

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ Ο/Σ - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΥ, ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΜΠΡΑΤΗΣ Γ. ΧΡΗΣΤΟΣ

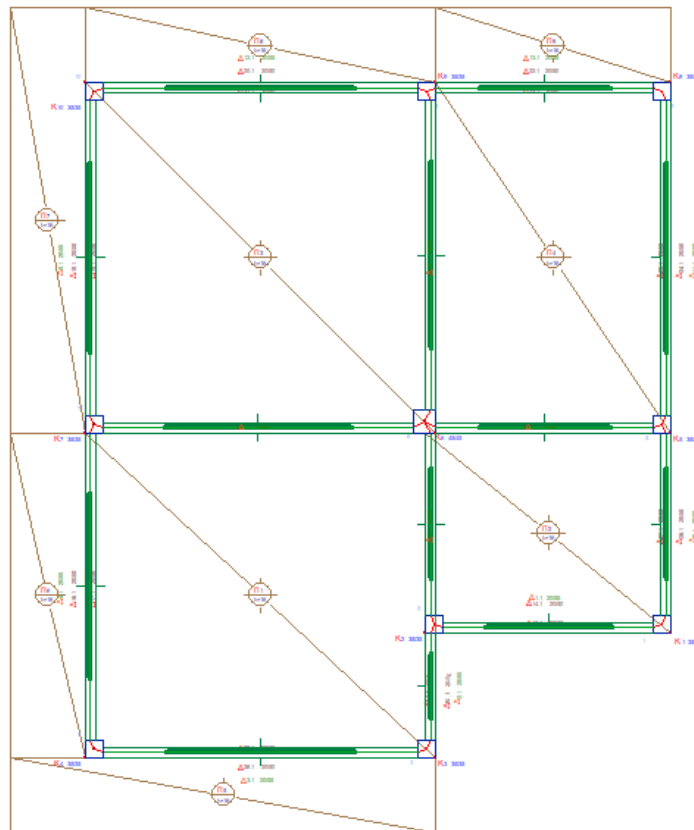
Μεταπτυχιακός Φοιτητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Πατρών, Διπλωμ. Πολιτικός Μηχανικός Δ.Π.Θ., christos.bratis@upatras.gr, christosbratis@gmail.com

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή των τριών ελέγχων σεισμικής επάρκειας σε τριώροφο κτίριο κατασκευασμένο με τον αντισεισμικό κανονισμό του '59, το οποίο ελέγχεται δυο φορές (τοιχοπληρωμένο και με κοντά υποστυλώματα).

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά τη θεσμοθέτηση αντισεισμικών κανονισμών και την επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου ασφάλειας των νέων κτιρίων, η αβεβαιότητα γύρω από τις υφιστάμενες κατασκευές εξακολουθεί να αποτελεί προβληματισμό για τους μηχανικούς. Το πρόβλημα εντείνεται, όταν καλούμαστε να αξιολογήσουμε υφιστάμενες προ του '80 κατασκευές, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί με απλοποιημένους κανονισμούς και διατάξεις. Για τον περιορισμό αυτής της αβεβαιότητας ως προς τη σεισμική επάρκεια των υφιστάμενων κτιρίων, αναπτύχθηκαν τρεις διαβαθμισμένης ακρίβειας προσεισμικοί έλεγχοι από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας.



Σχήμα 1: Κάτοψη Κτιρίου

Για την διερεύνηση αυτών των ελέγχων, επιλέχθηκε ένα υφιστάμενο τριώροφο κτίριο το οποίο προσεγγίζεται ανάλογα με το είδος των υποστυλωμάτων που δημιουργούνται στο ισόγειο από τις τοιχοπληρώσεις (F_0 : πλήρως τοιχοπληρωμένο, F_{SD2} : τοιχοπληρώσεις μέχρι το

+1,75 – κοντά υποστυλώματα). Αρχικά εφαρμόζεται ο Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος, ο οποίος είναι ταχύς και οπτικός και οδηγεί στην κατάταξη του κτιρίου σε κατηγορία προτεραιότητας περαιτέρω ελέγχου. Εν συνεχεία το κτίριο διερευνάται μέσω του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου όπως αυτός διαμορφώνεται μετά την 1η Αναθεώρηση 2022. Μέσω απλοποιημένων υπολογισμών, προσδιορίζεται προσεγγιστικά η σεισμική ικανότητα του κτιρίου και ακολουθεί η κατάταξή του σε σεισμική κατηγορία. Τέλος, εφαρμόζεται ο Τριτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος μέσω Ανελαστικής Στατικής Ανάλυσης (Pushover), στην βάση των διατάξεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ, με τη χρήση του λογισμικού FespaR. Βάσει των αποτελεσμάτων αυτής της ανάλυσης, το κτίριο κατατάσσεται σε σεισμική κλάση για Στάθμη Επιτελεστικότητας Β (Σημαντικές Βλάβες), ενώ παράλληλα συγκρίνονται αποτελέσματα της πλαστιμότητας m_d και του δείκτη σεισμικής συμπεριφοράς q .

2. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Για τα υπό εξέταση κτίρια επιλέγεται Δομικός Τύπος ΟΣα, δεδομένου ότι είναι κατασκευασμένα εφαρμόζοντας Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959 (Β.Δ. '59) και Κανονισμό Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54). Ανήκουν σε Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας ΙΙ (0.24g) και κατηγορία εδάφους Β.

