

ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΣΧΕΤΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες όπου υπάρχει μεγάλος σεισμικός κίνδυνος εφαρμόζεται ο προσεισμικός έλεγχος κτιρίων, με σκοπό την αποτίμηση της τρωτότητας των υφιστάμενων κτιρίων. Μέθοδοι προσεισμικού ελέγχου έχουν εφαρμοστεί στις ΗΠΑ, στην Ελλάδα, στη Νέα Ζηλανδία, στην Ινδία, στην Ιταλία και σε άλλες χώρες που πλήττονται από σεισμούς. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τον πρωτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο κτιρίων με οπτική παρατήρηση και πιο συγκεκριμένα με τις μεθόδους ΟΑΣΠ-R, FEMA-G και την Νεοζηλανδική ταχείας αποτίμησης.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα, όπου παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σεισμική επικινδυνότητα στην Ευρώπη, κρίνεται αναγκαία η θεσμοθέτηση αυστηρού Αντισεισμικού Κανονισμού, ώστε τα κτίρια να μπορούν να παραλάβουν με ασφάλεια στις σεισμικές δυνάμεις. Ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός εφαρμόστηκε στην Ελλάδα το 1959 με αφορμή τους μεγάλους σεισμούς στο Ιόνιο το 1953 (9 Αυγούστου 6,5R, 11 Αυγούστου 6,8R, 12 Αυγούστου 7,2R). Οι σεισμός της Βόλβης το 1978 (6,5R) και ο σεισμός των Αλκονιδών το 1981 (6,7R και 6,4R) οδήγησαν σε κάποιες βελτιώσεις του Αντισεισμικού Κανονισμού το 1985. Η εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι νέες αντιλήψεις για την αντισεισμική συμπεριφορά των κατασκευών (π.χ. ικανοτικός σχεδιασμός), οι βελτιωμένες επιστημονικές γνώσεις αλλά και η αύξηση των σεισμικών δράσεων σε περιοχές που με τους παλιούς κανονισμούς θεωρούνταν μικρής σεισμικής επικινδυνότητας, οδήγησαν στη σύνταξη του Νέου Αντισεισμικού Κανονισμού το 1995 (NEAK), ο οποίος με τις προσθήκες του 2000 ισχύει μέχρι και σήμερα.

Είναι φανερό λοιπόν ότι τα κτίρια που είναι κατασκευασμένα πριν το 59 αλλά και αυτά με τον κανονισμό του 59 (δηλαδή μέχρι το 1985), παρουσιάζουν χαμηλό επίπεδο σεισμικής ασφάλειας. Παρόλα αυτά το έτος κατασκευής από μόνο του δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα για την εκτίμηση της **τρωτότητας** μιας κατασκευής, δηλαδή την τάση ενός κτιρίου να πάθει βλάβες υπό τον σεισμό σχεδιασμού. Σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες των κτιρίων έχουν χαθεί ή δεν βρίσκονται εύκολα, αλλά και όταν είναι διαθέσιμες, υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα ως προς την εφαρμογή τους. Η λεπτομερής γνώση των οπλισμών, η ποιότητα των υλικών, η θεμελίωση κτλ. απαιτεί μεγάλο κεφάλαιο, και το σημαντικότερο μερική ή ολική διακοπή της λειτουργίας του κτιρίου.[1]

Στο σημείο αυτό μπαίνει το ερώτημα κατά πόσο είναι εφικτή μια ευρείας κλίμακας σεισμική αναβάθμιση των υφιστάμενων κατασκευών, με σκοπό τη μείωση του **βαθμού διακινδύνευσης**. Με τον όρο σεισμική διακινδύνευση εκφράζονται οι πιθανές απώλειες από ένα σεισμό που αφορούν όχι μόνο άμεσες απώλειες, όπως θανάτους, τραυματισμούς, ζημιές, αλλά και έμμεσες, όπως διακοπή της οικονομικής δραστηριότητας κ.α. Η απάντηση είναι ότι κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό καθώς απαιτούνται τεράστια κονδύλια. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται αναγκαία η επιλεκτική εξέταση ορισμένων κατασκευών, όπως κτίρια συνάθροισης κοινού ή κρίσιμων λειτουργιών και κατά κανόνα κτιρίων Δημόσιας και κοινοφελούς χρήσης (νοσοκομεία, σχολεία κ.α). [2]

Σε πρώτο στάδιο, αφού αποφασίσουμε ποια κατηγορία κτιρίων θα εξετάσουμε (π.χ. σχολεία, νοσοκομεία, δημόσιες υπηρεσίες κτλ.), προβαίνουμε στο πρώτο στάδιο του προσεισμικού ελέγχου που ονομάζεται Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος ή **Ταχύς Οπτικός Έλεγχος (ΤΟΕ)**. Ο Ταχύς Οπτικός Έλεγχος περιλαμβάνει τη συμπλήρωση ειδικών εντύπων σχετικά με τα δομικά ή και μη δομικά χαρακτηριστικά της κατασκευής και υπολογισμό μιας Δομικής Βαθμολογίας η οποία κατατάσσει την κατασκευή όσον αφορά τη

σεισμική τρωτότητα και επικινδυνότητα. Γενικά, όσο χαμηλότερη είναι αυτή η βαθμολογία τόσο αυξάνεται, με εκθετική μάλιστα μορφή, η πιθανότητα κατάρρευσης του κτιρίου υπό το σεισμό σχεδιασμού.[3]

Στην Ελλάδα εφαρμογή του προσεισμικού ελέγχου έχει γίνει από τον ΟΑΣΠ σε Δημοσίας και κοινωφελούς χρήσης κτίρια, από τον Οργανισμό Σχολικών Κτιρίων(ΟΣΚ) σε σχολεία και από το ΤΕΕ με το Εθνικό Πρόγραμμα Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υφισταμένων Κατασκευών (ΕΠΑΝΤΥΚ).

Παγκοσμίως έχουν προταθεί πολλές μέθοδοι πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου. Κάθε μέθοδος λαμβάνει υπόψη διάφορους παράγοντες όπως κανονικότητα ,είδος εδάφους, έτος κατασκευής κ.α και αναλόγως αυξάνει ή μειώνει τη δομική βαθμολογία του εξεταζόμενου κτιρίου. Αν η τελική βαθμολογία του κτιρίου είναι εντός κάποιων ορίων, τότε το κτίριο δεν χρειάζεται περαιτέρω έλεγχο, ειδάλλως πρέπει να περάσει από το Δευτεροβάθμιο Προσεισμικό Έλεγχο. Θέματα δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου δεν θα απασχολήσουν την παρούσα εργασία. Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται τρεις μέθοδοι πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου: η ΟΑΣΠ-R, η FEMA-G και η Νεοζηλανδική Μέθοδος Ταχείας Αποτίμησης.

