



© S. Dritsos

Προσεισμικός Έλεγχος Κτιρίων

ΤΕΕ
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ

**Προσεισμικός Έλεγχος Κτιρίων
σε 1^ο, 2^ο και 3^ο επίπεδο**

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότιμος Καθηγητής
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών


 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

2024

1

Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

- Οι μηχανικοί δεν ενδιαφέρονται πότε θα συμβεί ένας ισχυρός σεισμός.
- Αύξηση γνώσης \longrightarrow νέοι κανονισμοί \longrightarrow ασφαλέστερα νέα κτίρια
- Όμως ποιά είναι η κατάσταση με τα παλαιά κτίρια (πριν την εφαρμογή των σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών π.χ. 1995 στην Ελλάδα);
- Περίπου 70% - 80% από το υπάρχον δομικό απόθεμα της χώρας μας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως παλαιό.

 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

2

Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

(α) Μεγάλης ηλικίας κατασκευές συχνά χωρίς αντισεισμική ή και στατική ανάλυση

(β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
Η/Υ δεν ήταν σε χρήση, απουσία χωρικής ανάλυσης, δισδιάστατη πλαισιακή ανάλυση σπανίως,
Δοκοί και υποστυλώματα συχνά ως μεμονωμένα δομικά στοιχεία (κτίρια ΟΣ)
Απλοποιητική «Μέθοδος των Πεσσών» (κτίρια ΦΤ)


(γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί

(δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις

Κτίρια ΦΤ: απουσία κατασκευαστικών πρακτικών που συμβάλλουν στη σεισμική αντίσταση της κατασκευής

Κτίρια ΟΣ:

- Πλαστιμότητα
- Ικανοτικός σχεδιασμός
- Ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις

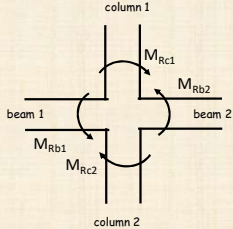
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

3

Capacity Design

Strong column/weak beam capacity design rule

$$\sum M_{Rc} \geq \gamma_{Rd} \sum M_{Rb}$$


4

Shear Capacity Design (Eurocode 8)

Avoid Brittle failure

$$V = \frac{\Delta M}{\Delta x}$$

$$V = \frac{M_2 - M_1}{l_{12}}$$

Column moment distribution

$$V_{max,c} = \frac{M_{1,d}^+ + M_{2,d}^-}{l_{12}}, \quad l_{12} = l_{clear}$$

5

Ductility Estimation for Beams

$$F_c = (0.85f_c)(0.80x_u)b = 0.68f_cx_u b$$

$$F_{s1} = A_{s1}f_y = \rho_1 b d f_y, \quad \rho_1 = A_{s1}/bd$$

$$F_{s2} = A_{s2}f_y = \rho_2 b d f_y, \quad \rho_2 = A_{s2}/bd$$

$$N = F_{s1} - F_{s2} - F_c = 0$$

$$\rho_1 b d f_y - \rho_2 b d f_y - 0.68f_c x_u b = 0$$

$$-x_u = \frac{(\rho_1 - \rho_2)f_y d}{0.68f_c}$$

$$\phi = \frac{e_c}{x} = \frac{e_{s1}}{d-x} = \frac{e_c + e_{s1}}{d}$$

$$\phi_u = \frac{e_{cu}}{x_u} = \frac{0.68f_c}{(\rho_1 - \rho_2)f_y d} e_{cu}$$

$$\phi_y = \frac{e_y}{d-x_y} = \frac{f_y/E_s}{d(1-\xi_y)}$$

$$\mu_\phi = \frac{0.68f_c e_{cu} E_s (1-\xi_y)}{f_y (\rho_1 - \rho_2)}$$

6

Δυσμέμεια Παλαιών Κτιρίων

- (α) Μεγάλης ηλικίας κατασκευές συχνά χωρίς αντισεισμική ή και στατική ανάλυση
- (β) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
 Η/Υ δεν ήταν σε χρήση, απουσία χωρικής ανάλυσης, διαδιάστατη πλαισιακή ανάλυση σπανίως,
 Δοκοί και υποστυλώματα συχνά ως μεμονωμένα δομικά στοιχεία (κτίρια ΟΣ)
 Απλοποιητική «Μέθοδος των Πεσσών» (κτίρια ΦΤ)
- (γ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
- (δ) Μόρφωση φορέα χωρίς τις σύγχρονες αντισεισμικές αντιλήψεις
 Κτίρια ΦΤ: απουσία κατασκευαστικών πρακτικών που συμβάλλουν στη σεισμική αντίσταση της κατασκευής
 Κτίρια ΟΣ:
 - Πλαστιμότητα
 - Ικανοτικός σχεδιασμός
 - Ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις
- (ε) Συχνά σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοιχών για νέα κτίρια

Αδρομερής ένδειξη σεισμικής επάρκειας παλαιών κτιρίων με βάση τις ελάχιστες σεισμικές κλάσεις (κατά ΚΑΝΕΠΕ και ΚΑΔΕΤ) για κτίρια Σ1/Ι και Σ2/ΙΙ

• Για την Κανονιστική Περίοδο ...<1985:	$a_g / a_{g,ref} = 0.35$
• Για την Κανονιστική Περίοδο 1985...<1995:	$a_g / a_{g,ref} = 0.45$
• Για την Κανονιστική Περίοδο 1995...:	$a_g / a_{g,ref} = 0.75$

Ανάγκη Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας, Ανασχεδιασμού και Επεμβάσεων. Πώς;

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

7

Έλεγχος Σεισμικής Επάρκειας Κτιρίων

- 1^ο επίπεδο: Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος
- 2^ο επίπεδο: Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος
- 3^ο επίπεδο: Τριτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

Σχέση Κόστους Ελέγχου ανά Κτίριο

1^ο Επίπεδο : 2^ο Επίπεδο : 3^ο Επίπεδο

1 : 5-10 : 100

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών | Ηράκλειο 7 Σεπτεμβρίου 2023

8

Ποιες Κατασκευές έχουν Προτεραιότητα να Ενισχυθούν;

Το **Ανέφικτο** του ακριβούς ελέγχου όλων των κτιρίων αντικαθίσταται με μία **Εφικτή Στρατηγική** ανά ομάδες κτιρίων ή περιοχή που περιλαμβάνει τρία επίπεδα ελέγχου

1^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Χοντρό Κοσκίνισμα πολύ μεγάλου πλήθους κτιρίων με κριτήρια που “εύκολα” μπορούν να διαπιστωθούν οπτικά

- Όλα τα υπό έλεγχο κτίρια (εκτός κάποιων ομάδων που για ειδικούς λόγους μπορούν να εξαιρεθούν)
- Μακροσκοπικός Οπτικός Έλεγχος
 - ✓ Ομάδες εμπειρων μηχανικών
 - ✓ Μικρό κόστος ανά κτίριο

- ➔ Χοντρική Βαθμονόμηση Τρωτότητας Κτιρίων και Συγκριτική Κατάταξη
- ➔ Προσεγγιστική Εκτίμηση Συνολικού Μεγέθους Απωλειών ανά Χωρική Ενότητα

2^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Ψιλότερο Κοσκίνισμα του ποσοστού των κτιρίων που από το “Χοντρό Κόσκινο” της κατάταξης του 1^{ου} Επιπέδου Ελέγχου προέκυψε ότι είναι τα περισσότερο τρωτά

- Προσεγγιστική Υπολογιστική Μέθοδος Αποτίμησης Σεισμικής Ικανότητας κάθε κτιρίου (απαιτούνται περισσότερα στοιχεία: Διατομές, Αντοχές, Οπλισμοί...)