ΠΕΔΙΟ ΔΕΛΟΤΑ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΠΛΑΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	
		F ₀	F _{SC2}
		ΟΣα	ΟΣα
12	Βασική Βαθμολογία, αναλόγως Δομικού Τύπου	6.0	6.0
10	Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ι	-	-
10	Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας ΙΙ ή ΙΙΙ	-1.5	-1.5
11	Έδαφος κατηγορίας Β (για αποδεδειγμένως Α: -0.1)	-0.3	-0.3
11	Έδαφος κατηγορίας Γ ή Δ	-	-
11, 13	Έδαφος Γ ή Δ και άνω των 5 ορόφων	-	-
11	Έδαφος κατηγορίας Χ	-	-
25	Χωρίς Αντισεισμικό Κανονισμό	-	-
26	Προηγούμενες σεισμικές επιβαρύνσεις, προβλήματα	-	-
27	Κακή κατάσταση	-	-
28	Κρούση με γειτονικά κτίρια	-	-
29-35	Pilotis ή/και Κοντά Υποστυλώματα	-	-1.5
30	Κανονική διάταξη τοιχοπλήρωσης σε κάτοψη	0.5	0.5
31	Μεγάλο ύψος	-	-
32	Μη κανονικότητα σε τομή	-	-
33	Μη κανονικότητα σε κάτοψη	-	-
34	Στρέψη (έντονη)	-	-
5, 7	Ένταση λειτουργίας	0.2	0.2
9	Αριθμός χρηστών ≤ 9	-	-
9	Αριθμός χρηστών 10-99	-0.4	-0.4
9	Αριθμός χρηστών ≥ 10	-	-
ΑΡΧΙΚΗ ΔΟΜΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ		4.5	3

Η τελική βαθμολογία για F₀=4.5 και F_{SC2}=3 και δεδομένου ότι δεν εντοπίστηκαν αίτια πρόσθετης τρωτότητας και ο βαθμός δεν υπέστη κάποια περαιτέρω μείωση, η κατασκευές με βάση τον παραπάνω πίνακα κατατάσσονται σε κατηγορία Μ (μέσης προτεραιότητας περαιτέρω ελέγχου) για την F₀ και Υ (υψηλής προτεραιότητας περαιτέρω ελέγχου) για την F_{SC2}. [2]

Θέτοντας ως απαίτηση την οριακή βαθμολογία 5.5 προκύπτουν οι εξής λόγοι ανεπάρκειας:

$$\text{Κτίριο F}_0 : \lambda F_0 = 1.22$$

$$\text{Κτίριο F}_{SC2} : \lambda F_{SC2} = 1.83$$

3. ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Αποτελεί λεπτομερέστερη μέθοδο σε σχέση με τον πρωτοβάθμιο χωρίς να είναι απαραίτητη η κατάστρωση ενός λεπτομερούς μοντέλου του κτιρίου, αλλά ταχύτερη από τον τριτοβάθμιο, που απαιτεί πλήρη μελέτη αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας της κατασκευής με βάση τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Στα υπό εξέταση κτίρια υπολογίστηκαν τα αξονικά φορτία των υποστυλωμάτων, με τη μέθοδο των επιφανειών επιρροής. Για τα μόνιμα φορτία (G), οι επιφάνειες ανήχθησαν σε όγκους επιρροής για το κάθε υποστύλωμα και πολλαπλασιάστηκαν με το ίδιο βάρος σκυροδέματος 25 kN/m^3 . Συνυπολογίστηκε η επίστρωση των πλακών 1 kN/m^2 ενώ τέλος σε αυτά προστέθηκαν και τα φορτία των τοιχοπληρώσεων. Για τα κινητά φορτία (Q), οι επιφάνειες των προβόλων, πολλαπλασιάστηκαν με 5 kN/m^2 , ενώ των εσωτερικών πλακών με 2 kN/m^2 . Τελικά, τα αξονικά φορτία κάθε υποστυλώματος, προέκυψαν από τον συνδυασμό $G + 0.3Q$ δίνοντας :

Μέλος	Αξονικό φορτίο N (kN)
K1	184,21
K2	274,22
K3	391,33
K4	584,20
K5	416,99
K6	915,99
K7	932,45
K8	291,64
K9	801,38
K10	505,27
$\Sigma N =$	5297.68 kN

Τέλος τα δυο κτίρια θα αναλυθούν σε τέσσερις υποπεριπτώσεις το κάθε, για τις οποίες η γνώση ή μη του υπάρχοντος οπλισμού θα εναλλάσσεται με τον συνυπολογισμό ή όχι της προσφερόμενη δυσκαμψία των τοιχοπληρώσεων.

I. Θεώρηση με γνωστούς διαμήκεις οπλισμούς

1^ο ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Σεισμικής Απαίτησης V_{req} ($V_{req,x}$, $V_{req,y}$) [3]

Σε κάθε κύρια διεύθυνση, προσδιορίζεται με βάση το φάσμα σχεδιασμού του ΕΚ8-1 (EN 1998- 1:2004), το συνολικό μέγεθος των σεισμικών φορτίων (η τέμνουσα βάσης σχεδιασμού) του κτιρίου.

$V_{req} = M \times S_d(T)$, όπου:

- M : προκύπτει από μόνιμα G και κινητά Q φορτία, για τον συνδυασμό φόρτισης $G+\psi 2Q$.
- T : η ιδιοπερίοδος της κατασκευής, εκτιμάται προσεγγιστικά κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ (βλ. παρ.1 του Παραρτήματος Δ).
- γ_I : λαμβάνεται $\gamma_I=1.00$
- $S_d(T)$: Η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψιν τα αναφερόμενα στην §5 για τα σχετικά δεδομένα
- q : λαμβάνεται η τιμή για στάθμη επιτελεστικότητας B «Σημαντικές Βλάβες» όπως προκύπτει από τον Πίνακα του Παραρτήματος Δ της παρ.1.