2.ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΑΣΠ-R

Οι ελληνικοί σεισμοί της τελευταίας εικοσαετίας (Αλκυονίδες 1981, Καλαμάτα 1986, Κοζάνη- Γρεβενά 1995, Αίγιο 1995, Αθήνα 1999) απέδειξαν ότι ένα μεγάλο ποσοστό των υφιστάμενων κατασκευών παρουσιάζει σημαντικά μικρή σεισμική ικανότητα.

Για πρώτη φορά το θέμα του προσεισμικού ελέγχου των κτιρίων ετέθη το 1997, λίγο μετά την εφαρμογή του ΝΕΑΚ, με την Εγκύκλιο 53 του ΥΠΕΧΩΔΕ με θέμα «Σχεδιασμός Έκτακτης ανάγκης για κοινωφελή κτίρια σε επίπεδο Νομού». Την επεξεργασία του σχετικού κανονιστικού πλαισίου την ανέλαβε ο ΟΑΣΠ.[1]

Η αρχική πρόταση του ΟΑΣΠ, βασίστηκε στο εγχειρίδιο της FEMA154(1988).Η διαδικασία του ΤΟΕ κατά ΟΑΣΠ περιλαμβάνει τη συμπλήρωση ενός **Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου**, όπου καταγράφονται διάφορα χαρακτηριστικά του κτιρίου.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα εναλλακτικό σενάριο βαθμολογίας, που προτάθηκε από την επιτροπή εισήγησης σεναρίων βαθμολογίας (Θ. Καραμπίνης, Κ. Στυλιανίδης, Α. Δημητρόπουλος, Α. Σπηλιόπουλος) και χρησιμοποιήθηκε για τον προσεισμικό έλεγχο σχολείων από τον ΟΣΚ(Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων).Το σενάριο βαθμολογίας δεν έχει μεγάλες διαφοροποιήσεις από το αρχικό του ΟΑΣΠ προκειμένου να μην διαταραχθεί το πνεύμα της Ο.Ε. του ΟΑΣΠ.

Αρχικά, το κτίριο κατατάσσεται σε μια από τις 27 κατηγορίες. Η κατάταξη γίνεται ανάλογα το υλικό κατασκευής (σκυρόδεμα, χάλυβα, τοιχοποιία, ξύλο), το είδος του δομικού συστήματος (πλαισιακό, τοιχωματικό, μικτό), το είδος της κατασκευής (συμβατική, προκατασκευή, διαζωματική τοιχοποιία), και το κανονιστικό πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο έχει σχεδιαστεί το κτίριο. Αφού το κτίριο καταταχθεί σε μια από τις 27 κατηγορίες λαμβάνει την Αρχική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΑΒΣΚ). Η ΑΒΣΚ τροποποιείται λαμβάνοντας υπόψη την Ζώνη Σεισμικότητας και δομικά χαρακτηριστικά όπως, η ύπαρξη pilotis ή κοντά υποστυλώματα και κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης. Έτσι σε πρώτο στάδιο η κατασκευή λαμβάνει την Βασική Βαθμολογία Σεισμικού Κινδύνου (ΒΒΣΚ).

Η τελική βαθμολογία του κτιρίου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον δομικά χαρακτηριστικά , τα οποία ανάλογα τον δομικό τύπο του κτιρίου μειώνουν τη βαθμολογία. Οι παράγοντες που μειώνουν τη βαθμολογία είναι οι εξής :

Απουσία Αντισεισμικού Κανονισμού: Κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1959.

Σπουδαιότητα κατασκευής: Αν έχει αλλάξει η σπουδαιότητα του κτιρίου(από Σ2 σε Σ3 ή Σ4) τότε πρέπει να μειωθεί η βαθμολογία του κτιρίου.

Προηγούμενες επιβαρύνσεις: Βλάβες στον φέροντα οργανισμό της κατασκευής από προγενέστερους σεισμούς οι οποίες δεν έχουν αποκατασταθεί έντεχνα με βάση μελέτης επισκευής.

Κακή κατάσταση: Ύπαρξη κακής ποιότητας σκυροδέματος ή εκτεθειμένων και διαβρωμένων οπλισμών. Εμφανώς ασθενές κονίαμα σε κτίρια από λιθοδομή και ρηγματώσεις. Εμφανείς κακοτεχνίες. Ρηγματώσεις οφειλόμενες σε καθιζήσεις.

Κρούση με γειτονικά κτίρια: Περίπτωση εμβολισμού των υποστυλωμάτων του ενός κτιρίου από δομικά στοιχεία του άλλου (κτίρια με μεγάλη υψομετρική διαφορά που εφάπτονται), περίπτωση μεγάλης διαφοράς δυσκαμψιών μεταξύ των δύο γειτονικών κτιρίων και περίπτωση γωνιαίων ή διαγωνιαίων οικοδομών. Ύπαρξη επαρκούς σεισμικού αρμού μειώνει την πιθανότητα κρούσης δύο γειτονικών κτιρίων.

Μεγάλο ύψος: Κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία ή προκατασκευασμένα στοιχεία πάνω από 2 ορόφους και κτίρια με Φ.Ο. από ΟΣ ή από χάλυβα πάνω από 5 ορόφους θεωρούνται μεγάλου ύψους.

Μη κανονικότητα καθ' ύψος :Κτίριο με εσοχές ή πύργους (δηλαδή ορόφους με εμβαδόν κάτοψης μικρότερο του 70% του εμβαδού των υπολοίπων ορόφων), κτίρια που λόγω επικλινούς εδάφους παρουσιάζουν μεταξύ χαμηλότερης και υψηλότερης πλευράς, διαφορά ύψους πλέον του ενός ορόφου, εφόσον ο όροφος αυτός δεν είναι εγκιβωτισμένος. Απολήξει κλιμακοστασίων και δώματα δεν λαμβάνονται υπόψη.(σχήμα 1)

Οριζόντια μη κανονικότητα: Κτίρια των οποίων οι εξωτερικές γωνίες τέμνονται υπο οξείες γωνίες, κτίρια με πολύπλοκο σχήμα όπως L,E ,Π, T και με μεγάλο μήκος πτερυγίων, κτίρια με μεγάλο μήκος σε σχέση με το πλάτος (αποφυγή κατόψεων με λόγο πλευρών μεγαλύτερο του 4)

Στρέψη: Ασύμμετρη διάταξη κατακόρυφων φερόντων στοιχείων (σχήμα1)

Κατηγορία εδάφους

Η τελική Βαθμολογία που θα λάβει η κατασκευή εκφράζει την πιθανότητα 10^{-x} να υποστεί βαριές βλάβες ή κατάρρευση από το σεισμό σχεδιασμού.Οπότε μια βαθμολογία μεγαλύτερη του 2 θεωρείται ικανοποιητική ενώ αν η βαθμολογία είναι μικρότερη του 2 χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.[6]