➔ Συγκριτική Κατάταξη με βάση τον δείκτη ανεπάρκειας, αλλά και το πλήθος των ενοίκων και την αξία του κτιρίου

3^ο Επίπεδο Ελέγχου:

Τα Κτίρια που (από το 2^ο Επίπεδο Ελέγχου) Προέκυψε ότι Είναι Περισσότερο Τρωτά

- Ακριβής Αναλυτική Μέθοδος Αποτίμησης Σεισμικής Ικανότητας Κάθε Κτιρίου
ΚΑΝ.ΕΠΕ., ΚΑΔΕΤ, ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος

Μακροσκοπικός Οπτικός Έλεγχος

- Μέγιστος Αριθμός Ενοίκων
- Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας και τυχόν αλλαγή της
- Σπουδαιότητα Κτιρίου
- Έτος Μελέτης και Έτος Κατασκευής
- Δομικός Τύπος Κτιρίου (Ο.Σ., Φ.Τ., Χ.Λ., παρουσία τοιχωμάτων)
- Ύπαρξη Μαλακού Ορόφου
- Ύπαρξη Κοντών Υποστυλωμάτων
- Διάταξη Τοιχοπληρώσεων
- Κανονικότητα
- Ενδεχόμενο Κρούσης με Γειτονικά Κτίρια
- Κακοτεχνίες – Ελλιπής Συντήρηση
-



Παράδειγμα Πρωτοβάθμιου (ΔΕΔΟΤΑ)

Α/Α	ΠΕΔΙΟ ΔΕΔΟΤΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑΣΜΕΝΟ ΣΥΝΘΕΣΜΑ		
			ΟΣα	ΟΣβ	ΟΣγ
1	12	Βασική θεμελιολογία ανέλιγος ΔΤ	6,0	7,0	9,0
2	10	Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I	-0,5	-1,0	-0,5
3	10	Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II ή III	-1,5	-1,5	-1,0
4	11	Έδαφος κατηγορίας Β (για αποβαθμωμένους Α-0-1)	-0,3	-0,3	-0,3
5	11	Έδαφος κατηγορίας Γ ή Δ	-0,6	-0,6	-0,6
6	11,13	Έδαφος Γ ή Δ και άνω των 5 ορόφων	-0,8	-0,8	-0,8
7	11	Έδαφος κατηγορίας Χ	-0,8	-0,8	-0,8
8	25	Κωδ. Αντισεισμικό Κανονισμό	-0,5	-	-
9	26	Προηγούμενες σεισμικές εμφανίσεις, προβλήματα	-1,0	-0,5	-0,5
10	27	Κακή κατάσταση	-0,5	-0,5	-0,5
11	28	Κρούση με γειτονικά κτίρια	-0,5	-0,5	-
12	29-35	ΡΕΙΣΤΙΣ (ή/και κοντά υποστυλώματα)	-1,5	-1,5	-0,5
13	30	Κανονική διάταξη τακτοποίησης σε κάτοψη	0,5	0,5	-
14	31	Μεγάλο όροφος	-1,0	-0,5	-0,5
15	32	Μη κανονικότητα σε τομή	-1,0	-0,5	-0,5
16	33	Μη κανονικότητα σε κάτοψη	-1,0	-0,5	-0,5
17	34	Στρέψη (άνοση)	-0,5	-0,5	-0,5
18	5,7	Ένταση κατανομής (0,2 ή 0,5)	0,2	-	-
19	9	Αριθμός χρηστών ≤ 9	-0,2	-0,2	-0,2
20	9	Αριθμός χρηστών 10-99	-0,4	-0,4	-0,4
21	9	Αριθμός χρηστών ≥ 100	-0,6	-0,6	-0,6
ΑΡΧΙΚΗ ΔΟΜΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (μ.β.)			4,8	-	-

Τελική Δομική βαθμολογία

..... ≤ 4,0 ➔ Υψηλή Προτεραιότητα Περαιτ. Ελέγχου

4,0 <..... < 5,5 ➔ Μέση Προτεραιότητα

..... ≥ 5,5 ➔ Χαμηλή Προτεραιότητα



Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος


Η Λογική του Ελέγχου

Δείκτης Ανεπάρκειας: $\lambda = \frac{H}{R} = \frac{\text{Σεισμική Επιβάρυνση}}{\text{Σεισμική Αντίσταση}}$

Κτίρια από Ο.Σ.
 $H = V_{req.}$ (από το φάσμα)
 $R = \beta V'_{R0}$ όπου

V_{R0} η βασική σεισμική Αντίσταση (με βάση τις αντιστάσεις των κατακορύφων στοιχείων)
 β ο βαθμός επιρροής 13 πρόσθετων κριτηρίων τρωτότητας

Κτίρια από Φ.Τ.
 Η **δείκτης** σεισμικής επιβάρυνσης (με βάση το φάσμα και την επιρροή γειτονικών κτιρίων)
 R **δείκτης** σεισμικής αντίστασης (με βάση την επιρροή 10 επιμέρους παραμέτρων)



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

13

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος – Κτίρια Ο.Σ. Προσδιορισμός Σεισμικής Απαιτήσης $V_{req.}$

Υπολογίζεται από το φάσμα: $V_{req.} = M S_d(T)$

όπου,
M η μάζα του κτιρίου (υπολογιζόμενη από τα κατακόρυφα φορτία G+0,3Q)
S_d η φασματική επιτάχυνση με βάση τον συντελεστή συμπεριφοράς q
 Η ιδιοπερίοδος T λαμβάνεται κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. $T = C_t h_n^{\beta}$ $C_t = 0,052$ $\beta = 0,90$

Τιμές q για στάθμη επιτελεστικότητας Β (μεγαλύτερες απ' ότι ο ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Κανονισμός μελέτης και κατασκευής	ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ	
	ΕΥΜΕΝΕΙΣ	ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ
...<1985	2,0	1,5
1985<...<1995	2,5	2,0
...>1995	3,0	2,3

14

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος – Κτίρια Ο.Σ. Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης V_{R0}

Αξιολογούνται μόνο τα κατακόρυφα στοιχεία:

Η συνολική τέμνουσα αντοχής είναι:

$$V_{R0} = \alpha_1 \sum V_{Ri}^{υποστ.} + \alpha_2 \sum V_{Ri}^{τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{Ri}^{κοντ.υποστ.} + \sum V_i^{τοιχοπλ.}$$

Συντελεστές:

$\alpha_1 = 0.5$ $\alpha_2 = 0.7$ $\alpha_3 = 0.85$ όταν υπάρχουν υποστυλώματα, τοιχώματα και κοντά υποστυλώματα
 $\alpha_1 = 0.7$ $\alpha_2 = 0.85$ όταν υπάρχουν υποστυλώματα και τοιχώματα και δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα
 $\alpha_1 = 0.7$ $\alpha_3 = 0.85$ όταν ο φορέας είναι πλαίσιακός χωρίς τοιχώματα και υπάρχουν κοντά υποστυλώματα
 $\alpha_1 = 0.85$ όταν ο φορέας είναι πλαίσιακός χωρίς την παρουσία τοιχωμάτων ή κοντών υποστυλωμάτων

$V_i^{τοιχοπλ.}$: θα μπορούσε και να αγνοηθεί (απλοποίηση και μικρότερη αξιοπιστία)

15

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος – Κτίρια Ο.Σ. Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης Κατακόρυφου Μέλους V_{Ri}

Διάτμηση: $V_R = \min(V_{Rd,s}, V_{R,max})$
 Παράρτημα. 7Γ ΚΑΝ.ΕΠΕ. (προαιρετικά)
 Βασική σχέση: $V_{Rd,s} = \frac{h-x}{2L_s} \min[N; 0.55A_c f_c] + (1 - 0.05 \min[5, \mu_{\theta}^{pl}]) (0.16 \max[0.5; 100 \rho_{tot}]) (1 - 0.16 \min[5; a_s]) \sqrt{f_c} A_c + V_w$

Προτείνεται: $\mu_{\theta}^{pl} = 0.5$ αν $V_{Rd,s} < V_M$ και $\mu_{\theta}^{pl} = 0.5 - 5.0$ αν $\geq V_{Rd,s} V_M$

Επιπλέον • για τοίχομα:
 $V_{R,max} = 0.85 (1 - 0.06 \min[5, \mu_{\theta}^{pl}]) \left(1 + 1.8 \min \left[0.15, \frac{N}{A_c f_c} \right] \right) (1 + 0.25 \max[1.75, 100 \rho_{tot}]) (1 - 0.2 \min[2, a_s]) \sqrt{f_c} b_w z$

• για κοντό υποστυλώμα:
 $V_{R,max} = 4/7 (1 - 0.02 \min[5, \mu_{\theta}^{pl}]) \left(1 + 1.35 \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0.45 (100 \rho_{tot}) \sqrt{\min(40, f_c)}) b_w z \sin 2\theta$

Κάμψη: (Κανονική Τέμνουσα) $V_M = M_R / L_s$, όπου L_s σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Τελικά: $V_{Ri} = \min[V_{Rd,s}, V_{R,max}, V_M]$ όπου $V_{Rd,s}$ και $V_{R,max}$

Δυνατότητα χωρίς εκτίμηση κατακόρυφων οπλισμών! (απλοποίηση και μικρότερη αξιοπιστία)

➔ Αγνοείται το V_M
 ➔ Δεν γίνεται έλεγχος κάμψης

16

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος – Κτίρια Ο.Σ. Κριτήρια Σεισμικής Επιβάρυνσης

Τα στοιχεία τρωτότητας που επηρεάζουν καθοριστικά τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου συνομίζονται στα **13 κριτήρια** του Πίνακα:

Πίνακας Κριτηρίων

α/α	Κριτήρια Σεισμικής Επιβάρυνσης	Βαθμός επιβάρυνσης					Συντελ. βαρύτητας σ_i	
		β						
		0 max	1	2	3	4	5 min	
1	Ελάφες Στατικής Ανεπάρκειας							0.10
2	Οξειδωση Οπλισμών							0.10
3	Υπερφόρτιση Μέγεθος Ανηγμένου Αξονικού Φορτίου							0.05
4	Κανονικότητα Κάτοψης							0.05
5	Κατανομή Δυσκαμψίας σε Κάτοψη - Στρέψη							0.10
6	Κανονικότητα σε Τομή /Οψη							0.05
7	Κατανομή Δυσκαμψίας Καθ' Ύψος							0.15
8	Κατανομή Μάζας Καθ' Ύψος							0.05
9	Κοντά Υποστυλώματα							0.15
10	Κατακόρυφες Ασυνέχειες							0.05
11	Διαδρομή και Μεταφορά Δυνάμεων							0.05
12	Γειτονικά Κτίρια							0.05
13	Κακοτεχνίες, Τραυματισμοί							0.05

Υπολογισμός του μειωτικού συντελεστή επιρροής των κριτηρίων : $\beta = \sum \frac{\sigma_i \beta_i}{5}$

17

17

Θλιπτική Αντοχή Σκυροδέματος

Εάν η μελέτη είναι διαθέσιμη και πληρούνται οι προϋποθέσεις αξιοποίησης δεδομένων (σύμφωνα με το κείμενο), η θλιπτική αντοχή λαμβάνεται σύμφωνα με την μελέτη με άνω όριο αποδοχής $f_{ck}=18\text{MPa}$.

Για κατηγορία σκυροδέματος C16/20 λαμβάνεται $f_{ck}=16\text{MPa}$ ενώ για C20/25 ή υψηλότερη λαμβάνεται $f_{ck}=18\text{MPa}$.

Για κατηγορίες σκυροδέματος B160, B225 και B300 η υψηλότερη, ως χαρακτηριστική τιμή της θλιπτικής αντοχής λαμβάνεται $f_{ck}=10\text{MPa}$, 15MPa και 18MPa αντιστοίχως.

Πάντως είτε διατίθεται μελέτη είτε όχι, η αντοχή του σκυροδέματος μπορεί να εκτιμηθεί με έναν από τους παραπάνω τρόπους:

α) Συνδυασμός εμμέσων μεθόδων και λήψης πυρήνων, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017.

β) Χρήση των «Ερήμην» αντιπροσωπευτικών τιμών, όπως ορίζονται στο Παράρτημα 3.1, του ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017.

γ) Χρήση αξιόπιστων αποτελεσμάτων παλαιότερων ποιοτικών ελέγχων, υπό την προϋπόθεση ότι δεν διαπιστώνονται κακοτεχνίες, φθορές ή βλάβες.

18

18

Επιλογές στην εφαρμογή της Μεθόδου

Ο κύριος του έργου επιλέγει προ της ανάθεσης και το ορίζει στην σύμβαση:

- Συνοπτικός έλεγχος τέμνουσας που αναλαμβάνουν οι τοιχοπληρώσεις $V_i^{\text{τοιχοπλ.}}$
- Εκτίμηση κατακόρυφων οπλισμών – Έλεγχος κάμψης
- Μέθοδος εκτίμησης αντοχής σκυροδέματος
- ...