Για τα υπό εξέταση κτήρια προσδιορίστηκαν ως

$$\begin{aligned}
 F_0 : \quad T_0 = 0.4093 \text{ sec} \quad S_d(T) = 0.3g \quad M = 5297.68/g \text{ kN/m/s}^2 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad V_{\text{req}} = 1589.30 \text{ kN} \\
 F_{sc2} : \quad T_0 = 0.4093 \text{ sec} \quad S_d(T) = 0.4g \quad M = 5297.68/g \text{ kN/m/s}^2 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad V_{\text{req}} = 2119.07 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2° ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης V_R ($V_{R,x}$, $V_{R,y}$) [3]

Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου αξιολογείται η επιρροή 13 κριτηρίων, που αφορούν στοιχεία τρωτότητας που επηρεάζουν τη σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής, με σκοπό τον προσδιορισμό του μειωτικού συντελεστή β , που χρησιμοποιείται στον τελικό υπολογισμό της σεισμικής αντίστασης της κατασκευής. Τα κριτήρια αυτά λαμβάνουν τιμές από το 1 έως το 5 που αντιστοιχούν στη μέγιστη και στην ελάχιστη σεισμική επιβάρυνση.

- Κριτήριο 1: Βλάβες στατικής ανεπάρκειας
Δεδομένου ότι δε παρατηρήθηκαν βλάβες στα υποστυλώματα, τοιχώματα και κόμβους, θεωρείται ότι ο βαθμός βλάβης είναι $\mathbf{B}_1 = 5$ και για τα δύο κτίρια.
- Κριτήριο 2: Οξειδωση οπλισμών
Δεν παρατηρήθηκαν προφανείς ενδείξεις που υποδηλώνουν διάβρωση του οπλισμού, συνεπώς, $\mathbf{B}_2 = 5$ και για τα δύο κτίρια.
- Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου
Στα κριτήρια ελέγχεται η ικανότητα των υποστυλωμάτων του ισογείου να αναλάβουν ισχυρά θλιπτικά φορτία και τα περιθώρια ανάληψης επιπλέον αξονικών φορτίων λόγω σεισμού. Για το λόγο αυτό γίνεται έλεγχος του ανηγμένου αξονικού φορτίου στα υποστυλώματα του ισογείου, παραλείποντας τα φαινόμενα 2ας τάξεως λόγω μικρού καθαρού ύψους των στοιχείων $< 3.50\text{m}$ και λαμβάνοντας το δείκτη σχετικής μεταθετότητας $\theta = 0$.

Μέλος	b (m)	h (m)	Ac (m ²)	N (kN)	vd
K1	0,35	0,35	0,1225	184,21	0,107
K2	0,35	0,35	0,1225	274,22	0,160
K3	0,35	0,35	0,1225	391,33	0,228
K4	0,35	0,35	0,1225	584,20	0,341
K5	0,35	0,35	0,1225	416,99	0,243
K6	0,45	0,45	0,2025	915,99	0,323
K7	0,35	0,35	0,1225	932,45	0,544
K8	0,35	0,35	0,1225	291,64	0,170
K9	0,35	0,35	0,1225	801,38	0,467
K100	0,35	0,35	0,1225	505,27	0,295

Ο μέσος όρος ανηγμένου αξονικού φορτίου υπολογίζεται από τη σχέση

$$v_d = \frac{1}{N} \sum_i^N v_d^i \rightarrow v_d = 0,288 \quad 0.25 \leq vd < 0.3 \quad \text{βαθμός 3}$$

$$v_{dmax} = \max v_d^i \rightarrow v_{dmax} = 0,544 \quad 0.50 \leq vdi < 0.65 \quad \text{βαθμός 2}$$

Επιλέγεται το δυσμενέστερο συνεπώς, $\mathbf{B}_3 = 2$ και για τα δύο κτίρια.

- Κριτήριο 4: Κανονικότητα Κάτοψης
Σε αυτό το κριτήριο δεδομένου ότι οι κατόψεις των κτιρίων δεν είναι ορθογωνικές, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν το αθροιστικό εμβαδόν ΣA_E των εσοχών, το εμβαδόν της μεγαλύτερης εσοχής $A_{E,max}$ και το εμβαδόν της κάτοψης, A_{tot} .

Το εμβαδόν κάθε εσοχής ορίζεται από την περίμετρο της εσοχής και τη χορδή που συνδέει τις εξώτατες κορυφές της. Εάν υπάρχουν κενά στις πλάκες προσδιορίζεται επιπλέον το αθροιστικό εμβαδόν ΣΑΚ των κενών.

	A_{tot} (m ²)	ΣA_E (m ²)	$0.25 \cdot A_{tot}$	$0.15 \cdot A_{tot}$
Ισόγειο	146,2	5,875	36,55	21,93
1 ^{ος}	146,2	5,875	36,55	21,93
2 ^{ος}	146,2	5,875	36,55	21,93

Σε κάθε όροφο ισχύει: $\Sigma A_E < 0.25 A_{tot}$ και $A_{E,max} < 0.15 A_{tot}$, όπου $A_{E,max} = \Sigma A_E$ για κάθε όροφο.

Επομένως, επιλέγεται ο $B_4 = 5$ και για τα δύο κτίρια (κτίρια κανονικά σε κάτοψη).

• Κριτήριο 5: Κατανομή Δυσκαμψίας σε Κάτοψη – Στρέψη

Υπολογίζεται η ανηγμένη φυσική εκκεντρότητα ϵ , ως μέτρο της ανισοκατανομής της δυσκαμψίας σε κάτοψη και της ενδεχόμενης στρεπτικής απόκρισης των κτιρίων. Για την εύρεση του συντελεστή ϵ είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός των συντεταγμένων x_{cm} , y_{cm} του κέντρου μάζας, των δυσκαμψιών των κατακόρυφων στοιχείων, $K_{Cx,i}$, $K_{Cy,i}$ και τέλος των εκκεντροτήτων e_x και e_y , ανά διεύθυνση. Οι συντεταγμένες του κέντρου μάζας προέκυψαν $x_{cm} = 19.55$ m και $y_{cm} = 9.76$ m και για τα δύο κτίρια.

