοείται ο όροφος που παρουσιάζει σημαντικά μειωμένη ακαμψία ή αντοχή σε οριζόντια φορτία σε σχέση με τους υπόλοιπους ορόφους του κτηρίου. Οι συνηθέστερες περιπτώσεις μαλακού ορόφου είναι οι πυλωτές. Ωστόσο μαλακός όροφος θεωρείται και το ισόγειο κατάστημα χωρίς τοιχοποιίες. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που είναι δυσχερής ο εντοπισμός της ύπαρξης μαλακού ορόφου. Αν και η γενική αρχή συμπλήρωσης του εντύπου είναι σε περίπτωση αμφιβολίας να σημειώνεται το δυσμενέστερο ενδεχόμενο, στην περίπτωση του μαλακού ορόφου θα πρέπει να εξαντλείται κάθε περιθώριο έρευνας και σε περίπτωση που παραμένει η αβεβαιότητα να γίνεται χρήση αστερίσκου.

### 35. Μη Κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη

Σημειώνεται με X η μη ύπαρξη τοιχοπληρώσεων ή η ύπαρξη τοιχοπληρώσεων σε μη κανονική διάταξη, στην κάτοψη του κτηρίου. Το χαρακτηριστικό αυτό αφορά κύρια τα κτήρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ύπαρξη κανονικά διατεταγμένων ισχυρών τοιχοπληρώσεων (π.χ. μπατικών χωρίς ή με λίγα ανοίγματα) συμβάλλει θετικά στη σεισμική συμπεριφορά αυτών των κτηρίων. Σε κανονική διάταξη θα πρέπει να θεωρούνται τοιχοποιίες που είναι σχεδόν συμμετρικά διατεταγμένες στον κάθε όροφο και καθ' όλο το ύψος του κτηρίου, σε διαφορετική περίπτωση θα σημειώνεται η διάταξη σαν μη κανονική. Σημειώνεται ότι εάν ένας όροφος του κτηρίου έχει χαρακτηριστεί σαν μαλακός όροφος, λόγω ανυπαρξίας τοιχοπληρώσεων (Pilotis), δε θα πρέπει για τον ίδιο λόγο να σημειώνεται και σαν ανυπαρξία η μη κανονική διάταξη της τοιχοπλήρωσης.

### 36. Μεγάλο Ύψος

Σημειώνεται με X εάν το κτήριο έχει μεγάλο ύψος.

Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία ή από προκατασκευασμένα στοιχεία θεωρούνται ότι έχουν μεγάλο ύψος όταν είναι άνω των δύο ορόφων. Κτήρια με Φ.Ο. από Οπλισμένο σκυρόδεμα θεωρούνται ότι έχουν μεγάλο ύψος όταν υπερβαίνουν τους πέντε ορόφους.

### 37. Μη Κανονικότητα καθ' Ύψος

Σημειώνεται με X η ύπαρξη μη κανονικότητας του κτηρίου καθ' ύψος. Μη κανονικό καθ' ύψος θεωρείται ένα κτήριο όταν παρουσιάζει εσοχές ή «πύργους» (δηλαδή ορόφους με εμβαδόν κάτοψης μικρότερο του 70% του εμβαδού των υπολοίπων ορόφων), (απολήξεις κλιμακοστασίων και δώματα δεν λαμβάνονται υπόψη). Επίσης, κτήρια που λόγω επικλινούς εδάφους παρουσιάζουν διαφορά μεταξύ χαμηλότερης και υψηλότερης πλευράς, διαφορά ύψους πλέον του ενός ορόφου, εφόσον ο όροφος αυτός δεν είναι εγκιβωτισμένος.

### 38. Οριζόντια μη κανονικότητα



Σημειώνεται με X η ύπαρξη οριζόντιας μη κανονικότητας του σχήματος του κτηρίου στην κάτοψη.

Σαν μη κανονικά κτήρια κατά την οριζόντια έννοια θεωρούνται κτήρια όπως τα αναφερόμενα ενδεικτικά παρακάτω:

- Κτήρια των οποίων οι εξωτερικές πλευρές τέμνονται υπό οξείες γωνίες.
- Κτήρια με πολύπλοκο σχήμα όπως L, E, Π, T και με μεγάλο μήκος πτερύγων.
- Κτήρια στα οποία η ευθεία που συνδέει δύο σημεία του σχήματος μπορεί να τμήσει την περίμετρο.
- Κτήρια με μεγάλο μήκος σε σχέση με το πλάτος τους. (Υπενθυμίζεται ότι ο Ε.Α.Κ.-2000 συνιστά αποφυγή κατοψων με λόγο πλευρών μεγαλύτερο του 4).

Επισημαίνεται ότι το κριτήριο αυτό αφορά το περίγραμμα της κάτοψης του κτηρίου.

#### 39. Ενδεχόμενο στρέψης

Σημειώνεται με X στην περίπτωση όπου υπάρχει ενδεχόμενο σημαντικής στρεπτικής παραμόρφωσης του κτηρίου λόγω σημαντικών εκκεντροτήτων στο φέροντα οργανισμό. Το ενδεχόμενο έντονης στρεπτικής παραμόρφωσης του κτηρίου υπάρχει όταν η διάταξη των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων (υποστυλωμάτων ή/ και τοιχωμάτων) είναι ασύμμετρη. Υπενθυμίζεται ότι ο Ε.Α.Κ.-2000 συνιστά συμμετρική διάταξη των πιο άκαμπτων κατακόρυφων στοιχείων κοντά στην περίμετρο ή όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, με τη διάταξη τοιχωμάτων παράλληλα και κοντά σε τρεις τουλάχιστον πλευρές της περιμέτρου. Επισημαίνεται ότι το κριτήριο αυτό αφορά τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία και τον τρόπο διάταξής τους.

#### 40. Κοντά υποστυλώματα

Σημειώνεται με X η ύπαρξη σημαντικού αριθμού «θέσει» κοντών υποστυλωμάτων στο κτήριο.

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 ή τοιχοπλήρωσης από τη μία πλευρά υποστυλώματος, έχουν ενεργό μήκος σημαντικά μικρότερο από το πλήρες. Ως συνηθέστερα παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν όροφοι με φεγγίτες σε όλο το μήκος του ανοίγματος ή κτήρια στάθμευσης αυτοκινήτων με τοιχοπληρώσεις προστασίας ύψους 1 έως 1,5 m.[21]

Ακολουθεί το Δελτίο προσεισμικού ελέγχου κτηρίων, ΟΑΣΠ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ**  
**ΔΕΛΤΙΟ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ (2<sup>η</sup> Έκδοση, 2011)**

**ΕΝΟΤΗΤΑ Α: ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

1. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: \_\_\_\_\_
2. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: \_\_\_\_\_
3. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ΤΚ \_\_\_\_\_ Τηλ \_\_\_\_\_
4. ΟΝΟΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ: \_\_\_\_\_
5. ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ: \_\_\_\_\_
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΤΗ: \_\_\_\_\_
7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ: \_\_\_\_\_
8. ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΦΟΡΕΑΣ: \_\_\_\_\_
9. ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΟΥ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: \_\_\_\_\_
10. ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΘΡΟΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ΜΕΧΡΙ 10  10 – 100  > 100

**ΕΝΟΤΗΤΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

11. ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ: \_\_\_\_\_ ΥΠΟΓΕΙΩΝ: \_\_\_\_\_
12. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΩΦΗΣ: \_\_\_\_\_
13. ΟΛΙΚΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: \_\_\_\_\_
14. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: \_\_\_\_\_
15. ΕΤΟΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ: \_\_\_\_\_
16. ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ Η ΜΕΛΕΤΗ: ΝΑΙ  ΟΧΙ
17. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ Η ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ: ΝΑΙ  ΟΧΙ
18. ΕΧΕΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΕΙ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ: ΝΑΙ  ΟΧΙ
19. ΕΧΕΙ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΕΙ / ΕΝΙΣΧΥΘΕΙ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: ΝΑΙ  ΟΧΙ
20. ΑΝ ΝΑΙ ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΠΟΤΕ: \_\_\_\_\_
21. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΤΑ Ε.Α.Κ.-2000: Σ1 \_\_\_\_\_ Σ2 \_\_\_\_\_ Σ3 \_\_\_\_\_ Σ4 \_\_\_\_\_
22. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

23. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ:  
1. ΟΝΟΜΑ: \_\_\_\_\_ 2. ΟΝΟΜΑ: \_\_\_\_\_  
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: \_\_\_\_\_ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: \_\_\_\_\_
24. ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ: \_\_\_\_\_



**ΕΝΟΤΗΤΑ Γ : ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

25. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά Ε.Α.Κ.-2003

I                       II                       III 

26. Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας κατά το χρόνο μελέτης του Κτιρίου

Πριν το 1995                      I                       II                       III 

Μεταξύ

1995 και 2003                      I                       II                       III                       IV Μετά το 2004                      I                       II                       III 

27. Κατηγορία Εδάφους κατά Ε.Α.Κ. - 2000

A                       B                       Γ                       Δ                       X 

Άγνωστη κατηγορία εδάφους

**ΕΝΟΤΗΤΑ Δ : ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

28. Δομικός τύπος του κτιρίου

(Σύμφωνα με το συνημμένο πίνακα 1)

ΟΣα                       ΟΣβ                       ΟΣγ ΠΟΣ1                       ΠΟΣ2 ΑΤ                       ΔΤ                       ΟΤ                       ΕΤ ΧΑ1α                       ΧΑ1β                       ΧΑ2α                       ΧΑ2β **ΕΝΟΤΗΤΑ Ε : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΟΠΟΤΗΤΑΣ**

(Σημειώστε με X τις θετικές απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα)

29. Χωρίς αντισεισμικό κανονισμό
30. Έχει αυξηθεί η σπουδαιότητα λόγω αλλαγής της χρήσης
31. Προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις
32. Κακή κατάσταση λόγω ελλειπός συντήρησης / κακοτεχνιών
33. Κίνδυνος κρούσης με γειτονικά κτίρια
34. Μαλακός όροφος
35. Μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη
36. Μεγάλο ύψος
37. Μη κανονικότητα καθ' ύψος
38. Οριζόντια μη κανονικότητα
39. Ενδεχόμενο στρέψης
40. Κοντά υποσταλώματα

**Σημείωση:** Για τυχόν πρόσθετες πληροφορίες παρακαλούμε απευθύνεστε στον ΟΑΣΠ / Τμήμα Αντισεισμικής Τεχνολογίας ( e-mail: "info@oasp.gr" ).

Όλες οι οδηγίες, οι πίνακες και τα Δελτία Ελέγχου που περιλαμβάνονται ή αναφέρονται στο τεύχος αυτό, βρίσκονται επίσης στην ιστοσελίδα του ΟΑΣΠ στη διεύθυνση "<http://www.oasp.gr>". Στη σελίδα αυτή θα δημοσιεύονται πληροφορίες ή διευκρινήσεις που αφορούν τον Προσεισμικό Έλεγχο.



#### 4.4 Εφαρμογή προγράμματος του ΤΟΕ (2001-2012)

Το Νοέμβριο του 2007 είχε ελεγχθεί μόλις το 5,6% των δημοσίων κτηρίων της χώρας από τους μηχανικούς των νομαρχιών, σύμφωνα με τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. Πιο συγκεκριμένα, από τα περίπου 80.000 δημόσια κτήρια της χώρας είχε γίνει προσεισμικός έλεγχος μόλις σε 6.000 κτήρια. Τα απογοητευτικά αυτά δεδομένα παρουσίασε ο τότε πρόεδρος του ΟΑΣΠ, κ. Κώστας Μακρόπουλος, μιλώντας στο συνέδριο του Εθνικού Κέντρου Δημόσιας Διοίκησης και της Έδρας Unesco Φυσικών Καταστροφών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών με θέμα «Εκτίμηση και Αντιμετώπιση Φυσικών Κινδύνων». Αξιοσημείωτο το γεγονός ότι, όπως σημείωσε ο κ. Μακρόπουλος, στα 1.500 από τα 6.000 δελτία τα στοιχεία που απέστειλαν οι νομαρχίες στον ΟΑΣΠ δεν ήταν πλήρη, ώστε να εξαχθεί σαφής εικόνα για τη στατική κατάσταση του κτηρίου.

Στις αρχές του 2012, έντεκα χρόνια πλέον μετά την εφαρμογή του Πανελλαδικού Προγράμματος Πρωτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου, μόνο 11.667 κτήρια δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης (ποσοστό 15%) που στεγάζουν νοσοκομεία, σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες, υπηρεσίες εξυπηρέτησης κοινού, τηλεπικοινωνιακές μονάδες και μονάδες παραγωγής ενέργειας έχουν ελεγχθεί σε α βαθμό από το σύνολο των 80.000 σε όλη τη χώρα.

##### **Ελεγμένα κτήρια ανά περιφέρεια:**

Αττική: 3.309

Κεντρική Μακεδονία: 1.225

Ανατολική Μακεδονία-Θράκη: 1.251

Πελοπόννησος: 1.126

Δυτική Ελλάδα: 1.060

Κρήτη: 752

Στερεά Ελλάδα: 646

Ιόνια Νησιά: 511

Θεσσαλία: 503

Δυτική Μακεδονία: 385

Βόρειο Αιγαίο: 294

Νότιο Αιγαίο: 151

Ήπειρος: 118

Κτήριο υπουργείων: 334

Το επίπεδο ανταπόκρισης των περιφερειακών ενοτήτων χαμηλώνει περισσότερο αν αφαιρεθεί ο αριθμός των σχολικών μονάδων, ο προσεισμικός έλεγχος των οποίων ήταν μέλημα του Οργανισμού Σχολικών Κτηρίων και αποτελεί το 50% των ελεγχθέντων κτηρίων.

Οι λόγοι που οι περιφέρειες εμφανίζονται απρόθυμες να ανταποκριθούν δεν είναι μόνο οικονομικοί. Όλες άλλωστε διαθέτουν τεχνικές υπηρεσίες και δεν απαιτείται η συγκρότηση εξειδικευμένων ομάδων για τους Ταχείς Οπτικούς Ελέγχους (πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος) και την καταγραφή και ταχεία αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας των δημοσίων κτηρίων. Όπως όλα δείχνουν, οι περιφέρειες δεν ενδυναμώνουν την προσπάθεια που έχει αναλάβει από το 2001 ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ) γιατί η σχετική εγκύκλιος (του τότε ΥΠΕΧΩΔΕ) δεν έχει υποχρεωτικό χαρακτήρα. Οι περιφέρειες ανέλαβαν το έργο που είχαν επωμιστεί προ «Καλλικράτη» οι Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις της χώρας και η συμμετοχή τους στην αποστολή δελτίων πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου έχει σήμερα ατονήσει. Εκτός αυτών, σε καμία χώρα του κόσμου δεν υφίσταται κανονιστικό πλαίσιο υποχρεωτικής εφαρμογής προσεισμικού ελέγχου όλων των κτηρίων. Αλλά και για τα δημόσια κτήρια ο προσεισμικός έλεγχος έτυχε μέχρι σήμερα πολύ

περιορισμένης εφαρμογής διεθνώς, με εξαίρεση τις ΗΠΑ (Καλιφόρνια) και την Ιαπωνία. Αν όμως, όπως επισήμαναν αρμόδιοι του ΟΑΣΠ, οι έλεγχοι προχωρούσαν, η Ελλάδα θα ήταν η μόνη χώρα στον κόσμο με ολοκληρωμένη εικόνα της σεισμικής ικανότητας των δημοσίων κτηρίων της και κυρίως για εκείνα που χτίστηκαν πριν από το 1959, προτού δηλαδή εφαρμοστεί ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός. Ο αριθμός των δημοσίων κτηρίων που χτίστηκαν προ 1959 (εκτός των σχολείων) δεν έχει υπολογιστεί, αλλά το σύνολο των κτηρίων της χώρας προ του 1959 αποτελεί το 32%.

Όπως εξήγησε ο διευθυντής του ΟΑΣΠ Ν. Παπαδόπουλος, τα δελτία που στέλνονται στον ΟΑΣΠ εισάγονται σε βάση δεδομένων, βαθμολογούνται και τα κτήρια κατατάσσονται σε κατηγορίες για περαιτέρω έλεγχο (Α, Β, Γ). Τα αποτελέσματα στέλνονται από τον ΟΑΣΠ στις αντίστοιχες περιφερειακές ενότητες. Έκπληξη προκαλεί η μειωμένη ανταπόκριση για ελέγχους δομικής τρωτότητας των δημοσίων κτηρίων σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας, όπως τα νησιά του Ιονίου. Ψηλά στη λίστα των προσεισμικών ελέγχων είναι πάντως τα σχολεία και τα νοσοκομεία, ενώ ο νέος νόμος για τη ρύθμιση των αυθαιρέτων αναμένεται να διευθετήσει το ζήτημα ελέγχου της δομικής τρωτότητας τους.

### **Στα σχολεία**

Ο Οργανισμός σχολικός κτηρίων ΟΣΚ-ο όποιος έχει σήμερα καταργηθεί-είχε πλέον περάσει στη β' φάση (4.200 σχολικές μονάδες με 9.000 ανεξάρτητα κτήρια, του 1960-1985). Όπως είπε ο διευθύνων σύμβουλος του ΟΣΚ Η. Δρούλιας έχει δοθεί προτεραιότητα στις 250 σχολικές μονάδες της Δ. Αττικής. Μέχρι το 2014 θα έχουν ολοκληρωθεί οι πρωτοβάθμιοι προσεισμικοί έλεγχοι στην Αττική και έως το 2015 ίσως σε όλη την επικράτεια. Από τις 5.041 σχολικές μονάδες που κατασκευάστηκαν πριν από το 1959 (και ελέχθησαν), ήπιες παρεμβάσεις κρίθηκαν τελικά αναγκαίες σε περίπου 500. Σε 20 έγιναν εργασίες αποκατάστασης - ενίσχυσης. Ένα σχολείο, της Χαλκίδας, μετεγκαταστάθηκε για να επισκευαστεί.

Στα μέσα Σεπτεμβρίου 2012, χρόνος συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχουν αποσταλεί από τις νομαρχίες 11804 συμπληρωμένα δελτία συνολικά.[26]

# Κεφάλαιο 5

## **Βαθμολογία από ΤΟΕ κατά ΟΑΣΠ**

### **5.1 Εισαγωγή**

Το 2000, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ξεκίνησε το πρόγραμμα για τον πρωτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο μέσω ΤΟΕ (Ταχέως Οπτικού Ελέγχου) των δημόσιων κτηρίων της χώρας, καθώς και σειρά άλλων κτηρίων που χαρακτηρίζονται ως χώροι συγκέντρωσης του κοινού (έχουν επομένως αυξημένη σεισμική διακινδύνευση).

Με βάση τα στοιχεία που συμπληρώνονται στο σχετικό έντυπο από το δοσμένο δομικό τύπο της κατασκευής προκύπτει η Αρχική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ), η οποία εκφράζει και την τρωτότητα ενός «μέσου κτηρίου» αυτού του τύπου. Η αρχική αυτή βαθμολογία τροποποιείται αν υπάρχουν πρόσθετα στοιχεία τρωτότητας. Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη μαλακού ορόφου-pilotis ή/και κοντών υποστυλωμάτων και η μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσεων μειώνουν τη βαθμολογία ενώ στην περίπτωση ύπαρξης τοιχοποιίας με κανονική τοιχοπλήρωση η βαθμολογία αυξάνεται. Η Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ) που λαμβάνει η κατασκευή εκφράζει όχι μόνο την τρωτότητα της αλλά και την επικινδυνότητα της περιοχής που βρίσκεται-ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας.

Στη διαμόρφωση της τελικής Δομικής Βαθμολογίας (ΔΒ) λαμβάνονται υπόψη επιπλέον δομικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν την τρωτότητα μιας κατασκευής, η συμμετοχή των οποίων ποσοτικοποιείται με τους Τροποποιητικούς Συντελεστές Συμπεριφοράς (ΤΣΣ) με τιμές ανάλογες του εκτιμώμενου βαθμού επιρροής τους. Συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη:

- η χρήση ή μη αντισεισμικού κανονισμού
- προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις
- οι τυχόν υπάρχουσες κακοτεχνίες
- οι εν επαφή κατασκευές
- μεγάλο ύψος
- μη κανονικότητα καθ' ύψος
- οριζόντια μη κανονικότητα
- ενδεχόμενο στρέψης
- οι εδαφικές συνθήκες της περιοχής
- δείκτης λειτουργίας
- δείκτης αριθμού προσώπων
- βαριές επικαλύψεις (δεν λαμβάνεται υπόψη πλέον)

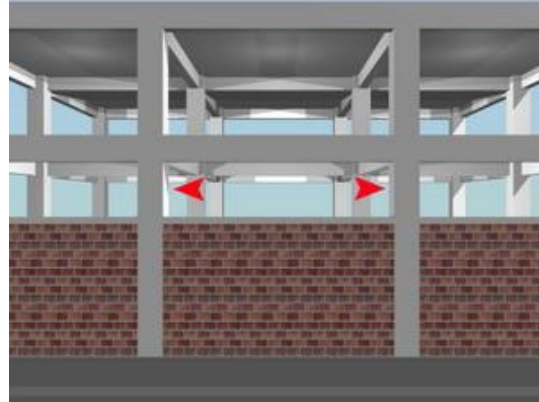
### **5.2 Παράγοντες δομικής τρωτότητας**

Σε αυτή την ενότητα θα εξεταστούν οι δομικοί προάγοντες και ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν τη δομική τρωτότητα της κατασκευής μας κατά τη διάρκεια ενός σεισμού.

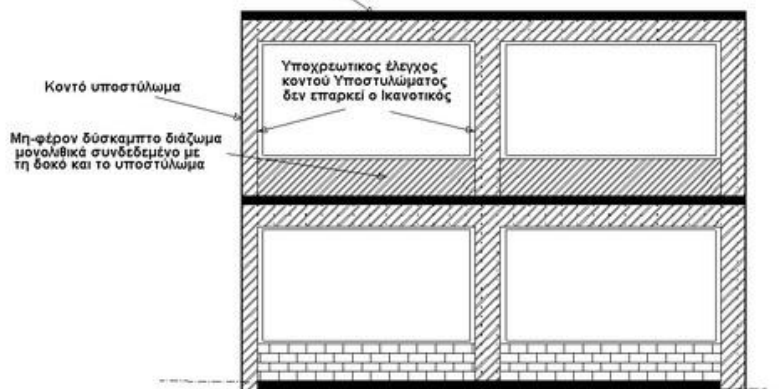
#### **Κοντά υποστυλώματα**

Σε πολλές κατασκευές παρατηρείται η ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων τα οποία διαμορφώνονται σε ημιυπόγειους χώρους, πατάρια επιφάνειες τοίχων με ανοίγματα παραθύρων και κλιμακοστάσια. Σε αυτά τα υποστυλώματα λόγω του μικρού ύψους

αναπτύσσεται τέμνουσα δύναμη σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη που αναπτύχθηκε στο συνολικό μήκος του υποστυλώματος. Σύμφωνα με το κανονισμό στα κοντά υποστυλώματα που δημιουργούνται λόγω της διακοπής της τοιχοποιίας το κρίσιμο ύψος είναι ίσο με το συνολικό ύψος του υποστυλώματος. Οπότε όλο το υποστυλώμα οπλίζεται με πυκνούς συνδετήρες που έχουν στόχο να βελτιώσουν την περίσφιξη και να αυξήσουν τη διατμητική αντοχή. Συνεπώς τα κοντά υποστυλώματα είναι ιδιαίτέρως τρωτά σε περιπτώσεις σεισμού και γ' αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση τους



Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος



Εικόνα 5.1:Κατασκευές με κοντά υποστυλώματα από <http://www.lhlogismiki.gr>

### Εύκαμπτο υποστυλώμα (pilotis)

Αποδείχτηκε για πρώτη φορά στο σεισμό της Θεσσαλονίκης (1978) ότι είναι το αδύνατο σημείο μιας οικοδομής. Το πρόβλημα δημιουργείται επειδή πάνω από τη στάθμη θεμελίωσης ενός πολυόροφου κτηρίου δημιουργείται ένας ασθενής, ένας «μαλακός όροφος», όπως ονομάζεται από τους ειδικούς, σε σχέση με τους υπερκείμενους. Η διαφορά στην ακαμψία ανάμεσα στην πιλοτή και τους άλλους ορόφους δημιουργείται από την τοιχοποιία που υπάρχει στα υπερκείμενα διαμερίσματα. Τούτο συνεπάγεται την εμφάνιση «γόνατος» στην πρώτη ιδιομορφή ταλαντώσεως-δηλαδή αλλοίωση της καθ' ύψος κατανομής των σεισμικών δυνάμεων- καθώς και συγκέντρωση μεγάλων ανελαστικών παραμορφώσεων στη στάθμη του γόνατος, δηλαδή στα άκρα των υποστηλωμάτων του ισογείου, ενώ οι υπόλοιποι όροφοι συμπεριφέρονται (περίπου) σαν στερεά σώματα. Για το λόγο αυτό ο Ε.Α.Κ. 2000 αναφέρει σε ξεχωριστή παράγραφο (4.1.4.1) τις προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται για την αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου. Είναι φανερό ότι όταν πάνω από πιλοτή έχουν

κατασκευαστεί χώροι με εύκαμπτα υλικά, π.χ. γραφεία με κινητά χωρίσματα, η διαφορά στην ακαμψία είναι πρακτικά μηδενική.

Η πιλοτή είναι ένας θεσμός που άρχισε να εφαρμόζεται στη χώρα μας από το 1968, για χάρη -όπως τουλάχιστον λένε οι κακές γλώσσες- κάποιου επώνυμου παράγοντα της χούντας που ήθελε να αυξήσει την οικοδομή του κατά ένα όροφο. Έχει θεσπιστεί από δεκαετίες σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες και θεωρείται, από αρχιτεκτονική σκοπιά, θετικό μέτρο, αφού αυξάνει τους κοινόχρηστους χώρους. Όμως η Ελλάδα είναι μια χώρα μεγάλης σεισμικότητας και η πιλοτή δημιούργησε πολλά προβλήματα, κυρίως γιατί οι αρμόδιοι επί 14 χρόνια δεν είχαν περιλάβει το θέμα αυτό στις διατάξεις του τότε ισχύοντα αντισεισμικού κανονισμού. Με άλλα λόγια, οι πιλοτές που έχουν κατασκευαστεί μέχρι και το 1985 δεν έχουν μελετηθεί για την αντισεισμική τους συμπεριφορά. Το πρόβλημα ήρθε στην επιφάνεια από το σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999, οπότε μόνον στην περιοχή Αδάμες της Κηφισιάς είχαμε επτά οικοδομές «κόκκινες», που τελικά κατεδαφίστηκαν, με σοβαρές ζημιές που προήλθαν από την ύπαρξη και μόνον πιλοτής.



Εικόνα 5.2 :Κτήριο στο Adarazari με πυλωτή που συνεθλίβη, Αφιερώματα ΤΕΕ, τεύχος 2067 (Ο σεισμός της Τουρκίας 1999)

### **Ασυνέχειες Τοιχοπληρώσεων**

Στην Ελλάδα συνήθως χρησιμοποιούμε για το περίβλημα των κτηρίων τοίχους πληρώσεως από οπτοπλινθοδομή. Οι τοιχοπληρώσεις δε θεωρούνται φέροντα στοιχεία των κατασκευών παρ' όλο που η επιρροή τους στην πλευρική δυσκαμψία την αντοχή και την πλαστιμότητα των κατασκευών είναι ευρέως αναγνωρισμένη. Οι τοιχοπληρώσεις μπορούν να διαφοροποιήσουν σημαντικά την αποσκοπούμενη στατική απόκριση έλκοντας δυνάμεις σε τμήματα του φορέα που δεν έχουν σχεδιαστεί για να τις παραλάβουν. Η απόλυτη συμμετρία στη διάταξη των τοιχοπληρώσεων είναι αυτή που επιφέρει τη θετικότερη επιρροή στους πλαισιακούς φορείς οπλισμένου σκυροδέματος, συγκεκριμένα η ομοιόμορφη κατανομή τους κατά μήκος της περιμέτρου του κτηρίου αυξάνει την αντοχή υπό οριζόντια φόρτιση και την πλευρική δυσκαμψία οπότε μειώνονται και οι σεισμικές μετακινήσεις άρα και οι ροπές και τέμνουσες 2ας τάξεως. Η ασυνεχής τοιχοπλήρωση καθ' ύψος εξαιτίας ορόφου ή ανοιγμάτων είναι δυσμενής για την κατασκευή, γιατί προκαλεί το μηχανισμό ορόφου και δημιουργεί κοντά υποστύλωματα που εξετάζονται χωριστά. Η ασυνεχής τοιχοπλήρωση σε κάτοψη ιδίως στις γωνιακές κατασκευές περιορίζει τη σεισμική απόκριση της κατασκευής. Η προσθήκη τοιχοπλήρωσης σε προ του 1985 κατασκευές με ανοιχτό ισόγειο ενισχύει σημαντικά τη σεισμική τους ικανότητα. Η χρήση οπλισμού μπορεί να αντιμετωπίσει το μεγάλο βαθμό



ψαθυρότητας της άοπλης οπτοπλινθοδομής καθώς αυξάνει τη συνοχή τους και περιορίζει τις βλάβες τους.



Εικόνα 5.3: Κτήριο με βλάβες στην τοιχοποιία πλήρωσης, Αφιερώματα ΤΕΕ, τεύχος 2067 (Ο σεισμός της Τουρκίας 1999)

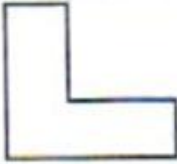





#### **Ασύμμετρη διάταξη στοιχείων ακαμψίας σε κάτοψη**

Όπως είναι γνωστό, ο πυρήνας του κλιμακοστασίου είναι το βασικότερο στοιχείο ακαμψίας στο σκελετό ενός κτηρίου, που μπορεί να αναλάβει το μεγαλύτερο ποσοστό των σεισμικών δυνάμεων ή ακόμη και το σύνολό τους σε ειδικές περιπτώσεις. Συνεπώς η κεντρική ή έκκεντρη τοποθέτησή του στην κάτοψη του κτηρίου θα έπρεπε να είναι καίριας σημασίας για τη συμπεριφορά του στο σεισμό. Εν τούτοις από τη στατιστική αξιολόγηση των συνεπειών του σεισμού του 1978 στα κτήρια της Θεσσαλονίκης προέκυψε ότι ο παραπάνω παράγοντας δεν επηρέασε πάνω από 6% το μέσο όρο του ποσοστού των οικοδομών με βλάβες. Το φαινόμενο αυτό θα πρέπει να αποδοθεί κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι ο οργανισμός πλήρωσεως αλλοιώνει δραστικά την κατανομή ακαμψιών των στοιχείων του φέροντος οργανισμού με αποτέλεσμα η θέση τους σε κάτοψη να μην επηρεάζει στατιστικά τη συμπεριφορά. Αντίθετα, όπου υπήρχε στο ισόγειο έντονη ασυμμετρία στη διάταξη των τοιχοποιιών, όπως συμβαίνει στα ισόγεια των γωνιακών οικοδομών όπου οι δύο όψεις λόγω καταστημάτων δεν περιλαμβάνουν τοιχοποιίες, εκεί υπήρξε σαφώς χειρότερη συμπεριφορά.

#### **Σχήμα κάτοψης κτηρίου και στρέψη**

Είναι γενικά αποδεκτό ότι τα κτήρια με τετράγωνη κάτοψη παρουσιάζουν την καλύτερη συμπεριφορά σε σεισμό, ενώ τα κτήρια με ακανόνιστο σχήμα κατόψεως τη χειρότερη. Εφόσον οι πλάκες των κτηρίων θεωρούνται σαν στερεοί δίσκοι μέσα στο επίπεδό τους (διαφραγματική λειτουργία πλακών), βασικό κριτήριο για την επιλογή του είδους και της διατάξεως σε κάτοψη των κατακόρυφων αντισεισμικών στοιχείων αποτελεί η επιδίωξη ελαχιστοποίησης της στρέψης των πλακών, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται κατά τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο στην περίπτωση των συμμετρικών ως προς δύο (τουλάχιστον) άξονες κτηρίων. Αλλά το πρόβλημα της στρέψεως γίνεται πολυπλοκότερο στα μη συμμετρικά κτήρια, στα οποία προκαλεί υπέρμετρη καταπόνηση των περιμετρικών ιδίως στοιχείων, τόσο στην ελαστική όσο και στην ανελαστική περιοχή συμπεριφοράς (συγκέντρωση παραμορφώσεων). Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο δεν είναι δυνατή η εφαρμογή απλοποιημένων μεθόδων στατικού αντισεισμικού υπολογισμού στις περιπτώσεις μη κανονικών κατόψεων, αφού επιβάλλεται η θεώρηση περισσότερων ιδιομορφών, δηλαδή

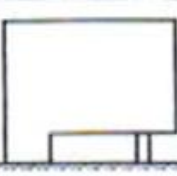
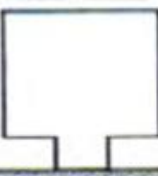
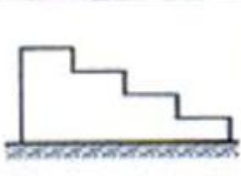
επιβάλλεται ουσιαστικά η εφαρμογή μεθόδων δυναμικού αντισεισμικού υπολογισμού.

<p><b>Παραδείγματα μη κανονικότητας σε κάτοψη</b></p>			
<p><b>Παραδείγματα διάταξης δομικών στοιχείων με ενδεχόμενο φαινόμενο στρέψης</b></p>			

Σχήμα 5.1: Παραδείγματα μη κανονικότητας σε κάτοψη και στρέψης

#### Μη κανονικότητα καθ' ύψος-ύπαρξη εσοχών

Η μορφή της τομής των κτηρίων αποτελεί εξίσου σημαντικό με την κάτοψη παράγοντα, διότι επηρεάζει άμεσα τα δυναμικά τους χαρακτηριστικά. Τα κτήρια με εσοχές(ρετιρέ) έχουν πολύ χειρότερη συμπεριφορά από ότι τα κτήρια με κανονική διάταξη καθ' ύψος. Οι εσοχές προκαλούν απότομη μεταβολή των μαζών και των ακαμψιών καθ' ύψος, αλλοίωση των δυναμικών χαρακτηριστικών –οι ιδιομορφές ταλαντώσεως εμφανίζουν «γόνατο» στη στάθμη της απότομης μεταβολής- και τελικά συνεπάγεται αδυναμία εφαρμογής στατικών μεθόδων αντισεισμικού υπολογισμού. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι και ο συνήθης γραμμικός δυναμικός υπολογισμός αδυνατεί να προβλέψει αξιόπιστα τη συγκέντρωση παραμορφώσεων στις στάθμες απότομης μεταβολής μαζών και ακαμψιών. Πάντως, η έκταση των βλαβών οφείλεται κυρίως στις αστοχίες δοκών που στηρίζουν διαδοχικά φυτευτά υποστυλώματα.

<p><b>Παραδείγματα μη κανονικότητας καθ' ύψος</b></p>			
-------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Σχήμα 5.2: Παραδείγματα μη κανονικότητας καθ' ύψος

#### Ύψος κτηρίων

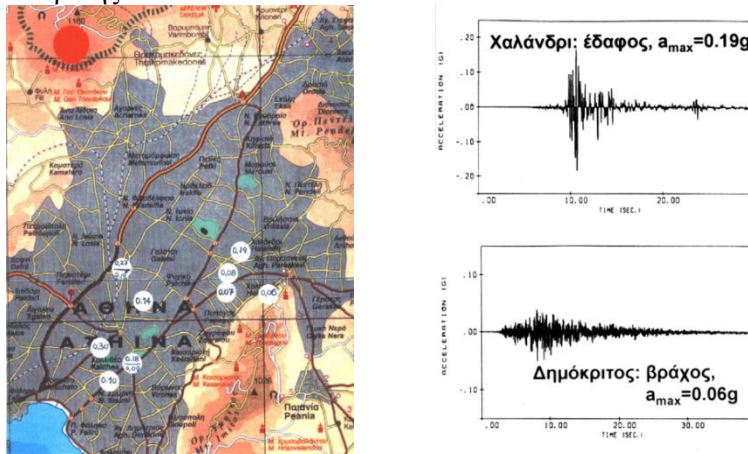
Το συνολικό γεωμετρικό ύψος  $H$  αποτελεί ανεξάρτητο από τη μορφή της τομής παράγοντα και δεν πρέπει να είναι υπερβολικά μεγάλο εν σχέση προς το ελάχιστο πλάτος  $L$  της κατόψεως. Για μεγάλες τιμές του πηλίκου  $H / L$  τα μη γραμμικά φαινόμενα δευτέρας τάξεως είναι πιο έντονα, οι αξονικές ταλαντώσεις των στύλων και οι αδρανειακές ροπές με οριζόντιο άξονα των πατωμάτων είναι σημαντικές. Έτσι, για την αποφυγή των επιρροών αυτών που είναι πολύ δύσκολο να ληφθούν υπ' όψιν στον υπολογισμό, είναι φρόνιμο να τηρείται η σχέση:  $H / L \leq 3 \div 4$

#### Τύπος Εδάφους

Το έδαφος είναι ένα παραμορφώσιμο υλικό και συνεπώς έχει τη δική του ταλάντωση όταν

υπόκειται σε σεισμική διέγερση, επομένως η σεισμική κίνηση στο επίπεδο της θεμελίωσης των κατασκευών είναι αναμενόμενο να αλλοιωθεί. Εξετάζοντας μια εδαφική στρώση εφαρμόζουμε τη μέθοδο της φασματικής ανάλυσης ώστε να υπολογίσουμε πώς θα αποκριθεί στην κίνηση του βράχου. Θα προκύψει έτσι η μέγιστη επιτάχυνση, ταχύτητα και μετακίνηση στην επιφάνεια του εδάφους. Ανάλογα όμως με τη τιμή της ιδιοπεριόδου της εδαφικής στρώσης αλλά και του συντελεστή απόσβεσης τα μέγιστα μπορεί να είναι μικρότερα ίσα ή μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα στο βράχο.