19

19

Κριτήριο 3: Αξονικό Φορτίο

α) Ελέγχεται το ανηγμένο αξονικό φορτίο κάθε κατακόρυφου στοιχείου v_i^d

Βαθμός 1: εάν $0.65 \leq v_i^d < 0.75$

Βαθμός 2: εάν $0.50 \leq v_i^d < 0.65$

Βαθμός 3: εάν $0.40 \leq v_i^d < 0.50$

Βαθμός 4: εάν $0.30 \leq v_i^d < 0.40$

Βαθμός 5: εάν $v_i^d < 0.30$

β) Ελέγχεται το μέσο ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφων στοιχείων ισογείου v_i

Βαθμός 1: εάν $0.45 \leq v_i$

Βαθμός 2: εάν $0.35 \leq v_i < 0.45$

Βαθμός 3: εάν $0.25 \leq v_i < 0.35$

Βαθμός 4: εάν $0.15 \leq v_i < 0.25$

Βαθμός 5: εάν $v_i < 0.15$

Ως τελικός βαθμός του κριτηρίου λαμβάνεται η μικρότερη τιμή που προέκυψε από τα δύο επιμέρους κριτήρια.

20

Κριτήριο 9: Κοντά Υποστυλώματα

Για $l/h \leq 2$	$\beta_i=1$ και	$\sigma, \beta_i=5$
Για $2 < l/h \leq 3$	$\beta_i=2$ και	$\sigma, \beta_i=4$
Για $3 < l/h \leq 4$	$\beta_i=3$ και	$\sigma, \beta_i=3$
Για $4 < l/h \leq 5$	$\beta_i=4$ και	$\sigma, \beta_i=2$
Για $l/h > 5$	$\beta_i=5$ και	$\sigma, \beta_i=1$

η το πλήθος των υποστυλωμάτων στην εξεταζόμενη στάθμη και

n_1 με βαθμό $\beta_i=1$
n_2 με βαθμό $\beta_i=2$
n_3 με βαθμό $\beta_i=3$
n_4 με βαθμό $\beta_i=4$
n_5 με βαθμό $\beta_i=5$

21

Κριτήριο 12: Γειτονικά Κτίρια

Ανισοσταθμία πλακών γειτονικών κτιρίων

Επαρκής αρμός: 4cm, 8cm, 10cm κατά περίπτωση (ΕΑΚ)
 Μεγάλη διαφορά ύψους γειτονικών κτιρίων : μεγαλύτερη από 2 ορόφους ή μεγαλύτερη από 50% του υψηλότερου κτιρίου
 Γωνιακό κτίριο: ακραίο ή γωνιακό κτίριο που αποτελεί μέρος συνεχούς κτιριακού συστήματος

Βαθμολογία κριτηρίου

Βαθμός Κριτηρίου	Επαρκής αρμός	Ανισοσταθμία γειτονικών πλακών	Μεγάλη διαφορά ύψους γειτονικών κτιρίων	Γωνιακό κτίριο
Βαθμός 1:	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Βαθμός 2:	ΟΧΙ	ΝΑΙ σε ένα από τα δύο	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Βαθμός 3:	ΟΧΙ	ΝΑΙ σε ένα από τα δύο	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Βαθμός 4:	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Βαθμός 5:	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-
	ΝΑΙ*	ΝΑΙ	-	-

* το απαιτούμενο εύρος επάρκειας αρμών (κατά τα ως άνω προβλεπόμενα) προσαυξημένο κατά 50%.

22

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

Η Λογική του Ελέγχου

Βαθμός Ανεπάρκειας: $\lambda = \frac{H}{R} = \frac{\text{Σεισμική Επιβάρυνση}}{\text{Σεισμική Αντίσταση}}$

H = Σεισμική επιβάρυνση
 R = Σεισμική αντίσταση

$$H = h_1 H_1 + h_2 H_2$$

$$R = r_1 R_1 + r_2 R_2 + \dots + r_{10} R_{10}$$

23

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

Εκτίμηση Σεισμικής Επιβάρυνσης (H)

$H_1 = \text{Δείκτης Σεισμικής Δράσης}$

Πίνακας 1: Τιμές του δείκτη σεισμικής δράσης (H_1)

Ζώνη Σεισμικής Επικ/τας	Τιμές Συντ/στη a	Κατηγορία εδάφους / Τιμές συντελεστή s				
		A	B,C	D	E	S1, S2*
Z1	1.6	1.36	1.60	1.84	2.00	-
Z2	2.4	2.04	2.40	2.76	3.00	-
Z3	3.6	3.06	3.60	4.14	4.50	-

* Κτίρια σε εδάφη κατηγορίας S₁ ή S₂ παραπέμπονται κατά προτεραιότητα σε τριτοβάθμιο έλεγχο.

- Διαζωματική τοιχοποιία κατά ΕΚ6: $H'_1 = 0.75 H_1$
- Οπλισμένη τοιχοποιία: $H'_1 = 0.60 H_1$

24

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

H_2 = Δείκτης Επιρροής Γειτονικών Κτιρίων

Πίνακας 2: Τιμές του δείκτη επιρροής γειτονικών κτιρίων (H_2)

α/α	Χαρακτηριστικά όμορων κτιρίων	H_2
1	Ελεύθερο κτίριο ή όμορα με επαρκείς αρμούς	0.00
2	Ισοψία αλλά με σημαντική διαφορά δυσκαμψίας	0.30
3	Διαφορά ενός ορόφου χωρίς κίνδυνο εμβολισμού	0.50
4	Κοινό πλήθος αλλά ανισοψία ορόφων (κίνδυνος εμβολισμού)	0.80
5	Διαφορά δύο ή περισσότερων ορόφων χωρίς κίνδυνο εμβολισμού	1.00
6	Διαφορά ενός ή περισσότερων ορόφων και κίνδυνος εμβολισμού	1.20

$$H = h_1 H_1 + h_2 H_2 \quad h_1 = 0,75, \quad h_2 = 0,25$$

25

25

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία Εκτίμηση Σεισμικής Αντίστασης (R)

Βαθμός Ανεπάρκειας: $\lambda = \frac{H}{R} = \frac{\text{Σεισμική Επιβάρυνση}}{\text{Σεισμική Αντίσταση}}$

$$R = 0.2R_1 + 0.15(R_3 + R_5) + 0.10(R_4 + R_7 + R_8) + 0.05(R_2 + R_6 + R_9 + R_{10})$$

Δείκτης	Ονομασία	Συντελεστής Βαρύτητας (r_i)
R_1	Δείκτης διατμητικής αντίστασης ισογείου	0.20
R_2	Δείκτης ανοιγμάτων φερόντων τοίχων	0.05
R_3	Δείκτης διαζωμάτων	0.15
R_4	Δείκτης διαφραγμάτων	0.10
R_5	Δείκτης ανοιγμάτων κοντά σε γωνίες	0.15
R_6	Δείκτης παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών	0.05
R_7	Δείκτης σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοίχων	0.10
R_8	Δείκτης καταπόνησης περιμετρικών τοίχων εκτός επιπέδου	0.10
R_9	Δείκτης κανονικότητας της κάτοψης ισογείου	0.05
R_{10}	Δείκτης κανονικότητας καθ' ύψος	0.05