Για τις συντεταγμένες του κέντρου δυσκαμψίας εφαρμόστηκαν οι σχέσεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ.. Πιο συγκεκριμένα, για τον υπολογισμό της ενεργού τιμής δυσκαμψίας $(EI)_{eff}$, χρησιμοποιήθηκε η προσεγγιστική τιμή του Πίνακα Σ4.1 της §4.4.1.4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. ενώ ο συντελεστής δυσκαμψίας α_k σύμφωνα με την 1^η αναθεώρηση του Δευτεροβαθμίου ΠΕ 2022, λήφθηκε προσεγγιστικά ίσος με τη μονάδα, εφόσον είμαστε σε περίπτωση φορέα με βαθμό τοιχοματοποίησης $\alpha_T < 0.10$.. Παράλληλα σύμφωνα με τις διατάξεις του Δευτεροβαθμίου, λόγω συμμετρικής σε κάτοψη κατανομής των τοιχοπληρώσεων οι οριζόντιες δυσκαμψίες τους αγνοούνται.

Έπειτα από τα παραπάνω προέκυψαν $x_{cr} = 20.83$ m και $y_{cr} = 10.30$ m για το κτίριο F₀ και $x_{cr} = 20.83$ m και $y_{cr} = 10.30$ m για το κτίριο F_{SC2}.

ΚΤΙΡΙΟ F₀

Μέλος	x_i (m)	y_i (m)	K_{cx} (kN/m)	K_{cy} (kN/m)
C1	26,00	14,23	6669,44	6669,44
C2	21,45	14,23	6669,44	6669,44
C3	21,30	16,73	6669,44	6669,44
C4	14,65	16,73	6669,44	6669,44
C5	26,00	10,23	6669,44	6669,44
C6	21,25	10,18	24300,00	24300,00
C7	14,65	10,23	6669,44	6669,44
C8	26,00	3,58	6669,44	6669,44
C9	21,30	3,58	6669,44	6669,44
C10	14,65	3,58	6669,44	6669,44

ΚΤΙΠΙΟ F_{SC2}

Μέλος	x _i (m)	y _i (m)	K _{c,x} (kN/m)	K _{c,y} (kN/m)
C1	26,00	14,23	64363,02	64363,02
C2	21,45	14,23	64363,02	64363,02
C3	21,30	16,73	64363,02	64363,02
C4	14,65	16,73	64363,02	64363,02
C5	26,00	10,23	6669,44	64363,02
C6	21,25	10,18	24300,00	234505,48
C7	14,65	10,23	6669,44	64363,02
C8	26,00	3,58	64363,02	64363,02
C9	21,30	3,58	64363,02	6669,44
C10	14,65	3,58	64363,02	64363,02

Συνεπώς, οι εκκεντρότητες e_x , e_y και οι ανηγμένες τιμές τους, ε_x και ε_y , προκύπτουν σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$e_x = |x_{rc} - x_{cm}| \text{ και } \varepsilon_x = \frac{e_x}{L_x}$$

$$e_y = |y_{rc} - y_{cm}| \text{ και } \varepsilon_y = \frac{e_y}{L_y}$$

[3]

ΚΤΙΠΙΟ F ₀	ΚΤΙΠΙΟ F _{SC2}
$e_x = 1.28 \text{ m}$ και $\varepsilon_x = 0.110$	$e_x = 1.22 \text{ m}$ και $\varepsilon_x = 0.105$
$e_y = 0.54 \text{ m}$ και $\varepsilon_y = 0.040$	$e_y = 1.05 \text{ m}$ και $\varepsilon_y = 0.078$
$0.05 < \varepsilon_x < 0.3$ βαθμός 4	$0.05 < \varepsilon_x < 0.3$ βαθμός 4
$\varepsilon_y < 0.05$ βαθμός 5	$0.05 < \varepsilon_y < 0.3$ βαθμός 4

Επιλέγεται το δυσμενέστερο $\mathbf{B}_5 = 4$ και για τα δύο κτίρια. [3]

- Κριτήριο 6: Κανονικότητα σε τομή/όψη

Στις υπό εξέταση κατασκευές οι διαστάσεις του φέροντος οργανισμού από όροφο σε όροφο παραμένουν σταθερές με αποτέλεσμα να υπάρχει γεωμετρική κανονικότητα. Έτσι τα εμβαδά των κατόψεων των ορόφων A_{tot} , έχουν μηδενικές ποσοστιαίες διαφορές σε σχέση με αυτά των γειτονικών ορόφων.

Προκύπτει δηλαδή, ότι για κάθε όροφο, το εμβαδό είναι ακριβώς το 100% του εμβαδού του υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου κι επομένως, $\mathbf{B}_6 = 5$ και για τα δύο κτίρια.

- Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – Μαλακός όροφος

Για την αξιολόγηση και βαθμονόμηση του κριτηρίου λαμβάνεται υπόψη η διαφορά δυσκαμψίας μεταξύ των γειτονικών ορόφων. Αν $\Delta K_{tot} > 50\%$ προκύπτει Βαθμός 1 που αντιστοιχεί σε σημαντική ανισοκατανομή δυσκαμψίας, ενώ αν $\Delta K_{tot} < 20\%$ προκύπτει Βαθμός 5 και συνεπάγεται σε ομαλή κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος.