Επομένως η εδαφική επίδραση θα συμβάλει είτε ενισχυτικά είτε απομειωτικά απέναντι στη σεισμική δράση και αυτό θα εξαρτηθεί από την κατηγορία του εδάφους και τη σεισμική διέγερση που θα υποστεί και αφορά τη μέγιστη επιτάχυνση και το ελαστικό φάσμα απόκρισης.



Εικόνα 5.4: Τύπος εδάφους και φασματική ανάλυση

### Κρούση με γειτονικά κτήρια

Η κρούση των κτηρίων εν επαφή αποτελεί σοβαρό παράγοντα και πηγή βλαβών. Στο «συνεχές» σύστημα δόμησης, τα κτήρια, αν και υπολογίζονται σαν ανεξάρτητοι φέροντες οργανισμοί, αλληλοεπηρεάζονται, συγκρουόμενα, κατά τη διάρκεια του σεισμού. Αυτό καθιστά σχεδόν άχρηστους τους υπολογισμούς που βασίζονται στη δυναμική συμπεριφορά της κατασκευής. Ιδιαίτερα έντονο είναι το πρόβλημα όταν οι στάθμες των πλακών των γειτονικών κτηρίων δεν συμπίπτουν. Τότε οι πλάκες της μιας οικοδομής ενεργούν κρουστικά κατά την ταλάντωσή τους στους στύλους της άλλης με αποτέλεσμα τη θραύση των στύλων. Στο σεισμό της Θεσσαλονίκης του 1978, ενώ από τις ελεύθερες οικοδομές (από όλες τις πλευρές) ή με ισοσταθμία πλακών μόνο το 19% παρουσίασαν βλάβες, στις οικοδομές εν επαφή και με ανισοσταθμείς πλάκες οι βλάβες επεκτάθηκαν στο 30.5% αυτών (σκελετός ή τοιχοποιία). Έτσι, γίνεται ευδιάκριτη η τάση διαχωρισμού των γειτονικών κτηρίων με τη βοήθεια αντισεισμικών αρμών, ώστε να αποφεύγεται η δυσμενής αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η κατασκευαστική διαμόρφωση του αντισεισμικού αρμού θα πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ανεξαρτησία κινήσεων στα διαχωριζόμενα κτήρια, χωρίς αμοιβαία μεταβίβαση δυνάμεων.

Η ποσοτικοποίηση της επίδρασης όλων αυτών των παραγόντων δομικής τρωτότητας έγινε με βάση κυρίως την πρόταση της ΟΕ του ΟΑΣΠ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, 2000) και καταρχήν βασίστηκε στις αντίστοιχες βαθμολογίες που δίνονται στο FEMA 154 (1988) με αντιστοίχιση στα ελληνικά δεδομένα ώστε να αντικατοπτρίζουν καλύτερα τις εικόνες βλαβών και καταρρεύσεων μετά από ελληνικούς σεισμούς. Στην επόμενη ενότητα δίνονται οι αναλυτικοί

πίνακες με τους τροποποιητικούς συντελεστές για κάθε παράγοντα δομικής τρωτότητας που χρησιμοποιούνται σήμερα από το σύστημα βαθμονόμησης του ΟΑΣΠ. [29],[30]

### **Επιπλέον παράγοντες δομικής τρωτότητας:**

Παρακάτω περιγράφονται 2 παράγοντες, για τους οποίους οι πληροφορίες δίνονταν εξ' αρχής από το έντυπο ΤΟΕ του ΟΑΣΠ, εισήχθησαν όμως μεταγενέστερα όπως θα δούμε και παρακάτω στο σύστημα βαθμονόμησης.

#### **1)Δ.Λ. (Δείκτης Λειτουργίας)**

Κατ' αρχήν, η δομική βαθμολογία εκφράζει τον αρνητικό λογάριθμο της πιθανότητας κατάρρευσης δηλαδή:  $(\Delta.B.) = -\log(P_k)$

Συνεπώς :  $(P_k) = 1/(10)^{(\Delta.B.)}$

Παρακάτω θα δούμε πως ακριβώς υπολογίζεται ο δείκτης λειτουργίας για οποιοδήποτε κτήριο δημόσιας ή κοινωφελούς χρήσεως. Θα επικεντρωθούμε στις σχολικές μονάδες. Ανάλογα όμως αποτελέσματα προκύπτουν για κάθε είδους κτήριο ανάλογα με τη χρήση του. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα επικεντρώναστε ιδιαίτερα στο θέμα της απώλειας ζώων ενώ το θέμα των βλαβών και του κόστους των (κόστος αποκατάστασης, κόστος από την προσωρινή μεταστέγηση των μαθητών μέχρι να ξαναλειτουργήσει η σχολική μονάδα κλπ) δεν λαμβάνονται υπόψη. Συνεπώς, απαιτείται η εκτίμηση της πιθανότητας απώλειας ανθρώπινης ζωής από την κατάρρευση. Εάν λάβει υπόψη κανείς ότι τα σχολεία δεν φιλοξενούν μαθητές και προσωπικό καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου, η πιθανότητα να βρεθούν μαθητές εντός του κτηρίου εξαρτάται από την τον τύπο της σχολικής μονάδας (νηπιαγωγείο, δημοτικό, γυμνάσιο-λύκειο, ολοήμερο κλπ). Έτσι, ορίζεται ο δείκτης λειτουργίας (Δ.Λ.) ως ο λόγος του συνολικού αριθμού των ωρών που λειτουργεί η σχολική μονάδα κατ' έτος, προς το σύνολο των ωρών του έτους.

Η πιθανότητα απώλειας ζωής  $P_\theta$  από την κατάρρευση του σχολικού κτηρίου είναι το γινόμενο της πιθανότητας κατάρρευσης επί την πιθανότητα να γίνει ο σεισμός κατά την ώρα που λειτουργεί το σχολείο και μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$(P_\theta) = (P_k) * \Delta.L. \Rightarrow -\log(P_\theta) = -\log(P_k * \Delta.L.) = -\log(P_k) - \log(\Delta.L.)$$

Δηλαδή, για να ληφθεί υπόψη ο αριθμός ωρών λειτουργίας της σχολικής μονάδας, απαιτείται η πρόσθεση ενός ακόμη όρου στη Δομική Βαθμολογία. Ο όρος αυτός ονομάζεται τροποποιητικός συντελεστής δείκτη λειτουργίας.

Ανάλογα με το είδος της σχολικής μονάδας και τις ετήσιες ώρες λειτουργίας, μπορεί να καταρτιστεί ο παρακάτω πίνακας.

Τύπος σχολικής μονάδας	Ώρες λειτουργίας ημερησίως	Ώρες λειτουργίας εβδομαδιαία	Εβδομάδες λειτουργίας κατ' έτος	Ώρες λειτουργίας κατ' έτος(T)	$\Delta.\Lambda.= T/(24*365)$	$-\log(\Delta.\Lambda)$
Νηπιαγωγείο	4	20	34	680	0,078	1,1
Νηπιαγωγείο ολοήμερο	8	40	34	1360	0,155	0,8
Δημοτικό	5	25	35	875	0,100	1,0
Δημοτικό ολοήμερο	8	40	35	1400	0,160	0,8
Γυμνάσιο-Λύκειο μονής βάρδιας	6	30	36	1080	0,123	0,9
Γυμνάσιο-Λύκειο διπλής βάρδιας	11	55	36	1980	0,226	0,7

Πίνακας 5.1: Υπολογισμός δείκτη λειτουργίας για διάφορους τύπους σχολικής μονάδας, Διαρκής Επιστημονική Επιτροπή Σχεδιασμού και Παρακολούθησης Προσεισμικού Ελέγχου Σχολικών Κτηρίων Επικρατείας,2006

Στον παραπάνω πίνακα οι τιμές της τελευταίας στήλης έχουν στρογγυλευθεί στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο.

Σημειώνεται ότι ο ανωτέρω πίνακας αφορά αποκλειστικά στους μαθητές (δεδομένου ότι το διδακτικό προσωπικό βρίσκεται περισσότερες ώρες εντός της μονάδας). [31]

## 2) Δείκτης αριθμού προσώπων

Εάν επιπλέον ενδιαφέρει η αποφυγή μαζικών απωλειών (σε σχολεία με μεγάλο αριθμό μαθητών κλπ), μπορεί να ληφθεί υπόψη ο συνολικός αριθμός των μαθητών κάθε στατικά ανεξάρτητου τμήματος της σχολικής μονάδας (N). Πολλαπλασιάζοντας το Pθ με το N υπολογίζεται ένας δείκτης του συνολικού αριθμού θανάτων που θα συμβούν στο κτήριο. Προτείνεται ο παρακάτω δείκτης που θα λαμβάνει υπόψη τον συνολικό αριθμό των μαθητών:

$$I = P\theta * (N)^{(1/\beta)} = P_k * \Delta.\Lambda. * (N)^{(1/\beta)}$$

Ο συντελεστής β μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να μειώνει ή να αυξάνει την βαρύτητα του κριτηρίου που αφορά τον συνολικό αριθμό των μαθητών N.

Κατά τη διάρκεια των απογραφών δεν προσδιορίστηκε επακριβώς το πλήθος των μαθητών της σχολικής μονάδας αλλά κλιμακωτά ως εξής:

0-10 μαθητές

10-100 μαθητές

≥100 μαθητές

Έτσι, κατά την εφαρμογή της παραπάνω σχέσης, προτείνεται οι συντελεστές να υπολογιστούν με βάση τις παρακάτω αντικαταστάσεις:

για αριθμό μαθητών 1-10 τίθεται N=6.5

για αριθμό μαθητών 11-100 τίθεται N=25

για αριθμό μαθητών ≥100 τίθεται N=250

Ο συντελεστής β τίθεται ίσος με 4. Παίρνοντας τον αρνητικό λογάριθμο του  $(N)^{(1/\beta)}$

προκύπτει ο «τροποποιητικός συντελεστής αριθμού μαθητών» σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός μαθητών	N	$-\log(N)^{(1/\beta)}$
1-10	6,5	-0,2
11-100	25	-0,35
$\geq 100$	250	-0,6

Πίνακας 5.2: Τροποποιητικοί συντελεστές για τον αριθμό μαθητών, Διαρκής Επιστημονική Επιτροπή Σχεδιασμού και Παρακολούθησης Προσεισμικού Ελέγχου Σχολικών Κτηρίων Επικρατείας,2006

Με ανάλογο τρόπο υπολογίζεται ο δείκτης αριθμού προσώπων για κάθε κτήριο με την ίδια ακριβώς ομαδοποίηση όπως κάναμε εδώ.[31]

### 5.3 Εξέλιξη του συστήματος βαθμονόμησης του ΟΑΣΠ

Παραθέτουμε σύντομα την εξέλιξη του συστήματος βαθμονόμησης μέχρι η μέθοδος του ΤΟΕ του ΟΑΣΠ να πάρει τη σημερινή της βαθμολογική μορφή.

Αρχικά, οι βασικοί δομικοί τύποι που προτάθηκε να χρησιμοποιηθούν, όπως προκύπτει από την τελική έκθεση της ομάδας ΟΕ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ,2000) φαίνονται στον Πίνακα 1.1 παρακάτω. Η βαθμολογία έγινε με βάση κυρίως την πρόταση της αντίστοιχης ΟΕ του ΟΑΣΠ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ,2000) και καταρχήν βασίστηκε στις αντίστοιχες βαθμολογίες που δίνονται στο FEMA 154(1988) με αντιστοίχιση στα ελληνικά δεδομένα. Ακολουθεί πίνακας με τις αντίστοιχες βαθμολογίες.[32]

Πίνακας 5.3: Δομικοί τύποι κτηρίων, ΟΕ ΟΑΣΠ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, 2000)

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΟΣ1	Κτίριο με πλαστικό φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (ΟΣ)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ2	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ3	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα επαρκή ώστε να απαλλάσσεται του Α/Σ υπολογισμού)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ4	Κτίριο με πλαστικό φέροντα οργανισμό από ΟΣ	Α/Σ '59 με πρόσθετα άρθρα 1985 Κ/Σ '54
	ΟΣ5	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Α/Σ '59 με πρόσθετα άρθρα 1985 Κ/Σ '54
	ΟΣ6	Κτίριο με πλαστικό φέροντα οργανισμό από ΟΣ	Α/Σ : ΝΕΑΚ Κ/Σ : ΝΕΚΟΣ
	ΟΣ7	Κτίριο με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Α/Σ : ΝΕΑΚ Κ/Σ : ΝΕΚΟΣ
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΠΟΣ1	Κτίρια με προκατασκευασμένο πλαστικό φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	ΠΟΣ2	Κτίρια με προκατασκευασμένα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος	
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	ΑΤ1	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα, με ξύλινη στέγη	
	ΑΤ2	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, με διαφράγματα (πατάματα) από ΟΣ	
	ΔΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), με διαζώματα και διαφράγματα από ΟΣ	
	ΟΤ	Κτίρια με φέρουσα οπλισμένη τοιχοποιία, κυρίως από σύγχρονου τύπου τοιχοσώματα, με διάσπαρτο οπλισμό (οριζόντιος και κατακόρυφος), με διαφράγματα και ίσως και πρόσθετα διαζώματα από ΟΣ	
	ΕΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, επισκευασμένα και ενισχυμένα με διαζώματα, διαφράγματα και κατάλληλα συνδεδεμένους και θεμελιωμένους ελαφρούς μανδύες από ΟΣ, μονόπλευρους και αμφίπλευρους	
	Σημ. 1. Σημ. 2.	<p>Ως διαζώματα νοούνται οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με ισχυρούς κόμβους στις συναντήσεις τους, σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις και κανονιστικές απαιτήσεις/διατάξεις για διαζωματικά/περισφιγμένη τοιχοποιία.</p> <p>Ως διαφράγματα νοούνται ελαφρές συνεχείς πλάκες από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με το πλέγμα των οριζοντίων και κατακόρυφων διαζωμάτων, χωρίς μεγάλες τρύπες.</p>	
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	Μονώροφα βιομηχανικά κτίρια	Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός)
	ΧΛ1β		ΝΕΑΚ Ευρωπαϊκός 3
	ΧΛ2α	Πολυώροφα μεταλλικά κτίρια ως χωρικά πλαίσια ή και με κατακ. μεταλλικούς συνδέσμους	Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός)
	ΧΛ2β		ΝΕΑΚ Ευρωπαϊκός 3
Παρατήρηση:	Για μεταλλικά κτίρια με τοιχώματα ή και πυρήνες από σκυρόδεμα ισχύουν τα αντίστοιχα των τοιχοματικών κτηρίων από σκυρόδεμα.		

Πίνακας 5.4: Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων  
(Σημειώνεται ότι οι ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας αναφέρονται στον ΕΑΚ 2000, πριν την τροποποίηση του 2003),  
ΟΕ ΟΑΣΠ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, 2000)

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΑΡΧΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΑΒΣΚ)	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ			ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΒΒΣΚ)
			I	II	III	ΡΙΛΟΤΙΣ Ή/ΚΑΙ ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗΣ	
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΟΣ1	3	0	-0,5	-1,5	-1,5	0,5	
	ΟΣ2	3,5	0	-1	-1,5	-1,5	0,5	
	ΟΣ3	4	0	-1	-1,5	-1	0	
	ΟΣ4	4	0	-1	-1,5	-1,5	0,5	
	ΟΣ5	4	0	-1	-1,5	-0,5	0,5	
	ΟΣ6	5	0	-0,5	-1	-0,5	0	
	ΟΣ7	5	0	-0,5	-1	-0,5	0	
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΟΣ1	2	0	-0,5	-1	-0,5	0	
	ΠΟΣ2	3,5	0	-1	-1,5	0	0	
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	ΑΤ1	2,5	0	-0,5	-1,5	0	0	
	ΑΤ2	3	0	-0,5	-1	0	0	
	ΔΤ	3,5	0	-0,5	-1	0	0	
	ΟΤ	4	0	-0,5	-1	0	0	
	ΕΤ	3,5	0	-0,5	-1	0	0	
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	7	0	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ1β	7	0	0	0	0	0	
	ΧΛ2α	4	0	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ2β	6	0	-0,5	-1	0	0	



Πίνακας 5.5: Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές, ΟΕ ΟΑΣΠ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, 2000)

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΛΕΜΑ							ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ				ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ				
	ΟΣ1	ΟΣ2	ΟΣ3	ΟΣ4	ΟΣ5	ΟΣ6	ΟΣ7	ΠΟΣ1	ΠΟΣ2	ΑΤ1/2	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΧΛ1α	ΧΛ1β	ΧΛ2α	ΧΛ2β	
<b>ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΒΒΣΚ)</b>																		
<b>ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ</b>	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	
<b>ΚΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</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	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	0	-1	0	-1	
<b>ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΘ'ΥΨΟΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>ΣΤΡΕΨΗ</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
<b>ΚΡΟΥΣΗ ΜΕ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>ΒΑΡΙΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-0,5	-0,5	
<b>ΕΛΑΦΟΣ ΕΔ 2</b>	-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	
<b>ΕΛΑΦΟΣ ΕΔ 3</b>	-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	
<b>ΕΛΑΦΟΣ ΕΔ 3 ΚΑΙ ΑΝΩ 5 ΟΡΟΦΩΝ</b>	-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	
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>																		

Εν τούτοις, υιοθετήθηκαν τελικά 2 σενάρια βαθμολογίας από τον ΟΑΣΠ που χρησιμοποιήθηκαν στα Ερευνητικά Προγράμματα Προσεισμικού Ελέγχου του Εργαστηρίου Σκυροδέματος του ΑΠΘ (ΑΠΘ,2003-2004) [32]

Πρώτο σενάριο «Σενάριο ΟΑΣΠ»

Το σενάριο αυτό βασίστηκε στην προαναφερθείσα μεθοδολογία που πρότεινε η ομάδα ΟΕ (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ,2000) ,η οποία με τη σειρά της βασίστηκε στην πρόταση του Εγχειριδίου FEMA 154(1988).Οι μόνες προσαρμογές που χρειάστηκε να γίνουν ως προς τη βαθμολογία επιβάλλονται από την ανάγκη σύμπτυξης των 7 δομικών τύπων οπλισμένου σκυροδέματος (ΟΣ1 έως ΟΣ7) της Ομάδας Εργασίας του ΟΑΣΠ ΣΕ 3 (ΟΣα, ΟΣβ, ΟΣγ) και η επαναφορά του ενός και μοναδικού τύπου άοπλης τοιχοποιίας της Ομάδας Εργασίας του ΟΑΣΠ έναντι των δύο (ΑΤ1, ΑΤ2) που προτάθηκαν αρχικά. Η προσαρμογή αυτή έγινε για τα κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα με την απαλοιφή των δομικών τύπων ΟΣ2, ΟΣ3,ΟΣ5, ΟΣ7 και την αντιστοίχιση του ΟΣ1 με τον ΟΣα, του ΟΣ4 με τον ΟΣβ και του ΟΣ6 με τον ΟΣγ και για τα κτήρια από άοπλη τοιχοποιία με την απαλοιφή του δομικού τύπου ΑΤ2 και την αντιστοίχιση του ΑΤ1 με τον ΑΤ. Για την αντιστοίχιση επελέγη ο δομικός τύπος με τη χαμηλότερη βαθμολογία.

Δεύτερο σενάριο «Σενάριο FEMA»

Το σενάριο αυτό βασίστηκε στην πρόταση του Εγχειριδίου FEMA 154 (FEMA G) (2001), που έχει ήδη αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3/Παράγραφος 3.2. Το δεύτερο αυτό σενάριο χρησιμοποιείται και για σύγκριση του αποτελέσματος που προκύπτει με το πρώτο. Αν δηλαδή το ελεγχόμενο κτήριο κατατάσσεται στην ίδια κατηγορία προτεραιότητας για περαιτέρω έλεγχο και με τις δύο μεθόδους.

Δομική βαθμολογία κάτω από 2 σήμαινε ανάγκη για Δευτεροβάθμιο έλεγχο του κτηρίου.[32]  
Παραθέτονται οι αντίστοιχοι πίνακες.

Πίνακας 5.6 : Δομικοί τύποι κτηρίων κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΟΣα	Κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣβ	Κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	Α/Σ '59 με πρόσθετα άρθρα 1985 Κ/Σ '54
	ΟΣγ	Κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	Α/Σ : ΝΕΑΚ Κ/Σ : ΝΕΚΟΣ
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΟΣ1	Κτίρια με προκατασκευασμένο πλαίσιακό φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	ΠΟΣ2	Κτίρια με προκατασκευασμένα τοιχώματα οπλισμένου 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 ΟΣ καθώς και κτίρια με μικτό φέροντα οργανισμό (φέρουσα τοιχοποιία και ΟΣ)	
	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 ΟΣ	
	ΕΤ	Κτίρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, επισκευασμένα και ενισχυμένα με διαζώματα, διαφράγματα και κατάλληλα συνδεδεμένους και θεμελιωμένους ελαφρούς μανδύες από ΟΣ, μονόπλευρους και αμφίπλευρους.	
	<p>Σημείωση:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ως διαζώματα νοούνται οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία από ΟΣ, 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.</li> <li>2. Ως διαφράγματα νοούνται ελαφρές συνεχείς πλάκες από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με το πλέγμα των οριζοντίων και κατακόρυφων διαζωμάτων, χωρίς μεγάλες τρύπες.</li> </ol>		
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	Μονώροφα βιομηχανικά κτίρια	Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός)
	ΧΛ1β		ΝΕΑΚ Ευρωκώδικας 3
	ΧΛ2α	Πολυώροφα μεταλλικά κτίρια ως χωρικά πλαίσια ή/και με κατακόρυφους μεταλλικούς συνδέσμους	Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός)
	ΧΛ2β		ΝΕΑΚ Ευρωκώδικας 3
	<p><u>Παρατήρηση:</u> Για μεταλλικά κτίρια με τοιχώματα ή/και πυρήνες από σκυρόδεμα ισχύουν τα αντίστοιχα των τοιχωματικών κτηρίων από σκυρόδεμα.</p>		

Πίνακας 5.7 : Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΑΡΧΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΑΒΣΚ)	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ		ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΒΒΣΚ)
			I	II/III	ΠΙΛΟΤΙΣ Ή/ΚΑΙ ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗΣ	
<b>ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>	ΟΣα	3	-0,5	-1,5	-1,5	-0,5	
	ΟΣβ	4	-1	-1,5	-1,5	-0,5	
	ΟΣγ	5	-0,5	-1	-0,5	0	
<b>ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ</b>	ΠΟΣ1	2	-0,5	-1	-0,5	0	
	ΠΟΣ2	3,5	-1	-1,5	0	0	
<b>ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ</b>	ΑΤ	2,5	-0,5	-1,5	0	0	
	ΔΤ	3,5	-0,5	-1	0	0	
	ΟΤ	4	-0,5	-1	0	0	
	ΕΤ	3,5	-0,5	-1	0	0	
<b>ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ</b>	ΧΛ1α	7	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ1β	7	0	0	0	0	
	ΧΛ2α	4	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ2β	6	-0,5	-1	0	0	

Πίνακας 5.8 : Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2006

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ							ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ				ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ			
	ΟΣ1	ΟΣ2	ΟΣ3	ΟΣ4	ΟΣ5	ΟΣ6	ΟΣ7	ΠΟΣ1	ΠΟΣ2	ΑΤ1/2	ΔΤ	ΟΤ	ΕΤ	ΧΛ1α	ΧΛ1β	ΧΛ2α	ΧΛ2β
<b>ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΒΒΣΚ)</b>																	
<b>ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ</b>	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	0
<b>ΚΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</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	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	0	-1	0	-1
<b>ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΘ'ΥΨΟΣ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ</b>	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΣΤΡΕΨΗ</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΚΡΟΥΣΗ ΜΕ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ΒΑΡΙΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-0,5	-0,5
<b>ΕΛΔΦΟΣ ΕΔ 2</b>	-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
<b>ΕΛΔΦΟΣ ΕΔ 3</b>	-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
<b>ΕΛΔΦΟΣ ΕΔ 3 ΚΑΙ ΑΝΩ 5 ΟΡΟΦΩΝ</b>	-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
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>																	

Στη σημερινή ισχύουσα έκδοση βαθμολογίας από τον ΟΑΣΠ που άρχισε να χρησιμοποιείται από τον Απρίλιο του 2011 έως και την περίοδο συγγραφής της παρούσας διπλωματικής-Μάρτιος 2013-έχουν γίνει κάποιες αλλαγές κυρίως ως προς τις Αρχικές Βαθμολογίες ανάλογα με το δομικό τύπο. Αλλαγές οι οποίες έγιναν για να μην προκύπτουν αρνητικές βαθμολογίες. Διότι όπως είναι γνωστό η φυσική σημασία της τελικής βαθμολογίας  $x$  σημαίνει πιθανότητα  $10^{-x}$  βαριάς βλάβης ή κατάρρευσης κατά το σεισμό σχεδιασμού άρα οι βαθμολογίες θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες του μηδενός. Με τους πολλαπλούς μειωτικούς συντελεστές που υπάρχουν κάποιες φορές προέκυπτε αρνητική βαθμολογία. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε με την αναθεώρηση της αρχικής βαθμολογίας, φυσικά προς τα πάνω.

Οι δομικοί τύποι παραμένουν ακριβώς ίδιοι. Έχουμε κάποιες μικρές αλλαγές της βαθμολογίας ως προς την κατηγορία εδάφους και δε χρησιμοποιείται πλέον ο παράγοντας τρωτότητας ως προς τις βαριές επικαλύψεις. Προστίθενται δύο νέοι παράγοντες δομικής τρωτότητας ο δείκτης λειτουργίας που μεταβάλλεται ανάλογα με τις ώρες που υπάρχει κόσμος στο εκάστοτε κτήριο και ο δείκτης αριθμού προσώπων. Οι δύο αυτοί δείκτες αναλύεται πως προκύπτουν στο κεφάλαιο 5/Παράγραφος 5.2.

Είχαμε ανάλογη μεταβολή των κατηγοριών προτεραιότητας για επιπλέον έλεγχο και συγκεκριμένα:

Κατηγορία προτεραιότητας	Αντίστοιχη βαθμολογία
Γ	$\geq 5,45$
B	4,05-5,40
A	$\leq 4,00$

Οι αντίστοιχοι πίνακες.

Πίνακας 5.9 : Αρχική και Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου δομικών τύπων κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2012

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΑΡΧΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΑΒΣΚ)	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ		ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (ΒΒΣΚ)
			I	II/III	ΠΙΛΟΤΙΣ Ή/ΚΑΙ ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗΣ	
<b>ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>	ΟΣα	6	-0,5	-1,5	-1,5	0,5 (ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗ 0)	
	ΟΣβ	7	-1	-1,5	-1,5	0,5 (ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗ 0)	
	ΟΣγ	8	-0,5	-1	-0,5	0	
<b>ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ</b>	ΠΟΣ1	5	-0,5	-1	-0,5	0	
	ΠΟΣ2	6,5	-1	-1,5	0	0	
<b>ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ</b>	ΑΤ	5,5	-0,5	-1,5	0	0	
	ΔΤ	6,5	-0,5	-1	0	0	
	ΟΤ	7	-0,5	-1	0	0	
	ΕΤ	6,5	-0,5	-1	0	0	
<b>ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ</b>	ΧΛ1α	10	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ1β	10	0	0	0	0	
	ΧΛ2α	7	-0,5	-1	0	0	
	ΧΛ2β	9	-0,5	-1	0	0	

Πίνακας 5.10 : Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά τη «Μέθοδο ΟΑΣΠ», 2012

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ			ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ				ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ			
	ΟΣα	ΟΣβ	ΟΣγ	ΠΟΣ1	ΠΟΣ2	ΑΓ	ΔΓ	ΟΓ	ΕΓ	ΧΛ1α	ΧΛ1β	ΧΛ2α	ΧΛ2β
<b>ΒΑΣΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>													
<b>ΧΩΡΙΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ</b>	-0,5	0	0	0	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	0
<b>ΚΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</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	-0,5
<b>ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ</b>	-1	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ</b>	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	0	-1	0	-1
<b>ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΘ'ΥΨΟΣ</b>	-1	-0,5	-0,5	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ</b>	-1	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΣΤΡΕΨΗ</b>	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>ΚΡΟΥΣΗ ΜΕ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ</b>	-0,5	-0,5	0	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ΕΛΑΦΟΣ Α</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ΕΛΑΦΟΣ Β</b>	-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
<b>ΕΛΑΦΟΣ Γ/Δ</b>	-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
<b>ΕΛΑΦΟΣ ΑΓΝΩΣΤΟ</b>	-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
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ(ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΑ)</b>													
<b>ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΡΟΣΩΠΩΝ</b>													
0-10	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
10-100	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35
>100	-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
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>													



Πίνακας 5.11: Δείκτης λειτουργίας για κάθε χρήση, 2012

<b>ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ</b>	<b>ΕΙΔΙΚΟΣ ΠΡΟΣΛΟΡΙΣΜΟΣ</b>	<b>Δ.Δ.</b>	
<b>ΝΟΣΗΛΕΥΤΗΡΙΟ</b>	ΑΓΡΟΤΙΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ	1	
	ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟ	0	
	ΚΕΝΤΡΟ ΥΓΕΙΑΣ	0,5	
	ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ	1	
	ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ	0	
	ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ	0	
	ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ	0	
	ΆΛΛΟ ΝΟΣΗΛΕΥΤΗΡΙΟ	0	
<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ</b>	ΒΙΟΤΕΧΝΙΑ	0,7	
	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	0,7	
	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΥΨΗΛΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	0,7	
	ΆΛΛΟ	0,7	
<b>ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ</b>	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ	0,7	
	ΚΤΗΡΙΟ ΛΑΤΡΕΙΑΣ	1,2	
	ΜΟΝΑΣΤΗΡΙ	0	
	ΝΕΚΡΟΤΑΦΕΙΟ	1,2	
	ΞΕΝΩΝΑΣ	0	
	ΆΛΛΟ	0,7	
	<b>ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ</b>	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ	1,1
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		1	
ΝΗΠΙΑΓ/ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		0,8	
ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		0,9	
ΛΥΚΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		0,9	
ΓΥΜΝΑΣΙΟ/ΛΥΚΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		0,7	
ΤΕΕ		0,9	
ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ		0,9	
ΚΕΚ		1,1	
ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ		0,8	
ΙΕΚ		1,1	
ΤΕΙ		0,7	
ΑΕΙ		0,7	
ΩΔΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ		0,7	
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,9	
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		1	
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ/ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		1,1	
ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,9	
ΛΥΚΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,9	
ΓΥΜΝΑΣΙΟ/ΛΥΚΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,9	
ΙΕΚ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,8	
ΩΔΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ		0,7	
ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΘΗΤΕΙΑΣ		0,9	
ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΙΚΗ ΣΧΟΛΗ		1	
ΆΛΛΟ		0,9	
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ</b>		ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ	0
		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0
		ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ	0
		ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	0
		ΠΡΑΤΗΡΙΟ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	0,7
		ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0
	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	0,2	

<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ</b>	ΣΤΑΘΜΟΣ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	0,2	
	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ	0,2	
	ΕΛΤΑ	0,7	
	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	0	
	ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ	0	
	ΆΛΛΟ	0,2	
<b>ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΑ/ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΙ</b>	ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΟΣ	0,7	
	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	0,7	
	ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	0,7	
	ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ	0,7	
	ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ	0,7	
	ΆΛΛΟ	0,7	
<b>ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ</b>	ΑΓΡΟΝΟΜΙΟ	0,7	
	ΑΣΤΥΝΟΜΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0,3	
	ΔΑΣΟΝΟΜΙΟ	0,7	
	ΔΑΣΑΡΧΕΙΟ	0,7	
	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΜΠΟΡΙΟΥ/ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	0,7	
	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	0,7	
	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	0,7	
	ΔΗΜΟΤΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0,7	
	ΕΙΡΗΝΟΔΙΚΕΙΟ	0,7	
	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ	0,7	
	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ ΚΟΙΝΟΤΙΚΟ	0,7	
	ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	0,7	
	ΛΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0,7	
	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΡΟΦΥΛΑΚΗΣ	0,7	
	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0,7	
	ΤΕΛΩΝΕΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0,7	
	ΑΓΡΟΝΟΜΙΟ	0,7	
	ΆΛΛΟ	0,7	
	<b>ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ)</b>	ΑΣΤΥΝΟΜΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ	0
		ΔΥΟ	0,7
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ		0,7	
ΔΗΜΟΣΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ		0,7	
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ		0,7	
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΝΟΜΑΡΧΙΑΣ		0,7	
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ		0,7	
ΔΙΑΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ		0,7	
ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ		0,7	
ΚΤΕΟ		0,7	
ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ		0,7	
ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ		0,7	
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ		0,7	
ΣΔΟΕ		0,7	
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ		0,7	
ΤΑΜΕΙΟ ΠΑΡΑΚΑΤΑΘΗΚΩΝ ΚΑΙ ΔΑΝΕΙΩΝ		0,7	
ΤΕΛΩΝΕΙΟ		0,7	
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΥ/ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ		0,7	
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ		0,7	
ΤΜΗΜΑ ΤΡΟΧΑΙΑΣ		0	
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ		0,7	
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΝΟΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ		0,7	
ΥΠΟΘΗΚΟΦΥΛΑΚΕΙΟ		0,7	

<b>ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ)</b>	ΧΗΜΕΙΟ ΚΡΑΤΟΥΣ	0,7
	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0
	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	0,7
	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ	0,7
	ΣΩΦΡΟΝΙΣΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ	0
	ΆΛΛΟ	0,7
<b>ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (ΕΠΙΤΕΛΙΚΗ)</b>	ΑΣΤΥΝΟΜΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	0
	ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ	0,3
	ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ	0
	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΥΠΗΡΗΣΙΕΣ	0,3
	ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ	0
	ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	0,3
	ΝΟΜΑΡΧΙΑ	0,3
	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	0,3
	ΠΡΟΕΔΡΕΙΑ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ	0,2
	ΠΡΟΕΔΡΕΙΑ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ	0,2
	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	0
	ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ	0,2
	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ	0,2
	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ	0,3
	ΆΛΛΟ	0,3
<b>ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ (ΠΩΛΗΣΗ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ, ΤΡΑΠΕΖΑ)</b>	ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	0,7
	ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	0,7
	ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	0,7
	ΥΠΕΡΑΓΟΡΑ	0,7
	ΆΛΛΟ	0,7
<b>ΚΑΤΟΙΚΙΑ</b>	ΚΑΤΟΙΚΙΑ	0,7
	ΆΛΛΟ	0,7
<b>ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΠΡΟΝΟΙΑ</b>	ΒΡΕΦΟΝΗΠΙΑΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	1,1
	ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΟ	0
	ΓΗΡΟΚΟΜΕΙΟ ΙΔΙΩΤΙΚΟ	0
	ΘΕΡΑΠΕΥΤΗΡΙΟ	0
	ΚΑΠΗ	0,7
	ΚΕΝΤΡΟ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ	0,7
	ΚΕΝΤΡΟ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ	0,7
	ΚΕΝΤΡΟ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ Κ ΑΓΩΓΗΣ ΝΕΩΝ	0,7
	ΟΚΑΝΑ	0,7
	ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	1,1
	ΠΑΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΗΝΩΣΗ	0,7
	ΙΚΑ	0,7
ΆΛΛΟ	0,7	
<b>ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ</b>	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ	0
	ΞΕΝΩΝΑΣ	0
	ΠΑΡΑΘΕΡΙΣΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ	0,6
	ΚΑΜΠΙΝΓΚ	0,6
	ΆΛΛΟ	0,6
<b>ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΨΥΧΑΓΩΓΕΙΑ</b>	ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	0,5
	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	0,2
	ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	0,5
	ΕΚΘΕΣΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	0,5
	ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ	0,5
	ΘΕΑΤΡΟ	0,9
	ΚΑΦΕΝΕΙΟ	0,5

<b>ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ/ΨΥΧΑΓΩΓΕΙΑ</b>	ΑΝΑΨΥΚΤΗΡΙΟ	0,5
	ΣΚΟΠΕΥΤΗΡΙΟ	0,9
	ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗΣ	0,8
	ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ	0,9
	ΜΟΥΣΕΙΟ	0,5
	ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ	0,9
	ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗ	0,9
	ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ	0,9
	ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0,2
	ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	0,2
	ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΠΤΕΡΟ	0,5
	ΚΕΝΤΡΟ ΝΕΟΤΗΤΑΣ	0,5
	ΆΛΛΟ	0,5

## Κεφάλαιο 6

### Διαδικασία καταχώρησης δελτίων

#### 6.1 Σύντομη έκθεση-Παρατηρήσεις

Το χρονικό διάστημα από αρχές Απριλίου μέχρι τέλος Μαΐου 2011 ασχοληθήκαμε με την ηλεκτρονική καταχώρηση δελτίων πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου με σκοπό να εξοικειωθούμε με αυτό στα πλαίσια εκπόνησης της σχετικής διπλωματικής εργασίας. Καταχωρήσαμε 420 δελτία.