26

26

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία Εκτίμηση Σεισμικής Αντίστασης

R_1 = Δείκτης διατμητικής αντίστασης ισογείου

$$R_1 = 12 (m \lambda_m) \sum \frac{A_w}{n A} \geq 1,0$$

Πίνακας 3: Τιμές συντελεστή τύπου φέρουσας τοιχοποιίας (m)

Τύπος λιθωμάτων και Τύπος Δόμησης	Τύπος κονιάματος δόμησης		
	Ασβεστοσιμενοκονίαμα	Ασβεστοκονίαμα	Πηλοκονίαμα
Ημιλαξευτή ή λαξευτή λιθοδομή	1.00	0.80	-
Λιθοδομή Πλακοειδών λίθων	0.80	0.70	0.50
Αργολιθοδομή	0.60	0.50	0.40
Κροκαλοδομή	0.50	0.40	0.30
Πλινθοδομή πλήρων πλίνθων	1.00	0.80	0.60
Πλινθοδομή διάρθρωτων πλίνθων	0.80	0.70	0.50
Τσιμεντολιθοδομή	0.70	0.60	0.50
Ωμοπλινθοδομή	-	0.40	0.25

$$0.7 \leq \lambda_m \leq 1.0 \quad \text{Μειωτικός συντελεστής λόγω κακής πλοκής ή αποσάθρωσης κονιάματος}$$

n = πλήθος ορόφων

A = εμβαδόν κάτοψης ισογείου

ΣA_w = άθροισμα εμβαδών διατομών των φερόντων τοίχων (πεσσών) του ισογείου κατά τη δυσμενέστερη διεύθυνση (διεύθυνση με το $\min \Sigma A_w$)

27

27

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

R_2 = Δείκτης ανοιγμάτων φερόντων τοίχων

$$R_2 = \frac{1}{a + 0.4} - 0.7 \geq 1.0$$

a = μήκος ανοιγμάτων / (μήκος τοίχων + ανοιγμάτων)

$a = \min a$ ανά διεύθυνση

R_3 = Δείκτης διαζωμάτων

Πίνακας 4: Τιμές του δείκτη διαζωμάτων (R_3)

Θέση διαζωμάτων	R_3
Απουσία διαζωμάτων ή διαζώματα ασύνδετα μεταξύ τους	0.50
Διαζώματα στις στάθμες των υπερθύρων	0.60
Διαζώματα στις στάθμες των πατωμάτων πλην της στέγης	0.75
Διαζώματα στις στάθμες πατωμάτων και στέγης	0.90
Διαζώματα στις στάθμες υπερθύρων πατωμάτων και στέγης	1.00

28

28

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

$R_4 =$ Δείκτης διαφραγμάτων

Πίνακας 5: Τιμές του δείκτη διαφραγμάτων (R_4)

Διάταξη φερόντων τοίχων σε κάτοψη	Δυστένεια διαφραγμάτων και σύνδεση με τους υποκείμενους τοίχους		
	Ασθενής	Μέτρια	Ισχυρή
Συμμετρική	0.80	0.90	1.00
Μερικώς συμμετρική	0.60	0.75	0.90
Ασύμμετρη	0.40	0.55	0.70

$R_5 =$ Δείκτης ανοιγμάτων κοντά σε γωνίες

$$R_5 = - \left(\lambda + \frac{\alpha}{2\gamma} \cdot \frac{\alpha}{\Sigma l_w} \right) \geq -1.0$$

λ: Τίθεται $\lambda = 0.25$ ή 0.50 εφόσον υπάρχει έστω και μία εξέχουσα γωνία με πεσσό μήκους $< 1.00\text{m}$ στη μία ή και στις δύο πλευρές της γωνίας αντίστοιχα.
 α: Το πλήθος των πεσσών με μήκος $< 1.00\text{m}$ σε εξέχουσες γωνίες σε όλους τους ορόφους.
 γ: Το πλήθος των εξεχουσών γωνιών όλων των ορόφων.
 Σ l_w : Άθροισμα μηκών όλων των πεσσών με μήκος $< 1.00\text{m}$ σε εξέχουσες γωνίες.

29

29

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

$R_6 =$ Δείκτης παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών

Πίνακας 8: Τιμές του δείκτη παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών (R_6)

Τύπος βλαβών φερουσών τοιχοποιιών	R_6
Απουσία βλαβών	1.00
Ελαφρές διάσπαρτες βλάβες	0.75
Ελαφρές εκτεταμένες ή μέτριες διάσπαρτες βλάβες	0.50
Βαριές βλάβες	-

$R_7 =$ Δείκτης σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοίχων

Πίνακας 9: Τιμές του δείκτη σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοίχων (R_7)

Χαρακτηρισμός σύνδεσης μεταξύ εγκάρσιων τοιχοποιιών	R_7
Υπάρχει επαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις	1.00
Οι περιμετρικοί τοίχοι είναι επαρκώς συνδεδεμένοι μεταξύ τους, όχι όμως με τους εσωτερικούς	0.80
Ανεπαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις	0.40

30

30

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

$R_8 =$ Δείκτης καταπόνησης περιμετρικών τοίχων εκτός επιπέδου

$$R_8 = 6 \cdot \sqrt{t} / \ell \geq 1.00 \quad (t, \ell: \text{με μέτρα}) \quad \text{όπου}$$

t: το πάχος του περιμετρικού τοίχου

ℓ: απόσταση μεταξύ εγκάρσιων εσωτερικών τοίχων που στηρίζουν τον περιμετρικό.

6: αριθμητικός παράγων με στόχο να περιορισθούν τιμές του R_8 κάτω από τη μονάδα για ικανοποιητικές αποστάσεις εγκάρσιων τοίχων.

31

31

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος - Κτίρια από Φέρουσα Τοιχοποιία

$R_9 =$ Δείκτης κανονικότητας της κάτοψης ισογείου

Πίνακας 10: Τιμές του δείκτη κανονικότητας σε κάτοψη (R_9)

Χαρακτηρισμός του σχήματος κάτοψης του κτιρίου	R_9
Κανονική κάτοψη	1.00
Μερικώς κανονική κάτοψη	0.75
Μη κανονική κάτοψη	0.50

$R_{10} =$ Δείκτης κανονικότητας καθ' ύψος

Χαρακτηρισμός της μορφής του κτιρίου καθ' ύψος	R_{10}
Κανονικό καθ' ύψος	1.00
Μερικώς κανονικό καθ' ύψος	0.75
Μη κανονικό καθ' ύψος	0.50

32

32

Τριτοβάθμιος Έλεγχος

Με ποιά διαδικασία θα μπορούσε να αποτιμηθεί το αναμενόμενο επίπεδο βλάβης σε μια κατασκευή;

ΒΑΣΙΚΑ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ

Ο.Α.Σ.Π., (2022), “Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (3^η Αναθεώρηση)” ΦΕΚ 3197/Β/22-06-2022.