Το κριτήριο αυτό θα αναλυθεί σε δύο περιπτώσεις, λαμβάνοντας και μη την προσφερόμενη δυσκαμψία των τοιχοπληρώσεων. Σε κάθε περίπτωση, όπως και στο κριτήριο 5 το a_k λαμβάνεται προσεγγιστικά ίσο με τη μονάδα (*1^η αναθεώρηση του Δευτεροβαθμίου ΠΕ 2022*).

Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

ΚΤΙΡΙΟ F₀

Ισόγειο, Όροφος 1 ^{ος} , Όροφος 2 ^{ος}		
Μέλος	A _{inf} (m ²)	K _{inf} (kN/m)
T1	0,151	20997,92
T2	0,105	11380,80
T3	0,206	25198,67
T4	0,202	25001,10
T5	0,068	9694,97
T6	0,137	19136,94
T7	0,102	12640,90
T8	0,077	10828,33
T9	0,206	25198,67
T10	0,102	12640,90
T11	0,206	25198,67
T12	0,206	25198,67
T13α	0,105	11519,29
T13β	0,093	6339,10

$$\Sigma K_{infX} = 89253.64 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma K_{infY} = 105916.17 \text{ kN/m}$$

$$K_{totX} = 173578.64 \text{ kN/m}$$

$$K_{totY} = 190241.17 \text{ kN/m}$$

$$\Delta K_{totX} = 0$$

$$\Delta K_{totY} = 0$$

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς ο βαθμός επιβάρυνσης λαμβάνεται ίσος με **B₇ = 5** για το κτίριο F₀.

Στο κτίριο F_{SD2} οι δυσκαμψίες των τοιχοπληρώσεων στο ισόγειο, αγνοούνται ως προς την συνεισφορά τους, λόγω των κοντών υποστυλωμάτων που δημιουργούν.

ΚΤΙΡΙΟ F_{SD2}

Μέλος	Ισόγειο		Όροφος 1 ^{ος} , Όροφος 2 ^{ος}	
	A _{inf} (m ²)	K _{inf} (kN/m)	A _{inf} (m ²)	K _{inf} (kN/m)
T1	0	0	0,151	20997,92
T2	0	0	0,105	11380,80
T3	0	0	0,206	25198,67
T4	0	0	0,202	25001,10
T5	0	0	0,068	9694,97
T6	0	0	0,137	19136,94
T7	0	0	0,102	12640,90
T8	0	0	0,077	10828,33
T9	0	0	0,206	25198,67
T10	0	0	0,102	12640,90
T11	0	0	0,206	25198,67

T12	0	0	0,206	25198,67
T13α	0	0	0,105	11519,29
T13β	0	0	0,093	6339,10

$\Sigma K_{infX}(\text{ορόφων}) = 89253.64 \text{ kN/m}$
 $K_{totX}(\text{ορόφων}) = 173578.64 \text{ kN/m}$
 $K_{totX}(\text{ισογείου}) = 488180.00 \text{ kN/m}$
 $\Delta K_{totX} = 2.81 > 1.50$

$\Sigma K_{infY}(\text{ορόφων}) = 105916.17 \text{ kN/m}$
 $K_{totY}(\text{ορόφων}) = 190241.17 \text{ kN/m}$
 $K_{totY}(\text{ισογείου}) = 756079.05 \text{ kN/m}$
 $\Delta K_{totY} = 3.97 > 1.50$

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς ο βαθμός επιβάρυνσης λαμβάνεται ίσος με **B7 = 1** για το κτίριο FSD2.

Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

ΚΤΙΡΙΟ F0

$K_{totX} = 84325.00 \text{ kN/m}$ $K_{totY} = 84325.00 \text{ kN/m}$
 $\Delta K_{totX} = 0$ $\Delta K_{totY} = 0$

Βαθμός επιβάρυνσης **B7 = 5**.

ΚΤΙΡΙΟ FSD2

$K_{totX}(\text{ορόφων}) = 84325.00 \text{ kN/m}$ $K_{totY}(\text{ορόφων}) = 84325.00 \text{ kN/m}$
 $K_{totX}(\text{ισογείου}) = 488180.00 \text{ kN/m}$ $K_{totY}(\text{ισογείου}) = 756079.05 \text{ kN/m}$
 $\Delta K_{totX} = 5,79$ $\Delta K_{totY} = 8,97$

Βαθμός επιβάρυνσης **B7 = 1**.

- Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος

Στο κριτήριο αυτό αξιολογείται η ποσοστιαία διαφορά μάζας μεταξύ των ορόφων, δεδομένου ότι ο αντισεισμικός σχεδιασμός βασίζεται στη θεώρηση της πρακτικώς ομοιόμορφης καθ' ύψος κατανομής της μάζας και συνεπώς, η σημαντική διαφορά της μάζας γειτονικών ορόφων επηρεάζει δυσμενώς τη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών.

Στις υπό εξέταση κατασκευές, η μάζα των ορόφων παραμένει σταθερή με ή χωρίς τοιχοπληρώσεις δίνοντας $\Delta M = 0.00\% < 20.00\%$ για κάθε όροφο. Επομένως, για τη κατασκευή αυτή επιλέγεται βαθμός επιβάρυνσης ίσος **B8 = 5**.

- Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα

Εξετάζεται ο κίνδυνος εμφάνισης ψαθυρής μορφής αστοχίας, που προκαλείται από “φύσει” ή “θέσει” κοντούς στύλους. Για κάθε υποστυλώμα αποδίδεται ένας βαθμός β_i ανάλογα με το ανηγμένο του μήκος και η συμβολή τους στην συνολική επιβάρυνση της κατασκευής λαμβάνεται υπόψιν μέσω αντίστοιχων συντελεστών βαρύτητας σ.β. με βάση τον παρακάτω πίνακα που ισχύει και για τις δύο διευθύνσεις.