Παρακάτω παραθέτουμε κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την ανάγνωση των δελτίων:

1) Αριθμός ορόφων: παρατηρήθηκε, παρά τις σαφείς οδηγίες, ότι κάποιοι δεν προσθέτουν το ισόγειο και τον αριθμό υπογείων.

2) Επιφάνεια κάτοψης :παρά τις οδηγίες ότι είναι το εμβαδόν της πλέον αντιπροσωπευτικής κάτοψης του κτηρίου παρατηρήθηκαν κάποια λάθη. Υπενθυμίζουμε ότι εφόσον δε γίνεται χρήση σχεδίων, το εμβαδόν κάτοψης τίθεται κατ' εκτίμηση, και σημειώνεται με αστερίσκο.

3) Ολική δομημένη επιφάνεια: με ή χωρίς ημιυπαίθριους, αφήνεται στην επιλογή του απογραφέα μηχανικού. Προτείνουμε ότι εφόσον είναι κλειστοί χώροι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

4) Ολική δομημένη επιφάνεια: σε πολλές περιπτώσεις δεν είχε συνυπολογιστεί το εμβαδόν των υπογείων.

5) Έτος κατασκευής: πρέπει να δίνεται συγκεκριμένο έτος, όχι περίοδος .Να καταγράφεται το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας. Ειδικά στις περιπτώσεις αλλαγής κανονισμού ( 1960, 1985 και 1995) να επισημαίνεται με ποιους κανονισμούς μελετήθηκε η άδεια εξαιτίας των επικαλυπτόμενων περιόδων των μεταβατικών διαστημάτων. ). Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η εξεύρεση στοιχείων για τη μελέτη ή την κατασκευή του κτηρίου, αρκεί να προσδιοριστεί η περίοδος κατασκευής ( προ του 1959, μεταξύ 1960 και 1985, μεταξύ 1985 και 1995, μετά το 1995) με βάση πληροφορίες ή τα δομικά του χαρακτηριστικά.

6) Έτος κατασκευής: σε περίπτωση αλλαγής χρήσης προσοχή στη συμπλήρωση του. Να προσδιορίζεται το έτος της αρχικής χρονιάς κατασκευής/μελέτης, όχι αυτό της ημερομηνίας της νέας άδειας λειτουργίας,

7) Σπουδαιότητα κτηρίου κατά ΕΑΚ 2000: παρατηρήθηκαν λάθη στο χειρόγραφο δελτίο. Διορθώνονται όμως αυτόματα στη νέα βελτιωμένη έκδοση Απριλίου 2011 ανάλογα με την επιλογή 5.χρήση κτηρίου του ηλεκτρονικού δελτίου.

8) Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας: στο νομό Αττικής παρατηρήθηκαν πολλά λάθη στην επιλογή της και συγκεκριμένα σε πολλές περιοχές που ανήκουν στη ζώνη II είχε επιλεγεί η ζώνη I. Αυτά τα λάθη μπορούσαν εύκολα να διορθωθούν από αυτούς που περνούν τα δελτία σε ηλεκτρονική μορφή με βάση τον ΕΑΚ 2000/Αναθεώρηση 2003. Στη νέα βελτιωμένη έκδοση Απριλίου 2011 με την επιλογή του 2.Δήμου δηλώνεται αυτόματα η 25.Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας οπότε στην ουσία εκμηδενίστηκαν αυτά τα λάθη.

9) Με βάση τις παρεχόμενες πληροφορίες μπορούν να γίνουν κάποιες εύλογες διορθώσεις από τα άτομα που καταχωρούν τα δελτία. Πχ.: Αν δηλώνεται ότι υπάρχουν ρωγμές παράλληλες στον οπλισμό των πλακών τότε η κακή κατάσταση λόγω ελλιπούς συντήρησης/κακοτεχνιών πρέπει να έχει θετική απάντηση.

10) Όταν έχουν γίνει οι απαραίτητες επισκευές μετά από βλάβες από σεισμό να τονιστεί ότι οι προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις σημειώνονται με X στο αντίστοιχο κουτάκι μόνο αν αποκαταστάθηκαν πλημμελώς οι βλάβες που προκλήθηκαν.

## 6.2 Δυνατές καταχωρήσεις ανά ώρα

Από τη σχετική εμπειρία μας, πιστεύουμε ότι τα άτομα που ασχολούνται με την καταχώρηση δελτίων από τη χειρόγραφη μορφή στην ηλεκτρονική βάση του ΟΑΣΠ, αφού μελετήσουν τις Οδηγίες Συμπλήρωσης Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου και αποκτήσουν μια σχετική ευχέρεια μετά το πέρασμα των πρώτων δελτίων μπορούν να καταχωρούν 5 δελτία/ώρα. Αυτή την εκτίμηση τη δίνουμε για δυνατότητα υπολογισμού των απαιτούμενων ανθρωποωρών για τα υπόλοιπα δελτία που πρέπει να περαστούν στην ηλεκτρονική βάση.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να επισημάνουμε ότι αυτό το ιδιαίτερα χρήσιμο πρόγραμμα του ΟΑΣΠ που είναι σε εφαρμογή πλέον πάνω από 10 χρόνια προχωράει με αργούς ρυθμούς από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς. Κυρίως από την πλευρά των νομαρχιών όπως έχει ήδη αναφερθεί λόγω και του μη υποχρεωτικού χαρακτήρα του προγράμματος, Υπολογίζεται ότι αν είχε συσταθεί μια ομάδα 3 ατόμων να καταχωρούν δελτία στην ηλεκτρονική βάση και 1 άτομο υπεύθυνο να ελέγχει τα καταχωρημένα δελτία για λάθη, με κάποιες εύλογες παραδοχές:

- 6 ώρες εργασία ανά ημέρα
- 21 ημέρες εργασία το μήνα
- 5 δελτία να καταχωρούνται ανά ώρα ανά εργαζόμενο

Τότε σε ένα μήνα θα είχαν καταχωρηθεί:

$$6(\text{ώρες}) * 21(\text{ημέρες}) * 3(\text{εργαζόμενοι}) * 5(\text{δελτία/ώρα}) = 1890 \text{δελτία}$$

Μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου τους είχαν αποσταλεί 11804 άρα σε λιγότερο από 7 μήνες θα μπορούσε το σύνολό τους να έχει καταχωρηθεί. Το σύνολο των 80000 κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσεως της χώρας θα μπορούσε να καταχωρηθεί σε περίπου 3,5 χρόνια. Προφανώς με αύξηση του αριθμού των εργαζομένων έχουμε αντίστοιχη μείωση του χρόνου καταχώρησης.

Τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης των δελτίων, που καθορίζει την προτεραιότητα για τον δευτεροβάθμιο έλεγχο, στέλνονται από τον Ο.Α.Σ.Π. στις αντίστοιχες Περιφερειακές Ενότητες, προκειμένου να προχωρήσει ο δευτεροβάθμιος έλεγχος. Παράλληλα η Επιτροπή Προσεισμικού Ελέγχου Κτηρίων του Ο.Α.Σ.Π. έχει καθορίσει τη διαδικασία και τις προδιαγραφές του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου Κτηρίων, προκειμένου να ξεκινήσουν οι σχετικές διαδικασίες, σε συνδυασμό με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.. Χρήσιμο είναι τα αποτελέσματα να αποστέλλονται στον αρμόδιο φορέα το συντομότερο δυνατό.

## 6.3 Σύγκριση Δελτίου ΕΣΥ με Δελτίο ΟΑΣΠ

Κάναμε μια σύγκριση με το δελτίο απογραφής κτηρίων που χρησιμοποιήθηκε τον Ιανουάριο του 2011 από την ΕΣΥ για να διαπιστώσουμε αν για λόγους οικονομίας θα μπορούσε ο ΟΑΣΠ να χρησιμοποιήσει στοιχεία από την ΕΣΥ, όπως άλλωστε είχε κάνει και το πρόγραμμα ΕΠΑΝΤΥΚ.

Τα στοιχεία για το μέρος Α) Ταυτότητα κτηρίου του δελτίου του ΟΑΣΠ θα μπορούσαν να ληφθούν από το δελτίο απογραφής της ΕΣΥ αφού είτε περιέχει αυτούσιες όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες, είτε μπορούν εύκολα να βρεθούν. Αναλυτικά, γι αυτά που δε δίνονται αυτούσια;

4. Όνομα κτηρίου: δεν υπάρχει στο δελτίο της ΕΣΥ όμως δεδομένου ότι δίνεται ο αριθμός οικοδομικού τετραγώνου, ο αύξων αριθμός του κτηρίου στο οικοδομικό τετράγωνο και η ακριβής διεύθυνση θεωρούμε ότι εύκολα αυτό μπορεί να βρεθεί.

7. Στοιχεία ιδιοκτήτη: χρήσιμο θα ήταν να είναι υποχρεωτική η αναγραφή τους και στο δελτίο της ΕΣΥ στο 3. Διεύθυνση (ή τοποθεσία ή ιδιοκτήτης) η οποία τώρα φαίνεται να μην είναι.

10. Μέγιστος αριθμός προσώπων που συναθροίζονται στο κτήριο: δε δίνεται από το δελτίο της ΕΣΥ αλλά θα μπορούσε να γίνει χονδροειδής υπολογισμός με βάση τις επιλεγόμενες χρήσεις/προορισμός χρήσεων και τον αριθμό των ορόφων του κτηρίου που δίνονται

Τα στοιχεία για το μέρος Β)Τεχνικά στοιχεία κτηρίου που δίνονται αυτούσια είναι:

11. Αριθμός ορόφων και υπογείων

14. Έτος κατασκευής

21. Σπουδαιότητα κτηρίου κατά ΕΑΚ 2000

Εύκολα βρίσκονται τα:

12. Επιφάνεια κάτοψης: από εμβαδόν ισογείου ή πρώτου ορόφου που λογικά είναι το ζητούμενο αντιπροσωπευτικό εμβαδόν κάτοψης.

13. Ολική δομημένη επιφάνεια: υπολογίζεται προσεγγιστικά τουλάχιστον με βάση τον αριθμό ορόφων, υπογείων και επιφάνεια κάτοψης.

Δε δίνονται καθόλου τα υπόλοιπα:

15. Έτος τελευταίας προσθήκης

16. Είναι διαθέσιμη η μελέτη

17. Χρησιμοποιήθηκε η μελέτη για τον έλεγχο

18. Έχει χαρακτηριστεί διατηρητέο

19. Έχει επισκευαστεί/ενισχυθεί το κτήριο

20. Αν ναι για ποια αίτια και πότε

22. Πρόσθετες πληροφορίες

Τα 7 αυτά στοιχεία που δε γίνεται να αντλήσουμε από το δελτίο της ΕΣΥ δεν είναι παράγοντες που επηρεάζουν τη βαθμολογία του ηλεκτρονικού συστήματος του ΟΑΣΠ, δίνουν όμως μια σαφώς καλύτερη εικόνα για το εξεταζόμενο κτήριο

Τα στοιχεία του Γ)Σεισμολογικά- Γεωτεχνικά στοιχεία δε δίνονται όμως μπορούν να βρεθούν:

25. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ 2000: βρίσκεται αυτόματα στην ηλεκτρονική έκδοση με βάση την επιλογή 2.Δήμος.

26. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά το χρόνο μελέτης του κτηρίου: μπορεί να βρεθεί βιβλιογραφικά με βάση την περιοχή και το έτος κατασκευής. (Δεν επηρεάζει στη τελική ΔΒ-Δομική Βαθμολογία)

27.Κατηγορία εδάφους κατά ΕΑΚ 2000: μπορεί να βρεθεί πλέον ανάλογα με την περιοχή από την Τράπεζα Εδαφοτεχνικών Δεδομένων του ΤΕΕ, η οποία θα αναρτηθεί άμεσα ως πιλοτικό πρόγραμμα στην ηλεκτρονική σελίδα του ΤΕΕ (προς το παρόν περιέχει στοιχεία για συγκεκριμένα σημεία της Αττικής). Πάντως σε κάθε περίπτωση υπάρχει η δυνατότητα επιλογής Άγνωστου Εδάφους που δίνει και τη δυσμενέστερη βαθμολογία. Εκ των πραγμάτων αδύνατος ο ακριβής προσδιορισμός του τύπου εδάφους χωρίς εκπόνηση γεωτεχνικής έρευνας και μελέτης.

Το Δ)Δομικός τύπος κτηρίου δε δίνεται άμεσα από το δελτίο της ΕΣΥ, μπορεί όμως να βρεθεί από αυτό με βάση την απάντηση στο βασικό υλικό κατασκευής του σκελετού του κτηρίου και το έτος κατασκευής (υπάρχουν τα έτη σταθμοί 1959,1985,1995). Θεωρούμε ότι με βάση αυτά τα στοιχεία μπορεί να βρεθεί ο σωστός δομικός τύπος τουλάχιστον για τα κτήρια από σκυρόδεμα που είναι και τα περισσότερα κτίσματα στην Ελλάδα, δύσκολος όμως ο προσδιορισμός του τύπου τοιχοποιίας με τις παρεχόμενες πληροφορίες. Πάντως αν και στο σύνολο των κτηρίων της χώρας, αυτά από τοιχοποιία είναι 48% και αυτά από σκυρόδεμα 47% (στοιχεία από απογραφή κτηρίων 2001,ΕΣΥ) με δεδομένο ότι αυτά από τοιχοποιία είναι κατά πλειοψηφία χαμηλά και μικρά με: 2 ορόφους,80 τ.μ. εμβαδόν κάτοψης ενώ αυτά από σκυρόδεμα ψηλότερα και μεγαλύτερα με: 5 ορόφους, 200 τ.μ. εμβαδόν κάτοψης (μέσοι όροι: χονδρική εκτίμηση) ο συνολικός όγκος των κτηρίων από σκυρόδεμα είναι αρκετά μεγαλύτερος από τον όγκο αυτών από τοιχοποιία.

Τέλος, για το Ε)Στοιχεία τρωτότητας το δελτίο της ΕΣΥ παρέχει πληροφορίες μόνο για 2 από τα 12 απαιτούμενα στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, δίνεται αν το κτήριο εφάπτεται με γειτονικά δηλαδή αν υπάρχει 33. κίνδυνος κρούσης με γειτονικά κτήρια και αν υπάρχει πυλωτή που όμως δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι συνεπάγεται ύπαρξη 34.μαλακού ορόφου, για το οποίο ο ΟΑΣΠ δίνει οδηγίες να εξαντλούμε τα περιθώρια διερεύνησης πριν απαντήσουμε. Για τα υπόλοιπα 10 στοιχεία τρωτότητας δε δίνεται καμία σχετική πληροφορία. Να σημειώσουμε όμως ότι το ενδεχόμενο κρούσης και η ύπαρξη μαλακού ορόφου είναι τα πιο συχνά εμφανιζόμενα στοιχεία τρωτότητας στις κατασκευές σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα.

Ως προς τη συμπλήρωση των δελτίων αυτό του ΟΑΣΠ απαιτείται να γίνεται από Μηχανικούς ενώ τα δελτία της ΕΣΥ γίνονται από άτομα χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις.

Με βάση όλα τα παραπάνω, και με επιπλέον δεδομένο ότι η επόμενη απογραφή κτηρίων θα γίνει το 2021, οπότε θα ήταν άστοχο να προτείνουμε τώρα μόνο κάποιες αλλαγές στο απογραφικό δελτίο της ΕΣΥ για να αντλεί από αυτή αξιόπιστα και πλήρη στοιχεία ο ΟΑΣΠ, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι θα μπορούσε να δημιουργηθεί μια ΟΕ (ομάδα εργασίας) για να αξιοποιήσει τα δελτία της ΕΣΥ για ένα μαζικό ΤΟΕ του κτηριακού αποθέματος της χώρας μας. Θα πρέπει να δοθούν σαφείς οδηγίες για κάποιες αντιστοιχίες ανάμεσα στα 2 δελτία από καταρτισμένους μηχανικούς. Πρόταση μας είναι να συνταχθεί ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα που θα δίνει μια ΔΒ (Δομική Βαθμολογία) με βάση τα εισηγμένα στοιχεία στο ηλεκτρονικό δελτίο της ΕΣΥ. Καλό θα ήταν να γίνει εξ' αρχής πρόβλεψη για ενδεχόμενη μετέπειτα προσθήκη στοιχείων και για τα υπόλοιπα 10 στοιχεία τρωτότητας για τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε, δεν υπάρχουν στο παρόν δελτίο πληροφορίες.

Με δεδομένο ότι τα δελτία της ΕΣΥ έχουν ήδη καταχωρηθεί ηλεκτρονικά, με τη σύνταξη του παραπάνω προγράμματος θα μπορέσουμε σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα να έχουμε τα ζητούμενα αποτελέσματα, δηλαδή μια πρώτη αποτίμηση για την τρωτότητα του συνόλου των κατασκευών της χώρας.

Σε κάθε περίπτωση, χρήσιμο θα ήταν κατά τη σύνταξη του επόμενου απογραφικού δελτίου κτηρίων της ΕΣΥ το 2021 να γίνει μια συνεργασία με τον ΟΑΣΠ για να συνταχθεί ένα δελτίο κατά το δυνατόν πιο χρήσιμο και με αξιοποιήσιμα στοιχεία και για τους δύο οργανισμούς.

Το δελτίο του ΟΑΣΠ υπάρχει ήδη στις σελίδες: 62 και 63  
Ακολουθεί το δελτίο της ΕΣΥ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ  
Τηλ: 213 1352171, 213 1352911

Περιφερειακή Ενότητα				
Δημοτική Ενότητα (πρώην Δήμος ή Κοινότητα)				
Δημοτική/Τοπική Κοινότητα				
Οικισμός				
Γεωγραφικός κωδικός *		Τομέας		Τμήμα
1. Αριθμός οικοδ. τετραγώνου (στήλη 1 του Ο-1)				
2. Α/Α κτηρίου στο οικοδ. τετράγωνο (στήλη 2 του Ο-1)				
3. Διεύθυνση (ή τοποθεσία ή ιδιοκτήτης) (στήλες 3α & 3β του Ο-1)	Οδός :  Αριθμός :	Οδός :  Αριθμός :	Οδός :  Αριθμός :	Οδός :  Αριθμός :
4. Θέση του κτηρίου σε σχέση με τον ακαζομό (στήλη 4 του Ο-1)	Μέσα στον ακαζομό <input type="checkbox"/> 1 Έξω από τον ακαζομό <input type="checkbox"/> 2	Μέσα στον ακαζομό <input type="checkbox"/> 1 Έξω από τον ακαζομό <input type="checkbox"/> 2	Μέσα στον ακαζομό <input type="checkbox"/> 1 Έξω από τον ακαζομό <input type="checkbox"/> 2	Μέσα στον ακαζομό <input type="checkbox"/> 1 Έξω από τον ακαζομό <input type="checkbox"/> 2
5. Όροφοι και λοιπά σχετικά στοιχεία του κτηρίου (Διατήρ. παλαιότητα στέγης) Αν δεν υπάρχουν όροφοι πλάσι από το ισόγειο, να σημειωθεί 00.	Υπόγειο <input type="checkbox"/> 1 Ισόγειο με ταίχους <input type="checkbox"/> 2 Πυλωτή <input type="checkbox"/> 3 Αριθμός ορόφων	Υπόγειο <input type="checkbox"/> 1 Ισόγειο με ταίχους <input type="checkbox"/> 2 Πυλωτή <input type="checkbox"/> 3 Αριθμός ορόφων	Υπόγειο <input type="checkbox"/> 1 Ισόγειο με ταίχους <input type="checkbox"/> 2 Πυλωτή <input type="checkbox"/> 3 Αριθμός ορόφων	Υπόγειο <input type="checkbox"/> 1 Ισόγειο με ταίχους <input type="checkbox"/> 2 Πυλωτή <input type="checkbox"/> 3 Αριθμός ορόφων
6. Περίοδος κατασκευής του κτηρίου  Να συμπληρωθεί η αντίστοιχη περίοδος αρχικής κατασκευής ή ριζικής ανακατασκευής του κτηρίου.  (Να δοθεί μόνο μία απάντηση)	Προ του 1919 <input type="checkbox"/> 1 1919 - 1945 <input type="checkbox"/> 2 1946 - 1960 <input type="checkbox"/> 3 1961 - 1970 <input type="checkbox"/> 4 1971 - 1980 <input type="checkbox"/> 5 1981 - 1985 <input type="checkbox"/> 6 1986 - 1990 <input type="checkbox"/> 7 1991 - 1995 <input type="checkbox"/> 8 1996 - 2000 <input type="checkbox"/> 9 2001 - 2005 <input type="checkbox"/> 10 2006 + <input type="checkbox"/> 11 Υπό κατασκευή <input type="checkbox"/> 12	Προ του 1919 <input type="checkbox"/> 1 1919 - 1945 <input type="checkbox"/> 2 1946 - 1960 <input type="checkbox"/> 3 1961 - 1970 <input type="checkbox"/> 4 1971 - 1980 <input type="checkbox"/> 5 1981 - 1985 <input type="checkbox"/> 6 1986 - 1990 <input type="checkbox"/> 7 1991 - 1995 <input type="checkbox"/> 8 1996 - 2000 <input type="checkbox"/> 9 2001 - 2005 <input type="checkbox"/> 10 2006 + <input type="checkbox"/> 11 Υπό κατασκευή <input type="checkbox"/> 12	Προ του 1919 <input type="checkbox"/> 1 1919 - 1945 <input type="checkbox"/> 2 1946 - 1960 <input type="checkbox"/> 3 1961 - 1970 <input type="checkbox"/> 4 1971 - 1980 <input type="checkbox"/> 5 1981 - 1985 <input type="checkbox"/> 6 1986 - 1990 <input type="checkbox"/> 7 1991 - 1995 <input type="checkbox"/> 8 1996 - 2000 <input type="checkbox"/> 9 2001 - 2005 <input type="checkbox"/> 10 2006 + <input type="checkbox"/> 11 Υπό κατασκευή <input type="checkbox"/> 12	Προ του 1919 <input type="checkbox"/> 1 1919 - 1945 <input type="checkbox"/> 2 1946 - 1960 <input type="checkbox"/> 3 1961 - 1970 <input type="checkbox"/> 4 1971 - 1980 <input type="checkbox"/> 5 1981 - 1985 <input type="checkbox"/> 6 1986 - 1990 <input type="checkbox"/> 7 1991 - 1995 <input type="checkbox"/> 8 1996 - 2000 <input type="checkbox"/> 9 2001 - 2005 <input type="checkbox"/> 10 2006 + <input type="checkbox"/> 11 Υπό κατασκευή <input type="checkbox"/> 12
7. Εμβαδόν ισόγειου (Εάν υπάρχει πυλωτή, εμβαδόν του ορόφου)				

ΕΜΠΛΕΥΣΤΗΣ - ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΟ Ν. 3822/09, άρθρο 2, 7 και 8. Τα πεδία με \* συμπληρώνονται από την ΕΛΣΤΑΤ.

8. Το κτίριο εφάπτεται με γειτονικό;	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2
9. Βασικό υλικό κατασκευής του σκελετού του κτηρίου (Να δοθεί μία απάντηση)  Εάν έχει στέλες ή δοκοί, περιπτώσεις 1 ή 2 ή 3. Εάν έχει μόνο τοιχοποιία, περιπτώσεις 4 ή 5 ή 6.	Μπετόν <input type="checkbox"/> 1 Μίταλλο <input type="checkbox"/> 2 Ξύλο <input type="checkbox"/> 3 Τούβλα - Τοιχοπλάκα <input type="checkbox"/> 4 Πέτρα <input type="checkbox"/> 5 Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 6	Μπετόν <input type="checkbox"/> 1 Μίταλλο <input type="checkbox"/> 2 Ξύλο <input type="checkbox"/> 3 Τούβλα - Τοιχοπλάκα <input type="checkbox"/> 4 Πέτρα <input type="checkbox"/> 5 Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 6	Μπετόν <input type="checkbox"/> 1 Μίταλλο <input type="checkbox"/> 2 Ξύλο <input type="checkbox"/> 3 Τούβλα - Τοιχοπλάκα <input type="checkbox"/> 4 Πέτρα <input type="checkbox"/> 5 Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 6	Μπετόν <input type="checkbox"/> 1 Μίταλλο <input type="checkbox"/> 2 Ξύλο <input type="checkbox"/> 3 Τούβλα - Τοιχοπλάκα <input type="checkbox"/> 4 Πέτρα <input type="checkbox"/> 5 Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 6
10. Είδος οροφής	1. Ταράτσα (δύμα) <input type="checkbox"/> 1  2. Καλυμμένη στέγη και κύριο υλικό επένδυσης της: - Κεραμίδα <input type="checkbox"/> 2 - Φύλλα επένδυσης <input type="checkbox"/> 3 - Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 4	1. Ταράτσα (δύμα) <input type="checkbox"/> 1  2. Καλυμμένη στέγη και κύριο υλικό επένδυσης της: - Κεραμίδα <input type="checkbox"/> 2 - Φύλλα επένδυσης <input type="checkbox"/> 3 - Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 4	1. Ταράτσα (δύμα) <input type="checkbox"/> 1  2. Καλυμμένη στέγη και κύριο υλικό επένδυσης της: - Κεραμίδα <input type="checkbox"/> 2 - Φύλλα επένδυσης <input type="checkbox"/> 3 - Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 4	1. Ταράτσα (δύμα) <input type="checkbox"/> 1  2. Καλυμμένη στέγη και κύριο υλικό επένδυσης της: - Κεραμίδα <input type="checkbox"/> 2 - Φύλλα επένδυσης <input type="checkbox"/> 3 - Άλλο υλικό <input type="checkbox"/> 4
11. Αποχετευτικό δίκτυο στο κτίριο	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2	Ναι <input type="checkbox"/> 1 Όχι <input type="checkbox"/> 2
12. Φορέας ιδιοκτησίας	Δημόσιο <input type="checkbox"/> 1 Ιδιώτης <input type="checkbox"/> 2 Και οι δύο <input type="checkbox"/> 3	Δημόσιο <input type="checkbox"/> 1 Ιδιώτης <input type="checkbox"/> 2 Και οι δύο <input type="checkbox"/> 3	Δημόσιο <input type="checkbox"/> 1 Ιδιώτης <input type="checkbox"/> 2 Και οι δύο <input type="checkbox"/> 3	Δημόσιο <input type="checkbox"/> 1 Ιδιώτης <input type="checkbox"/> 2 Και οι δύο <input type="checkbox"/> 3
13. Χρήσεις ή προορισμός χώρων του κτηρίου	α. Αποκλειστική χρήση <input type="checkbox"/> 1 β. Μικτή χρήση β1. β2. Δευτερεύουσα <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1	α. Αποκλειστική χρήση <input type="checkbox"/> 1 β. Μικτή χρήση β1. β2. Δευτερεύουσα <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1	α. Αποκλειστική χρήση <input type="checkbox"/> 1 β. Μικτή χρήση β1. β2. Δευτερεύουσα <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1	α. Αποκλειστική χρήση <input type="checkbox"/> 1 β. Μικτή χρήση β1. β2. Δευτερεύουσα <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 1
1. Κατοικία	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
2. Ευκλήρια-μικροεργαστάσιο	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
3. Ξενοδοχείο	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
4. Εργαστάσιο - εργαστήριο	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
5. Ξεχωριστό κτίριο	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
6. Κατάστημα-γραφείο	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
7. Σταθμός αυτοκινήτων (πάρκαρις)	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7
8. Νοσοκομείο-κλινική κλπ.	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8
9. Άλλη χρήση (Να φερθεί)	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9
14. Το κτίριο χρησιμοποιείται από:	Κεντρική/Αποκεντρωμ. Διοίκηση <input type="checkbox"/> 1 ΟΤΑ και φορείς τους <input type="checkbox"/> 2 Άλλα Ν.Π.Δ.Δ. <input type="checkbox"/> 3 Άλλα Ν.Π.Ι.Δ. <input type="checkbox"/> 4 Άλλη περίπτωση <input type="checkbox"/> 5	Κεντρική/Αποκεντρωμ. Διοίκηση <input type="checkbox"/> 1 ΟΤΑ και φορείς τους <input type="checkbox"/> 2 Άλλα Ν.Π.Δ.Δ. <input type="checkbox"/> 3 Άλλα Ν.Π.Ι.Δ. <input type="checkbox"/> 4 Άλλη περίπτωση <input type="checkbox"/> 5	Κεντρική/Αποκεντρωμ. Διοίκηση <input type="checkbox"/> 1 ΟΤΑ και φορείς τους <input type="checkbox"/> 2 Άλλα Ν.Π.Δ.Δ. <input type="checkbox"/> 3 Άλλα Ν.Π.Ι.Δ. <input type="checkbox"/> 4 Άλλη περίπτωση <input type="checkbox"/> 5	Κεντρική/Αποκεντρωμ. Διοίκηση <input type="checkbox"/> 1 ΟΤΑ και φορείς τους <input type="checkbox"/> 2 Άλλα Ν.Π.Δ.Δ. <input type="checkbox"/> 3 Άλλα Ν.Π.Ι.Δ. <input type="checkbox"/> 4 Άλλη περίπτωση <input type="checkbox"/> 5
15. Αριθμός κατοικιών (στήλις 7 συν 8 του Ο-1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ο Τομέαρχης

Ο Επόπτης ή ο Βαθμός Επόπτης

(Επώνυμο) (Όνομα) (Τηλέφωνο) (Υπογραφή) (Κωδικός Τομέαρχη)

(Επώνυμο) (Όνομα) (Τηλέφωνο) (Ημερομηνία) (Υπογραφή)

## Κεφάλαιο 7

### Σύγκριση αποτελεσμάτων ΟΑΣΠ με διεθνείς μεθόδους σε 3 υφιστάμενες κατασκευές

#### 7.1 Εξοχική κατοικία στην Κεφαλονιά

Όνομα Κτηρίου: Εξοχική κατοικία οικισμός ΔιλινάτωνΚεφαλλονιάς, Δήμος Αργοστολίου

##### 7.1.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο

Για αρχή βρίσκουμε το δείκτη σεισμικής αξιολόγησης Iso (seismic judgment index of structure), ο οποίος εκφράζει την απαιτούμενη σεισμική ικανότητα του κτηρίου.

$$Iso = E_s \times Z \times G \times U \quad [2]$$

όπου,  $E_s$  : βασικός δείκτης αξιολόγησης της σεισμικής συμπεριφοράς ( $E_s = 0,8$  για το πρώτο επίπεδο διαδικασίας του ελέγχου και  $E_s = 0,6$  για το δεύτερο και τρίτο επίπεδο [1])

$Z$  : δείκτης ζώνης που λαμβάνει υπόψη τις μικροζωνικές συνθήκες ( $0.7 < Z \leq 1.0$ ) εδώ θα το λάβουμε  $Z = 0.85$  [1]

$G$  : δείκτης εδάφους που λαμβάνει υπόψη την επίδραση των εδαφικών συνθηκών ( $G = 1.0$  για κανονικό έδαφος,  $G = 1.1$  για γκρεμό, λόφο, κλπ) εδώ θα το λάβουμε  $G = 1.0$  [1]

$U$  : δείκτης για τη σπουδαιότητα του κτηρίου, για κατοικίες στην Ελλάδα είναι  $U = 0.7$

Επομένως  $Iso = 0.8 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.7 = 0.3808$

Στη συνέχεια θα βρούμε το σεισμικό δείκτη  $I_s$  από τη σχέση

$$I_s = E_o \times S_D \times T$$

όπου,  $E_o$  : βασικός δομικός δείκτης σεισμικής ικανότητας ο οποίος προκύπτει από το γινόμενο του δείκτη αντοχής  $C$ , του δείκτη πλαστιμότητας  $F$  και του συντελεστή ορόφου  $\varphi$  ( $E_o = \varphi \times C \times F$ )

$S_D$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τη δομική μορφολογία του κτηρίου (κανονικότητα σχήματος, κατανομή ακαμψίας και μάζας) και παίρνει

τιμές από 1.2 έως 0.4, λόγω κανονικότητας εδώ θα δώσουμε τη τιμή 1.0

$T$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τις φθορές και τη Γενικότερη κατάσταση του κτηρίου (υπολογίζεται με επί τόπου αυτοψίες ανάλογα με την ηλικία της κατασκευής και παίρνει τιμές από 1.0 έως 0.5) εδώ θα πάρει τη τιμή  $T = 1.0$

Και μένει να υπολογίσουμε το βασικό δομικό δείκτη σεισμικής ικανότητας για κάθε όροφο και για κάθε διεύθυνση ξεχωριστά από τους παρακάτω τύπους

- Για κτήριο χωρίς κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w$
- Για κτήριο με κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c) F_{sc}$

Εδώ λόγω ύπαρξης κοντών υποστυλωμάτων θα χρησιμοποιήσουμε το δεύτερο τύπο

όπου,  $n$  : αριθμός ορόφων κτηρίου (εδώ  $n = 3$ )

$I$  : αριθμός ορόφου που εξετάζεται

$C_w$ : δείκτης αντοχής τοιχείων

$C_c$  : δείκτης αντοχής υποστυλωμάτων  
 $C_{sc}$ : δείκτης αντοχής κοντών υποστυλωμάτων  
 $a_1$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα τοιχεία,  $a_1=0.7$  (αν  $C_w=0$   $a_1=1$ ).  
 $a_2$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των τοιχείων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_2=0.7$   
 $a_3$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_3=0.5$   
 $F_w$ : δείκτης πλαστιμότητας τοιχείων,  $F_w=1.0$  (αν  $C_w=0$ ,  $F_w=F_c=1.0$ )  
 $F_c$  : δείκτης πλαστιμότητας υποστυλωμάτων,  $F_c=1.0$   
 $F_{sc}$ : δείκτης πλαστιμότητας κοντών υποστυλωμάτων,  $F_{sc}=0.8$

- $C_w = (f_c/200)(30A_{w1}+20A_{w2}+10A_{w3})/W$
- $C_c = (f_c/200)(10A_{c1}+7A_{c2})/W$
- $C_{sc} = (f_c/200) 15A_{sc}/W$

όπου,  $f_c$  : θλιπτική αντοχή σκυροδέματος ( $\text{kgf/cm}^2$  ή  $\text{kN/cm}^2$ )  $f_c=2\text{kN/cm}^2$   
 $A_{w1}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα στη διεύθυνση υπολογισμού στον όροφο υπολογισμού, ( $\text{cm}^2$ )  
 $A_{w2}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με ένα κρυφό υποστυλώμα, ( $\text{cm}^2$ )  
 $A_{w3}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα, ( $\text{cm}^2$ )  
 $A_{c1}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μικρότερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )  
 $A_{c2}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )  
 $A_{sc}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των κοντών υποστυλωμάτων, ( $\text{cm}^2$ )  
 $W$  : βάρος του κτηρίου πάνω από τον υπό εξέταση όροφο, μετά από αναλυτικούς υπολογισμούς για τον 1<sup>ο</sup> όροφο  $W=3400\text{kN}$  για το 2<sup>ο</sup> όροφο:  $W=1907\text{kN}$  και για το 3<sup>ο</sup> όροφο:  $W=753\text{kN}$

Για τον 3<sup>ο</sup> όροφο

Κατά X:

Εμβαδόν κοντών υποστυλωμάτων  $A_{sc}=3100\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών τοιχείων χωρίς κρυφά υποστυλώματα  $A_{w3}=4500\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=4500\text{cm}^2$

•  $C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 0 + 20 \times 0 + 10 \times 4500\text{cm}^2)/753\text{kN} = 0.60$

•  $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 4500\text{cm}^2 + 7 \times 0)/753\text{kN} = 0.60$

•  $C_{sc} = (2\text{kN/cm}^2/200) 15 \times 3100/753\text{kN} = 0.62$

$E_o = \frac{[(n+1)/(n+1)]}{(C_{sc}+a_2) \quad C_w+a_3 \quad C_c}$

$F_{sc} = [(3+1)/(3+3)] \times (0.62 + 0.7 \times 0.60 + 0.5 \times 0.60) \times 0.8 = 0.71$

$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.89 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.89 > I_{so}$

Επομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3<sup>ο</sup> όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Y:

Εμβαδόν κοντών υποστυλωμάτων  $A_{sc}=3100\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών τοιχείων χωρίς κρυφά υποστυλώματα  $A_w3=4500 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=4500 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 0 + 10 \times 4500 \text{ cm}^2) / 753 \text{ kN} = 0.60$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 4500 \text{ cm}^2 + 7 \times 0) / 753 \text{ kN} = 0.60$$

$$\bullet C_{sc} = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200) 15 \times 3100 / 753 \text{ kN} = 0.62$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)](C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c)$$

$$F_{sc} = [(3+1)/(3+3)] \times (0.62 + 0.7 \times 0.60 + 0.5 \times 0.60) \times 0.8 = 0.71$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.89 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.89 > I_{so}$$

Επομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y.