Eurocode 8-Part 3. (2005) European Standard EN1998-3 “Design of Structures for Earthquake Resistance, Assessment and Retrofitting of Buildings”.
- (2022), Draft N1200 “Assessment and Retrofitting of Buildings and Bridges”

Ο.Α.Σ.Π., (2022), “Κανονισμός Αποτίμησης και Δομητικών Επεμβάσεων Τοιχοποιίας ΚΑΔΕΤ”

33

33

Κανονιστικό Πλαίσιο

Ο κύριος του έργου οφείλει να επιλέγει το πλαίσιο των κανονιστικών κειμένων του σχεδιασμού και της μελέτης της φέρουσας κατασκευής του έργου, μεταξύ των ακολούθων δύο περιπτώσεων:

- α΄) Των προϋπαρχόντων κανονιστικών κειμένων δόμησης του Παραρτήματος 3 της παρούσας.
- β΄) Των Ευρωκωδίκων σε συνδυασμό με τα Εθνικά τους Προσαρτήματα, που περιλαμβάνονται στα Παραρτήματα 1 και 2 της παρούσας. (ΦΕΚ 1457/2014)

34

34

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΝΕΠΕ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΚΑΔΕΤ

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και Κοσμοσ Βλαπτικές Παραγωγές

ΕΤΕΠ ΦΕΚ 2221Β/30-7-2012

EUROPEAN STANDARD EN 1998-3
NORME EUROPÉENNE
EUROPAISCHE NORM

June 2005

Supersedes EN 1998-1-4:1998
Incorporating corrigendum March 2010

English version

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

© 2005 CEN. All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national members.

Ref. No. EN 1998-3:2005

33

33

ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005/NA

Εθνικό Προσάρτημα

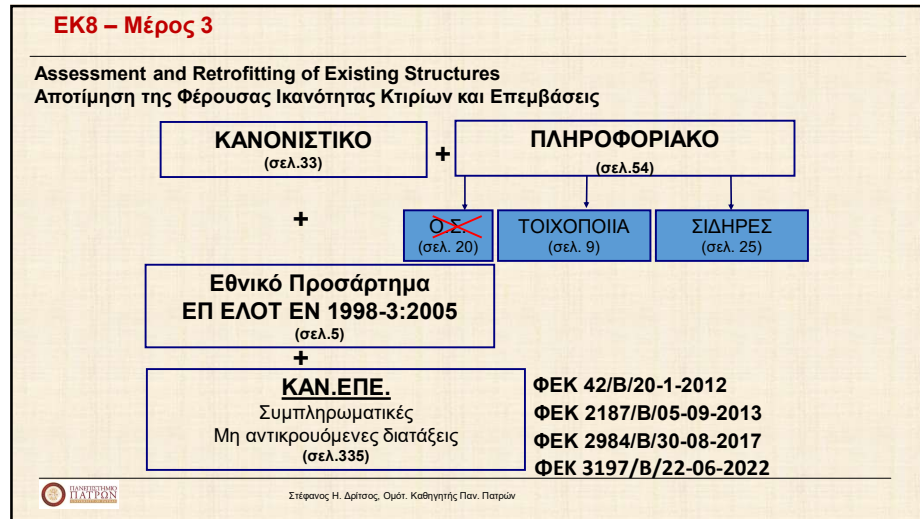
Εθνικό Προσάρτημα στο ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005 «Ευρωκώδικας 8: Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 3: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας κτιρίων και επεμβάσεις»

1 Αντικείμενο

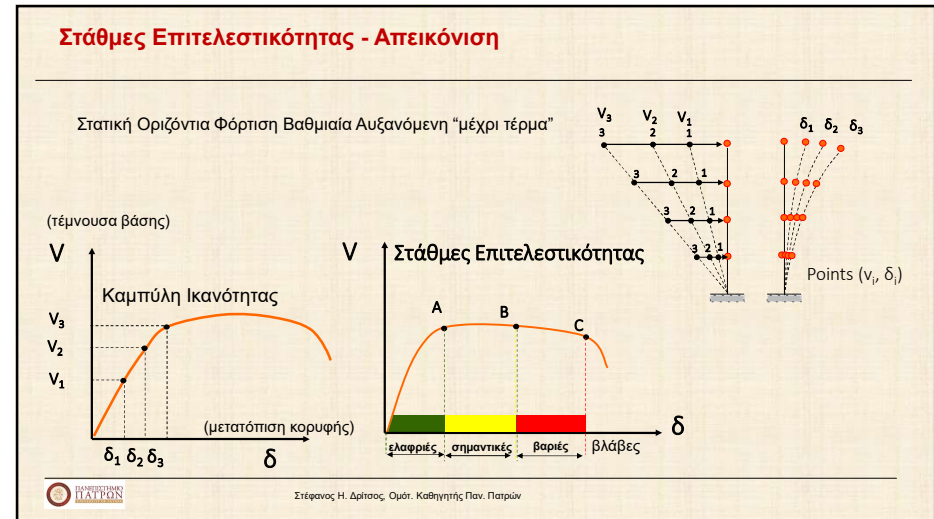
Το παρόν Εθνικό Προσάρτημα καθορίζει τις εθνικά προσδιοριζόμενες παραμέτρους που θα χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα σε εκείνες τις διατάξεις του Ευρωκώδικα EN 1998-3:2005 για τις οποίες επιτρέπεται η επιλογή των παραμέτρων αυτών. Καθορίζει επίσης και το κανονιστικό καθεστώς των Παραρτημάτων του ΕΛΟΤ EN 1998-3:2005. Τέλος καθορίζει, στο Κεφάλαιο 4, συμπληρωματικές μη αντικρουόμενες διατάξεις που ισχύουν συμπληρωματικά προς τις διατάξεις του EN 1998-1:2004. Οι διατάξεις αυτές περιέχονται στο πρότυπο ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1442¹: «ΚΑΝ.ΕΠΕ.: Κανονισμός Επεμβάσεων», που αναφέρεται παρακάτω ως ΚΑΝ.ΕΠΕ.