ΚΤΙΡΙΟ F0				ΚΤΙΡΙΟ FSD2					
Μέλος	l/h	β_i	σ.β.	l/h		$\beta_i(x)$	$\beta_i(y)$	σ.β.(x)	σ.β.(y)
				l/h (x)	(y)				
C1	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C2	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C3	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C4	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C5	7,86	5	1	7,86	2,86	5	2	1	4
C6	6,00	5	1	6,00	6,00	5	5	1	1
C7	7,86	5	1	7,86	2,86	5	2	1	4

Σεισμική Αποτίμηση Κτιρίου Ο/Σ - Σύγκριση Πρωτοβάθμιου, Δευτεροβάθμιου και Τριτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου

C8	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C9	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4
C10	7,86	5	1	2,86	2,86	2	2	4	4

$\beta_{\text{μέσο}} = 5$ επομένως βαθμός επιβάρυνσης **B₉ = 5** για το κτίριο F₀.

$\beta_{\chi_{\text{μέσο}}} = 2.29$

$\beta_{\gamma_{\text{μέσο}}} = 2.08$ επομένως βαθμός επιβάρυνσης **B₉ = 2** για το κτίριο F_{SD2}.

- Κριτήριο 10: Κατακόρυφες ασυνέχειες

Δεν υπάρχουν κατακόρυφες ασυνέχειες, επομένως βαθμός επιβάρυνσης **B₁₀ = 5** και για τα δύο κτίρια.

- Κριτήριο 11: Διαδρομή και μεταφορά δυνάμεων

Στις υπό εξέταση κατασκευές παρατηρείται σχήμα ιδανικής πλαισιακής δομικής διαμόρφωσης και επομένως βαθμός επιβάρυνσης **B₁₁ = 5** και για τα δύο κτίρια.

- Κριτήριο 12: Γειτονικά κτίρια

Στο κριτήριο εξετάζεται η δυσμενής αλληλεπίδραση γειτονικών κτιρίων κατά τη διάρκεια του σεισμού, κυρίως με βάση το ενδεχόμενο μιας δυσμενούς για το δεδομένο κτίριο σύγκρουσης με γειτονικά κτίρια. Στις υπό εξέταση κατασκευές δεν αναφέρονται και επομένως δεν υφίστανται γειτονικά κτίρια. Επομένως βαθμός επιβάρυνσης **B₁₂ = 5** και για τα δύο κτίρια.

- Κριτήριο 13: Κακοτεχνίες – Τραυματισμοί

Εξετάζονται η τήρηση των κανόνων της τέχνης και της επιστήμης, ο βαθμός τήρησης και εφαρμογής της μελέτης και η κατάσταση του κτιρίου. Ως δεδομένο δόθηκε ότι τα κτίρια βρίσκονται σε καλή κατάσταση, χωρίς τραυματισμούς και καμία προσβολή στο σκυρόδεμα από φυσικές ή χημικές δράσεις. Συνεπώς, επιλέγεται βαθμός, **B₁₃ = 5** και για τα δύο κτίρια.

- Παρατηρείται πως, στις υπό εξέταση κατασκευές, είτε λάβουμε υπόψιν μας τις τοιχοπληρώσεις ως στοιχείο πρόσθετης δυσκαμψίας είτε όχι, οι βαθμοί επιβάρυνσης παραμένουν σταθεροί.

α/α	Κριτήρια Σεισμικής Επιβάρυνσης	Βαθμός Επιβάρυνσης						Συντελεστής Βαρύτητας σ _i	
		β _i							
		0	1	2	3	4	5		
1	Βλάβες στατικής ανεπάρκειας							F ₀ F _{SD2} 0,5	0,10
2	Οξείδωση οπλισμών							F ₀ F _{SD2} 0,5	0,10
3	Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου			F ₀ F _{SD2} 0,1					0,05
4	Κανονικότητα κάτοψης							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
5	Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη-στρέψη					F ₀ F _{SD2} 0,4			0,10
6	Κανονικότητα σε τομή/όψη							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
7	Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος		F _{SD2} 0,15					F ₀ 0,75	0,15
8	Κατανομή μάζας καθ' ύψος							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
9	Κοντά υποστυλώματα			F _{SD2} 0,3				F ₀ 0,75	0,15
10	Κατακόρυφες ασυνέχειες							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
11	Διαδρομή και μεταφορά δυνάμεων							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
12	Γειτονικά κτήρια							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05
13	Κακοτεχνίες							F ₀ F _{SD2} 0,25	0,05

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } F_0 : \beta = \frac{\sum \sigma_i \beta_i}{5} = 4.75/5 \rightarrow \beta = 0.95$$

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } F_{SD2} : \beta = \frac{\sum \sigma_i \beta_i}{5} = 3.70/5 \rightarrow \beta = 0.74 \quad [3]$$

Ο υπολογισμός των διατμητικών αντοχών V_{Ri} των κατακόρυφων στοιχείων μπορεί να ληφθεί από τις σχέσεις που προτείνονται στο Παράρτημα 7Γ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. αγνοώντας την συμβολή του κατακόρυφου οπλισμού και θεωρώντας: $\mu_{\theta}^{pl} = 0,5 - 5,0$ (τιμές κατά την κρίση του Μηχανικού) (εδώ επιλέχθηκε $\mu_{\theta}^{pl} = 1,5$). Δεδομένου ότι σε αυτή την περίπτωση διατίθενται δεδομένα για οπλισμούς των κατακόρυφων στοιχείων, ο υπολογισμός των διατμητικών αντοχών V_{Ri} έγινε από τη σχέση: $V_{Ri} = \min(V_{Rd}, V_M)$.