Για το 2<sup>ο</sup> όροφο

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα και δεν υπάρχουν και υποστυλώματα με λόγο καθαρό ύψος προς βάθος υποστυλώματος  $< 6$

Κατά X:

Εμβαδόν διατομών τοιχείων χωρίς κρυφά υποστυλώματα  $A_w3=4500 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=11300 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 0 + 10 \times 4500 \text{ cm}^2) / 1907 \text{ kN} = 0.24$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 11300) / 1907 \text{ kN} = 0.42$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)](C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c)$$

$$F_{sc} = [(3+1)/(3+2)] \times (0 + 0.7 \times 0.24 + 0.5 \times 0.42) \times 0.8 = 0.24$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.24 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.24 < I_{so}$$

Επομένως χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 2ο όροφο κατά τη διεύθυνση του X.

Κατά Y (ίδια με κατά X)

Για τον 1<sup>ο</sup> όροφο

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα.

Κατά X:

Εμβαδόν διατομών τοιχείων χωρίς κρυφά υποστυλώματα  $A_w3=30000 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=18800 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 0 + 10 \times 30000 \text{ cm}^2) / 3400 \text{ kN} = 0.30$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 18800 \text{ cm}^2) / 3400 \text{ kN} = 0.39$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)](C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c)$$

$$F_{sc} = [(3+1)/(3+1)] \times (0 + 0.7 \times 0.30 + 0.5 \times 0.39) \times 0.8 = 0.33$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.24 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.33 < I_{so}$$

Επομένως χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του X.

Κατά Y:

Εμβαδόν διατομών τοιχείων χωρίς κρυφά υποστυλώματα  $A_w3=30000 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=18800 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 0 + 10 \times 30000 \text{ cm}^2) / 3400 \text{ kN} = 0.30$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 18800 \text{ cm}^2) / 3400 \text{ kN} = 0.39$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)](C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c)$$

$$F_{sc} = [(3+1)/(3+1)] \times (0 + 0.7 \times 0.30 + 0.5 \times 0.39) \times 0.8 = 0.33$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.24 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.33 < I_{so}$$

Επομένως χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y. [33],[34]

### 7.1.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας

Από τον πίνακα με τις παραμέτρους βαθμολογίας παίρνουμε

Για κτήριο C1: Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα και Ζώνη Υψηλής Σεισμικότητας (Ζώνη III κατά τον ΝΕΑΚ έχουμε αρχική βαθμολογία 30.

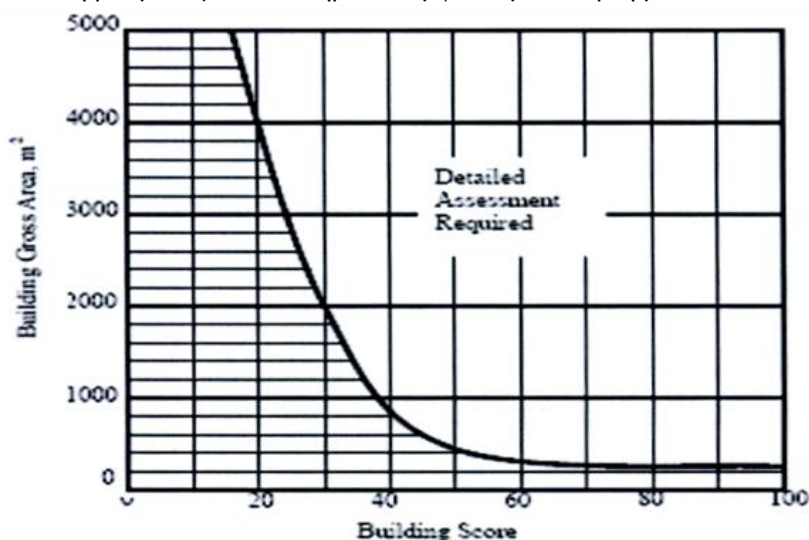
Λόγω μη κανονικότητας σε κάτοψη προστίθενται 5 μονάδες στη βαθμολογία.

Λόγω ύπαρξης κοντών υποστυλωμάτων προστίθενται στη βαθμολογία 10.

Το κτήριο έχει φτιαχτεί με αντισεισμικό σχεδιασμό (μετά το 1959) οπότε αφαιρούνται 10 από τη βαθμολογία και έχει φτιαχτεί μετά το «έτος σταθμό 2» οπότε-πάντα σύμφωνα με το δομικό τύπο- αφαιρούνται 10 βαθμοί επιπλέον.

Ο τύπος εδάφους της περιοχής είναι ο SL2: Έδαφος μέτριας δυσκαμψίας, οπότε δεν αφαιρούνται ούτε προστίθενται μονάδες στη βαθμολογία.

Η τελική βαθμολογία του κτηρίου σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο είναι 25.



Σύμφωνα με το διάγραμμα για κτήριο περί των 350τ.μ. η βαθμολογία δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 55 μονάδες, όπως και στην περίπτωση μας οπότε δε θα χρειαστεί να γίνει περαιτέρω διερεύνηση.

### 7.1.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ

Δομικός τύπος κτηρίου: ΟΣγ (έτος κατασκευής 2010)

Σεισμολογικά-Γεωτεχνικά στοιχεία κτηρίου:

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ:III
- Κατηγορία Εδάφους: Άγνωστο

Στοιχεία Τρωτότητας:

- Μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη
- Κοντά υποστυλώματα

Καταλήγουμε ότι το εν λόγω κτήριο με  $(\Delta B)=6,55$  είναι Γ' προτεραιότητας για δευτεροβάθμιο έλεγχο και δε χρειάζεται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση. Όμοιο αποτέλεσμα και με το σενάριο βαθμονόμησης της FEMA όπου εξάγεται  $(\Delta B)=3,7 \geq 2,0$  και δεν απαιτείται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση

## 7.2 Κατοικία στο Νέο Ηράκλειο

Όνομα Κτηρίου: Διπλοκατοικία στο Νέο Ηράκλειο Αττικής

### 7.2.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο

Για αρχή βρίσκουμε το δείκτη σεισμικής αξιολόγησης Iso (seismic judgment index of structure), ο οποίος εκφράζει την απαιτούμενη σεισμική ικανότητα του κτηρίου.

$$Iso = E_s \times Z \times G \times U \quad [2]$$

όπου,  $E_s$  : βασικός δείκτης αξιολόγησης της σεισμικής συμπεριφοράς ( $E_s = 0,8$  για το πρώτο επίπεδο διαδικασίας του ελέγχου και  $E_s = 0,6$  για το δεύτερο και τρίτο επίπεδο [1])

$Z$  : δείκτης ζώνης που λαμβάνει υπόψη τις μικροζωνικές συνθήκες ( $0.7 < Z \leq 1.0$ ) εδώ θα το λάβουμε  $Z = 0.7$  [1]

$G$  : δείκτης εδάφους που λαμβάνει υπόψη την επίδραση των εδαφικών συνθηκών ( $G = 1.0$  για κανονικό έδαφος,  $G = 1.1$  για γκρεμό, λόφο, κλπ) εδώ θα το λάβουμε  $G = 1.0$  [1]

$U$  : δείκτης για τη σπουδαιότητα του κτηρίου, για κατοικίες στην Ελλάδα είναι  $U = 0.7$

Επομένως  $Iso = 0.8 \times 0.7 \times 0.7 \times 0.7 = 0.2744$

Στη συνέχεια θα βρούμε το σεισμικό δείκτη  $I_s$  από τη σχέση

$$I_s = E_o \times S_D \times T$$

όπου,  $E_o$  : βασικός δομικός δείκτης σεισμικής ικανότητας ο οποίος προκύπτει από το γινόμενο του δείκτη αντοχής  $C$ , του δείκτη πλαστιμότητας  $F$  και του συντελεστή ορόφου  $\varphi$  ( $E_o = \varphi \times C \times F$ )

$S_D$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τη δομική μορφολογία του κτηρίου (κανονικότητα σχήματος, κατανομή ακαμψίας και μάζας) και παίρνει

τιμές από 1.2 έως 0.4, λόγω κανονικότητας εδώ θα δώσουμε τη τιμή 1.2

$T$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τις φθορές και τη γενικότερη κατάσταση του κτηρίου (υπολογίζεται με επί τόπου αυτοψίες ανάλογα με την ηλικία της κατασκευής και παίρνει τιμές από 1.0 έως 0.5) εδώ θα πάρει τη τιμή  $T = 0,85$

Και μένει να υπολογίσουμε το βασικό δομικό δείκτη σεισμικής ικανότητας για κάθε όροφο και για κάθε διεύθυνση ξεχωριστά από τους παρακάτω τύπους

- Για κτήριο χωρίς κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w$
- Για κτήριο με κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c) F_{sc}$

Εδώ λόγω έλλειψης κοντών υποστυλωμάτων θα χρησιμοποιήσουμε το πρώτο τύπο

όπου,  $n$  : αριθμός ορόφων κτηρίου (εδώ  $n = 4$ )

$I$  : αριθμός ορόφου που εξετάζεται

$C_w$  : δείκτης αντοχής τοιχείων

$C_c$  : δείκτης αντοχής υποστυλωμάτων

$C_{sc}$  : δείκτης αντοχής κοντών υποστυλωμάτων

$a_1$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα τοιχεία,  $a_1 = 0.7$  (αν  $C_w = 0$   $a_1 = 1$ ).

$a_2$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των τοιχείων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_2 = 0.7$

$a_3$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_3=0.5$

$F_w$ : δείκτης πλαστιμότητας τοιχείων,  $F_w=1.0$  (αν  $C_w=0$ ,  $F_w=F_c=1.0$ )

$F_c$  : δείκτης πλαστιμότητας υποστυλωμάτων,  $F_c=1.0$

$F_{sc}$ : δείκτης πλαστιμότητας κοντών υποστυλωμάτων,  $F_{sc}=0.8$

- $C_w = (f_c/200)(30A_{w1}+20A_{w2}+10A_{w3})/W$
- $C_c = (f_c/200)(10A_{c1}+7A_{c2})/W$
- $C_{sc} = (f_c/200) 15A_{sc}/W$

όπου,  $f_c$  : θλιπτική αντοχή σκυροδέματος ( $\text{kgf/cm}^2$  ή  $\text{kN/cm}^2$ )  $f_c=2\text{kN/cm}^2$

$A_{w1}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα στη διεύθυνση υπολογισμού στον όροφο υπολογισμού, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w2}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με ένα κρυφό υποστυλώμα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w3}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c1}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μικρότερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c2}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{sc}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των κοντών υποστυλωμάτων, ( $\text{cm}^2$ )

$W$  : βάρος του κτηρίου πάνω από τον υπό εξέταση όροφο , μετά από αναλυτικούς υπολογισμούς για τον 1ο όροφο  $W=4408\text{kN}$  για το 2ο όροφο:  $W=3036\text{kN}$  και για το 3ο όροφο:  $W=1664\text{kN}$  για το 4ο όροφο  $W=786\text{kN}$

Για τον 4ο όροφο

Κατά X:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b>6$   $A_{c2}=12800\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0)/786\text{kN} = 0.71$$

$$\bullet C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 0 + 7 \times 12800\text{cm}^2)/786\text{kN} = 1.15$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+4)] \times (0.71 + 0.7 \times 1.15) \times 1.0 = 0.95$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.95 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.97 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 4ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Y:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b>6$   $A_{c2}=12800\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0)/786\text{kN} = 0.71$$

$$\bullet C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 0 + 7 \times 12800\text{cm}^2)/786\text{kN} = 1.15$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+4)] \times (0.71 + 0.7 \times 1.15) \times 1.0 = 0.95$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.95 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.97 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 4ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y.



Για το 3ο όροφο

Κατά Χ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=16050 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 1664 \text{ kN} = 0.46$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 16050 \text{ cm}^2) / 1664 \text{ kN} = 0.68$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+3)] \times (0.46 + 0.7 \times 0.68) \times 1.0 = 0.67$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.67 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.67 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Υ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=16050 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 1664 \text{ kN} = 0.46$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 16050 \text{ cm}^2) / 1664 \text{ kN} = 0.68$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+3)] \times (0.46 + 0.7 \times 0.68) \times 1.0 = 0.67$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.67 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.67 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Υ.

Για το 2ο όροφο

Κατά Χ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=25150 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=1875 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 3036 \text{ kN} = 0.25$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 1875 \text{ cm}^2 + 7 \times 26150 \text{ cm}^2) / 3036 \text{ kN} = 0.64$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+2)] \times (0.25 + 0.7 \times 0.64) \times 1.0 = 0.58$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.58 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.59 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 2ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Υ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=27025 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 3036 \text{ kN} = 0.25$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 0 + 7 \times 27025 \text{ cm}^2) / 3036 \text{ kN} = 0.62$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+2)] \times (0.25 + 0.7 \times 0.62) \times 1.0 = 0.57$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.57 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.58 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 2ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Υ.

Για το 1ο όροφο

Κατά Χ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_{w2}=3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=25150 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=1875 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 4408 \text{ kN} = 0.17$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200)(10 \times 1875 \text{ cm}^2 + 7 \times 26150 \text{ cm}^2) / 4408 \text{ kN} = 0.44$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+1)] \times (0.17 + 0.7 \times 0.44) \times 1.0 = 0.48$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.48 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.49 > I_{so}$$

Επομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Χ.

Κατά Υ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών τοιχείων με ένα κρυφά υποστυλώματα  $A_w = 3800 \text{ cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_c = 27025 \text{ cm}^2$

$$\bullet C_w = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200) (30 \times 0 + 20 \times 3800 + 10 \times 0) / 4408 \text{ kN} = 0.17$$

$$\bullet C_c = (2 \text{ kN/cm}^2 / 200) (10 \times 0 + 7 \times 27025 \text{ cm}^2) / 4408 \text{ kN} = 0.43$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+1)] \times (0.17 + 0.7 \times 0.43) \times 1.0 = 0.47$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.47 \times 1.2 \times 0.85 \times 1.0 = 0.48 > I_{so}$$

Επομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Υ. [33],[34]

## 7.2.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας

Από τον πίνακα με τις παραμέτρους βαθμολογίας παίρνουμε

Για κτήριο C1: Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα και Ζώνη χαμηλής Σεισμικότητας (Ζώνη I) κατά τον ΝΕΑΚ έχουμε αρχική βαθμολογία 10.

Λόγω ύπαρξης μαλακού ορόφου προστίθενται στη βαθμολογία 10 μονάδες.

Το κτήριο έχει φτιαχτεί με αντισεισμικό σχεδιασμό (μετά το 1959) οπότε αφαιρούνται 10 από τη βαθμολογία και έχει φτιαχτεί με τον αντισεισμικό κανονισμό του αφαιρούνται 10 βαθμοί επιπλέον.

Ο τύπος εδάφους της περιοχής είναι ο SL2: Έδαφος μέτριας δυσκαμψίας, οπότε δεν αφαιρούνται ούτε προστίθενται μονάδες στη βαθμολογία.

Η τελική βαθμολογία του κτηρίου σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο είναι 10.

Σύμφωνα με το διάγραμμα για κτήριο περί των 500τ.μ. η βαθμολογία δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 50 μονάδες, όπως και στην περίπτωση μας οπότε δε θα χρειαστεί να γίνει περαιτέρω διερεύνηση.

## 7.2.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ

Δομικός τύπος κτηρίου: ΟΣβ (έτος κατασκευής 1987)

Σεισμολογικά-Γεωτεχνικά στοιχεία κτηρίου:

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ: I
- Κατηγορία Εδάφους: Άγνωστο

Στοιχεία Τρωτότητας:

- Κίνδυνος κρούσης με γειτονικά
- Μαλακός όροφος

Καταλήγουμε ότι το εν λόγω κτήριο με  $(\Delta B) = 4,55$  είναι Β' προτεραιότητας για δευτεροβάθμιο έλεγχο και δε χρειάζεται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση. Με το σενάριο βαθμονόμησης της FEMA όπου εξάγεται  $(\Delta B) = 3,9 \geq 2,0$  και δεν απαιτείται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση

### 7.3 Κατοικία στη Μεταμόρφωση

Όνομα Κτηρίου: Πολυκατοικία στη Μεταμόρφωση Αττικής (που είχε κριθεί κίτρινη μετά το σεισμό του 1999)

#### 7.3.1 Έλεγχος με Ιαπωνική μέθοδο

Για αρχή βρίσκουμε το δείκτη σεισμικής αξιολόγησης Iso (seismic judgment index of structure), ο οποίος εκφράζει την απαιτούμενη σεισμική ικανότητα του κτηρίου.

$$Iso = E_s \times Z \times G \times U \quad [2]$$

όπου,  $E_s$  : βασικός δείκτης αξιολόγησης της σεισμικής συμπεριφοράς ( $E_s = 0,8$  για το πρώτο επίπεδο διαδικασίας του ελέγχου και  $E_s = 0,6$  για το δεύτερο και τρίτο επίπεδο [1])

$Z$  : δείκτης ζώνης που λαμβάνει υπόψη τις μικροζωνικές συνθήκες ( $0.7 < Z \leq 1.0$ ) εδώ θα το λάβουμε  $Z = 0.8$  [1]

$G$  : δείκτης εδάφους που λαμβάνει υπόψη την επίδραση των εδαφικών συνθηκών ( $G = 1.0$  για κανονικό έδαφος,  $G = 1.1$  για γκρεμό, λόφο, κλπ) εδώ θα το λάβουμε  $G = 1.0$  [1]

$U$  : δείκτης για τη σπουδαιότητα του κτηρίου, για κατοικίες στην Ελλάδα είναι  $U = 0.7$

Επομένως  $Iso = 0.8 \times 0.8 \times 1.0 \times 0.7 = 0.448$

Στη συνέχεια θα βρούμε το σεισμικό δείκτη  $I_s$  από τη σχέση

$$I_s = E_o \times S_D \times T$$

όπου,  $E_o$  : βασικός δομικός δείκτης σεισμικής ικανότητας ο οποίος προκύπτει από το γινόμενο του δείκτη αντοχής  $C$ , του δείκτη πλαστιμότητας  $F$  και του συντελεστή ορόφου  $\varphi$  ( $E_o = \varphi \times C \times F$ )

$S_D$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τη δομική μορφολογία του κτηρίου (κανονικότητα σχήματος, κατανομή ακαμψίας και μάζας) και παίρνει

τιμές από 1.2 έως 0.4, λόγω κανονικότητας εδώ θα δώσουμε τη τιμή 1.0

$T$  : επιμέρους σεισμικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη τις φθορές και τη γενικότερη κατάσταση του κτηρίου (υπολογίζεται με επί τόπου αυτοψίες ανάλογα με την ηλικία της κατασκευής και παίρνει τιμές από 1.0 έως 0.5) εδώ θα πάρει τη τιμή  $T = 1.0$

Και μένει να υπολογίσουμε το βασικό δομικό δείκτη σεισμικής ικανότητας για κάθε όροφο και για κάθε διεύθυνση ξεχωριστά από τους παρακάτω τύπους

- Για κτήριο χωρίς κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w$
- Για κτήριο με κοντά υποστυλώματα  
 $E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c) F_{sc}$

Εδώ λόγω έλλειψης κοντών υποστυλωμάτων θα χρησιμοποιήσουμε το πρώτο τύπο

όπου,  $n$  : αριθμός ορόφων κτηρίου (εδώ  $n = 4$ )

$I$  : αριθμός ορόφου που εξετάζεται

$C_w$  : δείκτης αντοχής τοιχείων

$C_c$  : δείκτης αντοχής υποστυλωμάτων

$C_{sc}$  : δείκτης αντοχής κοντών υποστυλωμάτων

$a_1$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα τοιχεία,  $a_1 = 0.7$  (αν  $C_w = 0$   $a_1 = 1$ ).

$a_2$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των τοιχείων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_2 = 0.7$

$a_3$  : μειωτικός συντελεστής της ανηγμένης παραμόρφωσης κατά την οριακή αντοχή των υποστυλωμάτων σε σχέση με αυτή στην οποία αστοχούν ψαθυρά τα κοντά υποστυλώματα,  $a_3=0.5$

$F_w$ : δείκτης πλαστιμότητας τοιχείων,  $F_w=1.0$  (αν  $C_w=0$ ,  $F_w=F_c=1.0$ )

$F_c$  : δείκτης πλαστιμότητας υποστυλωμάτων,  $F_c=1.0$

$F_{sc}$ : δείκτης πλαστιμότητας κοντών υποστυλωμάτων,  $F_{sc}=0.8$

- $C_w = (f_c/200)(30A_{w1}+20A_{w2}+10A_{w3})/W$
- $C_c = (f_c/200)(10A_{c1}+7A_{c2})/W$
- $C_{sc} = (f_c/200) 15A_{sc}/W$

όπου,  $f_c$  : θλιπτική αντοχή σκυροδέματος ( $\text{kgf/cm}^2$  ή  $\text{kN/cm}^2$ )  $f_c=2\text{kN/cm}^2$

$A_{w1}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα στη διεύθυνση υπολογισμού στον όροφο υπολογισμού, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w2}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με ένα κρυφό υποστυλώμα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{w3}$ : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c1}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μικρότερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{c2}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των υποστυλωμάτων στα οποία το καθαρό ύψος προς τη διάσταση του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερο του 6, ( $\text{cm}^2$ )

$A_{sc}$  : άθροισμα των εμβαδών των διατομών των κοντών υποστυλωμάτων, ( $\text{cm}^2$ )

$W$  : βάρος του κτηρίου πάνω από τον υπό εξέταση όροφο , μετά από αναλυτικούς υπολογισμούς για τον 1ο όροφο  $W=3875\text{kN}$  για το 2ο όροφο:  $W=2634\text{kN}$  και για το 3ο όροφο:  $W=1392\text{kN}$  για το 4ο όροφο  $W=151\text{kN}$

Για τον 4ο όροφο

Κατά X:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Δεν υπάρχουν τοιχεία με ένα κρυφά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=2500\text{cm}^2$

•  $C_w = 0$

•  $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 0 + 7 \times 2500\text{cm}^2)/151\text{kN} = 1.162$

$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+4)] \times (0 + 0.7 \times 1.162) \times 1.0 = 0.508$

$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.508 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.508 > I_{so}$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 4ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Y:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

Δεν υπάρχουν τοιχεία με ένα κρυφά υποστυλώματα

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=2500\text{cm}^2$

•  $C_w = 0$

•  $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 0 + 7 \times 2500\text{cm}^2)/151\text{kN} = 1.162$

$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+4)] \times (0 + 0.7 \times 1.162) \times 1.0 = 0.508$

$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 0.508 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.508 > I_{so}$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 4ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y.

Για το 3ο όροφο

Κατά Χ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1}=12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3}=6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=15050\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=4300\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/1392\text{kN} = 2.694$$

$$\bullet C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 15050\text{cm}^2 + 7 \times 4300\text{cm}^2)/1392\text{kN} = 1.297$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+3)] \times (2.694 + 0.7 \times 1.297) \times 1.0 = 2.572$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 2.572 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 2.572 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Υ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1}=12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3}=6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=4300\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=15050\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/1392\text{kN} = 2.694$$

$$\bullet C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 4300\text{cm}^2 + 7 \times 15050\text{cm}^2)/1392\text{kN} = 1.066$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+3)] \times (2.694 + 0.7 \times 1.066) \times 1.0 = 2.457$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 2.457 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 2.457 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 3ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Υ.

Για το 2ο όροφο

Κατά Χ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1}=12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3}=6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=15050\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=4300\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/2634\text{kN} = 1.424$$

$$\bullet C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 15050\text{cm}^2 + 7 \times 4300\text{cm}^2)/2634\text{kN} = 0.686$$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+2)] \times (1.424 + 0.7 \times 0.686) \times 1.0 = 1.587$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 1.587 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.587 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 2ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Υ:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1}=12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3}=6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1}=4300\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2}=15050\text{cm}^2$

$$\bullet C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/2634\text{kN} = 1.424$$

- $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 4300\text{cm}^2 + 7 \times 15050\text{cm}^2)/2634\text{kN} = 0.563$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+2)] \times (1.424 + 0.7 \times 0.563) \times 1.0 = 1.575$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 1.434 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.434 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 2ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y.

Για το 1ο όροφο

Κατά X:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1} = 12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3} = 6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1} = 15050\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2} = 4300\text{cm}^2$

- $C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/3875\text{kN} = 0.968$

- $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 15050\text{cm}^2 + 7 \times 4300\text{cm}^2)/3875\text{kN} = 0.466$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+1)] \times (0.968 + 0.7 \times 0.466) \times 1.0 = 1.434$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 1.434 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 1.434 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του χ.

Κατά Y:

Δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων των ενισχυμένων στα άκρα με δύο κρυφά υποστυλώματα  $A_{w1} = 12050\text{cm}^2$ )

άθροισμα των εμβαδών των διατομών των τοιχείων χωρίς υποστυλώματα,  $A_{w3} = 6750\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b < 6$   $A_{c1} = 4300\text{cm}^2$

Εμβαδόν διατομών υποστυλωμάτων για τα οποία  $h_{net}/b > 6$   $A_{c2} = 15050\text{cm}^2$

- $C_w = (2\text{kN/cm}^2/200)(30 \times 10250\text{cm}^2 + 20 \times 0 + 10 \times 6750\text{cm}^2)/3875\text{kN} = 0.968$

- $C_c = (2\text{kN/cm}^2/200)(10 \times 4300\text{cm}^2 + 7 \times 15050\text{cm}^2)/3875\text{kN} = 0.383$

$$E_o = [(n+1)/(n+I)] (C_w + a_1 C_c) F_w = [(4+1)/(4+1)] \times (0.968 + 0.7 \times 0.383) \times 1.0 = 1.351$$

$$I_s = E_o \times S_D \times T \times G = 2.572 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 2.457 > I_{so}$$

Έπομένως δε χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε δεύτερο επίπεδο για το 1ο όροφο κατά τη διεύθυνση του Y. [33],[34]

### 7.3.2 Έλεγχος με μέθοδο Νέας Ζηλανδίας

Από τον πίνακα με τις παραμέτρους βαθμολογίας παίρνουμε

Για κτήριο C2: Πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα και Ζώνη Μέσης Σεισμικότητας (Ζώνη II) κατά τον ΝΕΑΚ έχουμε αρχική βαθμολογία 15

Λόγω ύπαρξης μαλακού ορόφου προστίθενται στη βαθμολογία 25 μονάδες.

Λόγω ύπαρξης οριζόντιας μη κανονικότητας προστίθενται στη βαθμολογία 5 μονάδες.

Το κτήριο έχει φτιαχτεί με αντισεισμικό σχεδιασμό (μετά το 1959) οπότε αφαιρούνται 5 από τη βαθμολογία και έχει φτιαχτεί το 1997 δηλαδή με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1985 και γι αυτό αφαιρούνται 5 βαθμοί επιπλέον.

Ο τύπος εδάφους της περιοχής είναι ο SL2: Έδαφος μέτριας δυσκαμψίας, οπότε δεν αφαιρούνται ούτε προστίθενται μονάδες στη βαθμολογία.

Η τελική βαθμολογία του κτηρίου σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο είναι 35

Σύμφωνα με το διάγραμμα για κτήριο περί των 2600τ.μ. η βαθμολογία δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 26 μονάδες, και στην περίπτωση μας τις ξεπερνάει οπότε θα χρειαστεί να

γίνει περαιτέρω διερεύνηση.

### 7.3.3 Έλεγχος με μέθοδο ΟΑΣΠ

Δομικός τύπος κτηρίου: ΟΣγ (έτος κατασκευής 1997)

Σεισμολογικά-Γεωτεχνικά στοιχεία κτηρίου:

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατά ΕΑΚ:II
- Κατηγορία Εδάφους: Αγνωστο

Στοιχεία Τρωτότητας:

- Μαλακός όροφος
- Μεγάλο ύψος
- Οριζόντια μη κανονικότητα

Καταλήγουμε ότι το εν λόγω κτήριο με  $(\Delta B)=5,55$  είναι Γ' προτεραιότητας για δευτεροβάθμιο έλεγχο και δε χρειάζεται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση. Με το σενάριο βαθμονόμησης της FEMA όπου εξάγεται  $(\Delta B)=3,7 \geq 2,0$  και δεν απαιτείται επομένως άμεσα περαιτέρω διερεύνηση

### 7.4 Ιαπωνική Μέθοδος - Σχολιασμός

Όπως βλέπουμε από τα παραπάνω, το 1ο κτήριο που βρίσκεται στην Κεφαλονιά Στη μέθοδο της Ιαπωνίας χρήζει περαιτέρω διερεύνηση της τρωτότητας του έναντι σεισμού, ενώ πρόκειται για ένα ολοκαίνουργιο κτήριο φτιαγμένο με σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς με μόνα αρνητικά χαρακτηριστικά, την ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων και τη θέση του σε Ζώνη υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας. Αντίθετα με τις μεθόδους της FEMA, του ΟΑΣΠ και της Νέας Ζηλανδίας, φαίνεται να μη χρειάζονται αναλυτικότεροι υπολογισμοί της σεισμικής του αντοχής, αφού η βαθμολογία που παίρνει σε αυτές τις μεθόδους είναι αρκετά θετική.

Όσον αφορά το 2ο κτήριο που βρίσκεται στην περιοχή του Νέου Ηρακλείου Αττικής, σύμφωνα με όλες τις μεθόδους δεν επιβάλλεται περαιτέρω διερεύνηση της σεισμικότητας του. Αποτέλεσμα απόλυτα λογικό και αναμενόμενο, αφού πρόκειται για ένα κτήριο δοκιμασμένο στο σεισμό του 1999 της Αθήνας κατά τον οποίο δεν είχε υποστεί καμία απολύτως ζημιά.

Τέλος το 3ο κτήριο που βρίσκεται στην περιοχή της Μεταμόρφωσης Αττικής μόνο η μέθοδος της Νέας Ζηλανδίας το θέτει να χρήζει περαιτέρω διερεύνησης της σεισμικότητας του, αντίθετα με τις υπόλοιπες μεθόδους οι οποίες του δίνουν πολύ υψηλή βαθμολογία και συγκεκριμένα η μέθοδος της Ιαπωνίας ο σεισμικός δείκτης του κτηρίου  $I_s$  είναι εντυπωσιακά μεγαλύτερος από το δείκτη σεισμικής αξιολόγησης  $I_{so}$ ! Αυτό το αποτέλεσμα προκαλεί ιδιαίτερη εντύπωση αφού το συγκεκριμένο κτήριο, αν και ήταν αρκετά καινούργιο τότε, υπέστη μεσαίου τύπου ζημιές κατά το σεισμό του 1999.

Αν και η μελέτη της Ιαπωνικής μεθόδου γίνεται σε ένα πολύ μικρό δείγμα χαρακτηριστικών περιπτώσεων, αυτό που μπορούμε να συμπεράνουμε είναι ότι δε θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις ανάγκες της ελληνικής πραγματικότητας. Βέβαια πρέπει να παρατηρήσουμε ότι στο συγκεκριμένο δείγμα από τις υπόλοιπες μεθόδους μόνο η Νεοζηλανδική φαίνεται να εντοπίζει τις αδυναμίες των κτηρίων, αλλά αυτές τις μεθόδους θα τις αναλύσουμε εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

## Κεφάλαιο 8

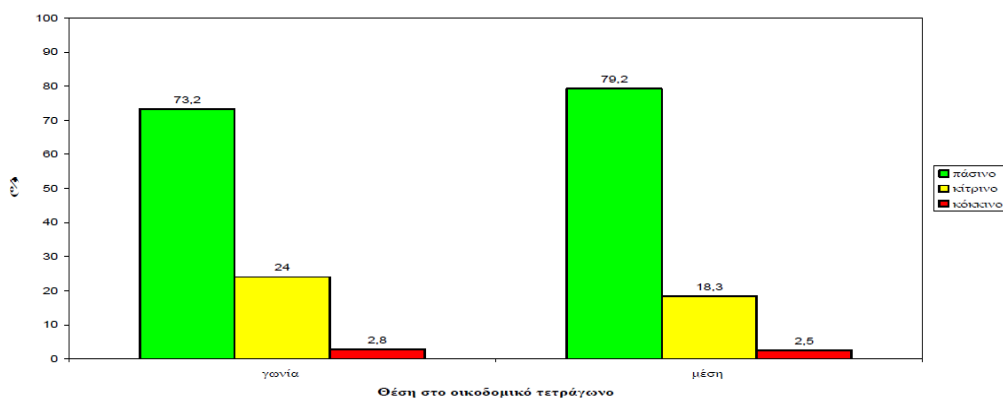
### Αξιολόγηση Ταγέως Οπτικού ελέγχου ΟΑΣΠ με βάση πραγματικά δεδομένα βλαβών

#### 8.1 Γραφήματα στοιχείων τρωτότητας από μετασεισμικούς ελέγχους

Με βάση στοιχεία που χρησιμοποιούνται και αναλύονται στην εργασία ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’ του Καπογιαννόπουλου Δημήτρη (για το 14<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών Πάτρα, Φεβρουάριος 2008) γίνεται πρώτα έλεγχος ποια στοιχεία τρωτότητας επηρεάζουν περισσότερο τη συμπεριφορά των κατασκευών κατά τη διάρκεια ενός σεισμού μέσω των αντίστοιχων γραφημάτων για παρελθοντικούς σεισμούς στον Ελλαδικό χώρο. Στο τέλος γίνεται αξιολόγηση της Δομικής Βαθμολογίας που προκύπτει από το σενάριο βαθμολογίας κατά ΟΑΣΠ με βάση αυτά τα δεδομένα για πραγματικές βλάβες από σεισμό.