Δομικός Τύπος	Αρχική Βαθμολογία (ΑΒΕΚ)	Ζώνη Σεισμικής Επικενδρότητας			Βασικά δομικά χαρακτηριστικά		Βασική Βαθμολογία (ΒΒΕΚ)
		I	II	III	Ρίσκος ή εκ κοινού υποστυλώματα	Κανονική διάταξη τοιχοποιίας	
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΟΣ1α(59)	3.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ1α(85)	4.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ1α(95)	5.0	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	0.0
	ΠΟΣ1β(59)	3.5	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ1β(85)	4.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.0	0.5
	ΠΟΣ1β(95)	5.0	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	0.0
	ΠΟΣ2α(59)	3.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ2α(85)	4.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ2α(95)	5.0	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	0.0
	ΠΟΣ2β(59)	3.5	-0.5	-1.0	-1.5	-1.5	0.5
	ΠΟΣ2β(85)	4.0	-0.5	-1.0	-1.5	-1.0	0.5
	ΠΟΣ2β(95)	5.0	0.0	-0.2	-0.5	-1.0	0.0
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	ΠΡΟ	2.5	-0.5	-1.0	-1.5	0.0	0.0
	ΑΤα	2.5	-0.5	-1.0	-1.5		0.0
	ΑΤβ	1.5	-1.0	-1.5	-2.0		0.0
	ΔΤα	3.5	-0.5	-1.0	-1.5		0.0
	ΔΤβ	2.5	-1.0	-1.5	-2.0		0.0
ΜΕΤΑΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΑ(59)	4.0	-0.5	-1.0	-1.5		0.0
	ΧΑ(85)	5.0	-0.5	-1.0	-1.5		0.0
	ΧΑ(95)	6.0	-0.5	-1.0	-1.5		0.0

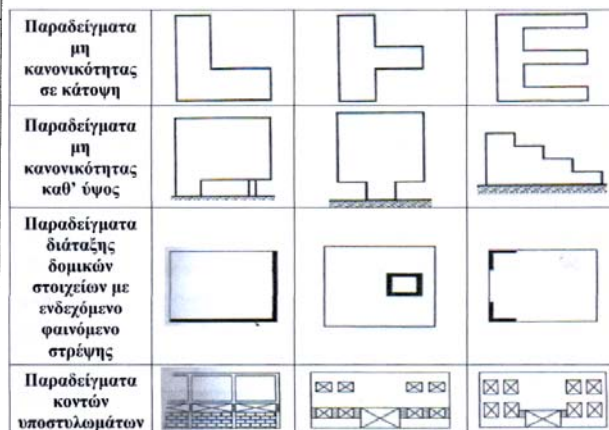
Πίνακας 1: Αρχική και βασική βαθμολογία σεισμικού κινδύνου(ΟΑΣΠ-R) [2]

ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	Ο5α	Ο5β	Ο5γ	Ο5δ	Ο5ε	Ο5ε'	ΠΟΣ1α	ΠΟΣ1β	ΠΟΣ2α	ΠΟΣ2β	ΠΡΟ	ΑΤα	ΑΤβ	ΔΤα	ΔΤβ	ΕΤ	ΧΑ	ΧΑ		
	(59)	(85)	(95)	(59)	(85)	(95)											(59)	(85)	(95)	
ΒΒΕΚ																				
ΧΩΡΟΣ Α.Κ.	-0.5	-	-	-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-	-	-
ΣΠΟΥΔΑ	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
ΠΡΟΗΓ. ΕΠΙΒΑΡ.	-1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-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
ΚΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤ.	-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	-0.5	-0.5	-0.5
ΚΡΟΥΣΗ	-0.5	-0.5	-	-0.5	-0.5	-	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ	-1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5
ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚ. ΚΑΘ' ΥΨΟΣ	-1.0	-0.5	-0.5	-1.0	-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
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΗ ΚΑΝΟΝ.	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
ΣΤΡΕΨΗ	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5
ΕΛΛΟΨΟΣ Δ Η Χ	-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	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
ΕΛΛΟΨΟΣ Γ	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
ΕΛΛΟΨΟΣ Δ Η Χ & ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ	-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	-0.6	-0.6	-0.6
ΤΕΛΙΚΗ ΒΑΘΜ.																				

Πίνακας 2: Δομικές Βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές(ΟΑΣΠ-R)[2]

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
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ	ΠΟΣ1	Κτίρια με προκατασκευασμένο πλαίσιο φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	ΠΟΣ2	Κτίρια με προκατασκευασμένα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος	
ΦΕΡΟΝΤΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	ΑΤ	Κτίρια με φέρουσα όπτη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργολί ή ημιλαξεύτοι λίθοι), χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα, με ζώνη στήλη	
	ΔΤ	Κτίρια με φέρουσα όπτη τοιχοποιία, κυρίως λιθοδομή (αργολί ή ημιλαξεύτοι 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 σύγχρονο τύπου τοιχοσώματα, με διάσπαρτο οπλισμό (οριζόντιος και κατακόρυφος), με διαφράγματα και ίσως και πρόσθετα διαζώματα από ΟΣ	
	ΕΤ	Κτίρια με φέρουσα όπτη τοιχοποιία, επικερασμένα και ενισχυμένα με διαζώματα, διαφράγματα και κατάλληλα συνδεδεμένους και θεμελιωμένους ελαφρούς μονύδες από ΟΣ, μονόπλευρους και αμφίπλευρους	
	Σημείωση:	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 αντιληψίες και κανονιστικές απαιτήσεις/διατάξεις για διαζωματική/περισφιγμένη τοιχοποιία. 2. Ως διαφράγματα νοούνται ελαφρές συνεχείς πλάκες από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με το πλέγμα των οριζόντιων και κατακόρυφων διαζωμάτων, χωρίς μεγάλες τρύπες	
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	Μονώροφα βιομηχανικά κτίρια	Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός) ΝΕΑΚ Ευρωκώδικας 3
	ΧΛ1β		Α/Σ 1959, DIN 1050 (ή άλλος ξένος κανονισμός)
	ΧΛ2α	Πολυώροφα μεταλλικά κτίρια με χωρικά πλαίσια ή/και με κατακόρυφους μεταλλικούς συνδέσμους	ΝΕΑΚ Ευρωκώδικας 3
	ΧΛ2β		
Παρατήρηση: Για μεταλλικά κτίρια με τοιχώματα ή/και πυλίνες από σκυρόδεμα ισχύουν τα αντίστοιχα των τοιχοματικών κτιρίων από σκυρόδεμα.			