όπου:

- V_{Rd} η διατμητική αντοχή του κατακόρυφου μέλους που μπορεί να ληφθεί από τις σχέσεις που προτείνονται στο Παράρτημα 7Γ του ΚΑΝ.ΕΠΕ..
- $V_M = M_R/L_s$ η τέμνουσα στην φάση καμπτικής αστοχίας του μέλους M_R η ροπή αντοχής του κατακόρυφου στοιχείου στον πόδα του υπό εξέταση κρίσιμου ορόφου (συνήθως στην θεμελίωση) (Παράρτημα 7Α του ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Το μήκος διάτμησης L_s προσεγγιστικά μπορεί να ληφθεί $L_s = L_k / 2$.

Έπειτα από τα παραπάνω, τα αποτελέσματα των διατμητικών αντοχών είναι τα ακόλουθα:

Μέλος	F_0			F_{SD2}			F_0			F_{SD2}		
	$V_{Mx,y}$ (kN)	V_{Mx} (kN)	V_{My} (kN)	$V_{Rdx,y}$ (kN)	V_{Rdx} (kN)	V_{Rdy} (kN)	$V_{Rix,y}$ (kN)	V_{Rix} (kN)	V_{Riy} (kN)			
C1	76,39	210,08	210,08	67,08	75,38	75,38	67,08	75,38	75,38			
C2	79,09	217,50	217,50	69,95	81,49	81,49	69,95	81,49	81,49			
C3	78,80	216,71	216,71	73,47	88,98	88,98	73,47	88,98	88,98			
C4	78,87	216,89	216,89	78,77	100,27	100,27	78,77	100,27	100,27			
C5	78,78	78,78	216,66	74,21	74,21	90,56	74,21	74,21	90,56			
C6	171,21	171,21	171,21	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61			
C7	79,50	79,50	218,63	83,61	83,61	110,58	79,50	79,50	110,58			
C8	79,02	217,31	217,31	70,49	82,64	82,64	70,49	82,64	82,64			
C9	79,24	217,90	79,24	84,16	111,74	84,16	79,24	111,74	79,24			
C10	78,79	216,68	216,68	76,67	95,79	95,79	76,67	95,79	95,79			

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } F_0 : \sum V_{RI, \text{υπ.}, x, y} = 455.68 \text{ kN}$$

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } F_{SD2} : \sum V_{RI, \text{υπ.}, x} = 272.32 \text{ kN}$$

$$\sum V_{RI, \text{κοντ. υπ.}, x} = 636.31 \text{ kN}$$

$$\sum V_{RI, \text{υπ.}, y} = 197.85 \text{ kN}$$

$$\sum V_{RI, \text{κοντ. υπ.}, y} = 725.71 \text{ kN}$$

Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

Ο υπολογισμός των διατμητικών αντοχών $VRi^{τοιχοπλ.}$ των τοιχοπληρώσεων μπορεί να ληφθεί από τη σχέση: $VRi^{τοιχοπλ.} = NRi^{τοιχοπλ.} \cdot (l/L)$

όπου

- L, l το μήκος της διαγωνίου και το οριζόντιο μήκος της τοιχοπλήρωσης, αντίστοιχα
- $NRi^{τοιχοπλ.}$ η αντοχή σε θλίψη της τοιχοπλήρωσης που εκτιμάται από τη σχέση: $NRi^{τοιχοπλ.} = 0.30 \cdot f_{wc,s} \cdot t_w \cdot b_w$
όπου, $f_{wc,s}$ η θλιπτική αντοχή της τοιχοπλήρωσης κατά τη διεύθυνση της διαγωνίου και μπορεί να ληφθεί από τον Πίνακα 3 του Παραρτήματος Δ, ενώ, t_w, b_w είναι το πάχος και το ενεργό πλάτος της διαγωνίου της τοιχοπλήρωσης, αντίστοιχα. Για τη συνεκτίμηση των τοιχοπληρώσεων ισχύει η § 7.4.1. του ΚΑΝΕ.ΠΕ.

Έπειτα από τα παραπάνω, τα αποτελέσματα των διατμητικών αντοχών των τοιχοπληρώσεων είναι τα ακόλουθα:

Μέλος	F_0		F_{SD2}		F_0		F_{SD2}	
	Εα/Ετ		$V_{ri}^{τοιχοπλ}$ (kN)		$V_{ri}^{τοιχοπλ} * F_{red}/F$ (kN)			
T1	0,00%	0,00%	37,80	37,80	11,34	23,81		
Δ2	0,00%	0,00%	19,35	19,35	16,06	19,35		
T3	19,05%	23,81%	56,70	56,70	0,00	17,01		
T4	11,59%	4,55%	55,35	55,35	0,00	22,14		
T5	ΔΡΟΜΙΚΗ	ΔΡΟΜΙΚΗ	-	-	-	-		
T6	19,53%	7,67%	32,85	32,85	13,14	23,98		
T7	ΔΡΟΜΙΚΗ	ΔΡΟΜΙΚΗ	-	-	-	-		
T8	ΔΡΟΜΙΚΗ	ΔΡΟΜΙΚΗ	-	-	-	-		
T9	11,31%	4,44%	56,70	56,70	0,00	17,01		
T10	ΔΡΟΜΙΚΗ	ΔΡΟΜΙΚΗ	-	-	-	-		
T11	11,31%	4,44%	56,70	56,70	0,00	17,01		
T12	19,05%	23,81%	56,70	56,70	0,00	17,01		
T13α	27,59%	34,48%	19,58	19,58	5,87	12,33		
T13β	Εα/Ετ	0,00%	12,83	12,83	3,85	8,08		

$$\text{ΚΤΙΡΙΟ } F_0 : \sum V_{ri}^{τοιχοπλ}_x = 29.20 \text{ kN}$$

$$\sum V_{ri}^{τοιχοπλ}_y = 21.06 \text{ kN}$$

$$\text{ΚΤΙΡΙΟ } F_{SD2} : \sum V_{ri}^{τοιχοπλ}_x = 78.25 \text{ kN}$$

$$\sum V_{ri}^{τοιχοπλ}_y = 99.49 \text{ kN}$$

$$V_{R,0} = \alpha_1 \sum V_{RI,υπ.} + \alpha_2 \sum V_{RI,τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{RI,κοντ.υπ.} + \sum V_{RI,τοιχοπλ.} \quad [3]$$