34

34



37



38

Σεισμικές Κλάσεις κτιρίων κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2022 και ΚΑΔΕΤ

Σεισμική Δράση	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	$a_g / a_{g,ref}$	Περιορισμένες βλάβες (ΙΟ)	Σημαντικές βλάβες (LS)	Οιονεί Κατάρρευση (CP)
E_0	2475	2%	1.80	A_0	B_0	Γ_0
E_1^+	975	5%	1.30	A_1^+	B_1^+	Γ_1^+
E_1	475	10%	1.00	A_1	B_1	Γ_1
E_2^+	225	20%	0.75	A_2^+	B_2^+	Γ_2^+
E_2	135	30%	0.60	A_2	B_2	Γ_2
E_3^+	70	50%	0.45	A_3^+	B_3^+	Γ_3^+
E_3	40	70%	0.35	A_3	B_3	Γ_3
E_4^+	20	90%	0.25	A_4^+	B_4^+	Γ_4^+
E_4	<20	>90%	<0.25	A_4	B_4	Γ_4

$a_g / a_{g,ref}$: δείκτης βαθμού επάρκειας

$a_{g,ref} = 0,16g$ ή $0,24g$ ή $0,36g$

a_g : max επιτάχυνση εδάφους επάρκειας κτιρίου

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

39

Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι για την Αποτίμηση και τον Ανασχεδιασμό

- Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού ορίζονται ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου. Ο κύριος του έργου μπορεί να επιλέξει υψηλότερο από τον ως άνω ελάχιστο ανεκτό στόχο.

Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφιστάμενων κτιρίων

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι
I	Γ_2
II	Γ_1
III	B1
IV	B1 και A2 (Ικανοποίηση και των δύο στόχων)

Σε κάθε περίπτωση να θεωρηθεί ότι ισχύει $A1 > A2, B1 > B2, \Gamma1 > \Gamma2, A1 > B1 > \Gamma1$ και $A2 > B2 > \Gamma2$

Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών

40

Εναλλακτικά Ελάχιστα για τον Ανασχεδιασμό Κτιρίων Κατηγορίας Σπουδαιότητας I και II

Επεμβάσεις σεισμικής αναβάθμισης ➔ μία βασική κλάση μεγαλύτερη από αυτήν που ανήκει το κτίριο (B_i) και από τις του Πίν. 1

Πίν. 1 Ελάχιστα (προς ενίσχυση) βασικές σεισμικές κλάσεις υφιστάμενων κτιρίων σπουδαιότητας I και II

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου
...<1985	B3
1985≤...<1995	B3 ⁺
1995≤...	B2 ⁺

Πίν. 2 Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίων σπουδαιότητας II μετά την Ενίσχυση

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου μετά την Ενίσχυση
...<1985	max B _{i+1} B ₃ ⁺ (α _g = 0,45α _{g,ref}) ή Γ ₁
1985≤...<1995	max B _{i+1} B ₂ ⁺ (α _g = 0,60α _{g,ref}) ή Γ ₁
1995≤...	B ₁ → Γ ₁

B_i η βασική κλάση του κτιρίου όπως υφίσταται

▪ Σε περιπτώσεις προσθηκών ή αλλαγής χρήσης, οι αναγκαίες ενισχύσεις προηγούνται χρονικά των προσθηκών ή των αλλαγών χρήσης



Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών |

Σεισμικές κατηγορίες κτιρίων

Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος για Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα (1^η Αναθεώρηση), 2022

Σεισμική Δράση	Περίοδος επαναφοράς (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	δ	Περιορισμένες Βλάβες (ΙΟ)
E ₀	2475	2%	1.80 ≤ δ	K ₀
E ₁ ⁺	975	5%	1.30 ≤ δ < 1.80	K ₁ ⁺
E ₁	475	10%	1.00 ≤ δ < 1.30	K ₁
E ₂ ⁺	225	20%	0.75 ≤ δ < 1.00	K ₂ ⁺
E ₂	135	30%	0.60 ≤ δ < 0.75	K ₂
E ₃ ⁺	70	50%	0.45 ≤ δ < 0.60	K ₃ ⁺
E ₃	40	70%	0.35 ≤ δ < 0.45	K ₃
E ₄ ⁺	20	90%	0.25 ≤ δ < 0.35	K ₄ ⁺
E ₄	<20	>90%	δ < 0.25	K ₄

δ είναι ο προσεγγιστικά προσδιοριζόμενος βαθμός επάρκειας της κατασκευής

$$\delta = \min\left(\frac{V_{R,x}}{V_{req,x}}, \frac{V_{R,y}}{V_{req,y}}\right)$$

Ενδεικτική κατάταξη κτιρίων σε σεισμικές κλάσεις & σεισμικές κατηγορίες

Παναγοπούλου Μ., Ζωχιού Λ. & Δρίτσος Σ. Εκτίμηση του βαθμού σεισμικής επάρκειας κτιρίων με κοντά υποστυλώματα ή μαλακό όροφο σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο, 5^ο ΠΣΑΜΤΣ, Αθήνα 2023

- Κτίρια **τρώροφα** από οπλισμένο σκυρόδεμα **προ του 1984**.
- **Κάτοψη**: (α) ορθογωνική, (β) μορφής Γ.
- **Κτίρια**: (α) με τοιχοπληρώσεις σε όλους τους ορόφους, (β) με κοντά υποστυλώματα στο ισόγειο και (γ) με μαλακό όροφο στο ισόγειο.
- **Τοιχοπληρώσεις**: (α) επιμελημένη ποιότητα και σφήνωση (ΤΟΙΧ.ε), (β) κακή ποιότητα και σφήνωση (ΤΟΙΧ.κ).
- **Δευτεροβάθμιος έλεγχος**: (α) με δεδομένα για τους οπλισμούς των κατακόρυφων στοιχείων και (β) χωρίς τα προηγούμενα δεδομένα.
- **Αποτελέσματα ανάλυσης**: Στατική ανελαστική ανάλυση (push over) κατά ΚΑΝΕΠΕ.

Ενδεικτική κατάταξη κτιρίων σε σεισμικές κλάσεις & σεισμικές κατηγορίες

Κτίρια αναφοράς με τοιχοπληρώσεις σε όλους τους ορόφους

		Δευτεροβάθμιος με οπλισμούς		Δευτεροβάθμιος χωρίς οπλισμούς		Ανάλυση κατά ΚΑΝΕΠΕ	
		δ = 1/λ _{max}	Σεισμική Κατηγορία	δ = 1/λ _{max}	Σεισμική Κατηγορία	$\frac{a_g}{a_{g,ref}}$	Σεισμική Κλάση
Κτίριο Α	Τοιχ.ε	1/1.38=0.72	K2	1/1.21=0.84	K2 ⁺	1/1.26=0.79	B2 ⁺
	Τοιχ.κ	1/1.67=0.60	K2	1/1.42=0.71	K2	1/1.18=0.85	B2 ⁺
Κτίριο Γ	Τοιχ.ε	1/1.24=0.81	K2 ⁺	1/1.10=0.93	K2 ⁺	1/1.63=0.61	B2
	Τοιχ.κ	1/1.52=0.66	K2	1/1.32=0.78	K2 ⁺	1/1.47=0.68	B2

Παναγοπούλου Μ., Ζωχιού Λ. & Δρίτσος Σ. Εκτίμηση του βαθμού σεισμικής επάρκειας κτιρίων με κοντά υποστυλώματα ή μαλακό όροφο σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο, 5^ο ΠΣΑΜΤΣ, Αθήνα 2023