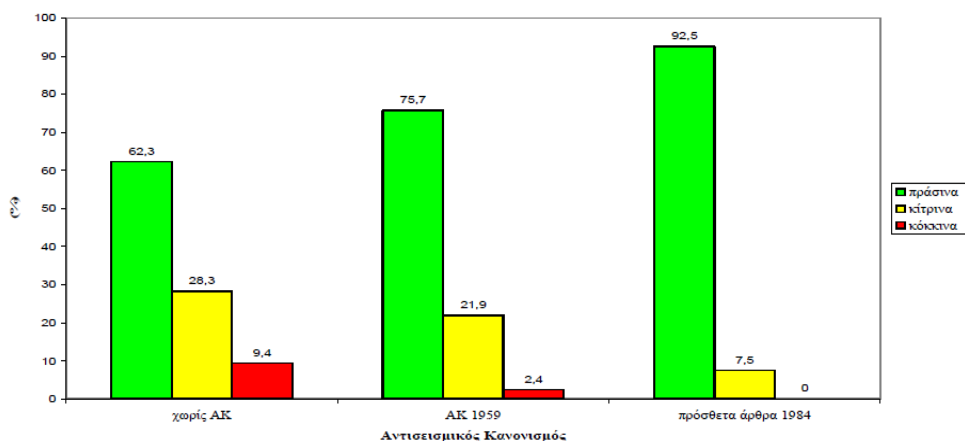
##### 8.1.1 Σεισμός Αιγίου

Είναι ο πρώτος σεισμός (1995) που συνέβη σε πόλη όπου υπήρχαν τριών ειδών κατασκευές ως προς τον αντισεισμικό κανονισμό (ΑΚ) ,δηλαδή αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1959 χωρίς ΑΚ, αυτά που κατασκευάστηκαν μετά το 1959 με βάση τον τότε ΑΚ και αυτά μετά το 1984 με τις πρόσθετες διατάξεις του ΑΚ. Με βάση τα παρακάτω γραφήματα θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε ποια δομικά χαρακτηριστικά επηρέασαν περισσότερο την τρωτότητα των 1157 κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα της πόλης του Αιγίου .[40]

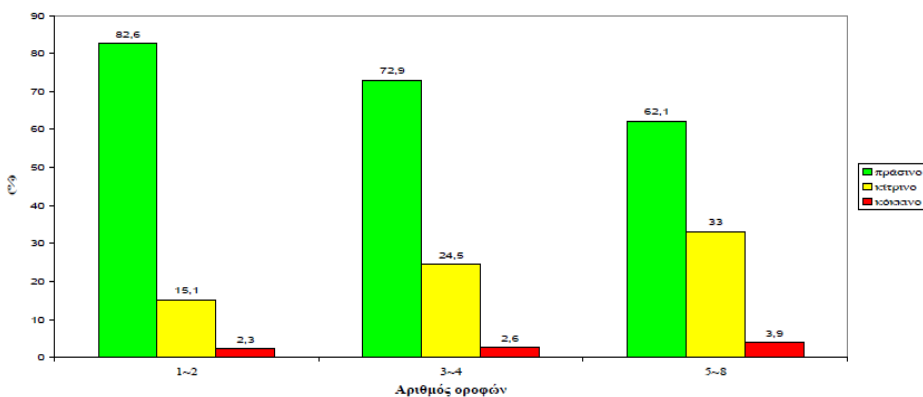


Γράφημα 8.1: Σχέση βλαβών και θέσης στο οικοδομικό τετράγωνο, σεισμός Αιγίου, [40], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008

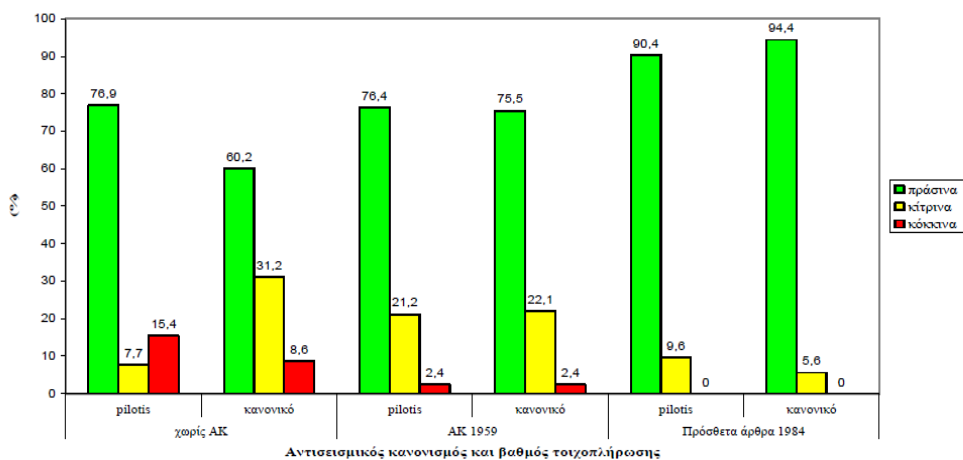




Γράφημα 8.2 Σχέση Αντισεισμικού Κανονισμού (ΑΚ) και βλαβών, σεισμός Αιγίου, [40], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



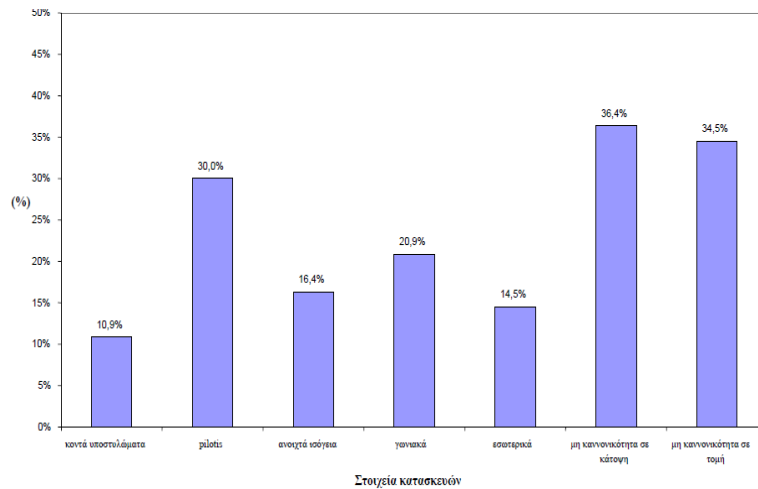
Γράφημα 8.3 Σχέση αριθμού ορόφων και βλαβών, σεισμός Αιγίου, [40], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



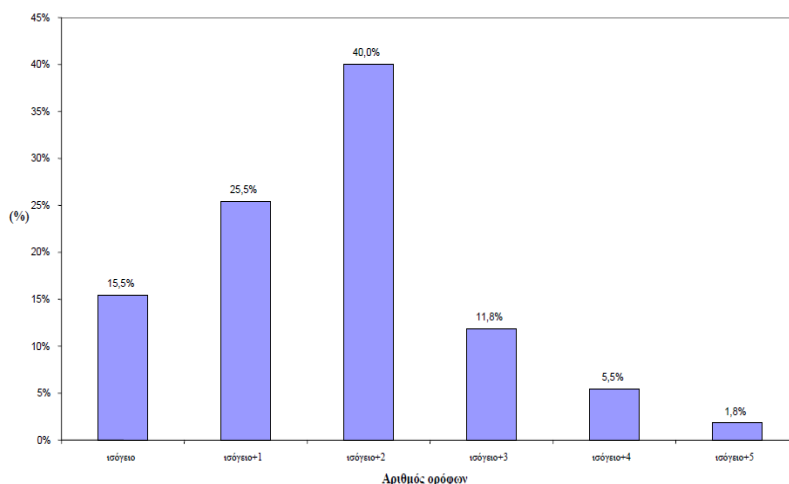
Γράφημα 8.4: Σχέση βαθμού τοιχοπλήρωσης του ισογείου και βλαβών, σεισμός Αιγίου, [40], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

### 8.1.2 Σεισμός Αθήνας

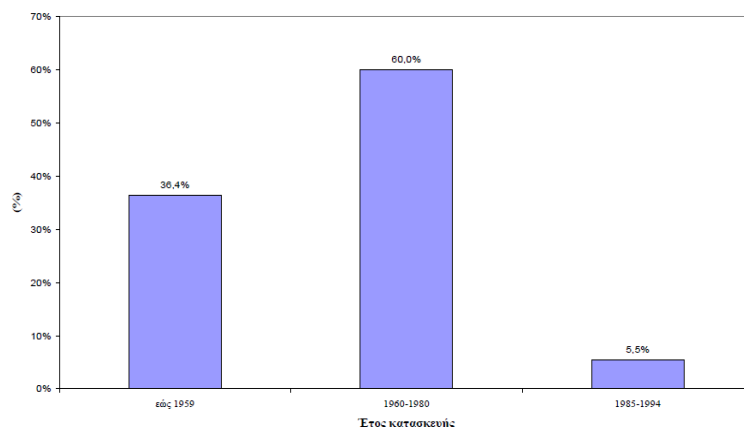
Ο σεισμός της Αθήνας του 1999 αποτελεί μια πολύ σημαντική πηγή στοιχείων για τη σεισμική συμπεριφορά των κτηρίων. Αφ' ενός γιατί έπληξε την πρωτεύουσα της χώρας όπου συγκεντρώνεται μεγάλο μέρος του συνολικού πληθυσμού, αφετέρου γιατί περιέχει μεγάλο εύρος κατασκευών που δοκιμάστηκαν από την ίδια σεισμική ένταση. Τα στοιχεία από τα οποία προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα προέρχονται από δύο στατιστικά δείγματα της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών (Καραμπίνης κ.α. 2000)[41] 1<sup>ον</sup>: 110 κτήρια που κατέρρευσαν-Γραφήματα 5,6,7- και 2<sup>ον</sup>: 464 κτήρια που υπέστησαν διαφορετικού βαθμού και έκτασης βλάβης (καταρρεύσεις, κόκκινες, κίτρινες, πράσινες)-Γράφημα 8.



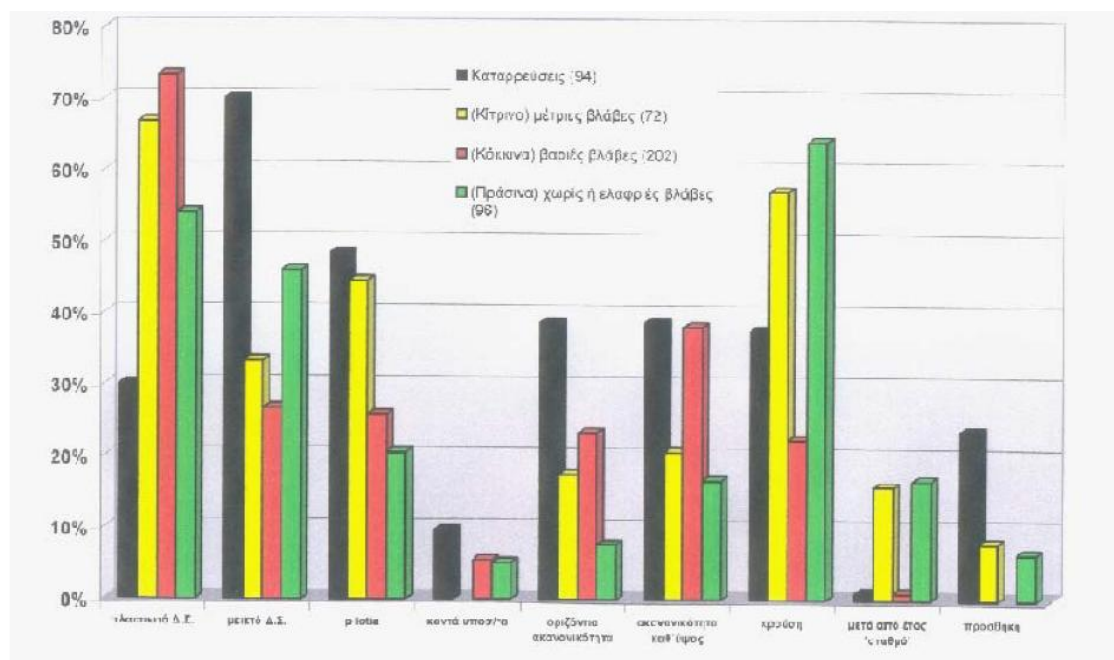
Γράφημα 8.5: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση των δομικών χαρακτηριστικών, σεισμός Αθήνας, [44] ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



Γράφημα 8.6: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση του αριθμού ορόφων, σεισμός Αθήνας, [44], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



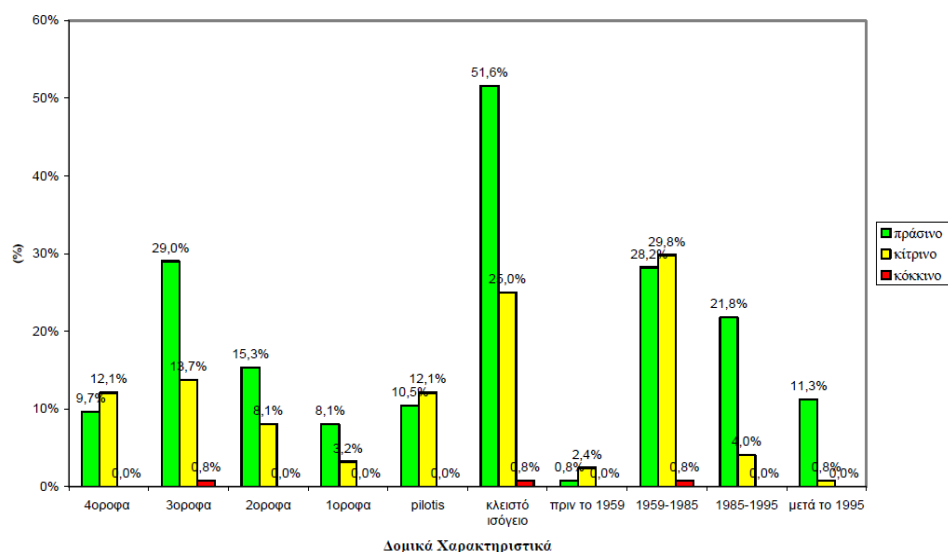
Γράφημα 8.7: Ποσοστά από τα 110 κτήρια που κατέρρευσαν συνάρτηση του έτους κατασκευής, σεισμός Αθήνας, [44], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



Γράφημα 8.8: Συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τα δομικά χαρακτηριστικά σε 464 κατασκευές ΟΣ, σεισμός Αθήνας, [44], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

### 8.1.3 Σεισμός Λευκάδας

Ο λόγος αναφοράς στον σεισμό της Λευκάδος το 2003 είναι κυρίως ότι βρίσκεται στην δυσμενέστερη ζώνη σεισμικότητας (III κατά ΕΑΚ2000) μαζί με τους άλλους δυο νομούς της Κεφαλληνίας και της Ζακύνθου, όπου υπάρχουν τουριστικές εγκαταστάσεις οι οποίες φιλοξενούν ένα μεγάλο πλήθος τουριστών από όλο τον κόσμο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Τα στοιχεία από τα οποία προέρχεται το παρακάτω γράφημα (Γράφημα 9) αφορούν 124 κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος από την πόλη της Λευκάδος [42].



Γράφημα 8.9: Διακύμανση βαθμού βλάβης σε 124 κατασκευές ΟΣ, σεισμός Λευκάδας, [42], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

## 8.2 Εξαγωγή συμπερασμάτων για στοιχεία τρωτότητας από μετασεισμικούς ελέγχους

Με την βοήθεια των παραπάνω στατιστικών δεδομένων είμαστε πλέον σε θέση να προσδιορίσουμε ποια είναι τα επικρατέστερα δομικά χαρακτηριστικά που επιδρούν δυνητικά στην σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος.

Κυρίαρχο ρόλο στις περισσότερες κατασκευές έπαιξε η χρονολογία μελέτης, δηλαδή με ποιόν αντισεισμικό κανονισμό σχεδιάστηκαν. Τα κτήρια που κατασκευάστηκαν χωρίς αντισεισμικό κανονισμό καθώς και εκείνα που ακολουθούσαν τον ΑΚ1959 παρουσιάζουν αυξημένη τρωτότητα σε σχέση με εκείνα που κτιστήκαν με τα πρόσθετα άρθρα του 1984 (έτος 'σταθμός') (Γράφημα 8.2, 8.7, 8.8 & 8.9). Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι για τα κτήρια που κατασκευάστηκαν μετά το 1984 έκτος από την εισαγωγή των πρόσθετων άρθρων είχαμε και την βελτίωση των υπολογιστικών εργαλείων (χρήση H\Y) που αναβάθμισαν σε μεγάλο βαθμό τις μελέτες. Όμως παρατηρούμε ότι όσον αφορά τους αντισεισμικούς κανονισμούς η σεισμική ικανότητα των κατασκευών βελτιώνεται αισθητά με την εισαγωγή του ΝΕΑΚ1995 (Γράφημα 8.9).

Ένας άλλος παράγοντας που καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την σεισμική ικανότητα μιας κατασκευής είναι τα στοιχεία μεγάλης καταπόνησης (pilotis, κοντά υποστυλώματα). Παρατηρούμε ότι και στους τρεις παραπάνω σεισμούς η απουσία τοιχοπληρώσεων στην στάθμη ισογείου (pilotis) οδήγησε σε δημιουργία 'μαλακού ορόφου'. Αυτό είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη μεγάλου βαθμού βλαβών ακόμα και καταρρεύσεων και ειδικότερα όταν τα κτήρια αυτά είχαν μελετηθεί με παλαιότερους κανονισμούς (Γράφημα 8.4). Ακόμη η ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων αποτέλεσε ένα αδύνατο σημείο των κατασκευών το οποίο μείωσε σε σημαντικό βαθμό την αποτελεσματικότητά τους στην εδαφική κίνηση.

Στην χώρα μας επειδή ακολουθείτε το συνεχές σύστημα οικοδόμησης, μια ακόμη παράμετρος που καθόρισε την συμπεριφορά των κτηρίων στους παραπάνω σεισμούς ήταν η αλληλεπίδραση παρακείμενων κατασκευών (κρούση). Ειδικότερα τα κτήρια που βρίσκονταν στην γωνία οικοδομικών τετραγώνων παρουσίασαν μεγαλύτερη τρωτότητα από τα ενδιάμεσα (Γράφημα 8.1 & 8.5). Βέβαια είναι γνωστό ότι η πλειοψηφία των γωνιακών κτηρίων έχουν κάτοψη σε σχήμα L (οριζόντια μη κανονικότητα) που σε

συνδυασμό με την αλληλεπίδραση με παρακείμενες κατασκευές οδηγούν σε δυσμενή αποτελέσματα.

Όπως είδαμε και προηγουμένως η μη κανονικότητα αυξάνει την τρωτότητα των κτηρίων. Αυτή μπορεί να είναι είτε οριζόντια (μορφή κτηρίου σε κάτοψη L, Π, T) είτε καθ' ύψος (ρετιρέ, προσθήκες, δώματα). Τα στατιστικά δεδομένα των παραπάνω σεισμών (Γράφημα 8.5 & 8.8) το επαληθεύουν.

Και για τις τρεις σεισμικές δονήσεις παρατηρείται ότι οι βλάβες αυξάνονται με την αύξηση του αριθμού των ορόφων. Τα κτήρια με πάνω από τρεις ορόφους παρουσιάζουν μεγαλύτερη τρωτότητα από τα υπόλοιπα (Γράφημα 8.3, 8.6 & 8.9).

Ένα άλλο φαινόμενο που καθόρισε τον βαθμό των βλαβών είναι εάν το δομικό σύστημα ήταν πλαισιωτό ή μεικτό. Το Γράφημα 8 δείχνει ότι τα κτήρια με πλαισιωτό δομικό σύστημα λόγω της πλάστιμης συμπεριφοράς τους παρουσίασαν λιγότερες καταρρέψεις αλλά σημαντικού βαθμού και έκτασης βλάβες απ' ότι αυτές με μεικτό δομικό σύστημα.

Μια τελευταία παράμετρος που έλαβε μέρος στην σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών και δεν είναι προφανής από τα στατιστικά δεδομένα είναι η ύπαρξη πρηνών τόσο στην περίπτωση του σεισμού του Αιγίου (πρηνές που χωρίζει την πόλη του Αιγίου από την ακτή) όσο και της Αθήνας (ρεύμα Χελιδονούς).

### 8.3 Αξιολόγηση Δομικής Βαθμολογίας από ΤΟΕ κατά ΟΑΣΠ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει αρχικά το όριο για τη δομική βαθμολογία ( $\Delta B$ ) του κτηρίου κάτω από το οποίο το κτήριο θεωρείται ότι δεν καλύπτει τον ΕΑΚ και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση (B' και Γ' φάση του προσεισμικού ελέγχου) είχε οριστεί στην τιμή του 2. Τα γραφήματα που χρησιμοποιήσαμε είναι σύμφωνα με το παλαιότερο σύστημα βαθμολογίας του ΟΑΣΠ με χαμηλότερες από τις σημερινές Αρχικές Βασικές Σεισμικές Βαθμολογίες (ΑΒΣΚ). Μπορούμε όμως εύλογα να καταλήξουμε σε παρεμφερή συμπεράσματα αφού στην ουσία μόνο οι Αρχικές Βασικές Σεισμικές Βαθμολογίες (ΑΒΣΚ) έχουν αλλάξει από τότε με αύξηση κατά 3 μονάδες για κάθε δομικό τύπο.

Για να εξετάσουμε την αξιοπιστία της προαναφερθείσας μεθόδου (ΤΟΕ) είναι απαραίτητο να την εφαρμόσουμε σε κτήρια που έχουν είδη υποστεί βλάβες από σεισμούς του παρελθόντος και έτσι να δούμε κατά πόσο ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Έτσι παρακάτω παρουσιάζεται μια εφαρμογή του ΤΟΕ στα στατιστικά δεδομένα από τα 463 κτήρια (Γράφημα 8.8) που υπέστησαν διαφορετικού βαθμού και έκτασης βλάβες (93 καταρρέψεις, 202 κόκκινα, 72 κίτρινα και 96 πράσινα) στον σεισμό της Αθήνας(1999) [43] καθώς και σε 49 κτήρια (Γράφημα 8.16-8.19) εκ των οποίων τα 31 από ΟΣ που έπαθαν σοβαρές βλάβες στον σεισμό της Λευκάδος (2003) [42].

Από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στα 463 κτήρια ΟΣ (Γράφημα 8.10-8.15) προκύπτει ότι:

- Από τις κατασκευές που κατέρρευσαν το 84% είχε δομική βαθμολογία  $\Delta B < 2.0$ . από τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν με κόκκινο το 78% παρουσίασε  $\Delta B < 2.0$ , για τα κτήρια με μέσου βαθμού βλάβες (κίτρινα) το 70% των κατασκευών είχε  $\Delta B \leq 2.0$  και τα κτήρια με πράσινο χρώμα το 77% παρουσίασε  $\Delta B \geq 2.0$  (Γράφημα 8.10).
- Από τα 286 κτήρια με πλαισιωτό δομικό σύστημα τα 139 (48.6%) είχαν  $\Delta B < 2.0$  και τα 147 (51,4%) είχαν  $\Delta B \geq 2.0$  (Γράφημα 8.11).
- Από τα 177 κατασκευές με δυαδικό δομικό σύστημα οι 118 (66,7%) είχαν  $\Delta B < 2.0$  και οι 59 (33,3%) είχαν  $\Delta B \geq 2.0$  (Γράφημα 8.12).
- Στα 150 κτήρια με piloti είχαμε: καταρρέψεις (46) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 100%. κόκκινα (52) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (32) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 81 %, πράσινα (20) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 70% (Γράφημα 8.13).

- Στις 23 κατασκευές με κοντά υποστυλώματα είχαμε: καταρρεύσεις (9) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 100%, κόκκινα (10) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (0), πράσινα (4) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 25% (Γράφημα 8.14).
- Στα 139 κτήρια με μη κανονικότητα καθ' ύψος είχαμε: καταρρεύσεις (36) με  $\Delta B \leq 2.0$  σε ποσοστό 97%, κόκκινα (77) με  $\Delta B \leq 2.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (13) με  $\Delta B \leq 2.0$  σε ποσοστό 100%, πράσινα (13) με  $\Delta B < 2.0$  σε ποσοστό 77% (Γράφημα 8.15).

Επομένως συμπεραίνουμε ότι για το παραπάνω στατιστικό δείγμα (463 κτήρια) η εφαρμογή του ΤΟΕ στις περισσότερες περιπτώσεις προσεγγίζει ικανοποιητικά την πραγματικότητα και μας οδηγεί στις κατασκευές όπου απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση. Μεγάλη απόκλιση μεταξύ δομικής βαθμολογίας ( $\Delta B$ ) και πραγματικών βλαβών παρατηρούμε μόνο για τα στοιχεία τρωτότητας πυλωτή και μη κανονικότητα καθ' ύψος. Γι' αυτά τα στοιχεία παρατηρείται μεγάλο ποσοστό τελικά πράσινων κτηρίων να έχουν πάρει χαμηλή  $\Delta B$ . Δηλαδή  $\Delta B \leq 2$  που οδηγούσε σε περαιτέρω έλεγχο. Είναι απαραίτητη η βελτιστοποίηση των συντελεστών από τους οποίους προκύπτει η δομική βαθμολογία ( $\Delta B$ ) ώστε να μην προκύπτουν κτήρια με  $\Delta B \geq 2.0$  (δηλαδή δεν χρίζουν περαιτέρω διερεύνηση) τα οποία είτε θα καταρρεύσουν είτε θα παρουσιάσουν μεγάλο (κόκκινες) ή μικρό (κίτρινες) βαθμού βλάβες σε μια ενδεχόμενη ισχυρή εδαφική κίνηση αλλά και να μην προκύπτουν  $\Delta B \leq 2$  (δηλαδή χρίζουν περαιτέρω διερεύνησης) που τελικά δε θα παρουσιάσουν κάποια ουσιαστική βλάβη (πράσινες).

Για τις 49 κατασκευές, όπου στο Γράφημα 8.16, παρουσιάζεται η συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τη δομική βαθμολογία, προκύπτει από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) ότι:

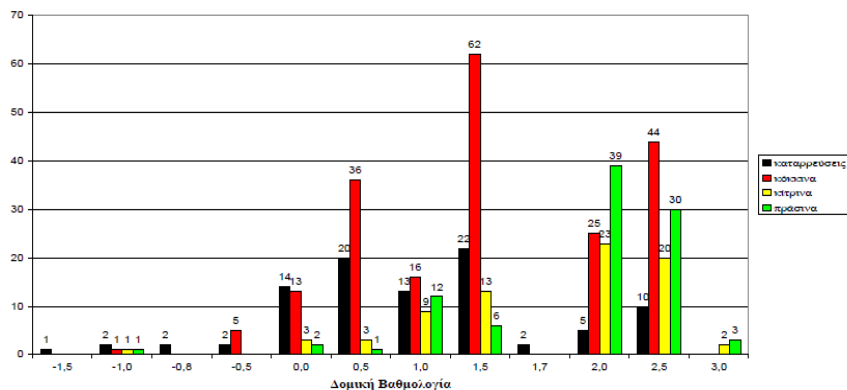
- Όλα τα κτήρια έχουν  $\Delta B < 2.0$  ακόμα και αυτά που έπαθαν μικρής έκτασης βλάβες (πράσινες). (Γράφημα 8.16).

Είναι προφανές ότι ενώ προβλέπονται ικανοποιητικά σε αυτό το δείγμα (49 κτήρια) οι κατασκευές οι οποίες θα υποστούν μεγάλο και μεσαίου βαθμού βλάβες παρατηρείται ότι υπάρχουν και αρκετές που δεν εμφάνισαν τέτοια τάση στην πραγματικότητα. Αυτό οφείλεται στο ότι η δομική βαθμολογία των κτηρίων αυτών μειώνεται σε μεγάλο βαθμό λόγω του ότι ανήκουν στη ζώνη σεισμικότητας ΙΙΙ (ΕΑΚ 2000). Έτσι είναι απαραίτητος ένας επαναπροσδιορισμός κάποιων συντελεστών ώστε να έχουμε μια σαφέστερη εικόνα της πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα προτείνουμε κτήρια που ανήκουν σε σεισμική ζώνη ΙΙΙ αλλά έχουν μελετηθεί με σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς να μην παίρνουν όλη την αρνητική βαθμολογία της ζώνης αλλά μέρος αυτής λόγω του σχεδιασμού τους.

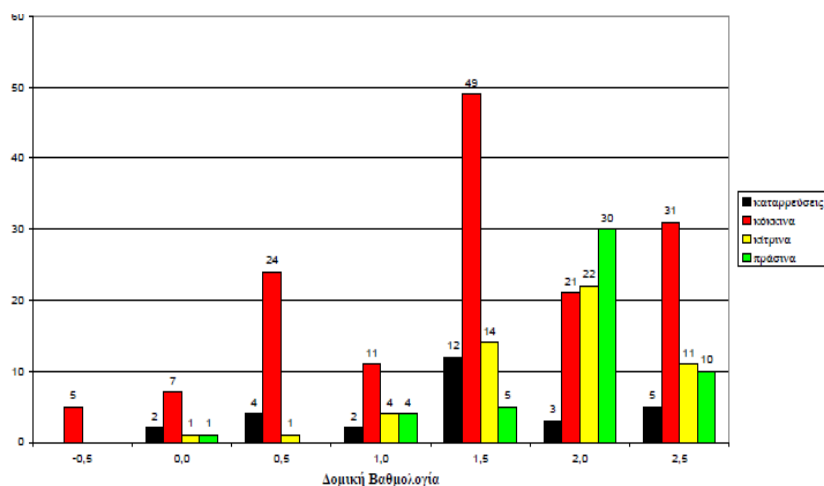
Εδώ να σημειωθεί ότι με τα νέα επίπεδα προτεραιότητας που χρησιμοποιούνται πλέον από τον ΟΑΣΠ (αντί για το όριο του 2):

Κατηγορία προτεραιότητας	Αντίστοιχη βαθμολογία
Γ	$\geq 5,45$
Β	4,05-5,40
Α	$\leq 4,00$

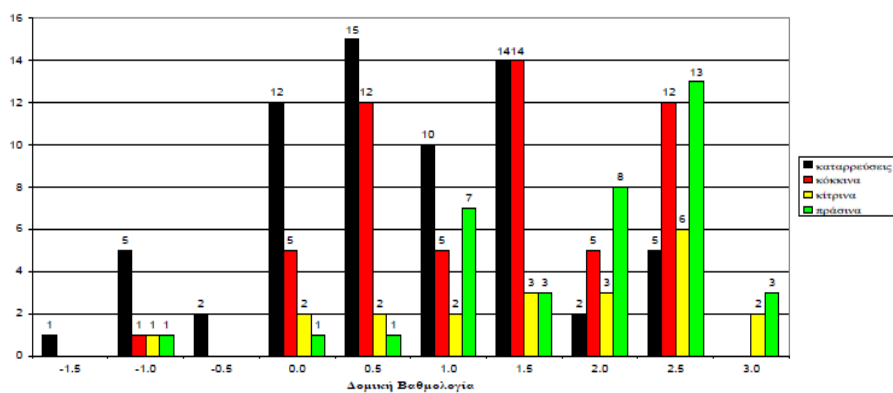
Με αντιστοίχιση της σημερινής  $\Delta B$  4,00 στο παλαιότερο σύστημα βαθμολογίας σε  $\Delta B$  ίσον με 1,00 όντως σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία η πλειοψηφία των κατασκευών που έχουν χαρακτηριστεί ως πράσινες έχουν  $\Delta B \geq 5,00$  και δε κατατάσσονται στην κατηγορία άμεσης προτεραιότητας για περαιτέρω έλεγχο.



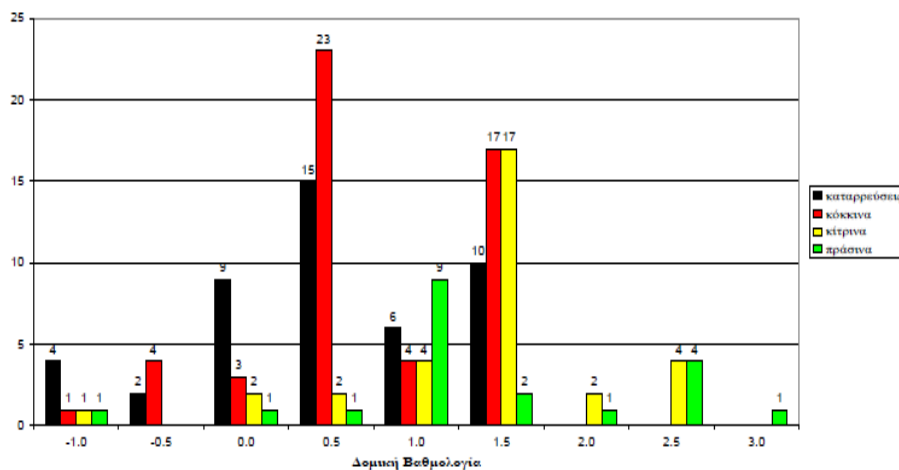
Γράφημα 8.10: Κατανομή των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008



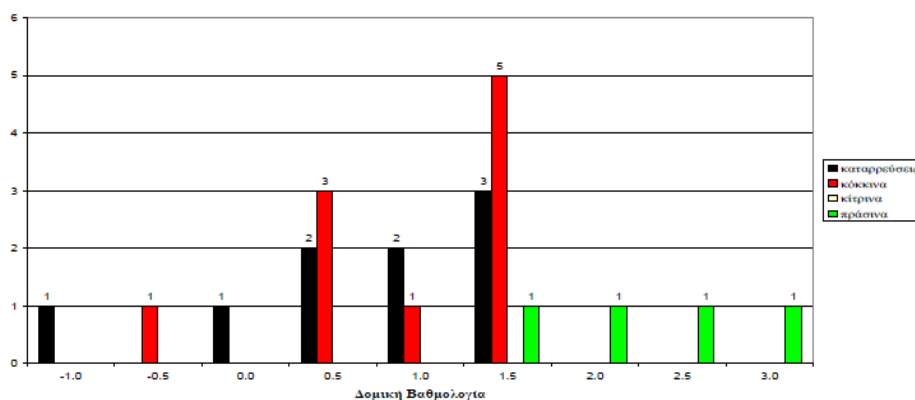
Γράφημα 8.11: ΔΒ σε κτήρια με πλαίσιο-πληρωτό δομικό σύστημα, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008



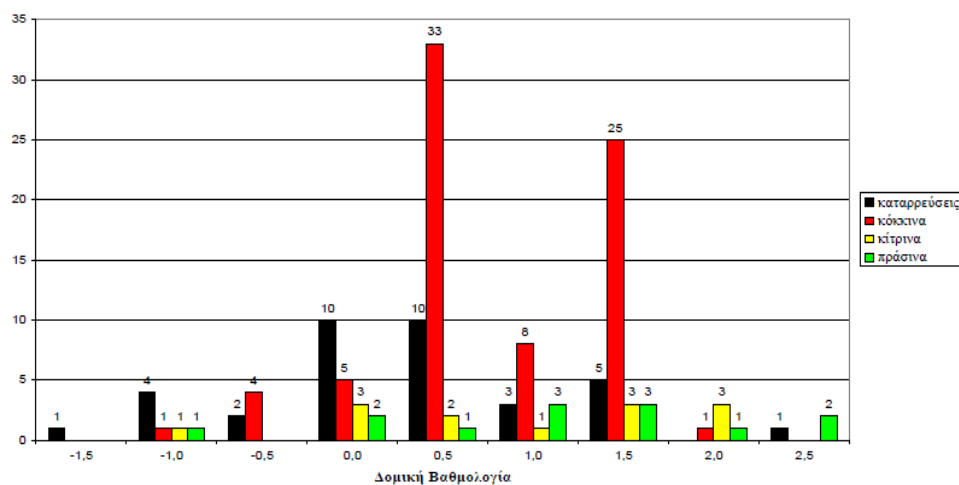
Γράφημα 8.12: ΔΒ σε κτήρια με δυαδικό δομικό σύστημα, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008



Γράφημα 8.13: ΔB σε κτήρια με piloti, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

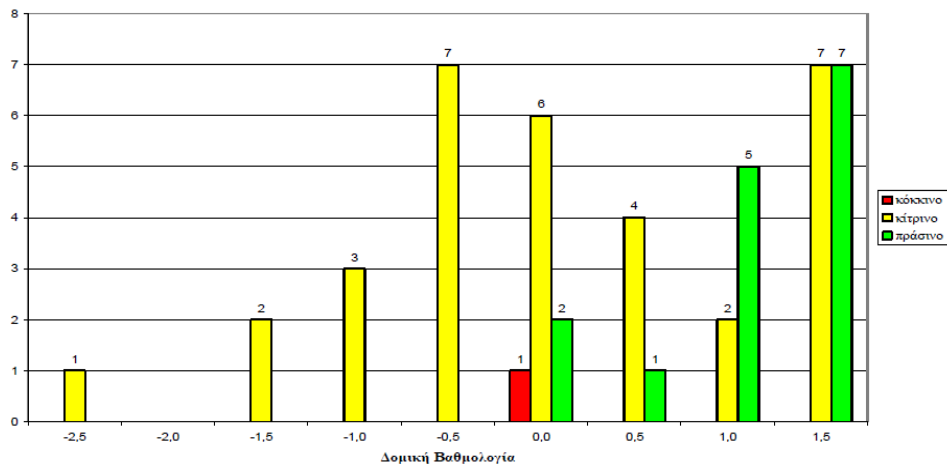


Γράφημα 8.14: ΔB σε κτήρια με κοντά υποστυλώματα, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

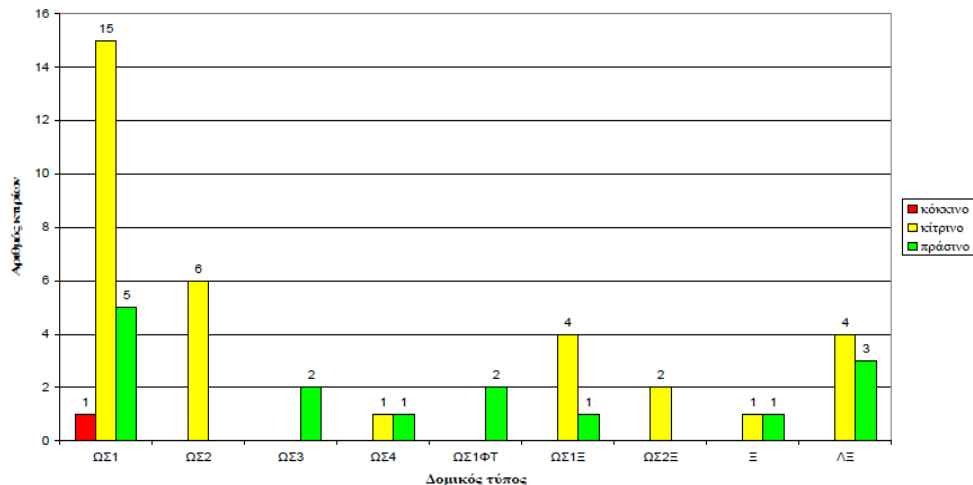


Γράφημα 8.15: ΔB σε κτήρια με μη κανονικότητα καθ’ ύψος, σεισμός Αθήνας, [43], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008





Γράφημα 8.16: Συσχέτιση βαθμού βλάβης και  $\Delta B$ , σεισμός Λευκάδας, [42], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008



Γράφημα 8.17: Κατανομή βαθμού βλάβης ανά δομικό τύπο κατασκευής, σεισμός Λευκάδας, [42], 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Δ, Καπογιαννόπουλος, 2008

Όπου:

ΩΣ1: πλαισιακό δομικό σύστημα ΟΣ με περίοδο κατασκευής 1959-1985

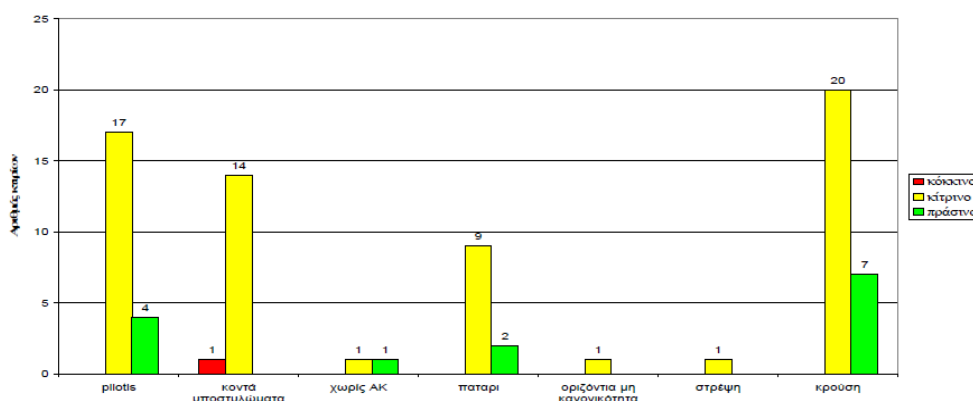
ΩΣ2: μικτό δομικό σύστημα ΟΣ με περίοδο κατασκευής 1959-1985

ΩΣ3: μικτό δομικό σύστημα ΟΣ με περίοδο κατασκευής 1959-1985 και επαρκή τοιχώματα

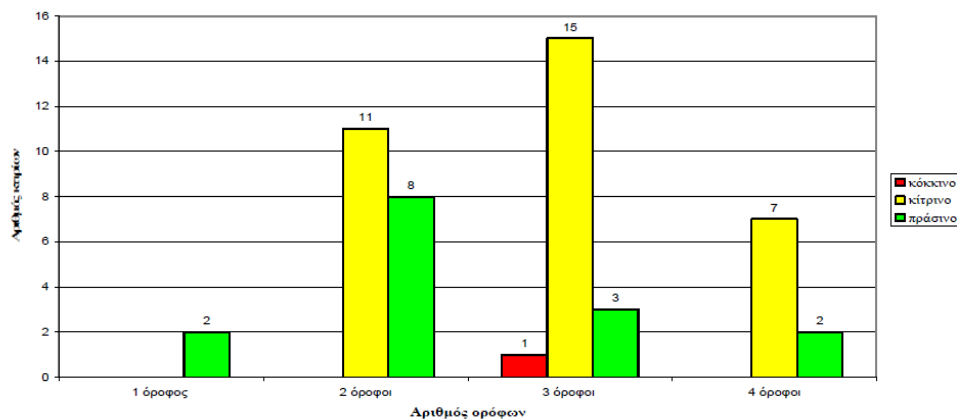
ΩΣ4: πλαισιακό δομικό σύστημα ΟΣ με περίοδο κατασκευής 1985-1995

Ξ: κατασκευές από ξύλο

ΛΞ: κατασκευές από λιθοδομή και ξύλο



Γράφημα 8.18: Συσχέτιση βασικών δομικών χαρακτηριστικών και βαθμού βλάβης, σεισμός Λευκάδας, [42], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008



Γράφημα 8.19: Συσχέτιση αριθμού ορόφων και βαθμού βλάβης, σεισμός Λευκάδας, [42], ‘Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος’, Δ, Καπογιαννόπουλος,2008

#### 8.4 Γιατί καταρρέουν οι κατασκευές

Μέχρι τώρα έχουμε μιλήσει για το πώς έχουν εξελιχθεί οι αντισεισμικοί κανονισμοί με το πέρασμα των χρόνων, αναλύσαμε εκτενώς τις μεθόδους πρωτοβάθμιου ελέγχου των κατασκευών και αναφερθήκαμε και συνοπτικά στις ενέργειες που πρέπει να γίνονται μετά τη διαπίστωση μειωμένης αντοχής των. Η αλήθεια όμως είναι ότι παρ’ όλες τις προσπάθειες που γίνονται προς αυτή την κατεύθυνση οι κατασκευές συνεχίζουν τρωτές απέναντι σε ισχυρούς σεισμούς, να χάνονται ζωές και περιουσίες.

Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο πρόβλημα των σεισμών, οι οποίοι ξεπερνούν τους σεισμούς σχεδιασμού οι οποίοι είχαν προβλεφθεί και για τους οποίους είχαν οπλισθεί αντισεισμικά οι κατασκευές. Σε τι οφείλεται όμως αυτό το πρόβλημα και γιατί αποτυγχάνουν τόσο συχνά οι χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας.

Με αφορμή τον καταστροφικό σεισμό που χτύπησε την Ιαπωνία το Μάρτιο του 2011, σεισμός που ξεπέρασε σημαντικά τη μέγιστη για την περιοχή προβλεπόμενη ένταση σεισμού, και άφησε πίσω του χιλιάδες νεκρούς, τραυματίες και ανυπολόγιστης έκτασης

περιβαλλοντικές καταστροφές θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε τι πήγε στραβά. Ο σεισμός αυτός απελευθέρωσε 150 φορές μεγαλύτερη ενέργεια (9 βαθμοί της κλίμακας ρίχτερ έναντι 7,5) από την προβλεπόμενη, για την οποία είχαν σχεδιασθεί οι κατασκευές και είχαν οχυρωθεί έναντι των τσουνάμι που θα μπορούσε να προκαλέσει ένας μεγάλη έντασης σεισμός. Οι χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας (hazard maps) απέτυχαν επομένως να προβλέψουν σωστά και να καταγράψουν τα πραγματικά μεγέθη των σεισμών. Μια σειρά από λάθος παραδοχές των χαρτογράφων οδήγησαν σε αυτές τις μη ρεαλιστικές αποτυπώσεις.

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε ένα εξηγήσουμε και να αναλύσουμε τις λάθος αυτές παραδοχές, τη σημασία των χαρτών σεισμικής επικινδυνότητας, και τους πιθανούς τρόπους βελτίωσης των μεθόδων αποτυπώσεως τους.

#### **8.4.1 Η Σημασία των χαρτών επικινδυνότητας σεισμών**

Οι χάρτες επικινδυνότητας είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη στρατηγικών σε περιπτώσεις κινδύνου. Η κοινωνία αντιμετωπίζει την πρόκληση να αποφασίσει το μέγεθος των κονδυλίων τα οποία θα διατεθούν για την αντιμετώπιση και το μετριασμό των φυσικών κινδύνων. Μεγάλου ύψους κονδύλια μπορούν να μειώσουν τις απώλειες σε ενδεχόμενες μελλοντικές καταστροφές με αυξημένο όμως κόστος ενώ από την άλλη μικρού ύψους διατιθέμενα κονδύλια μπορεί να αυξήσουν δυναμικά τις ενδεχόμενες απώλειες μετά από ένα καταστροφικό συμβάν. Ο στόχος της κοινωνίας είναι να επιλέξετε ένα επίπεδο ασφάλειας που καθιστά την στρατηγική δράσης οικονομική, διότι για τον μετριασμό των ενδεχόμενων απωλειών εκτρέπεται πόρους από άλλες χρήσεις. Ιδανικά οι στρατηγικές αυτές δεν θα πρέπει να είναι πάρα πολύ αδύναμες, επιτρέποντας αδικαιολόγητους κινδύνους, ή πάρα πολύ ισχυρές, επιβάλλοντας περιττά έξοδα. Οι ερωτήσεις αυτές είναι πολύπλοκες, και περιλαμβάνουν την εκτίμηση τόσο του οικονομικού κόστους όσο και τα οφέλη και η συγκρίνει το σχετικό κόστος ανά ζωή που θα σωθεί από τον μετριασμό του κινδύνου σεισμού με εκείνο που απαιτείται για να σωθεί μια ζωή μέσω άλλων μέσων όπως με τη βελτίωση της υγείας ή της ασφάλειας. Ως αποτέλεσμα, οι καλύτερες αποφάσεις είναι δυνατόν να παρθούν με τη βοήθεια ενός χάρτη επικινδυνότητας που ούτε υπερεκτιμά αλλά και ούτε υποτιμά τον κίνδυνο. Φυσικά, ένας χάρτης επικινδυνότητας έχει αβεβαιότητες, αλλά αυτό μπορεί να περιληφθεί στην ανάλυση. Επομένως, είναι ζωτικής σημασίας να καταλάβουμε πόσο καλά οι χάρτες επικινδυνότητας αποδίδουν, πώς να αξιολογήσουμε τις αβεβαιότητες τους, και πώς να τους βελτιώσουμε στο μέτρο του δυνατού.

Σε ορισμένες περιπτώσεις οι χάρτες επικινδυνότητας έχουν αποδώσει σε άλλες όμως έχουν αποτύχει στην πρόβλεψη της κίνησης ενός μεγάλου σεισμού. είναι οι αποτυχίες αυτές μια σπάνια εξαίρεση ή μήπως απεικονίζουν σημαντικά προβλήματα στη χαρτογράφηση των κινδύνων. Αν και είναι γεγονός ότι είναι πολύ πιο εύκολο να εντοπισθούν οι αδυναμίες των χαρτών μετά από μια αποτυχία παρά πριν, είναι χρήσιμο να έχουμε κατά νου τις πιθανές αδυναμίες των χαρτών.

##### **Λάθος φυσικά μοντέλα**

Η αποτυχία κάποιων χαρτών είναι αποτέλεσμα της χρήσης λαθεμένων φυσικών μοντέλων κατά τη διαδικασία των προβλημάτων. Το βασικό μοντέλο στο οποίο βασίζονται οι σεισμικοί χάρτες είναι αυτό του χαρακτηριστικού σεισμού, που υποθέτει πως οι τα μέρη ενός ρήγματος ή τμήματος ρήγματος θα κινηθούν με προβλέψιμο τρόπο, και θα παράγουν τους χαρακτηριστικούς σεισμούς με ημι-τακτική επανάληψη σε διαστήματα- με τα σεισμικά κενά- όπου είναι πιο πιθανό να επέλθει στο μέλλον. Παρά το γεγονός ότι η έννοια αυτή αποτελεί τη βάση της σεισμολογίας και είχε κάποια επιτυχία, παραμένει αμφιλεγόμενη. Η φυσική που προκαλεί μερικές ρήξεις που σταματούν σε μικρές αποστάσεις ενώ άλλες για να συνεχίζουν μέσω πολλών τμημάτων δεν είναι καλά κατανοητή. Οι Kagan και Jackson (1991, 1995) βρήκαν ότι το μοντέλο

σεισμικού-κενού δεν προσδιορίζει τις μελλοντικές θέσεις σεισμού σημαντικά καλύτερα από την παραδοχή ότι οι σεισμοί συμβαίνουν τυχαία σε αυτά τα ρήγματα. Παρά το γεγονός ότι αυτά τα αρνητικά αποτελέσματα δεν έχουν ποτέ καταρριφθεί, πολλές μελέτες χαρτογράφησης κινδύνων συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το μοντέλο σεισμικού-κενού.

#### Κακές παραδοχές

Πολλές αποτυχίες χαρτών είναι αποτέλεσμα των υποθέσεων, σχετικά με τη θέση ενός ρήγματος, ποια ρήγματα είναι ενεργά τώρα, πόσο γρήγορα θα συσσωρευτούν ενέργεια και πώς αυτή θα κυκλοφορήσει. Αν και κάποια από αυτά επικαλύπτονται από την προηγούμενη κατηγορία μπορούν να εξεταστούν σαν επιλογές παραμέτρων των μοντέλων που αποδεικνύουν την ανακρίβεια, παρά σαν υποθέσεις στις οποίες βασίζονται οι διαδικασίες. Οι χάρτες επικινδυνότητας επίσης απαιτούν υποθέσεις για το πού ή το πόσο συχνά μεγάλοι σεισμοί θα εμφανιστούν. Αυτές οι εκτιμήσεις εμπεριέχουν μεγάλες αβεβαιότητες και συχνά αποδεικνύονται αφού είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθεί αξιόπιστη εκτίμηση ενός πιθανού σεισμού.

#### Κακά Δεδομένα

Συχνά κρίσιμα δεδομένα είναι λάθος, με την έννοια ότι είναι ελλιπή ή δεν έχουν ολοκληρωθεί ή έχουν παρερμηνευτεί. Οι εμφανίσεις των σεισμών στο χώρο και στο χρόνο είναι πολυποίκιλες, και δεν έχουν ακόμη κατανοηθεί πλήρως. Με αποτέλεσμα η χαρτογράφηση να είναι δύσκολη ακόμη και σε περιοχές με καλά αρχεία σεισμών, χάρη στην ενόργανη μέτρηση σεισμών, σε ιστορικά και παλαιοντολογικά δεδομένα πολύ μεγάλων χρονικών διαστημάτων, η και δεδομένα GPS που δείχνουν την παρουσία ή την έλλειψη κινητικότητας της ενέργειας. Οι δυσκολίες είναι ακόμη μεγαλύτερες σε περιοχές όπου είναι διαθέσιμα πολύ λιγότερα δεδομένα, τυπικά τα δεδομένα από ιστορικό και παλαιοντολογικές καταγραφές είναι πολύ λίγα συγκριτικά με το διάστημα κατά το οποίο συνέβαιναν μεγάλοι σεισμοί. Σε αυτές τις περιπτώσεις η τοποθεσία, και το μέγεθος των αναμενόμενων μεγάλων σεισμών και η πιθανή κίνηση που απορρέει από αυτούς δεν είναι γνωστά. Συγκεκριμένα κάποιοι σεισμοί λαμβάνουν χώρα σε ρήγματα τα οποία δεν ήταν προηγουμένως γνωστά, σε πολλές περιπτώσεις γιατί τα ρήγματα αυτά ήταν τυφλά και δεν είχαν καμία επιφανειακή έκφραση. Οι μη επαρκείς πληροφορίες για την κίνηση των σεισμών που συνέβησαν πριν την χρήση των μοντέρνων σεισμομέτρων επίσης δυσχεραίνουν την πρόβλεψη της κίνησης μελλοντικών σεισμών.

#### Κακή τύχη

Παρ' όλο που οι χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας προβλέπουν τη μέγιστη ένταση των αναμενόμενων σεισμών με κάποια πιθανότητα σε κάποιο διάστημα, οι σεισμοί μπορούν να προκαλέσουν κινήσεις μεγαλύτερης έντασης χωρίς να ακυρώνουν τους χάρτες. Ένας πολύ μεγαλύτερος σεισμός η προκύπτουσα ανακίνηση από τον προβλεπόμενο μπορεί να θεωρηθεί ως λειτουργική ανεπάρκεια όσον αφορά την παροχή πληροφοριών του χάρτη για τον μετριασμό της επικινδυνότητας. Αντ' αυτού, μπορεί να θεωρηθεί σπάνιο γεγονός «μαύρος κύκνος» τ οποίο δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να για να χαρακτηριστεί ο χάρτης ως ανεπιτυχής.

Η παρούσα κατάσταση της χαρτογράφησης κινδύνων αντικατοπτρίζει το γενικό παράδοξο ότι οι άνθρωποι επιθυμούν να προβλέψουν το μέλλον τόσο έντονα που είμαστε υποχρεωμένοι να αναρωτηθούμε πόσο καλά ή όχι είναι οι προβλέψεις που κάνουν. Οι πραγματικά επιτυχημένοι χάρτες θα έπρεπε να είναι πάρα πολύ καλοί, ώστε ούτε να υπερεκτιμούν αλλά ούτε και να υποτιμούν τον κίνδυνο, οδηγώντας είτε σε περιττά έξοδα είτε σε ανεπαρκή προετοιμασία. Προϋπάρχουσες σε μας γνώσεις σχετικά με τους σεισμούς και η αντικειμενική εξέταση των διαδοχικών γενιών των χαρτών επικινδυνότητας θα πρέπει να βελτιώσουν την απόδοσή τους. Ωστόσο, υπάρχουν σχεδόν σίγουρα όρια για το πόσο καλές προβλέψεις μπορούν να γίνουν. Κάποια όρια

επιβάλλονται από την έλλειψη των απαιτούμενων γνώσεων και την εγγενή διακύμανση των διαδικασιών. Άλλα όρια απορρέουν από το γεγονός ότι οι χάρτες αυτοί παράγονται σε μοντέλα βάσει αξιωμάτων. Αν αυτά τα μοντέλα αποκλίνουν από την πραγματική μη-γραμμικώς φυσική εμφάνιση των σεισμών, τότε οι χάρτες δε θα μπορούν να προβλέψουν καμία μικροαλλαγή ή συντονισμό που να πλησιάζει στον πραγματικό σεισμό. Κάτι τέτοιο μπορεί να φαίνεται αποθαρρυντικό, αλλά μπορεί να αποδειχθεί και η λύση του προβλήματος. Ο μόνος τρόπος για να το ανακαλύψουμε είναι η αντικειμενική ανάλυση και ο έλεγχος των χαρτών επικινδυνότητας. [38]

## Κεφάλαιο 9

### Αξιολόγηση διεθνών μεθόδων ΤΟΕ για πραγματικά δεδομένα από το σεισμό της Αθήνας 1999

Τα στοιχεία από τα οποία προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα προέρχονται από μία βάση της Εθνικής Ασφαλιστικής που συντάχθηκε για το ερευνητικό πρόγραμμα ΑΡΙΣΤΙΩΝ (2003-2007, χρηματοδότηση ΓΓΕΤ) για κτήρια που υπέστησαν διαφορετικού βαθμού και έκτασης βλάβης (κόκκινες, κίτρινες, πράσινες) κυρίως κατά το σεισμό της Αθήνας το 1999 -ποσοστό καταχωρήσεων 96,9% αφορούν αυτό το σεισμό και 3,1% είναι το ποσοστό των καταχωρήσεων που αφορούν το σεισμό της Λευκάδας του 2003.

Στα στοιχεία που καταγράφονται περιλαμβάνονται, εκτός από το μετασεισμικό χαρακτηρισμό του ΥΠΕΧΩΔΕ, στοιχεία οικονομικών απωλειών στα δομικά αλλά και στα μη δομικά στοιχεία των κτηρίων καθώς και η εκτιμώμενη αξία του εξεταζόμενου κτηρίου (ή τμήματος τους). Η επεξεργασία των οικονομικών αυτών στοιχείων δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας, αναφέρεται όμως η ύπαρξή τους για λόγους πληρότητας.

Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της βάσης είναι, ότι σε αντίθεση με προϋπάρχουσες περιλαμβάνονται στοιχεία βλαβών για διάφορες τιμές της μακροσεισμικής έντασης. Η αντιστοίχιση έγινε αναλόγως του δήμου στον οποίο ανήκει κάθε κτίσμα, βάσει στοιχείων που δόθηκαν από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Αστεροσκοπείου Αθηνών. Επιπλέον υπάρχουν στοιχεία βλαβών για την πλειοψηφία των τύπων κτηρίων που εμφανίζονται στον Ελλαδικό χώρο (δομικοί τύποι: ΟΣα, ΟΣβ, ΟΣγ), κάτι που δε συνέβαινε με βάσεις παλαιότερων σεισμών (πχ: στην περίπτωση του σεισμού της Θεσσαλονίκης του '78 αφού τότε δεν υπήρχαν προφανώς κτήρια σχεδιασμένα με τους νεώτερους κανονισμούς).

Το βασικό μειονέκτημα της (κατά τα άλλα πολύτιμης αυτής βάσης) είναι το γεγονός ότι τα στοιχεία αυτά δεν μπορούν να θεωρηθούν εν γένει αντιπροσωπευτικά για το σύνολο του κτηριακού αποθέματος στις αντίστοιχες περιοχές. Διότι τα στοιχεία αφορούν φακέλους κτηρίων που ήταν ασφαλισμένα στην εταιρεία και οι ιδιοκτήτες τους αιτήθηκαν αποζημίωση για τις βλάβες που είχαν υποστεί από το σεισμό της Αθήνας (ή της Λευκάδας). Δεν υπάρχουν δηλαδή στη βάση κτήρια τα οποία δεν είχαν υποστεί καθόλου ζημιές, κτήρια τα οποία δεν ήταν ασφαλισμένα είτε οι ιδιοκτήτες τους δεν ζήτησαν αποζημίωση, ούτε βέβαια κτήρια τα οποία ήταν ασφαλισμένα σε άλλες εταιρίες.

Αυτό το μειονέκτημα γίνεται φανερό από το γεγονός ότι από τις 2083 καταχωρήσεις που αφορούν το σεισμό της Αθήνας μόλις 19 αφορούν κτήρια που χαρακτηρίστηκαν κόκκινα, δηλαδή ποσοστό 0,91%. [39]

#### **9.1 Περιγραφή εφαρμογής μεθόδων ΤΟΕ**

Στόχος μας ήταν να βρούμε κάποια πραγματικά δεδομένα μετασεισμικών ελέγχων για να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε τους ταχείς προσεισμικούς ελέγχους που εφαρμόζονται από τον ΟΑΣΠ-Ελληνική μέθοδος, τη FEMA-Αμερικάνικη μέθοδος, τη Μέθοδο Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation) της Νέας Ζηλανδίας και την Ιαπωνική μέθοδο.

Αρχικά απευθυνθήκαμε στην ΥΑΣ - Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων - καθώς ήταν η αρμόδια υπηρεσία για τον έλεγχο των κτηρίων μετά το σεισμό και για την αποδοχή και τον έλεγχο των μελετών αποκατάστασης όσων κτηρίων είχαν υποστεί

ζημιές. Εκεί όπως μας ενημέρωσαν πως δεν είχαν κάποια βάση δεδομένων για τα κτήρια που είχαν χαρακτηριστεί κατά το σεισμό, πλην γενικών στατιστικών στοιχείων (ποσοστό κατασκευών που μετά τον έλεγχο χαρακτηρίστηκαν: πράσινα, κίτρινα, κόκκινα) και επίσης δεν επιτρέπεται να μας δώσουν τις μελέτες αποκατάστασης. Έτσι, καταλήξαμε στη βάση της Εθνικής Ασφαλιστικής όπως αναφέρουμε παραπάνω, η οποία περιέχει στοιχεία για το χαρακτηρισμό των κτηρίων σε: Πράσινα-Κίτρινα-Κόκκινα ανάλογα με τις ζημιές που είχαν υποστεί, αλλά έλειπαν στοιχεία όπως ο αριθμός αδείας και φυσικά-για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων- και τα στοιχεία των ιδιοκτητών. Τα μόνα στοιχεία επομένως που διαθέταμε ήταν η διεύθυνση (οδός, αριθμός και περιοχή), το έτος κατασκευής και κάποια χαρακτηριστικά του κτηρίου όπως ο αριθμός ορόφων, η ύπαρξη ή όχι pilotis και γειτνίασης.

Στην προσπάθεια μας να εφαρμόσουμε και την Ιαπωνική Μέθοδο, η οποία παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού ξεπερνάει τα όρια του οπτικού ελέγχου αλλά παραμένει ταχύς έλεγχος, χρειαζόμασταν για να το επιτύχουμε αυτό τις άδειες των κτηρίων και συγκεκριμένα τους ξυλοτύπους των στατικών μελετών. Με τα στοιχεία που διαθέτουμε επιχειρήσαμε να βρούμε τις άδειες των κτηρίων αυτών από τις Πολεοδομίες των περιοχών στις οποίες άνηκαν και αφού όπως ενημερωθήκαμε τα ευρετήρια των αδειών στις τοπικές πολεοδομίες είναι στην πλειοψηφία τους ελλιπή από πλευράς χρονολογιών (δε διαθέτουν ευρετήριο για άδειες για όλες τις χρονολογίες)-ειδικά για παλαιότερες κατασκευές από το 1998 και πριν που ήταν τα δικά μας δεδομένα- είτε η κατάταξη γίνεται μόνο με βάση έτος κατασκευής και αριθμό άδειας.

Καταλήξαμε στην Πολεοδομία Αθηνών η οποία διαθέτει Ηλεκτρονική Βάση με καταχωρημένες άδειες διαφόρων περιοχών της Αττικής και δυνατότητα ηλεκτρονικής αναζήτησης μόνο με διεύθυνση και έτος κατασκευής. Το πρόβλημα εδώ ήταν ότι κατ' αρχήν η βάση δεν ήταν πλήρης και επιπλέον στις περισσότερες περιπτώσεις η καταχώρηση είχε γίνει μόνο με οδό, χωρίς αριθμό ή και χωρίς συγκεκριμένη περιοχή-Αθήνα ήταν η καταχώρηση και για διάφορες περιοχές όπως Βύρωνας, Μεταμόρφωση, Νέα Φιλαδέλφεια ειδικά στην περίπτωση παλαιών κατασκευών. Το αποτέλεσμα ήταν ότι από περίπου 50-60 αναζητήσεις καταφέραμε να βρούμε 3 άδειες που όντως αντιστοιχούσαν σε πραγματικά κτήρια της λίστας που είχαμε! Γι' αυτό το λόγο δεν κατέστη δυνατή η εφαρμογή της Ιαπωνικής μεθόδου προσεισμικού ελέγχου.

Το δείγμα που επιλέχθηκε τελικά αποτελείται από 34 κτήρια εκ των οποίων τα 11 χαρακτηρίστηκαν πράσινα, τα 17 κίτρινα και τα 6 κόκκινα από το μετασεισμικό έλεγχο τους. Ο μικρός αριθμός του δείγματος σε κόκκινα οφείλεται στον εξ' αρχής μικρό τους αριθμό στο δείγμα κι επιπροσθέτως στο ότι κάποια από αυτά δεν είχαν ακριβή διεύθυνση στη βάση, κάνοντας έτσι αδύνατο τον εντοπισμό τους ενώ κάποια που επισκεφθήκαμε-5 στον αριθμό- είχαν πλέον κατεδαφιστεί και τα στοιχεία της βάσης δεν ήταν αρκετά για την εφαρμογή των μεθόδων TOE.

Με βάση τα στοιχεία της βάσης επισκεφθήκαμε τα κτήρια του δείγματος για τη διενέργεια Ταχέων Οπτικών Ελέγχων για να συμπληρώσουμε τα επιπρόσθετα στοιχεία που απαιτούνται για την εφαρμογή των προσεισμικών μεθόδων TOE του ΟΑΣΠ-Ελληνική μέθοδος ,της FEMA-Αμερικάνικη μέθοδος και της Μεθόδου Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation) της Νέας Ζηλανδίας.

Για να εξετάσουμε την αξιοπιστία των προαναφερθέντων μεθόδων (TOE) είναι απαραίτητο να την εφαρμόσουμε σε κτήρια που έχουν είδη υποστεί βλάβες από σειμούς του παρελθόντος και έτσι να δούμε κατά πόσο ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Έτσι παρακάτω παρουσιάζεται μια εφαρμογή του TOE στα στατιστικά δεδομένα από τα 34 κτήρια του δείγμάτος μας. Παραθέτουμε τα γραφήματα της κάθε μεθόδου και τον αντίστοιχο σχολιασμό τους.

### 9.2.1 Ταχύς Οπτικός έλεγχος ΟΑΣΠ- Ελληνική μέθοδος

Από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) στα 33 κτήρια (31 κτήρια από ΟΣ και 2 από ΔΤ)

Για τη γενική βαθμολογία (Γράφημα 9.1):

Για τις 31 κατασκευές από ΟΣ, όπου στο Γράφημα 9.1, παρουσιάζεται η συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τη δομική βαθμολογία, προκύπτει από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) ότι:

- Από τις κατασκευές που χαρακτηρίστηκαν με κόκκινο το 80% παρουσίασε  $\Delta B \leq 4.0$  (άρα Α βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση) και το 20%  $\Delta B$  από 4,05-5,4, (άρα Β βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση), για τα κτήρια με μέσου βαθμού βλάβης (κίτρινα) το 12,5% των κατασκευών είχε  $\Delta B \leq 4.0$  (άρα Α βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση), το 50%  $\Delta B$  από 4,05-5,4, (άρα Β βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση) και το 37,5%  $\Delta B \geq 5,45$  (άρα Γ βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση), τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν πράσινα το 10% των κατασκευών είχε  $\Delta B \leq 4.0$  (άρα Α βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση), το 50%  $\Delta B$  από 4,05-5,4, (άρα Β βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση) και το 40%  $\Delta B \geq 5,45$  (άρα Γ βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση).

Κατηγορία προτεραιότητας	Αντίστοιχη βαθμολογία
Γ	$\geq 5,45$
Β	4,05-5,40
Α	$\leq 4,00$

Επομένως για αυτό το δείγμα προβλέπονται ικανοποιητικά οι  $\Delta B$  και άρα οι προβλεπόμενοι περαιτέρω έλεγχοι για κατασκευές οι οποίες θα υποστούν μεγάλου και μεσαίου βαθμού βλάβης. Παρατηρείται όμως ότι μεγάλο ποσοστό 60% από τις χαρακτηρισμένες πράσινες κατασκευές έχουν χαμηλή  $\Delta B$  που τις οδηγεί σε περαιτέρω έλεγχο ενώ στην πραγματικότητα δεν εμφάνισαν βλάβες.

Για τους παράγοντες τρωτότητας: (Γραφήματα 9.2-9.7) προκύπτει ότι:

- Στα 17 κτήρια με πιλοτί είχαμε: κόκκινα (1) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (9) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 11,1 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 33,3%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 55,6% και πράσινα (6) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 16,67 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 33,33%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 50% (Γράφημα 9.2).
- Στις 17 κατασκευές με ενδεχόμενο κρούσης είχαμε: κόκκινα (5) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 60%, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 40%, κίτρινα (6) με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 50%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 50% και πράσινα (5) με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 40%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 60% (Γράφημα 9.3).
- Στις 9 κατασκευές με οριζόντια μη κανονικότητα είχαμε: κόκκινα (1) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (5) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 20 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 40%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 40% και πράσινα (3) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 33,3%, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 66,7 (Γράφημα 9.4).
- Στις 6 κατασκευές με μη κανονικότητα καθ' ύψος είχαμε: κόκκινα (1) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (4) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 50 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 50%, και πράσινα (1) με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 100% (Γράφημα 9.5).
- Στις 7 κατασκευές με μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη είχαμε: κόκκινα (1) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 100%, κίτρινα (3) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 33,3 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 66,7%, και πράσινα (3) με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$



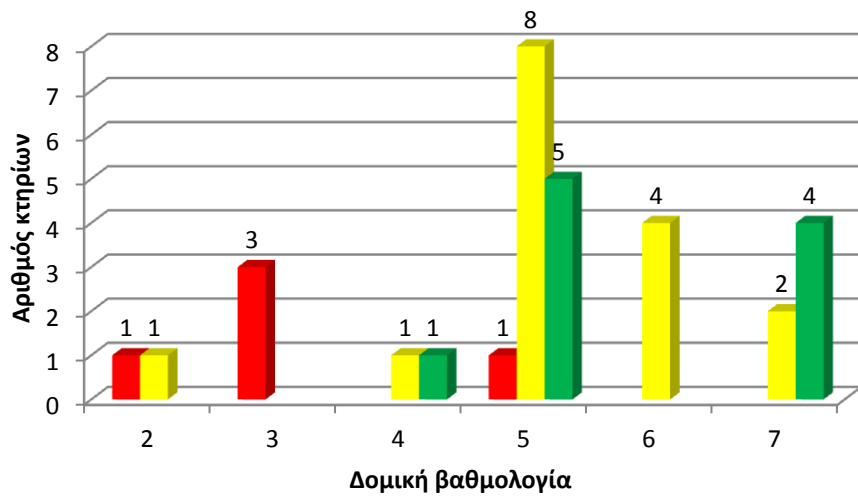
σε ποσοστό 33,3%, με  $\Delta B \geq 5,45$  σε ποσοστό 66,7% (Γράφημα 9.6).

- Στις 9 κατασκευές με κοντά υποστυλώματα είχαμε: κόκκινα (3) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 66,7%, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 33,3%, κίτρινα (4) με  $\Delta B < 4.0$  σε ποσοστό 50 %, με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 50%, και πράσινα (1) με  $4,05 \leq \Delta B \leq 5,4$  σε ποσοστό 100% (Γράφημα 9.7).

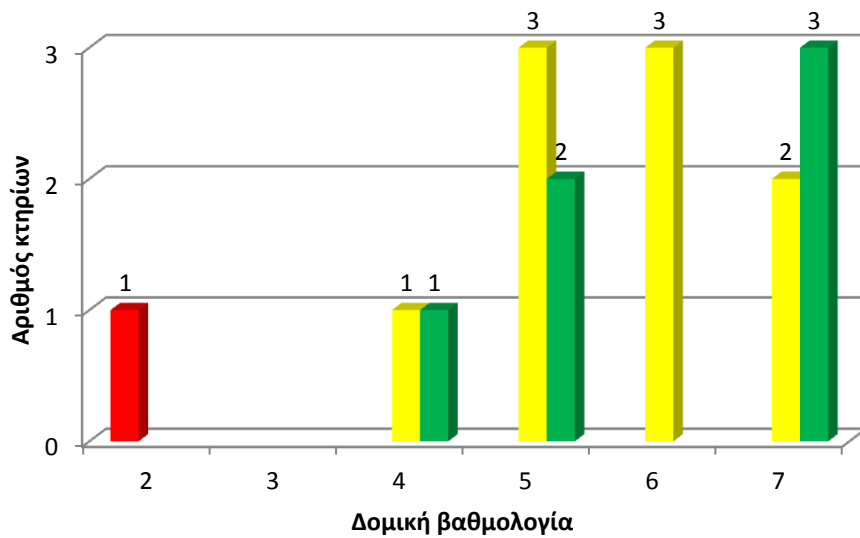
Επομένως συμπεραίνουμε ότι για το παραπάνω στατιστικό δείγμα (34 κτήρια) η εφαρμογή του ΤΟΕ στις περισσότερες περιπτώσεις προσεγγίζει ικανοποιητικά την πραγματικότητα και μας οδηγεί στις κατασκευές όπου απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση. Εξάιρεση, η απόκλιση μεταξύ δομικής βαθμολογίας ( $\Delta B$ ) και πραγματικών βλαβών παρατηρείται κυρίως για τα στοιχεία τρωτότητας πλωτή και οριζόντια μη κανονικότητα. Γι' αυτά τα στοιχεία παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό, σε σχέση με τα άλλα χαρακτηριστικά δομικής τρωτότητας, τελικά πράσινων κτηρίων, να οδηγούνται σε περαιτέρω έλεγχο. Πάντως σε σχέση και με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που είχαμε στο κεφάλαιο 8, παρατηρούμε ότι με τη διαβάθμιση που δημιουργήθηκε μεταγενέστερα στο σύστημα του ΟΑΣΠ (Α,Β,Γ βαθμού προτεραιότητας) μειώνεται αισθητά το ποσοστό των πράσινων κτηρίων με Α βαθμό προτεραιότητας για περαιτέρω διερεύνηση σε σχέση με την παλαιότερη χρήση του ορίου 2 (που δημιουργούσε μόνο 2 κατηγορίες: χρίζει άμεσης/μη άμεσης διερεύνησης).

Ως προς το δομικό τύπο παρατηρούμε ότι όπως είναι λογικό κτήρια με τον πιο πρόσφατο τύπο ΟΣγ έχουν εμφανώς μεγαλύτερη βαθμολογία από αυτά με τον παλαιότερο ΟΣα. Κτήρια κατασκευασμένα από ΟΣβ έχουν μικρότερη βαθμολογία από αυτά από ΟΣγ, όχι όμως εμφανώς μεγαλύτερη από κτήρια από ΟΣα. Το δείγμα έχει πάντως σχετικά μικρό αριθμό κατασκευών από ΟΣβ. (Γραφήματα 9.8-9.10).