Πίνακας 3: Δομικοί τύποι κτιρίων[5]



Σχήμα 1: Μη-κανονικότητες κτιρίων [2]

3. ΜΕΘΟΔΟΣ FEMA-G

Η μέθοδος FEMA-G αποτελεί προσαρμογή της αναθεωρημένης έκδοσης FEMA154 που έγινε το 2001. Το μειονέκτημα της αρχικής έκδοσης της FEMA154 ήταν η πιθανή εξαγωγή αρνητικής βαθμολογίας. Κάτι τέτοιο δεν είναι αποδεκτό καθώς η τελική βαθμολογία όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εκφράζει την πιθανότητα 10^{-x} βαριάς βλάβης ή κατάρρευσης υπό το σεισμό σχεδιασμού.

Η μέθοδος FEMA-G όπως και η μέθοδος ΟΑΣΠ-R, είναι ένα εναλλακτικό σενάριο που προτάθηκε από την από την επιτροπή εισήγησης σεναρίων βαθμολογίας (Θ. Καραμπίνης, Κ. Στυλιανίδης, Α. Δημητρόπουλος, Α. Σπηλιόπουλος).

Η λογική συμπλήρωσης του Δελτίου Προσεισμικού Ελέγχου είναι ίδια με αυτή της FEMA(2001) και ΟΑΣΠ-R. Οι δομικοί τύποι των κτιρίων είναι 49 και κατατάσσονται με τα ίδια κριτήρια όπως και με τη μέθοδο ΟΑΣΠ-R. Κάθε δομικός τύπος λαμβάνει μια αρχική βαθμολογία, η οποία ανάλογα με τη σεισμική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο, είτε παραμένει σταθερή είτε μειώνεται. Έτσι προκύπτει η αρχική βαθμολογία κάθε δομικού τύπου ανάλογα με τη ζώνη σεισμικότητας.

Στη συνέχεια, ανάλογα με τη σεισμική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο και τον δομικό του τύπο, λαμβάνονται υπόψη επιπλέον παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη τελική βαθμολογία του κτιρίου. Οι παράμετροι που εξετάζονται είναι οι παρακάτω:

Μεγάλο ύψος : όμοια με ΟΑΣΠ-R

Αλλαγή σπουδαιότητας : όμοια με ΟΑΣΠ-R

Σεισμικές επιβαρύνσεις : όμοια με ΟΑΣΠ-R

Κακή κατάσταση: όμοια με ΟΑΣΠ-R

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 κτιρίου κατά 0,2. Τίθεται όμως ένα ανώτερο όριο μείωσης σε περίπτωση που συσσωρεύονται τρεις ή και άνω παράγοντες, καθώς τότε η μέγιστη μείωση είναι -0,5.

Μαλακός όροφος ή και κοντά υποστύλωματα: Θεωρείται ότι εμφανίζονται μόνον σε κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος και από προκατασκευασμένα στοιχεία, επιβαρύνουν κυρίως τα πλαισιακά συστήματα ενώ η σημασία τους μειώνεται στα σύγχρονα κτίρια.

Κατηγορία Εδάφους: Α, Β, Γ, Δ, Χ.

Δομικός τύπος	Αρχική βαθμολογία	Αρχική βαθμολογία/Ζώνη						
		I			II			
		I	II	III	I	II	III	
ΟΣα (προ 59)	3	3.9	0.0	-1.0	-2.4	3.9	2.9	1.5
ΟΣβ (προ 59)	6	4.3	0.0	-0.8	-2.0	4.3	3.5	2.3
ΟΣα (59)	1	4.4	0.0	-0.8	-2.0	4.4	3.6	2.4
ΟΣβ (59)	6	4.7	0.0	-0.6	-1.5	4.7	4.1	3.2
ΟΣα (85)	2	4.8	0.0	-0.2	-0.4	4.8	4.6	4.4
ΟΣβ (85)	4	5.0	0.0	-0.2	-0.4	5.0	4.8	4.6
ΟΣα (95)	3	5.0	0.0	-0.2	-0.4	5.0	4.8	4.6
ΟΣβ (95)	5	5.2	0.0	-0.2	-0.4	5.2	5.0	4.8
Χλ (προ 59)	14	3.9	0.0	-1.0	-2.4	3.9	2.9	1.5
Χλ (59)	13	4.4	0.0	-0.8	-2.0	4.4	3.6	2.4
Χλ (85)	13	4.8	0.0	-0.4	-1.0	4.8	4.4	3.8
Χλ (95)	14	5.0	0.0	-0.4	-1.0	5.0	4.6	4.0
ΠΟΣ1α (προ 59)	20	3.7	0.0	-0.8	-2.0	3.7	2.9	1.7
ΠΟΣ1α (59)	19	4.2	0.0	-0.6	-1.5	4.2	3.6	2.7
ΠΟΣ1α (85)	19	4.6	0.0	-0.4	-0.8	4.6	4.2	3.8
ΠΟΣ1α (95)	20	4.8	0.0	-0.4	-0.8	4.8	4.4	4.0
ΠΟΣ1β (προ 59)	26	3.7	0.0	-0.8	-2.0	3.7	2.9	1.7
ΠΟΣ1β (59)	25	4.2	0.0	-0.6	-1.5	4.2	3.6	2.7
ΠΟΣ1β (85)	26	4.4	0.0	0.0	0.0	4.4	4.4	4.4
ΠΟΣ1β (95)	26	4.6	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	4.6
ΠΟΣ2α (προ 59)	31					3.7	2.9	1.5
ΠΟΣ2α (59)	31					4.2	3.6	2.4
ΠΟΣ2α (85)	31					4.6	4.2	3.8
ΠΟΣ2α (95)	31					4.8	4.4	4.0
ΠΟΣ2β (προ 59)	32					3.7	2.9	1.7
ΠΟΣ2β (59)	32					4.2	3.6	2.7
ΠΟΣ2β (85)	32					4.6	4.2	3.8
ΠΟΣ2β (95)	32					4.8	4.4	4.0
ΠΡΟ	33	3.9	0.0	-1.0	-2.4	3.9	2.9	1.5
ΑΤα (προ 59)	40	3.4	0.0	-1.0	-2.4	3.4	2.4	1.0
ΑΤα (59)	40	3.9	0.0	-0.8	-2.0	3.9	3.1	1.9
ΑΤα (85)	40	3.9	0.0	-0.8	-2.0	3.9	3.1	1.9
ΑΤα (95)	40	4.3	0.0	-0.4	-1.0	4.3	3.9	3.3
ΑΤβ (προ 59)	42	2.6	0.0	-1.0	-2.4	2.6	1.6	0.2
ΑΤβ (59)	42	3.1	0.0	-0.8	-2.0	3.1	2.3	1.1
ΑΤβ (85)	42	3.1	0.0	-0.8	-2.0	3.1	2.3	1.1
ΑΤβ (95)	42	3.5	0.0	-0.4	-1.0	3.5	3.1	2.5
ΔΤα (προ 59)	35	3.9	0.0	-1.0	-2.4	3.9	2.9	1.5
ΔΤα (59)	34	4.4	0.0	-0.8	-2.0	4.4	3.6	2.4
ΔΤα (85)	34	4.4	0.0	-0.8	-2.0	4.4	3.6	2.4
ΔΤα (95)	34	4.8	0.0	-0.4	-1.0	4.8	4.4	3.8
ΔΤβ (προ 59)	41	3.1	0.0	-1.0	-2.4	3.1	2.1	0.7
ΔΤβ (59)	41	3.6	0.0	-0.8	-2.0	3.6	2.8	1.6
ΔΤβ (85)	41	3.6	0.0	-0.8	-2.0	3.6	2.8	1.6
ΔΤβ (95)	41	4.0	0.0	-0.4	-1.0	4.0	3.6	3.0
ΕΤ (προ 59)	43	3.9	0.0	-0.9	-2.2	3.9	3.0	1.7
ΕΤ (59)	43	4.4	0.0	-0.7	-1.8	4.4	3.7	2.6
ΕΤ (85)	43	4.8	0.0	-0.5	-1.2	4.8	4.3	3.6
ΕΤ (95)	43	5.0	0.0	-0.3	-0.7	5.0	4.7	4.3