Ενδεικτική κατάταξη κτιρίων σε σεισμικές κλάσεις & σεισμικές κατηγορίες

Κτίρια με κοντά υποστυλώματα στο ισόγειο

		Δευτεροβάθμιος με σπλισμούς		Δευτεροβάθμιος χωρίς σπλισμούς		Ανάλυση κατά ΚΑΝΕΠΕ	
		$\delta = 1/\lambda_{max}$	Σεισμική Κατηγορία	$\delta = 1/\lambda_{max}$	Σεισμική Κατηγορία	$\frac{a_g}{a_{g,ref}}$	Σεισμική Κλάση
Κτίριο Α	Τοιχ.ε	1/2.25=0.44	K3	1/2.25=0.43	K3	1/2.00=0.50	B3 ⁺
	Τοιχ.κ	1/2.25=0.44	K3	1/2.25=0.43	K3	1/1.97=0.51	B3 ⁺
Κτίριο Γ	Τοιχ.ε	1/2.73=0.37	K3	1/2.73=0.36	K3	1/4.80=0.21	B4
	Τοιχ.κ	1/2.67=0.37	K3	1/2.67=0.36	K3	1/1.97=0.51	B3 ⁺

Παναγοπούλου Μ., Ζωχιού Α. & Δρίτσος Σ. Εκτίμηση του βαθμού σεισμικής επάρκειας κτιρίων με κοντά υποστυλώματα ή μαλακό όροφο σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο, 5^ο ΠΣΑΜΤΣ, Αθήνα 2023

45

Ενδεικτική κατάταξη κτιρίων σε σεισμικές κλάσεις & σεισμικές κατηγορίες

Κτίρια με μαλακό όροφο στο ισόγειο

		Δευτεροβάθμιος με σπλισμούς		Δευτεροβάθμιος χωρίς σπλισμούς		Ανάλυση κατά ΚΑΝΕΠΕ	
		$\delta = 1/\lambda_{max}$	Σεισμική Κατηγορία	$\delta = 1/\lambda_{max}$	Σεισμική Κατηγορία	$\frac{a_g}{a_{g,ref}}$	Σεισμική Κλάση
Κτίριο Α	Τοιχ.ε	1/2.17=0.46	K3 ⁺	1/1.81=0.56	K3 ⁺	1/1.80=0.56	B3 ⁺
	Τοιχ.κ	1/2.17=0.46	K3 ⁺	1/1.81=0.56	K3 ⁺	1/1.75=0.57	B3 ⁺
Κτίριο Γ	Τοιχ.ε	1/2.01=0.50	K3 ⁺	1/1.71=0.60	K2	1/2.05=0.49	B3 ⁺
	Τοιχ.κ	1/2.01=0.50	K3 ⁺	1/1.71=0.60	K2	1/1.88=0.53	B3 ⁺

Παναγοπούλου Μ., Ζωχιού Α. & Δρίτσος Σ. Εκτίμηση του βαθμού σεισμικής επάρκειας κτιρίων με κοντά υποστυλώματα ή μαλακό όροφο σύμφωνα με το δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο, 5^ο ΠΣΑΜΤΣ, Αθήνα 2023

46

Σύγκριση κατάταξης κτιρίων Δείκτης ανεπάρκειας (λ) vs Κόστος αποκατάστασης

Predicted order of vulnerability	Building's A/A as in [5]	Construction period	Seismic Construction Zone (Ground acceleration)	Number of floors	Concrete strength Mean value (MPa)	Present method Failure index λ	Actual cost of strengthening € / m ²
1	6	1985 – 1995	I (0.16g)	6	12.40	2.36	270
2	5	1985 - 1995	I (0.16g)	6	37.40	2.00	200
3	1	1959 – 1985	I (0.16g)	3	19.40	1.76	220
4	11	1959 - 1985	I (0.16g)	2	24.60	1.42	181
5	4	1959 - 1985	II (0.24g)	10	25.70	1.38	130
6	10	1959 - 1985	II (0.24g)	2	25.10	1.35	128
7	9	1959 - 1985	I (0.16g)	2	33.80	1.33	124
8	12	1959 - 1985	I (0.16g)	1	33.80	1.14	90
9	7	1995 - 2000	I (0.16g)	3	23.10	0.99	18
10	8	1995 - 2000	I (0.16g)	2	17.80	0.86	0
11	13	> 2000	I (0.16g)	2	17.80	0.84	0
12	2	> 2000	II (0.24g)	4	20.10	0.71	0
13	3	1995 - 2000	II (0.24g)	1	31.70	0.59	0

Zotou A., Vadaloukas K., Papachristidis A., Dritsos S. (2022). Evaluation of the methodology of the second level pre-earthquake assessment, Proceedings of the 5th Hellenic Conference on Earthquake Engineering and Technical Seismology, 20-22 October 2022, Athens, Greece (ID. 19590) (in Greek).

Apostolidi, E., Dritsos, S., Lampropoulos A., Tsioulou, O., Waldmann-Diederich, D. (2024). An approximate method to assess the seismic vulnerability of reinforced concrete aging buildings, 18th World Conference on Earthquake Engineering, WCEE 2024 in Milan, Italy, 30.06 - 05.07.2024

47

http://www.episkeves2.civil.upatras.gr/?page_id=218

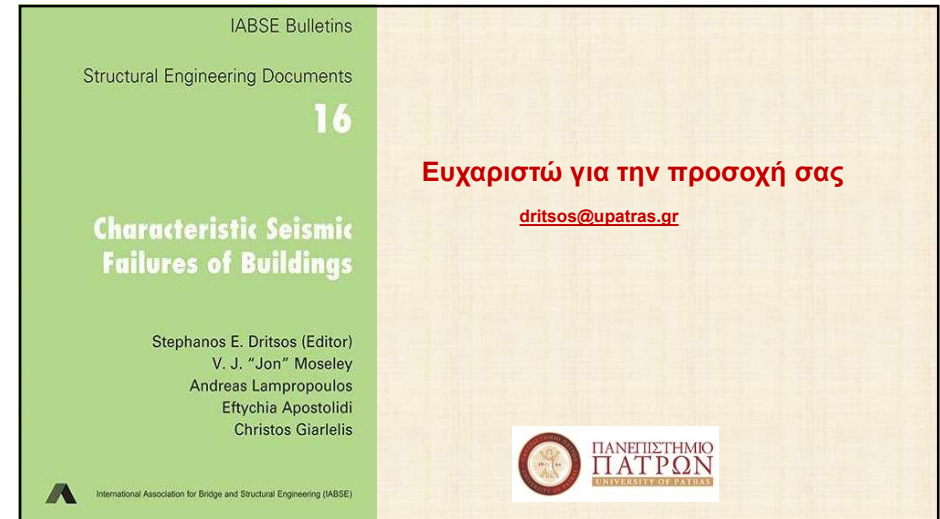


Στέφανος Η. Δρίτσος, Ομότ. Καθηγητής Παν. Πατρών |

48



49



50