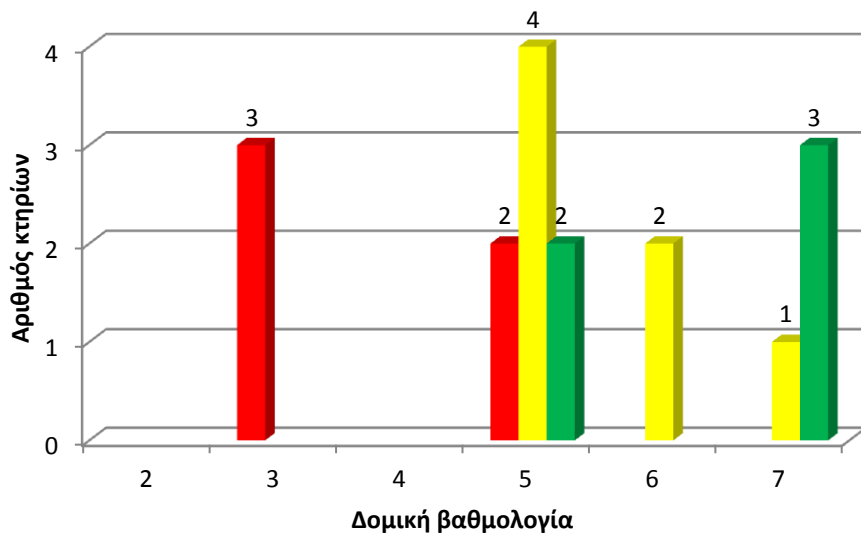
Γενικά, ως προς το δομικό τύπο είναι εμφανή τα δυσμενέστερα αποτελέσματα σε βλάβες για παλαιότερες κατασκευές από ΟΣα σε σχέση με πιο πρόσφατες από ΟΣβ και ΟΣγ ( Γράφημα 9.12). Ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση του αριθμού των ορόφων δεν μπορούμε να βγάλουμε γι αυτό το δείγμα, κυρίως λόγω του ότι τα κόκκινα κτήρια ήταν χαμηλά σε ποσοστό 80% έως τριώροφα. Πάντως για τα κίτρινα φαίνεται να ενεργεί δυσμενώς η αύξηση των ορόφων (Γράφημα 9.13). Αναμενόμενα και τα αποτελέσματα ανάλογα με την περίοδο κατασκευής των κτηρίων. Οι πιο παλιές κατασκευές εμφάνισαν μεγαλύτερες ζημιές σε σχέση με τις νεώτερες που κατασκευάστηκαν με βάση πιο σύγχρονους Αντισεισμικούς κανονισμούς (Γράφημα 9.14). Τέλος, εμφανής και η αρνητική επίδραση της ζώνης σεισμικής επικινδυνότητας II σε σχέση με την I (Γράφημα 9.15).



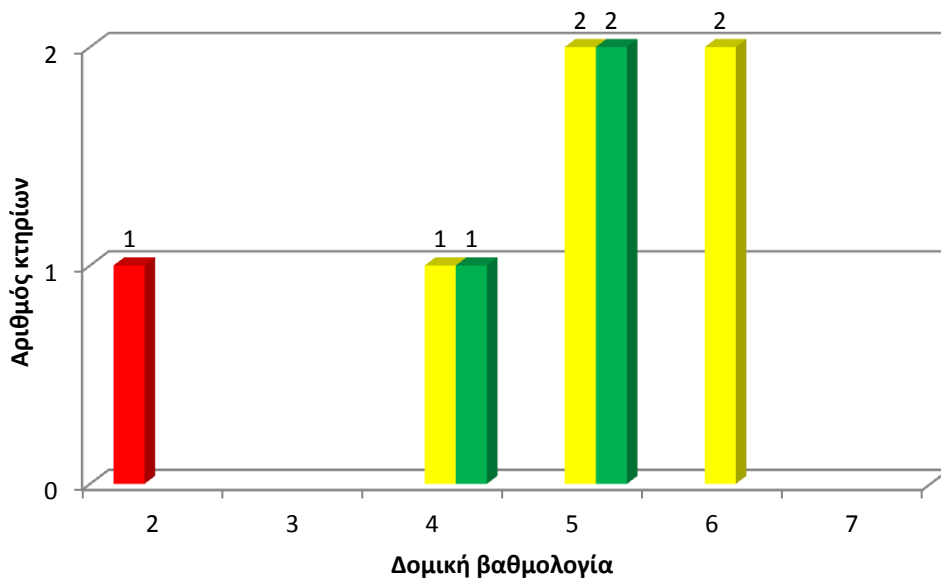
Γράφημα 9.1: Συσχέτιση των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ με το βαθμό βλάβης, μέθοδος ΟΑΣΠ



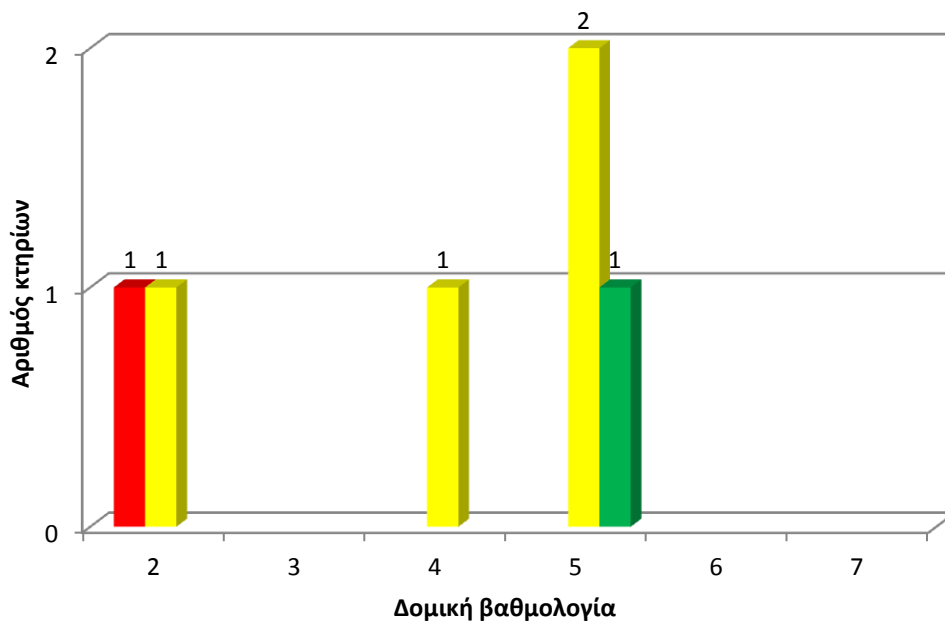
Γράφημα 9.2: ΔΒ σε κτήρια με pilotis, μέθοδος ΟΑΣΠ



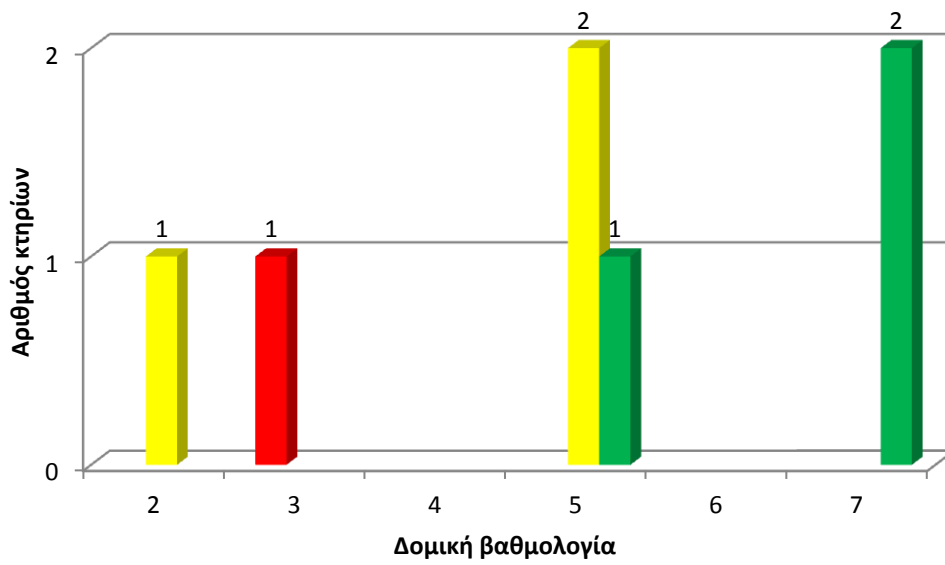
Γράφημα 9.3: ΔΒ σε κτήρια με ενδεχόμενο κρούσης, μέθοδος ΟΑΣΠ



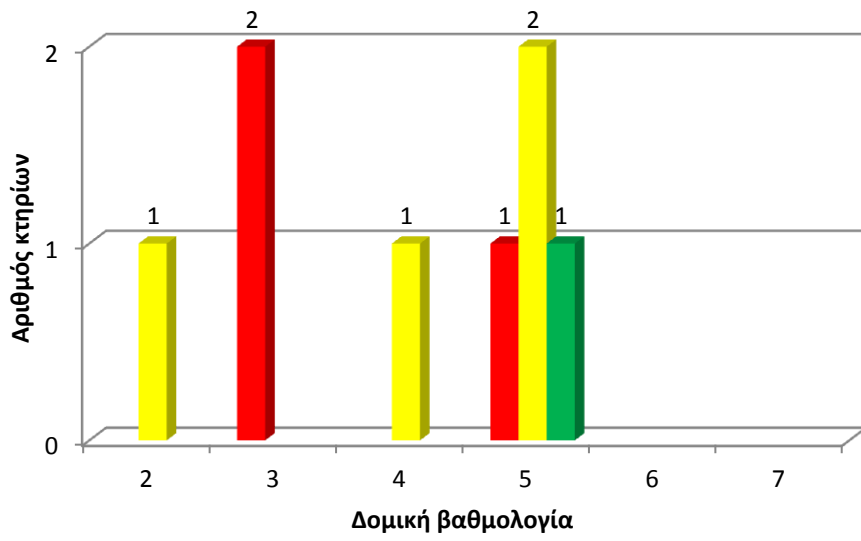
Γράφημα 9.4: ΔΒ σε κτήρια με οριζόντια μη κανονικότητα, μέθοδος ΟΑΣΠ



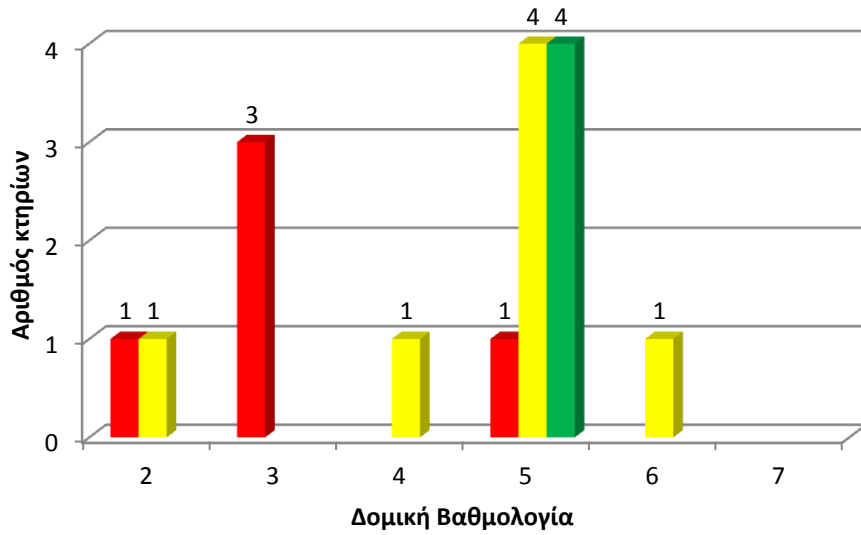
Γράφημα 9.5: ΔΒ σε κτήρια με μη κανονικότητα καθ' ύψος, μέθοδος ΟΑΣΠ



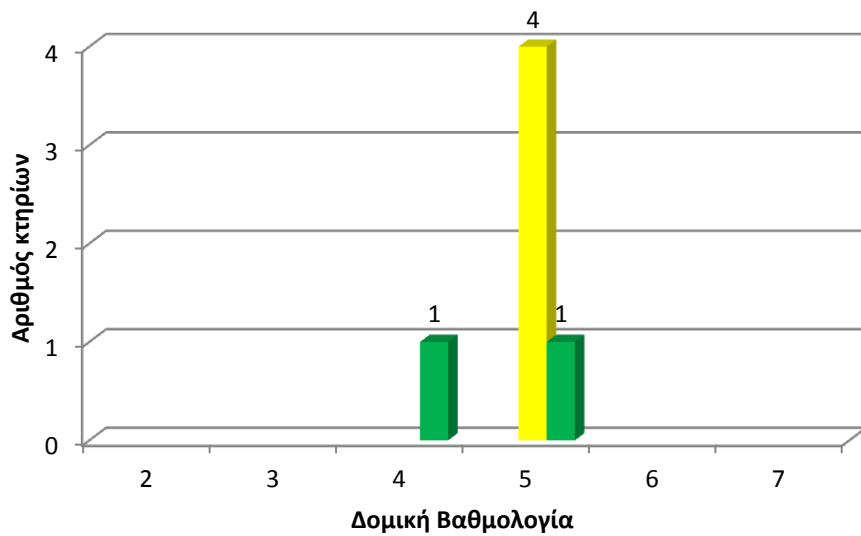
Γράφημα 9.6: ΔΒ σε κτήρια με μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη, μέθοδος ΟΑΣΠ



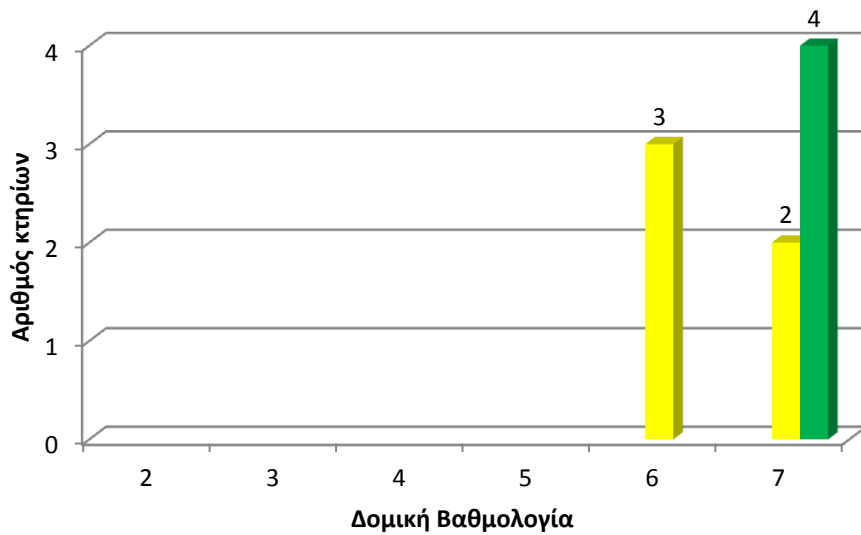
Γράφημα 9.7: ΔΒ σε κτήρια με κοντά υποστυλώματα, μέθοδος ΟΑΣΠ



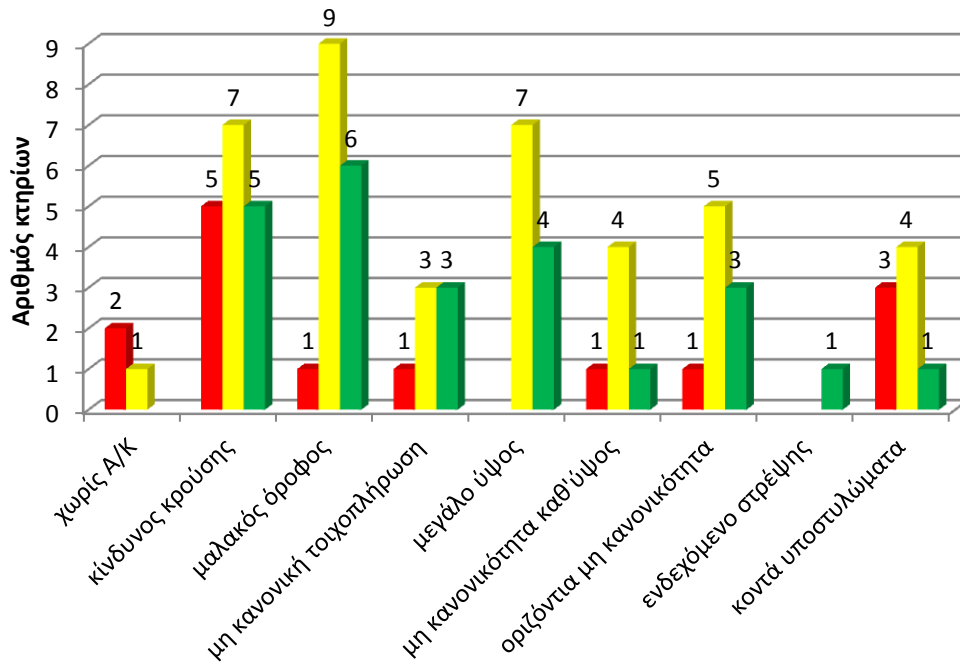
Γράφημα 9.8: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣα, μέθοδος ΟΑΣΠ



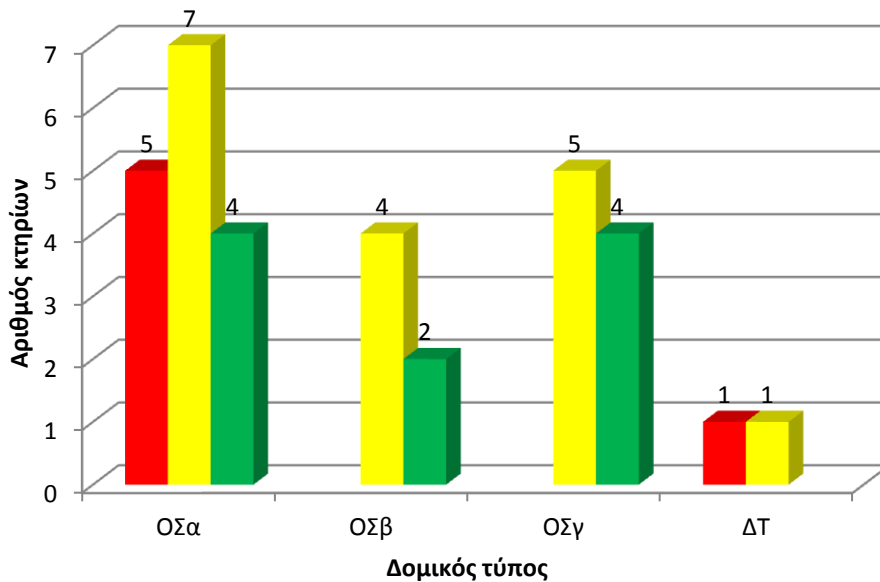
Γράφημα 9.9: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣβ, μέθοδος ΟΑΣΠ



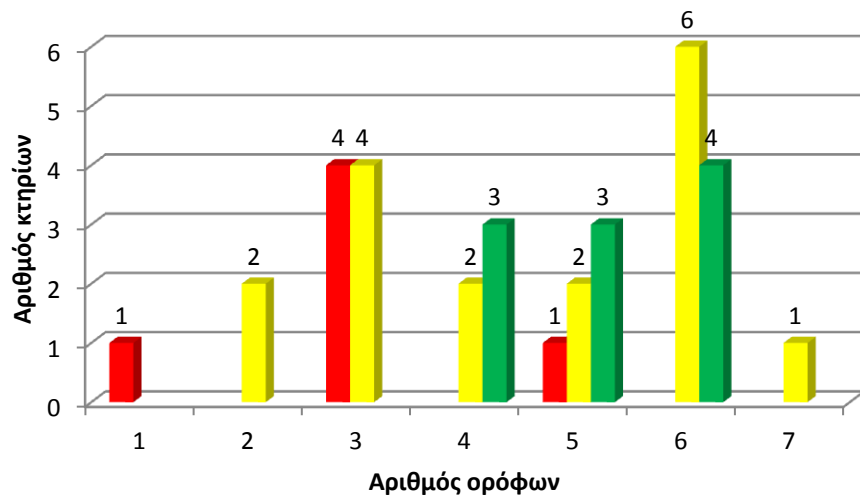
Γράφημα 9.10: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣγ, μέθοδος ΟΑΣΠ



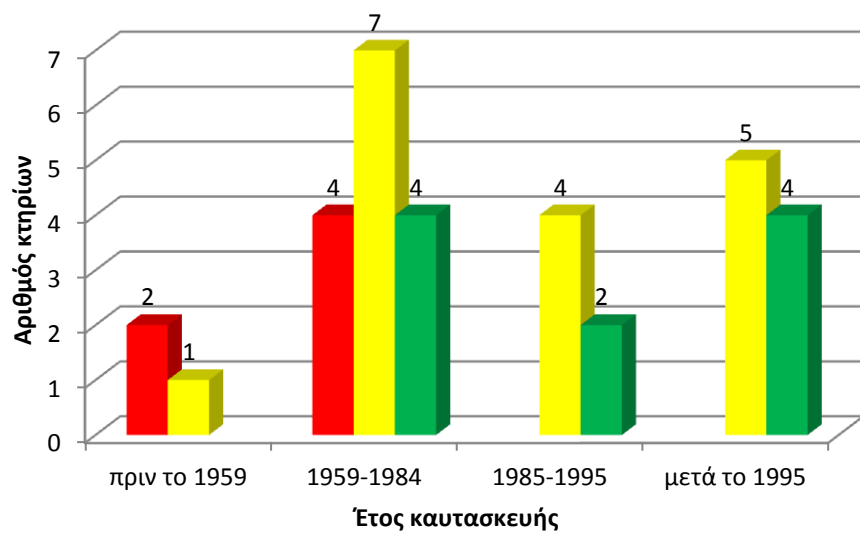
Γράφημα 9.11: Συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τα δομικά χαρακτηριστικά



Γράφημα 9.12: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με δομικό τύπο κατασκευής

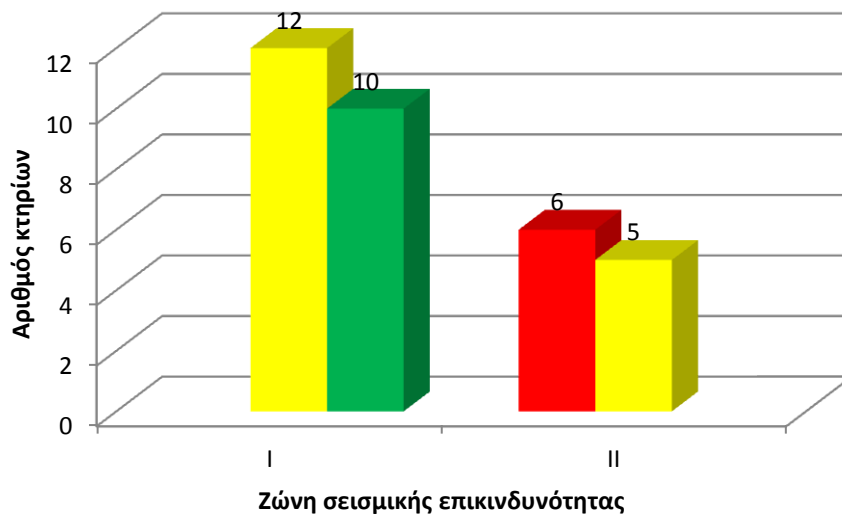


Γράφημα 9.13: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με αριθμό ορόφων



Γράφημα 9.14: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με το έτος κατασκευής





Γράφημα 9.15: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας

### 9.2.2 Ταχύς Οπτικός έλεγχος FEMA- Αμερικάνικη μέθοδος

Για τη γενική βαθμολογία (Γράφημα 9.16):

Για τις 32 κατασκευές από ΟΣ, όπου στο Γράφημα 9.16, παρουσιάζεται η συσχέτιση του βαθμού βλάβης με τη δομική βαθμολογία, προκύπτει από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (ΤΟΕ) ότι:

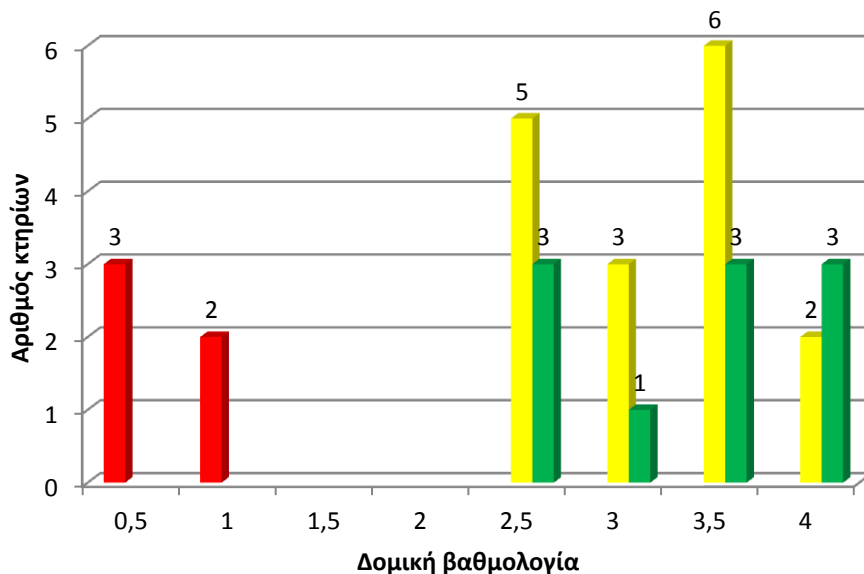
- Από τις κατασκευές που χαρακτηρίστηκαν με κόκκινο το 100% παρουσίασε  $\Delta B \leq 2.0$  (ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση), για τα κτήρια με μέσου βαθμού βλάβης (κίτρινα) το 100% των κατασκευών είχε  $\Delta B > 2.0$  (μη άμεση ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση), για τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν πράσινα το 100% έχει  $\Delta B > 2$  (μη άμεση ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση).

Επομένως για αυτό το δείγμα προβλέπονται ικανοποιητικά οι  $\Delta B$  και άρα οι προβλεπόμενοι περαιτέρω έλεγχοι για κατασκευές οι οποίες θα υποστούν μεγάλο και μικρό (έως μηδενικού) βαθμού βλάβης. Παρατηρείται όμως πρόβλημα για τις χαρακτηρισμένες κίτρινες κατασκευές αφού όλες έχουν υψηλή  $\Delta B$  που δεν τις οδηγεί (τουλάχιστον άμεσα με βάση το όριο του 2) σε περαιτέρω έλεγχο ενώ στην πραγματικότητα εμφάνισαν βλάβες.

Για τους άλλους παράγοντες:

Επηρεάζει αρνητικά με αφαίρεση 0,5 η ύπαρξη οποιουδήποτε παράγοντας κακής μορφολογίας (πυλωτή, κοντά υποστυλώματα, μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη, μη κανονικότητα καθ' ύψος, οριζόντια μη κανονικότητα, ενδεχόμενο στρέψης). Αλλά η αφαίρεση του 0,5 παραμένει ίδια ακόμη και για την ταυτόχρονη εμφάνιση όλων των παραπάνω δυσμενών δομικών παραγόντων.

Αυτή είναι μια πιθανή αιτία για την υψηλή βαθμολογία που έδωσε η μέθοδος στα χαρακτηρισμένα κίτρινα κτήρια.



Γράφημα 9.16: Κατανομή των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ, μέθοδος FEMA

### 9.2.3 Μέθοδος Ταχείας Αποτίμησης (Rapid Evaluation) της Νέας Ζηλανδίας

Για τη γενική Βαθμολογία (Γράφημα 9.14)

Για τις 31 κατασκευές από ΟΣ, όπου στο γράφημα 9.17 & 9.18 παρουσιάζεται η συσχέτιση βλάβης με τη δομική βαθμολογία. Προκύπτει από την εφαρμογή της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου (TOE) ότι:

- ⤴ Από τις κατασκευές που χαρακτηρίστηκαν με κόκκινο το 80% κρίνονται ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης
- ⤴ για τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν με κίτρινο μόλις το 18,75% (3 στα 16 κτήρια) κρίνονται ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης
- ⤴ για τα κτήρια που χαρακτηρίστηκαν με πράσινο το 10% αυτών (1 στα 10 κτήρια) κρίνονται ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης

Το κριτήριο κατά το οποίο κρίνεται το κατά πόσο είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση της δομικής τρωτότητας του κτηρίου είναι ελλιπές. (δηλαδή το επιτρεπόμενο όριο της Βαθμολογίας του κτηρίου προκύπτει από το μέγεθός του), καθώς τα πολύ μικρά κτήρια εξαιρούνται από την περαιτέρω διερεύνηση ακόμα και αν έχουν πολύ υψηλή βαθμολογία λόγω των πολλών δυσμενών παραγόντων δομικής τρωτότητας. Συγκεκριμένα εδώ το κόκκινο κτήριο που “γλιτώνει” επιπλέον έλεγχο έχει βαθμολογία 50 και λόγω του μικρού μεγέθους του έχει επιτρεπόμενο όριο βαθμολογίας 55!!! Με βάση αυτά ίσως θα έπρεπε να προστεθεί συνδυαστικά με αυτό το κριτήριο και το απόλυτο όριο της δομικής βαθμολογίας 40 για άμεσο αναλυτικό έλεγχο της σεισμικής τους ικανότητας (α' προτεραιότητας) και σε δεύτερο επίπεδο τα κτήρια με βαθμολογία 30 (β' προτεραιότητας). (Δεν επισημαίνουμε το αντίστροφο έλλειμμα του υπάρχοντος κριτηρίου για τα μεγάλα κτήρια, (δηλαδή τα 2 από τα 3 κτήρια που κρίθηκαν κίτρινα μετά το σεισμό όπου η βαθμολογία τους ήταν 35, αλλά λόγω του μεγάλου μεγέθους τους κρίνονται ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, καθώς αν και αντιοικονομικό λειτουργεί υπέρ ασφαλείας, και αν και το δείγμα είναι μικρό για απόλυτες εκτιμήσεις, φαίνεται να έχει μικρό ποσοστό απόκλισης! Και με αυτή τη μικρή τροποποίηση η μέθοδος αυτή θα

μπορούσε να αντιπροσωπεύσει επαρκώς την ελληνική πραγματικότητα!  
Δηλαδή μετά από μια τέτοια τροποποίηση θα είχαμε τα εξής αποτελέσματα:

- A' προτεραιότητας : - κόκκινα 100% (5 στα 5 κτήρια )  
- κίτρινα 18,75% (3 στα 16 κτήρια)  
- πράσινα 10% (1 στα 10 κτήρια)  
B' προτεραιότητας : - κίτρινα 6,25% (1 στα 16 κτήρια)  
- πράσινα 10% (1 στα 10 κτήρια)

Όπως ήταν αναμενόμενο οι παράγοντες όπως η κρούση (τα κοντά υποστυλώματα και η μη κανονικότητα) δεν επηρεάζουν σημαντικά στη βαθμολογία και γι αυτό το λόγο στα διαγράμματα το εύρος της βαθμολογίας στα κτήρια με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ανάλογο με το γενικό εύρος της βαθμολογίας σε όλο το πλήθος των κτηρίων. Αντίθετα στα κτήρια με ύπαρξη μαλακού ορόφου το διάγραμμα μετατοπίζεται αρνητικά (προς τα δεξιά του διαγράμματος) καθώς όταν αυτά υφίστανται η δομική βαθμολογία των κτηρίων ανεβαίνει σημαντικά.

Η περίοδος κατασκευής του κάθε κτηρίου όπως και η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας στην οποία βρίσκεται, επηρεάζουν σημαντικά τη δομική του βαθμολογία. όσον αφορά για τις περιόδους κατασκευής, όσο περνάμε σε πιο πρόσφατη περίοδο κατασκευής τόσο μετατοπίζεται προς τα αριστερά και το διάγραμμα με τις δομικές βαθμολογίες, βελτιώνονται οι ισχύοντες αντισεισμικοί κανονισμοί και αντίστοιχα βελτιώνεται η αναμενόμενη απόδοση των κτηρίων σ έναν ενδεχόμενο σεισμό. Κάτι ανάλογο ισχύει και τις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, αν και στο δείγμα μας τυγχάνει να μην έχουμε πράσινα κτήρια στη ζώνη II, και όλα τα κόκκινα να ανήκουν στη ζώνη II, από τα στοιχεία που αυτά μπορούν να μας προσφέρουν και από τα χαρακτηρισμένα κίτρινα μετά το σεισμό κτήρια συμπεραίνουμε ότι η δομική βαθμολογία τους επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από τη ζώνη στην οποία βρίσκονται. Το διάγραμμα είναι τελείως μετατοπισμένο αριστερά και με πολύ χαμηλότερες βαθμολογίες για τη ζώνη I Ενώ στη ζώνη II οι βαθμολογίες ανεβαίνουν σημαντικά και το διάγραμμα μετατοπίζεται στα δεξιά του σχήματος.

Αυτό που προκαλεί τη μεγαλύτερη έκπληξη και ίσως να είναι και το κλειδί για να εξηγήσουμε γιατί η Νεοζηλανδική μέθοδος, τουλάχιστον στο δείγμα μας, φαίνεται να έχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα από την ελληνική μέθοδο που εφαρμόζεται από τον ΟΑΣΠ είναι η βαθμολογία που δίνεται στο δομικό τύπο των κτηρίων. Οι αποκλίσεις είναι μικρές και επηρεάζουν καθώς φαίνεται ελάχιστα τη τελική βαθμολογία. Όπως φαίνεται και στα διαγράμματα, είναι ανάλογα μεταξύ τους και ανάλογα με το διάγραμμα της γενικής βαθμολογίας-καμία μετατόπιση ούτε προς τα αριστερά ούτε προς τα δεξιά. Πιο αναλυτικά αν δούμε τους μέσους όρους των βαθμολογιών ανά δομικό τύπο έχουμε:

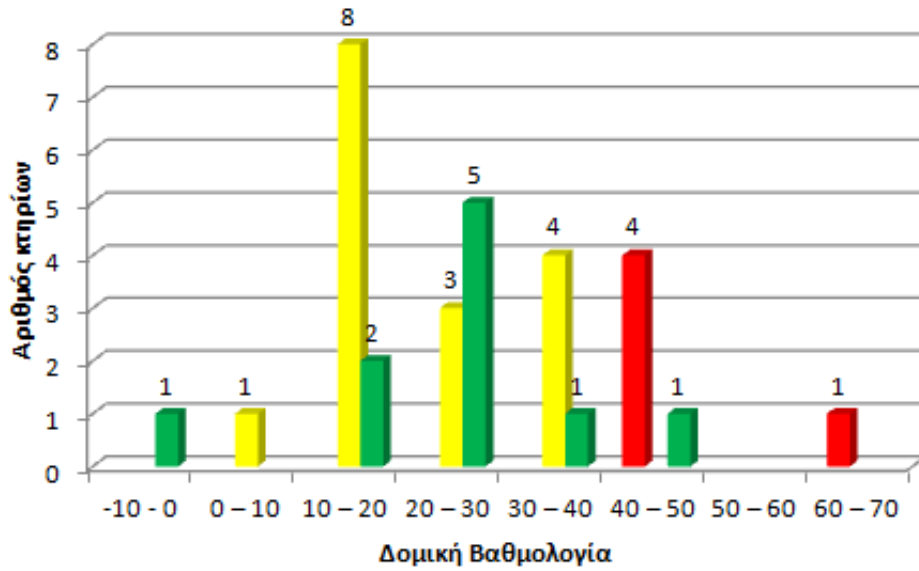
Μ.Ο. Για όλους τους τύπους βλαβών	
ΟΣ.α	31
ΟΣ.β	24
ΟΣ.γ	24

Παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος βαθμολογίας για το δομικό τύπο ΟΣα είναι πολύ μεγαλύτερος από τους μέσους όρους των άλλων βαθμολογιών και είναι λογικό αφού όλα τα χαρακτηρισμένα με κόκκινο κτήρια ανήκουν σε αυτό το δομικό τύπο, αφαιρούμε λοιπόν αυτές τις κατασκευές από τον υπολογισμό των μέσων όρων και παρατηρούμε:

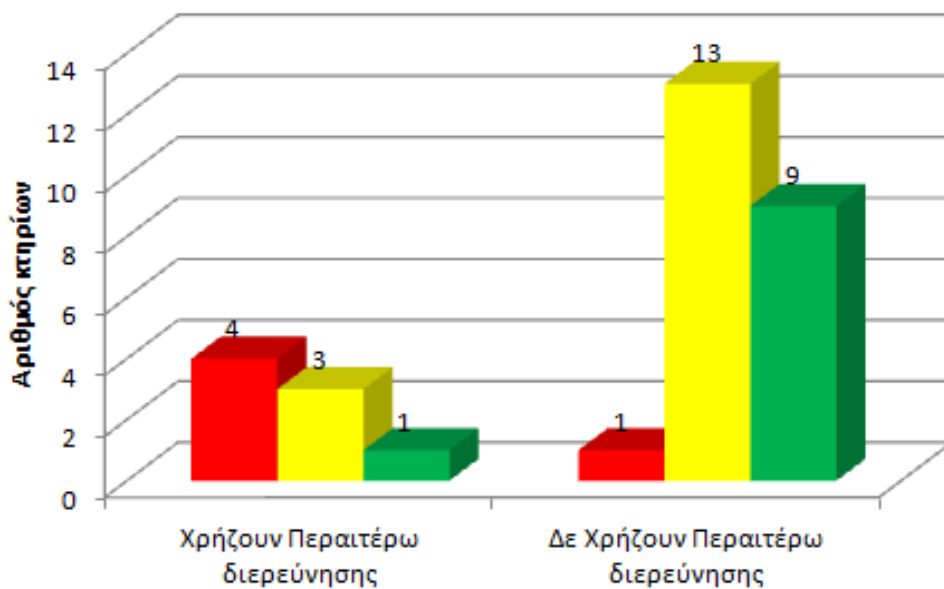
Μ.Ο.Κίτρινα & Πράσινα	
ΟΣ.α	22
ΟΣ.β	24
ΟΣ.γ	24

όπως είχαμε προβλέψει από τα γραφήματα οι αρχικές βαθμολογίες για τους διάφορους

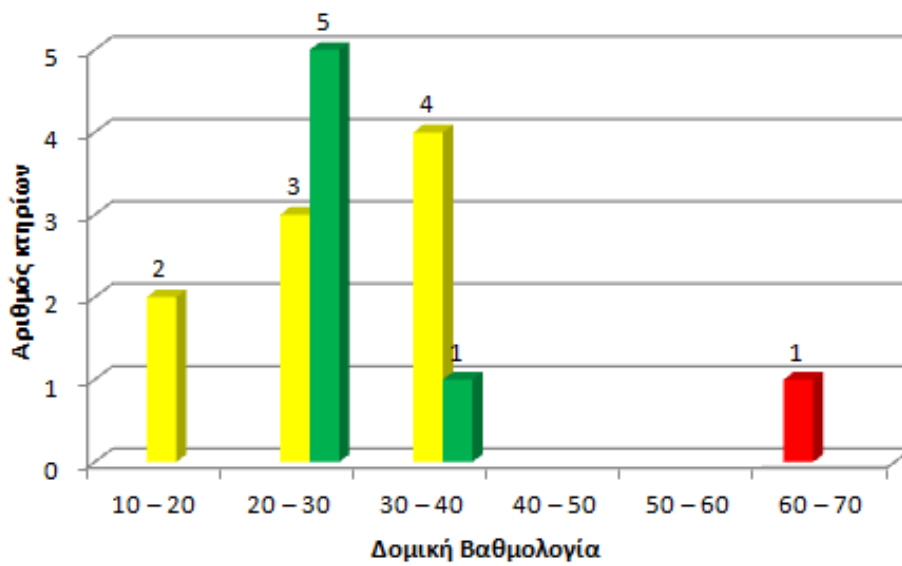
δομικούς τύπους οπλισμένου σκυροδέματος δεν έχουν αποκλίσεις μεταξύ τους, αντίθετα από την πρακτική που ακολουθείται για τη μέθοδο του ΟΑΣΠ και της FEMA.