Πίνακας 4: Αρχική βαθμολογία δομικών τύπων με συνεκτίμηση της ζώνης (FEMA-G)[2]

Δομικός τύπος	Αρχ. Βαθμ.	Μεγ. ύψος	Γενική κατάσταση			Μορφολογία		Κατηγορία εδάφους				
			Άλλ. σποūd.	Σεισμ. επιβάρ.	Κακή κατάστ.	Κανονι-κότητα	Μαλακός όροφος/ Κοντα Υπ.	Α	Β	Γ	Δ	Χ
ΟΣα (προ 59)	3.9	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-1.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΟΣβ (προ 59)	4.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΟΣα (59)	4.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.8	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΟΣβ (59)	4.7	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.4	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΟΣα (85)	4.8	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.6	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΟΣβ (85)	5.0	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΟΣα (95)	5.0	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.4	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΟΣβ (95)	5.2	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
Χλ (προ 59)	3.9	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
Χλ (59)	4.4	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
Χλ (85)	4.8	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
Χλ (95)	5.0	0.0	-0.5	-0.1	-0.3	-0.2	0.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ1α (προ 59)	3.7	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-1.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ1α (59)	4.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.8	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ1α (85)	4.6	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.6	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ1α (95)	4.8	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.4	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ1β (προ 59)	3.7	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΠΟΣ1β (59)	4.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΠΟΣ1β (85)	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 (95)	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 59)	3.7	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-1.0	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ2α (59)	4.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.8	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ2α (85)	4.6	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.6	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ2α (95)	4.8	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.4	0.3	0.0	-0.3	-0.6	-1.0
ΠΟΣ2β (προ 59)	3.7	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΠΟΣ2β (59)	4.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.4	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΠΟΣ2β (85)	4.6	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΠΟΣ2β (95)	4.8	0.0	-0.4	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΠΡΟ	3.9	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.7
ΑΤα (προ 59)	3.4	-0.5	-0.2	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤα (59)	3.9	-0.3	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤα (85)	3.9	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤα (95)	4.3	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤβ (προ 59)	2.6	-0.5	-0.2	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤβ (59)	3.1	-0.3	-0.2	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤβ (85)	3.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΤβ (95)	3.5	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤα (προ 59)	3.9	-0.5	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤα (59)	4.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤα (85)	4.4	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤα (95)	4.8	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤβ (προ 59)	3.1	-0.5	-0.2	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤβ (59)	3.6	-0.3	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤβ (85)	3.6	0.0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΤβ (95)	4.0	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΤ (προ 59)	3.9	-0.5	-0.3	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΤ (59)	4.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΤ (85)	4.8	0.0	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΤ (95)	5.0	0.0	-0.5	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Πίνακας 5: Βαθμολογία σεισμικής διακινδύνευσης δομικών τύπων Ζώνη Ι (FEMA-G)[2]

συνέχεια, η βασική βαθμολογία τροποποιείται κατάλληλα λαμβάνοντας υπόψη διάφορα χαρακτηριστικά σεισμικής τρωτότητας, τη χρονολογία κατασκευής και τον τύπο του εδάφους. Ένα χαρακτηριστικό που την διαφοροποιεί από τις άλλες μεθόδους είναι ότι βαθμολογεί θετικά τα επιζήμια χαρακτηριστικά της κατασκευής και αρνητικά τα ευεργετικά στοιχεία.

Η απαίτηση για λεπτομερέστερο έλεγχο της κατασκευής δεν προκύπτει μόνο από τον έλεγχο της δομικής βαθμολογίας αλλά εξαρτάται και από την επιφάνεια του κτιρίου.(σχημα2).Όσο πιο μικρή είναι η δομική βαθμολογία , τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να αποκλειστεί της απαίτησης για περαιτέρω διερεύνηση. Στον πίνακα 8 φαίνεται οι βασικές βαθμολογίες και οι τροποποιητικοί συντελεστές κατά NZSEE

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/S₅: Μεταλλικά πλαίσια ή πλαίσια από Ο/Σ με τοιχοπληρώσεις από φέρουσα άοπλη τοιχοποιία

TU: Κατασκευές με προκατασκευασμένα τμήματα από οπλισμένο σκυρόδεμα

RM: Οπλισμένη τοιχοποιία

Τροποποιητικοί συντελεστές

Υψηλό κτίριο: 9 όροφοι και άνω για όλα τα κτίρια εκτός από τις ξύλινες κατασκευές που είναι από 3 ορόφους και άνω

Κακή κατάσταση: Εμφανείς ρωγμές, βλάβες

Μη κανονικότητα σε κάτοψη: Κτίρια με πολύπλοκο σχήμα σε κάτοψη

Στρέψη: Έκκεντρη δυσκαμψία σε κάτοψη

Μαλακός όροφος: Έλλειψη τοιχοπλήρωσης σε όλες τις πλευρές του κτιρίου, υψηλό ισόγειο

Κρούση με γειτονικά κτίρια: Επίπεδα πατώματα γειτονικών κτιρίων 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 μία μεριά του υποστυλώματος

Με αντισεισμικό κανονισμό: Για την Ελλάδα οι αντίστοιχες χρονολογίες είναι το 1959 και το 1985 για όλους τους τύπους των κτιρίων

Τύπος εδάφους: SL₁= βράχος ή πολύ δύσκαμπτο έδαφος, SL₂= έδαφος μέτριας δυσκαμψίας, SL₃= μαλακό έδαφος

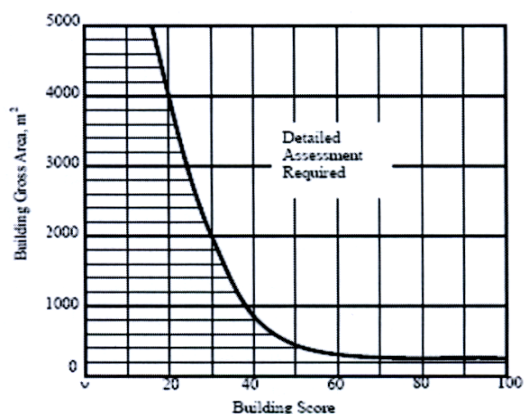
Κοντά σε ρήγμα: Κτίριο σε απόσταση τουλάχιστον 5 χιλιομέτρων από ενεργό ρήγμα. Σημειώνεται ότι εάν το κτίριο είναι κατασκευασμένο σε απόσταση 20 μέτρων από ενεργό ρήγμα τότε η τελική δομική βαθμολογία τίθεται 100

Ειδικός σχεδιασμός: Αφορά τα κτίρια που έχουν σχεδιαστεί με υψηλούς σεισμικούς συντελεστές. Για την Ελλάδα τα κτίρια θεωρούνται ότι είναι σχεδιασμένα με υψηλό συντελεστή ασφαλείας μετά το 1985

Άλλα: Αφορά τις ξύλινες κατασκευές που έχουν κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά ου μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη συμπεριφορά του κτιρίου σε περίπτωση σεισμού. Αυτά τα χαρακτηριστικά με τους αντίστοιχους συντελεστές είναι: α)Υπαρξη καμινάδας από οπτόπλινθους(4) ,β)Απουσία τοιχείων θεμελίωσης από Ο/Σ(8), γ) Εργοστάσιο ή αποθήκη (5).

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 Οροφος	12	20	20	12	25	20	25	25	10	25
Κρούση	0	5	5	0	3	5	3	5	0	0
Βαρύς Επικαλύψεις	7	3	3	5	3	3	3	0	0	0
Κοντά Υποστυλώματα	0	5	0	0	3	10	5	5	5	5
Αντισεισμικός Σχεδιασμός	-5	-5	-10	-3	-5	-10	-5	0	-5	-5
Μετά " έτος σταθμό 1 "	-3	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0	-5	-5
Μετά " έτος σταθμό 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 8: Δομικές βαθμολογίες και τροποποιητικοί συντελεστές κατά NZSEE [4]



Σχήμα 2: Συνάρτηση της τελικής δομικής βαθμολογίας και της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου[4]

5. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΟΑΣΠ-R, FEMA-G, ΝΕΟΖΗΛΑΝΔΙΚΗΣ

Στη πρόταση βαθμολογίας FEMA-G έχουν εισαχθεί περισσότεροι δομικοί τύποι κτιρίων ανάλογα με την περίοδο κατασκευής του κτιρίου. Στο σενάριο FEMA-G ανάλογα με τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας επηρεάζονται και οι υπόλοιποι παράγοντες, σε αντίθεση με τη μέθοδο ΟΑΣΠ-R όπου η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας δεν επηρεάζει τα υπόλοιπα μεγέθη. Επίσης στη μέθοδο ΟΑΣΠ-R οι αρχικές βαθμολογίες αν συνυπολογιστεί η ζώνη σεισμικότητας είναι μικρότερες από αυτές της FEMA-G. Ο παράγοντας «Χωρίς Αντισεισμικό κανονισμό» δεν υπάρχει στο σενάριο FEMA-G, καθώς έχουν εισαχθεί οι νέοι δομικοί τύποι «προ 59» οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι χωρίς ΑΚ. Αρνητική βαθμολογία είναι πιθανό να εξαχθεί από την εφαρμογή της μεθόδου ΟΑΣΠ-R κάτι που δεν συμβαίνει στην FEMA-G παρά μόνο σε κτίρια προ του 59.

Επιπροσθέτως, στην μέθοδο FEMA-G αναφέρεται μόνο ο παράγοντας κανονικότητα ο οποίος συμπεριλαμβάνει την μη κανονικότητα καθ' ύψος, οριζόντια μη κανονικότητα και στρέψη, μη κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης. Οι προηγούμενοι τρεις παράμετροι υπολογίζονται ξεχωριστά με διαφορετικό συντελεστή η καθεμία στο σενάριο ΟΑΣΠ-R, ενώ στη μέθοδο FEMA-G τίθεται ένα ανώτατο όριο μείωσης ίσο με -0,5, όταν δηλαδή συσσωρεύονται τρεις και άνω παράγοντες η μείωση θεωρείται σταθερή, ίση προς -0,5. Επίσης στην ΟΑΣΠ-R διακρίνεται μία παράμετρος που αφορά τον τύπο εδάφους και το ύψος του κτιρίου η «ΕΔΑΦΟΣ Δ ή Χ και ΜΕΓΑΛΟ ΥΨΟΣ»