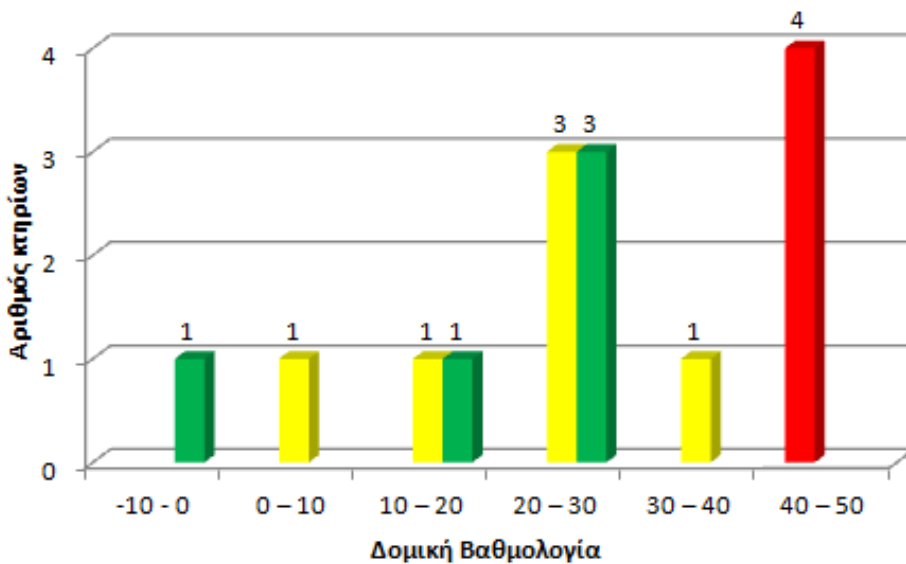
Γράφημα 9.17: Συσχέτιση των τιμών της ΔΒ στο σύνολο των κατασκευών με δομικό σύστημα από ΟΣ με το βαθμό βλάβης, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



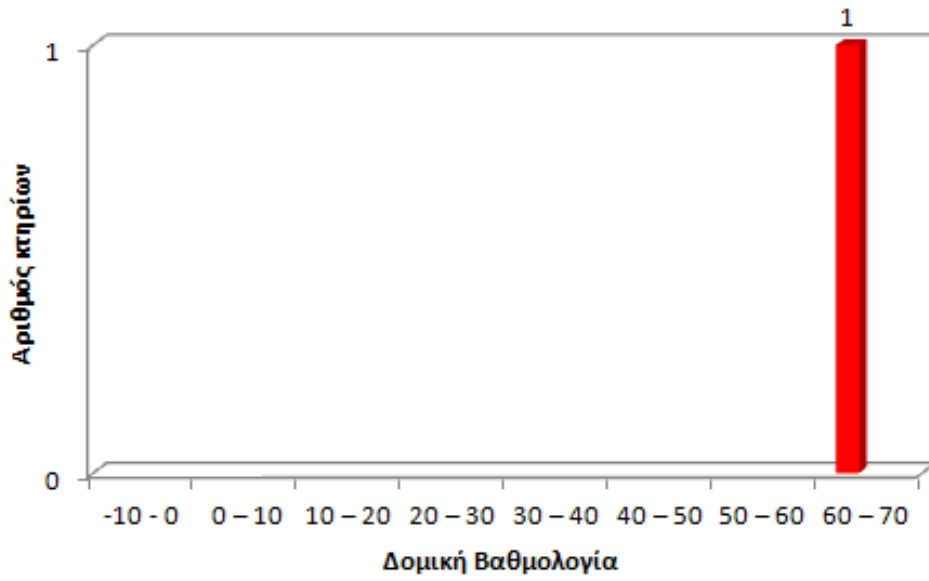
Γράφημα 9.18: Συσχέτιση βαθμού βλάβης με αποτελέσματα μεθόδου, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



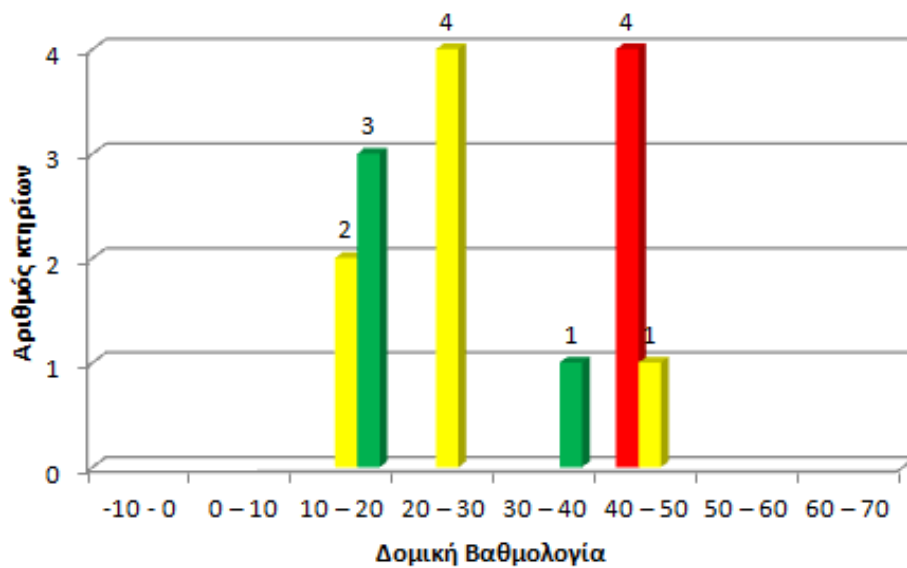
Γράφημα 9.19: ΔΒ σε κτήρια με πιλοτί, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



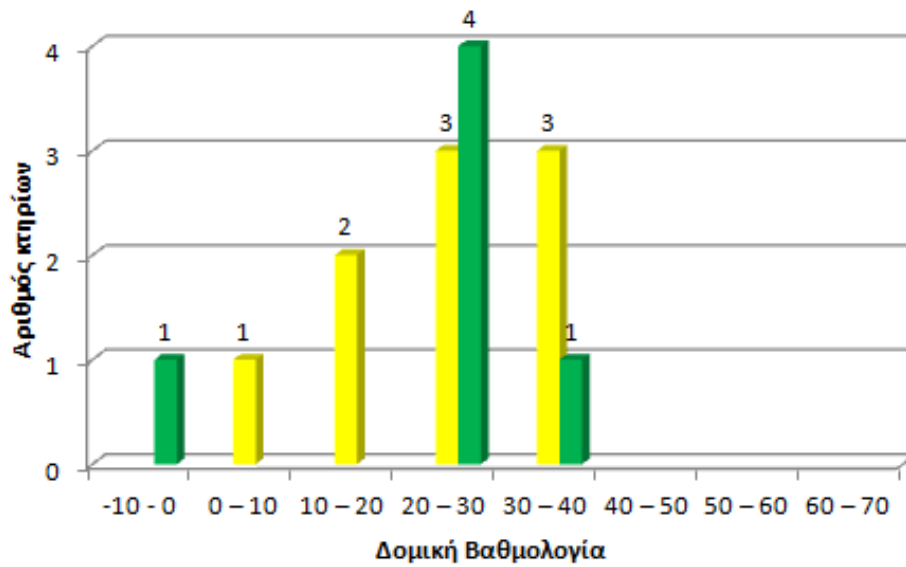
Γράφημα 9.20: ΔΒ σε κτήρια με ενδεχόμενο κρούσης, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



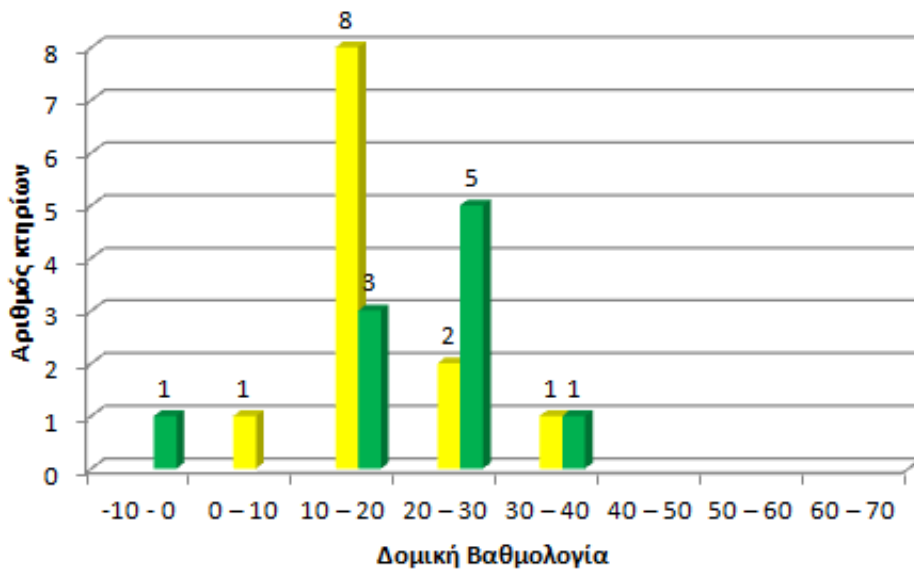
Γράφημα 9.21: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής πριν το 1959, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



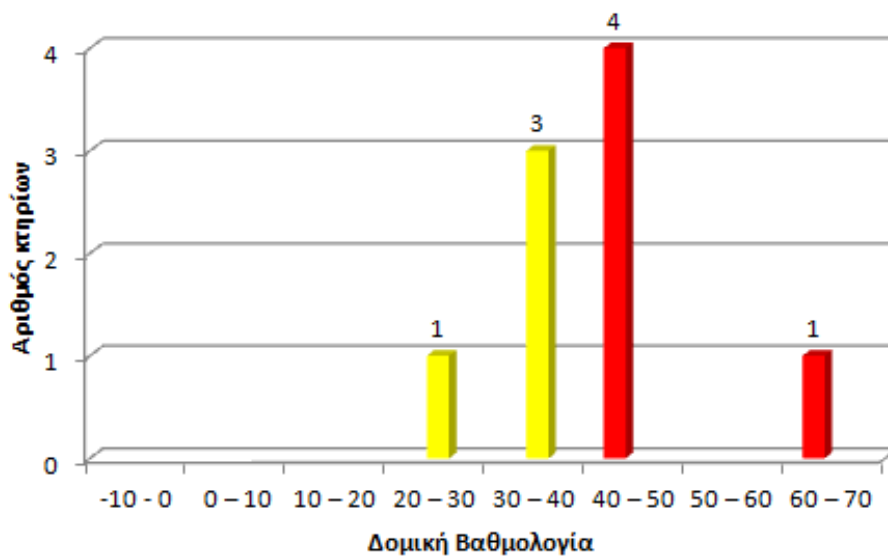
Γράφημα 9.22: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής 1959-1984, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



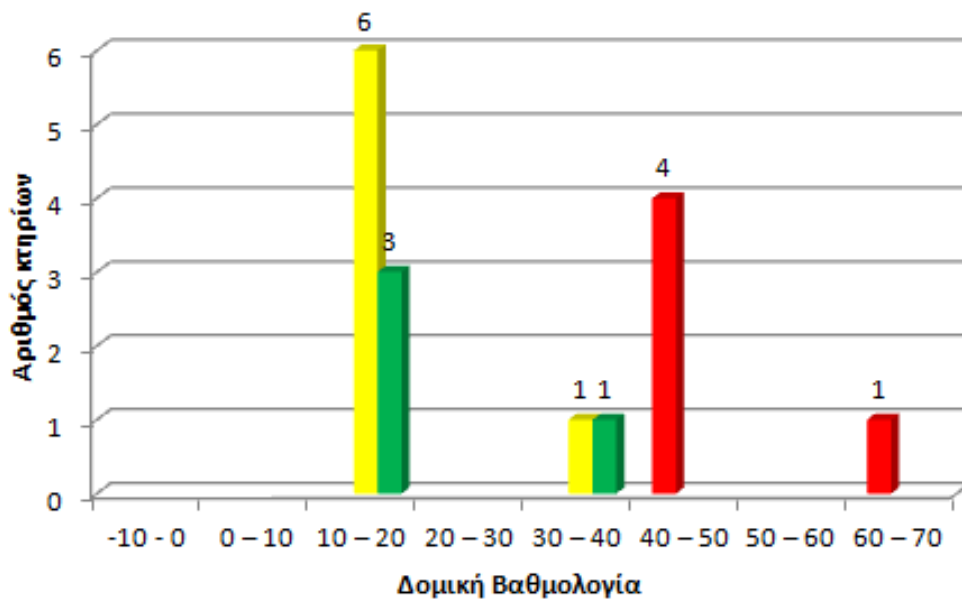
Γράφημα 9.23: Συσχέτιση ΔΒ με έτος κατασκευής μετά το 1985, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



Γράφημα 9.24: Συσχέτιση ΔΒ με ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας

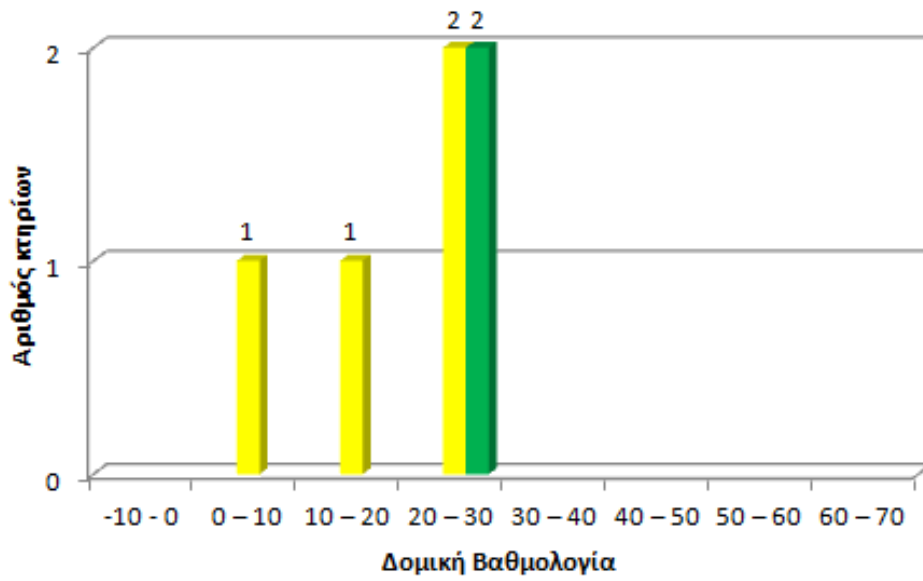


Γράφημα 9.25: Συσχέτιση ΔΒ με ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας

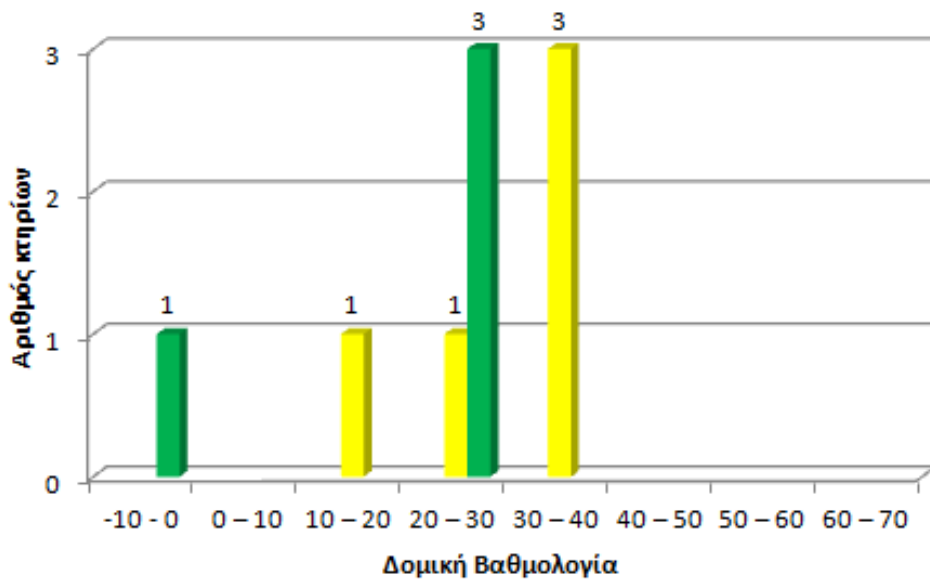


Γράφημα 9.26: Συσχέτιση ΔΒ με δομικό τύπο ΟΣα, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας





Γράφημα 9.27: Συσχέτιση ΔB με δομικό τύπο ΟΣβ, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας



Γράφημα 9.28: Συσχέτιση ΔB με δομικό τύπο ΟΣγ, μέθοδος Νέας Ζηλανδίας

## Συμπεράσματα

Είναι γεγονός από τα παραπάνω ότι η αντισεισμική θωράκιση της χώρας μας κρίνεται απαραίτητη. Όμως επειδή η αναβάθμιση του δομικού αποθέματος με νέες κατασκευές που συμπεριφέρονται πιο αποτελεσματικά στους σεισμούς γίνεται με αργούς ρυθμούς (1-2% ετήσιος αριθμός ανανέωσης) πρέπει να προχωρήσουμε στην ενίσχυση των υφιστάμενων κτηρίων. Ειδικότερα αν αναλογιστούμε ότι πολλά από τα κτήρια που ίσως χρειάζονται προσεισμική ενίσχυση ανήκουν στην κατηγορία με κατασκευές υψηλής σεισμικής διακινδύνευσης (όπως νοσοκομεία, σχολεία, και άλλα κτήρια δημόσιας και κοινωφελούς χρήσεως)

- Η χρήση της διαδικασίας του Ταχύος Οπτικού Ελέγχου (ΤΟΕ) ενδείκνυται σε περιπτώσεις ανάγκης ελέγχου μεγάλου αριθμού κτηρίων, καθώς επιτρέπει το γρήγορο προσδιορισμό του σεισμικού κινδύνου κάθε κτηρίου και την ιεράρχηση τους για περαιτέρω πιο λεπτομερείς και ακριβείς ελέγχους.
- Ο –έστω και με σχετική ακρίβεια – ποσοτικός προσδιορισμός του σεισμικού κινδύνου που προκύπτει μέσω του προσδιορισμού μιας τελικής δομικής βαθμολογίας για κάθε κτήριο, επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων του ΤΟΕ σε βάσεις δεδομένων και συστήματα διαχείρισης του σεισμικού κινδύνου.
- Επίσης από τα αποτελέσματα των ελέγχων προκύπτει ότι παραμένει ανοικτό το θέμα της κατάλληλης βαθμονόμησης του συστήματος βαθμολογίας του ΤΟΕ με βάση τη μέχρι σήμερα εμπειρία των διαφόρων ερευνητικών ομάδων που έχουν ασχοληθεί με την εφαρμογή του, και η υιοθέτηση ενός κοινά αποδεκτού συστήματος βαθμολόγησης από τον ΟΑΣΠ. Κάτι τέτοιο θα επιτρέψει παράλληλα και τον προσδιορισμό συγκεκριμένης βαθμολογίας-ορίου (threshold) η οποία θα απαλλάσσει τα κτήρια από τους περαιτέρω λεπτομερείς ελέγχους.
- Για τη διεξαγωγή ελέγχων σε ιδιωτικά κτήρια απαιτείται η θέσπιση κατάλληλου νομοθετικού πλαισίου για την αντιμετώπιση των πολλών και λεπτών θεμάτων που αναφέρονται σχετικά.
- Κτήρια σε ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας III που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς προτείνεται να έχουν μικρότερη μείωση της βαθμολογίας λόγω ζώνης.

### Οδηγίες Προς Αρχιτέκτονες

Σε μια πρώτη ανάγνωση των μεθόδων ταχύος οπτικού ελέγχου αυτό που παρατηρεί γρήγορα κάποιος και θα μπορούσε να προτείνει στους αρχιτέκτονες ώστε τα καινούργια κτήρια που θα κατασκευάσουν να παίρνουν “καλές βαθμολογίες στις μεθόδους αυτές είναι να αποφεύγονται:

1. οι μη κανονικότητες-είτε καθ' ύψος είτε οριζόντιες
2. τα κοντά υποστυλώματα
3. η ύπαρξη μαλακού ορόφου
4. οι ελλιπείς τοιχοπληρώσεις
5. και τα πολύ υψηλά κτήρια-άνω των 5 ορόφων

Στην πραγματικότητα όμως, τα καινούργια κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τους τελευταίους αντισεισμικούς κανονισμούς παίρνουν τόσο υψηλή αρχική βαθμολογία που θα πρέπει να έχουν και μια σειρά πολλών δυσμενών παραγόντων για να πέσει η βαθμολογία τους τόσο χαμηλά ώστε να καταταχθούν σε κατηγορία Α' προτεραιότητας. Αλλά ακόμα και αν αυτό συνέβαινε, εφ' όσον η στατική και η αντισεισμική μελέτη έχει γίνει και έχει εφαρμοστεί σωστά κατά την κατασκευή του κτηρίου, η χαμηλή βαθμολογία του δε συνεπάγεται και ανάγκη για ενίσχυσή του κτηρίου.

## Προτάσεις

- Με βάση τις δυσκολίες που όπως προαναφέραμε αντιμετωπίσαμε στην προσπάθεια μας να εφαρμόσουμε την Ιαπωνική μέθοδο: αναζητήσαμε αριθμούς οικοδομικών αδειών με ελλιπή όμως στοιχεία. Πρόταση μας είναι, ότι αφού υπήρξε η αρχική διάθεση για δημιουργία Κεντρικής Ηλεκτρονικής Βάσης-Ευρετηρίου των οικοδομικών αδειών που διαθέτουν οι πολεοδομίες, θα έπρεπε αυτή η Βάση να γίνει πιο φιλική προς το χρήστη. Συμπληρώνοντας όλα τα στοιχεία ταυτότητας ενός κτηρίου (αριθμός οδού και περιοχή) για ευκολότερη και πιο σίγουρη εύρεση των αναζητούμενων αδειών και να δοθεί σε κάθε Πολεοδομία στις περιοχές της αττικής για την οποία περιλαμβάνει κτήρια για αποφυγή της σχετικής ταλαιπωρίας του πολίτη-σε άλλο μέρος γίνεται η αναζήτηση του αριθμού οικοδομικής άδειας και σε άλλο πρέπει να απευθυνθεί για τη σχετική άδεια.
- Το δελτίο μετασεισμικού ελέγχου που χρησιμοποιείται από τον ΥΑΣ (Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων) προτείνεται να είναι πιο λεπτομερές και να περιέχει τα αντίστοιχα στοιχεία τρωτότητας που υπάρχουν και στο δελτίο του ΤΟΕ του ΟΑΣΠ ώστε να είναι εύκολη η σύγκριση της ΔΒ (Δομικής Βαθμολογίας) που δίνει ο ΤΟΕ με βάση πραγματικά δεδομένα βλαβών μετά από σεισμούς.
- Με βάση τη σύγκριση δελτίων ΕΣΥ και ΟΑΣΠ που έγινε στο Κεφάλαιο 6 προτείνουμε να δημιουργηθεί μια ΟΕ (ομάδα εργασίας) για να αξιοποιήσει τα δελτία της ΕΣΥ για ένα μαζικό ΤΟΕ του κτηριακού αποθέματος της χώρας μας. Πρόταση μας είναι να συνταχθεί ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα που θα δίνει μια ΔΒ (Δομική Βαθμολογία) με βάση τα εισηγμένα στοιχεία στο ηλεκτρονικό δελτίο της ΕΣΥ. Καλό θα ήταν να γίνει εξ' αρχής πρόβλεψη για ενδεχόμενη μετέπειτα προσθήκη στοιχείων και για τα υπόλοιπα 10 στοιχεία τρωτότητας για τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε, δεν υπάρχουν στο παρόν δελτίο πληροφορίες. Με δεδομένο ότι τα δελτία της ΕΣΥ έχουν ήδη καταχωρηθεί ηλεκτρονικά, με τη σύνταξη του παραπάνω προγράμματος θα μπορούσαμε σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα να έχουμε τα ζητούμενα αποτελέσματα, δηλαδή μια πρώτη αποτίμηση για την τρωτότητα του συνόλου των κατασκευών της χώρας.  
Σε κάθε περίπτωση, χρήσιμο θα ήταν κατά τη σύνταξη του επόμενου απογραφικού δελτίου κτηρίων της ΕΣΥ το 2021 να γίνει μια συνεργασία με τον ΟΑΣΠ για να συνταχθεί ένα δελτίο κατά το δυνατόν πιο χρήσιμο και με αξιοποιήσιμα στοιχεία και για τους δύο οργανισμούς.
- Τέλος, προτείνεται μαζί με τον υποχρεωτικό πλέον ενεργειακό έλεγχο των κτηρίων να θεσπιστεί και υποχρεωτικός ΤΟΕ (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος), όπως συμβαίνει με την τακτοποίηση των αυθαίρετων κατασκευών προς το παρόν, αφού η εξαγωγή μιας πρώτης ΔΒ (Δομικής Βαθμολογίας)- πρώτη αποτίμηση τρωτότητας-κρίνεται σε κάθε περίπτωση χρήσιμη.

## Βιβλιογραφία

1. «Ένας αιώνας συνεχούς βελτίωσης της αντισεισμικής ασφάλειας- Η Εξέλιξη των αντισεισμικών κανονισμών», κ. Αναστασιάδης, 2008
2. «Η εξέλιξη από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα έως σήμερα-Αντισεισμικές Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα στην Ελλάδα», Χ.Ιγνατάκης
3. ATC (Applied Technology Council) (1985) Earthquake damage evaluation data for California (ATC-13). Appl. Technology Council, Redwood City, Calif.
4. FEMA-NIBS (2003) Multi-hazard Loss Estimation Methodology-Earthquake Model: Hazus MH technical Manual, Washington DC
5. Kappos, a. J. and Panagopoulos, G., Panagiotopoulos and Penelis, Gr. (2006) A Hybrid Method for the vulnerability assessment of R/C and URM buildings. Bull. Of Earthquake Engineering, 4 (4), 391-413
6. Kappos, A.J. and Panagopoulos , G. (2008)Fragility Curves for R/C buildings in Greece, Structure & Infrastructure Engineering, in press
7. «Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτήρια», ΟΑΣΠ /ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2001
8. Στυλιανίδης Κ., «Υποστυλώσεις. Υλικά και τεχνικές επέμβασης», φοιτητικές σημειώσεις, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, «Αντισεισμικός Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠ.Θ.,Θεσσαλονίκη, 2004
9. Πενέλης Γ. Γ., «Ενισχύσεις - Επισκευές μετά από σεισμό», 13<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Ρέθυμνο Κρήτης (1999)
10. Πενέλης Γ. και Κάππος Α., «Αντισεισμικές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα», Εκδόσεις “Ζήτη”, Θεσσαλονίκη, 1990
11. Δρίτσος Σ., «Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών», Γ’ έκδοση αναθεωρημένη, Πάτρα 2005
12. Μυστακίδης Ε., «Λήψη αποφάσεων μέσω της μη γραμμικής στατικής μεθόδου», διημερίδα «Σεισμική Διακινδύνευση και Αντισεισμική Ενίσχυσητων Κατασκευών», Τ.Ε.Ε., Βόλος, 2003.
13. “Buildings’ seismic vulnerability assessment methods: a comparative study”, N.Alam, M. Shahría Alam, S.Tesfamariam
14. “Seismic Vulnerability and risk assessment: case study of the historic city centre of Coimbra, Portugal” Romeu Vicente, Sonia Parodi, Sergio Lagomarisino, Huberto Varum, J.A.R. Mendes Silva
15. «Εφαρμογή του Προσεισμικού Ελέγχου σε Κατασκευές με Βλάβες από Σεισμό», Α.Ι.Καραμπίνης
16. FEMA 2001 “Rapid Visual Screening of Buildings for Pntial Seismic Hazards: A Handbook” (FEMA-154), 2<sup>nd</sup> edition, ATC, Redwood City, California
17. “An Initial Evaluation Process for Identifying Buildings Not Safe in Earthquake”, New Zealand Society for Earthquake Engineering, Draft 8, August 2000
18. “Seismic Reahabilitation of School Buildings un Japan”, Yoshiaki Nakana, Journal of Japanese Association for Earthquake Engineering, Vol.4, No3 2004
19. “The Assessment and Improvement of the Structural Performance of Earthquake Risk Buildings”, Drafta for General Release for the Buinding Industry Authority by the ”, New Zealand Society for Earthquake Engineering, june 2006

20. Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων, Σχετάκης Αντώνιος
21. [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)
22. Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων Δημόσιας και Κοινωφελούς Χρήσης, ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ
23. Μέθοδοι προσεισμικού ελέγχου –Εγχώρια και διεθνής εμπειρία, Καπετανά Παναγιώτα,2006
24. Προσεισμικός έλεγχος υφιστάμενων κατασκευών, Χαλκιά Γεωργία,2005
25. Συνοπτική παρουσίαση δράσεων ΕΠΑΝΤΥΚ, (Εθνικό Πρόγραμμα Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υφισταμένων Κατασκευών),Μανόλης Βουγιούκας,2008
26. «Προσεισμικός Έλεγχος Κτηρίων Δημόσιας και Κοινωφελούς Χρήσης», Λεκίδης Βασίλης-Διευθυντής ερευνών ΟΑΣΠ,2012
27. «Με ρυθμούς χελώνας οι προσεισμικοί έλεγχοι», του Θανάση Τσιγγάνα-21/07/2012/Εφημερίδα Καθημερινή
28. «Ο ΟΑΣΠ καταγγέλλει-προειδοποιεί», Του Γιώργου Λιαλιου-24/11/07/Εφημερίδα Καθημερινή
29. ΚΤΗΡΙΟ (Μηνιαίο τεχνικό περιοδικό), Κατηγορία άρθρου: Οικοδομικά, Τίτλος: «Βλάβες από σεισμό: Τύποι και παράγοντες που τις επηρεάζουν», τεύχος 74, σελ. 43
30. Βλάβες από σεισμό: παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση τους στα κτήρια, Χρήστος .Ι. Μπάρκας/ 6ο Φοιτητικό Συνέδριο «Επισκευές Κατασκευών 2000 », Φεβρουάριος 2000
31. Απόφαση συνεδρίασης της Διαρκούς Επιστημονικής Επιτροπής Σχεδιασμού και Παρακολούθησης Προσεισμικού Ελέγχου Σχολικών Κτηρίων Επικρατείας,16/12/2006
32. Ερευνητικό πρόγραμμα: «Δημιουργία ηλεκτρονικού αρχείου δελτίων προσεισμικού ελέγχου και εκτίμησης της διακινδύνευσης κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης δια της εφαρμογής σεναρίων», Κοσμάς Στυλιανίδης, Χρήστος Ιγνατάκης, Αναστάσιος Σέξτος/ Μάρτιος 2006
33. "Evaluation method for seismic capacity of existing reinforced concrete buildings in Japan", T. Kaminosono (Head of Vibration division, Structure Department, Building Research Institute, Japan)
34. " A method for the evaluation of the seismic capacity of existing reinforced concrete
35. <http://www.nzsee.org.nz>
36. 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος', Καπογιαννόπουλος Δημήτρης, 14<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών Πάτρα, Φεβρουάριος 2008
37. Προσεισμικός Έλεγχος Δημοσίων κτηρίων στην Πόλη των Γρεβενών στο Πλαίσιο Συστήματος Διαχείρισης Φυσικών Καταστροφών, Χρήστος Καρακώστας, Βασίλης Λεκίδης, Θωμάς Σαλονικιός, Τριαντάφυλλος Μακάριος, Ισάμ Σους/3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας 5–7 Νοεμβρίου, 2008
38. "Why earthquake hazard maps often fail and what to do about it", Seth Stein, Robert J. Geller, Mian Liu, published 2012
39. Ανάπτυξη ενιαίας βάσης δεδομένων στατιστικών στοιχείων βλαβών σε κτήρια από ελληνικούς σεισμούς και αξιοποίηση της στη χάραξη καμπύλων τρωτότητας, Γεώργιος Παναγόπουλος, Ανδρέας Κάππος, 16<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ 21-23/10/2009, Πάφος Κύπρος
40. 'Ανάλυση βλαβών κτηρίων από σκυρόδεμα στο σεισμό του Αιγίου 1995',Καραντώνη Φ.Β., Φαρδής Μ.Ν.,15<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ,ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 2006

41. 'Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα- τρωτότητα και διακινδύνευση', Καραμπίνης Α.Ι., 14<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Κως, 2003
42. 'Ο σεισμός της Λευκάδος στις 14 Αυγούστου 2003. Διερεύνηση της σεισμικής τρωτότητας των κατασκευών', Καραμπίνης Α.Ι., 15<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 2006
43. 'Βαθμονόμηση της Α' φάσης του προσεισμικού ελέγχου(Ταχύς Οπτικός Έλεγχος)', Καραμπίνης Α.Ι.,14<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Κως, 2003
44. 'Συμπεράσματα από στατιστική επεξεργασία σεισμών του παρελθόντος' του Καπογιαννόπουλου Δημήτρη,14<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών Πάτρα, Φεβρουάριος 2008
45. Sinha, R. & Goyal, A. 2002. iA National Policy for Seismic Vulnerability Assessment of Buildings and Procedure for Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Vulnerability, Department of Civil Engineering Indian Institute of Technology, Bombay, [www.civil.iitd.ac.in/rsinha/Vulnerability\\_Assessment.pdf](http://www.civil.iitd.ac.in/rsinha/Vulnerability_Assessment.pdf)