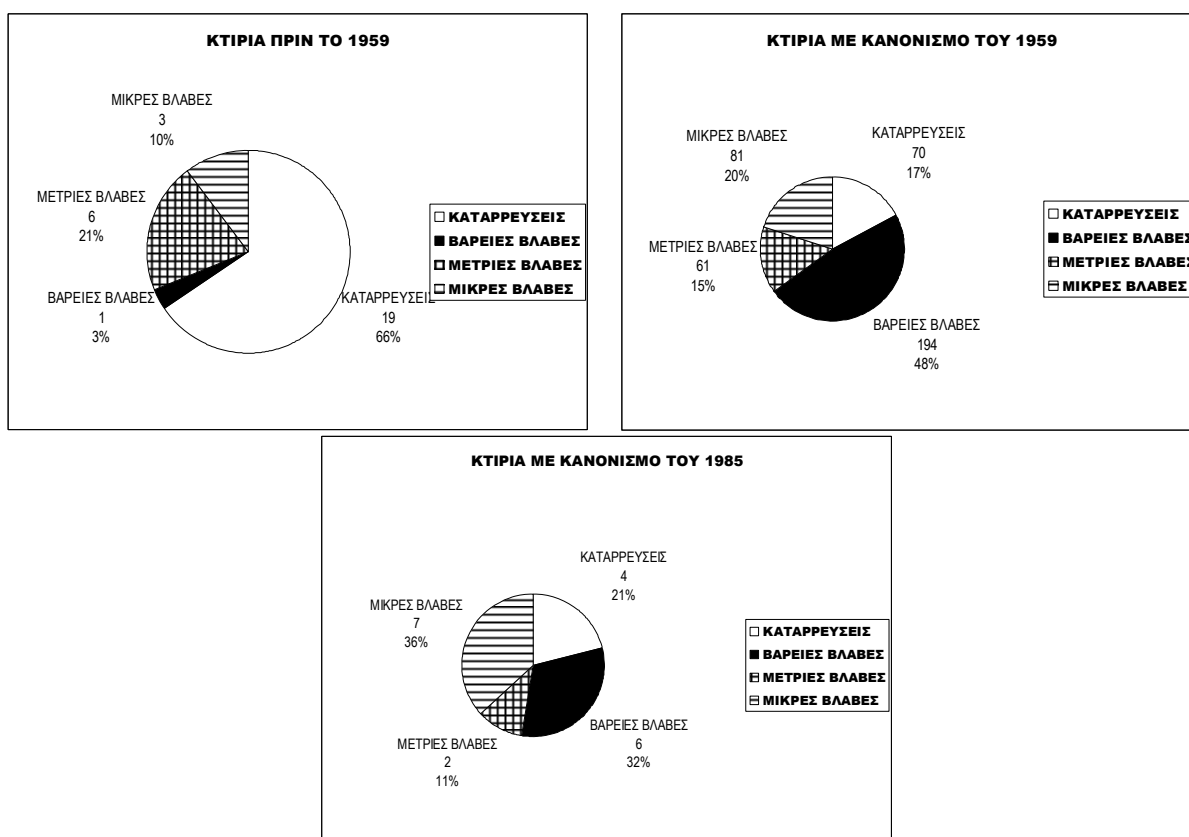
Φτάνοντας τώρα στη Νεοζηλανδική μέθοδο παρατηρούμε ότι υπάρχουν μόνο 10 δομικοί τύποι κτιρίων οι οποίοι είναι προσανατολισμένοι στα δεδομένα της χώρας. Κάθε δυσμενής παράμετρος αυξάνει τη δομική βαθμολογία του κτιρίου, σε αντίθεση με τις άλλες δύο μεθόδους που μειώνουν τη δομική βαθμολογία. Ο δομικός τύπος των κτιρίων διακρίνεται μόνο από το δομικό σύστημα και το είδος της κατασκευής. Η περίοδος του κανονιστικού πλαισίου σύμφωνα με τα οποία κατασκευάστηκαν τα κτίρια λαμβάνεται υπόψη με τη παράμετρο «post benchmark year 1 & 2» που για την Ελλάδα οι αντίστοιχες χρονολογίες είναι το 1959 και το 1985 για όλους τους τύπους κτιρίων. Επίσης για κτίρια που έχουν σχεδιαστεί με υψηλούς σεισμικούς συντελεστές (για την Ελλάδα κτίρια μετά το 1985), υπάρχει η παράμετρος «special design». Και σε αυτή τη μέθοδο, όπως και στην ΟΑΣΠ-R, η μη κανονικότητα σε κάτοψη, η μη κανονικότητα καθ' ύψος και η στρέψη επιδρούν αρνητικά η καθεμιά ξεχωριστά. Το ενδεχόμενο μη κανονικής διάταξης της τοιχοπλήρωσης δεν απασχολεί αυτή τη μέθοδο.

Μία άλλη παράμετρος που δεν συναντάται στις μεθόδους ΟΑΣΠ-R και FEMA-G είναι η περίπτωση που το κτίριο βρίσκεται κοντά σε ρήγμα. Κτίριο σε απόσταση τουλάχιστον 5 χιλιομέτρων επηρεάζει αρνητικά τη βαθμολογία του κτιρίου. Άξιο αναφοράς

είναι ότι σε περίπτωση που το κτίριο βρίσκεται σε απόσταση 20 μέτρων από ρήγμα η τελική βαθμολογία τίθεται ίση με 100, δηλαδή το κτίριο χρίζει περαιτέρω διερεύνησης.

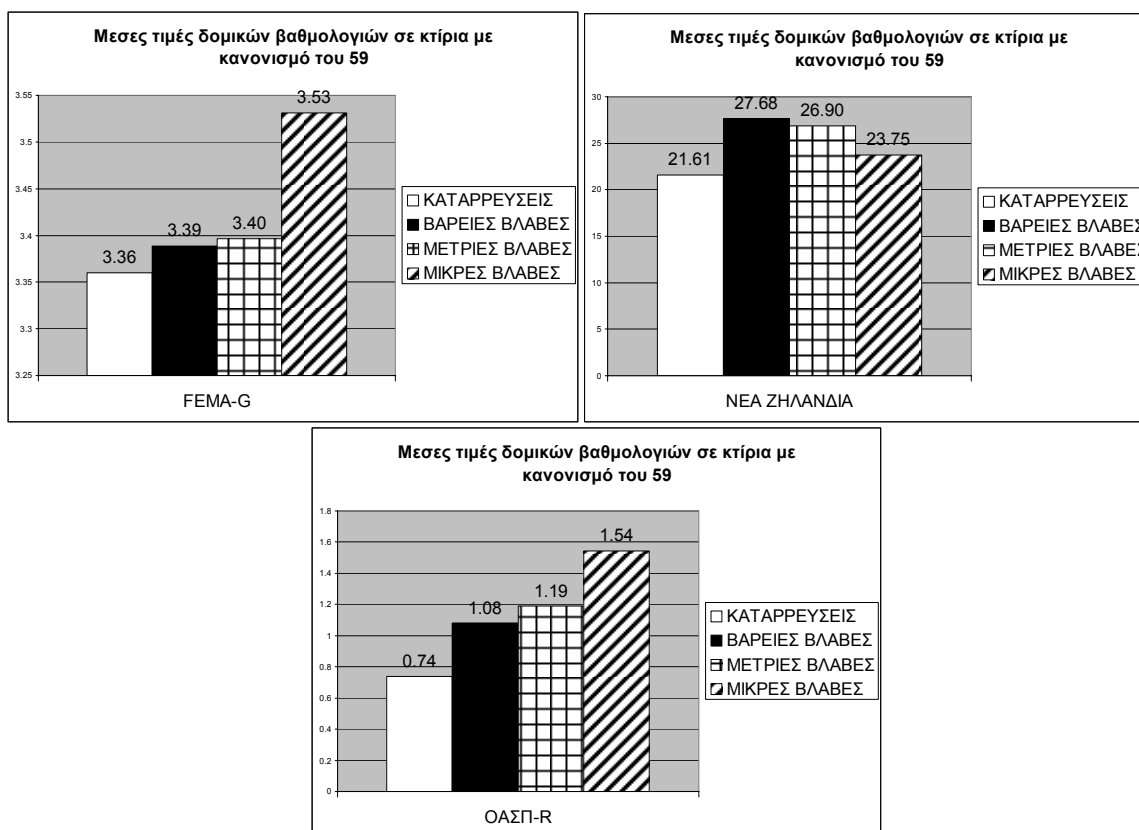
6.ΜΕΣΕΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ Ο/Σ ΜΕ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ‘59

Στην παρούσα εργασία γίνεται η εφαρμογή των μεθόδων ΟΑΣΠ-R, FEMA-G και της Νεοζηλανδικής σε κτίρια που επλήγησαν από το σεισμό της Αθήνας (07-09-1999). Τα κτίρια προέρχονται από τη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε μετά το σεισμό, στο πλαίσιο ερευνητικού προγράμματος χρηματοδοτούμενο από τον ΟΑΣΠ, με συντονιστή τον καθηγητή κ. Α. Καραμπίνη. Όλα τα κτίρια ανήκουν στη ζώνη σεισμικής διακινδύνευσης ΙΙ και ως επί των πλείστον σε έδαφος θεμελίωσης βραχώδες και ημιβραχώδες. Στα παρακάτω γραφήματα διαχωρίζονται τα κτίρια ανάλογα με το έτος κατασκευής και τον βαθμό βλάβης.



Σχήμα 3:Πλήθος και ποσοστό κτιρίων ανά έτος και βαθμό βλάβης

Η εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων προσεισμικού ελέγχου θα γίνει για τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα με τον κανονισμό του 1959 καθώς αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του συνόλου του δείγματος. Η εφαρμογή των μεθόδων δίνει τις παρακάτω μέσες βαθμολογίες των κτιρίων ανά βαθμό βλάβης.



Σχήμα 4: Μέσες τιμές δομικών βαθμολογιών σε κτίρια με κανονισμό '59 κατά FEMA-G, NZSEE, ΟΑΣΠ-R αντίστοιχα

Παρατηρούμε ότι στις μεθόδους ΟΑΣΠ-R και FEMA-G υπάρχει μια λογική αλληλουχία μεταξύ βαθμού βλάβης και δομικής βαθμολογίας καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός βλάβης τόσο μικρότερη είναι η μέση δομική βαθμολογία. Αντίθετα, με την μέθοδο της Νέας Ζηλανδίας η μέση βαθμολογία των κτιρίων που έχουν καταρρεύσει είναι μικρότερη από τις κατηγορίες των άλλων κτιρίων, κάτι το οποίο δεν είναι παραδεκτό αφού τα κτίρια αυτά θα έπρεπε να έχουν την υψηλότερη βαθμολογία, καθώς σύμφωνα με την Νεοζηλανδική μέθοδο τα κτίρια με την υψηλότερη βαθμολογία αναμένεται να υποστούν μεγαλύτερες βλάβες.

Μια λεπτομερέστερη εφαρμογή σε ολόκληρο το δείγμα των κτιρίων (και στα 456 κτίρια), κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος ΟΑΣΠ-R ικανοποιητική προσαρμογή σε κτίρια με βαριές, μέτριες και μικρές βλάβες και όχι τόσο ικανοποιητική σε κτίρια με καταρρεύσεις. Η μέθοδος FEMA-G επιτυγχάνει ικανοποιητική προσαρμογή σε κτίρια με καταρρεύσεις, με μέτριες και μικρές βλάβες και όχι σε κτίρια με βαριές βλάβες. Η Νεοζηλανδική Μέθοδος επιτυγχάνει ικανοποιητική προσαρμογή σε κτίρια με βαριές, μέτριες και μικρές βλάβες και όχι σε κτίρια με καταρρεύσεις.[4]

7.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα όσα παρουσιάστηκαν παραπάνω εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Τα κτίρια που είναι κατασκευασμένα πριν το 59 και με κανονισμό του 59 παρουσιάζουν μεγαλύτερη τρωτότητα από αυτά που είναι σχεδιασμένα με τον κανονισμό του 85 και τον ΕΑΚ.
2. Η εφαρμογή του πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου γίνεται κυρίως σε κτίρια ιδιαίτερης σημασίας όπως σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες κ.α.
3. Οι επιπτώσεις από ένα σεισμό μεγάλου μεγέθους δεν έχει μόνο άμεσες απώλειες (θανάτους, τραυματισμούς), αλλά και έμμεσες απώλειες όπως οικονομικές. Η ενίσχυση των κτιρίων

που κατά τον Πρωτοβάθμιο Προσεισμικό Έλεγχο χαρακτηρίζονται ως πιο τρωτά, μπορεί να μετριάσει τις παραπάνω απώλειες και μάλιστα με κόστος πολύ μικρότερο από την οικονομική ζημία που προκαλεί ένας ισχυρός σεισμός.

4.Σκοπός του Πρωτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου είναι ο εντοπισμός των πιο ασφαλών κτιρίων, ώστε να εξαιρεθούν από περαιτέρω ελέγχους, ενώ τα κτίρια που δεν περνάνε τον έλεγχο ερευνώνται σε μεγαλύτερο βάθος και ενισχύονται κατά προτεραιότητα.

5.Οι παραπάνω Μέθοδοι Ταχέως Οπτικού Ελέγχου είναι απλές στην εφαρμογή τους, καθώς δεν απαιτούν πολλά στοιχεία για κάθε κτίριο, δεν απαιτούν πολύπλοκους υπολογισμούς και έχουν μικρό κόστος.

6.Οι παράγοντες μεγάλο ύψος, κακή κατάσταση, ριλις, κοντά υποστυλώματα, μη κανονικότητες και στρέψη περιλαμβάνονται και στις τρεις μεθόδους, γεγονός που δείχνει την σημαντικότητα τους για την εκτίμηση της τρωτότητας ενός κτιρίου.

7.Την καλύτερη προσαρμογή σε κτίρια με μεγάλες βλάβες την έχει η μέθοδος FEMA-G, ενώ οι μέθοδοι της Νέας Ζηλανδίας και ΟΑΣΠ-R έχουν την καλύτερη προσαρμογή σε κτίρια με βαριές βλάβες.

8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]Ο.ΑΣ.Π. (2001), «Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτιρίων Δημοσίας και Κοινοφελούς Χρήσης», www.oasp.gr/proseis, Αθήνα

[2]Χαλκιά Γεωργία (2006), «Καθορισμός προτεραιοτήτων επεμβάσεων με πρωτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο-Σύγκριση εναλλακτικών προτάσεων», Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης,1-2-64, Πάτρα,

[3]Φαρδής Μ.Ν. (1998), «Προσεισμικός Έλεγχος Υφιστάμενων Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος», Μονογραφία, Πάτρα

[4]Καπετανά Παναγιώτα (2006), «Εκτίμηση Τρωτότητας κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος με Ταχύ Οπτικό Έλεγχο», Διπλωματική εργασία,42-102, Πάτρα

[5]Στυλιανίδης Κ. , Σέξτος Α. (2005), «Δημιουργία περιβάλλοντος ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων προσεισμικού ελέγχου σχολικών κτιρίων»,Ερευνητικό Πρόγραμμα, Θεσσαλονίκη

[6]Χαλκιά Γ., Καπετανά Π., Δρίτσος Σ., (2006), «Εκτίμηση τρωτότητας κτιρίων με ταχύ οπτικό έλεγχο»,15^ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Αλεξανδρούπολη, Τόμος Β, σελ 648-697.