όπου,

Για το κτίριο F_0

$$\alpha_1 = 0.85$$

$$\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$$

$$\sum V_{RI,κοντ.υπ.} = 0$$

$$V_{R,0x} = 690.85 \text{ kN}$$

$$V_{R,0y} = 699.00 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 656.31 \text{ kN}$$

$$V_{R,y} = 664.05 \text{ kN}$$

$$V_R = \beta V_{R0}$$

Για το κτίριο **FSD2**
 $\alpha_1 = 0.7$, $\alpha_3 = 0.85$
 $\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$
 $V_R = \beta V_{R0}$

$V_{R,0x} = 809.73 \text{ kN}$
 $V_{R,0y} = 854.83 \text{ kN}$
 $V_{R,x} = 599.20 \text{ kN}$
 $V_{R,y} = 632.58 \text{ kN}$

Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

$$V_{R,0} = \alpha_1 \sum V_{RI,υπ.} + \alpha_2 \sum V_{RI,τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{RI,κοντ.υπ.} + \sum V_{RI,τοιχοπλ.} \quad [3]$$

όπου,

Για το κτίριο **F0**
 $\alpha_1 = 0.85$
 $\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$
 $\sum V_{RI,κοντ.υπ.} = 0$
 $\sum V_{RI,τοιχοπλ.} = 0$
 $V_R = \beta V_{R0}$

$V_{R,0x} = 669.79 \text{ kN}$
 $V_{R,0y} = 669.79 \text{ kN}$
 $V_{R,x} = 636.30 \text{ kN}$
 $V_{R,y} = 636.30 \text{ kN}$

Για το κτίριο **FSD2**
 $\alpha_1 = 0.7$, $\alpha_3 = 0.85$
 $\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$
 $\sum V_{RI,τοιχοπλ.} = 0$
 $V_R = \beta V_{R0}$

$V_{R,0x} = 731.34 \text{ kN}$
 $V_{R,0y} = 755.34 \text{ kN}$
 $V_{R,x} = 541.30 \text{ kN}$
 $V_{R,y} = 558.95 \text{ kN}$

3ο ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου [3]

Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

Για το κτίριο **F0**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 2.42$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 2.40$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 241.50$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.41$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ **K3**

Για το κτίριο **FSD2**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 3.49$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 3.39$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 349.16$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.29$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ **K4+**

Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

Για το κτίριο **F0**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 2.50$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 2.50$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 249.77$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.40$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ **K3**

Για το κτίριο **FSD2**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 3.89$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 3.82$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 388.55$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.26$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ **K4⁺**

II. Θεώρηση με άγνωστους διαμήκεις οπλισμούς

1^ο ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Σεισμικής Απαίτησης V_{req} ($V_{req,x}$, $V_{req,y}$) [3]

$$V_{req} = M \times S_d(T)$$

$$F_0: \quad T_0 = 0.4093 \text{ sec} \quad S_d(T) = 0.3g \quad M = 5297.68/g \text{ kN/m}^2$$

$$V_{req} = 1589.30 \text{ kN}$$

$$F_{sc2}: \quad T_0 = 0.4093 \text{ sec} \quad S_d(T) = 0.4g \quad M = 5297.68/g \text{ kN/m}^2$$

$$V_{req} = 2119.07 \text{ kN}$$

2^ο ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης V_R ($V_{R,x}$, $V_{R,y}$) [3]

- Κριτήριο 1: Βλάβες στατικής ανεπάρκειας **B₁ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 2: Οξειδωση οπλισμών **B₂ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου **B₃ = 2** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 4: Κανονικότητα Κάτοψης **B₄ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 5: Κατανομή Δυσκαμψίας σε Κάτοψη - Στρέψη **B₅ = 4** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 6: Κανονικότητα σε τομή/όψη **B₆ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος - Μαλακός όροφος
Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις): **B₇ = 5** για το F_0 , **B₇ = 1** για το F_{SD2} .
Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις): **B₇ = 5** για το F_0 , **B₇ = 1** για το F_{SD2} .
- Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος **B₈ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα **B₉ = 5** για το κτίριο F_0 , **B₉ = 2** για το κτίριο F_{SD2} .
- Κριτήριο 10: Κατακόρυφες ασυνέχειες **B₁₀ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 11: Διαδρομή και μεταφορά δυνάμεων **B₁₁ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 12: Γειτονικά κτίρια **B₁₂ = 5** και για τα δυο κτίρια.
- Κριτήριο 13: Κακοτεχνίες – Τραυματισμοί **B₁₃ = 5** και για τα δυο κτίρια.

α/α	Κριτήρια Σεισμικής Επιβάρυνσης	Βαθμός Επιβάρυνσης						Συντελεστής Βαρύτητας σ_i
		β_i						
		0	1	2	3	4	5	
1	Βλάβες στατικής ανεπάρκειας						F_0 F_{SD2} 0,5	0,10
2	Οξειδωση οπλισμών						F_0 F_{SD2} 0,5	0,10
3	Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου			F_0 F_{SD2} 0,1				0,05
4	Κανονικότητα κάτοψης						F_0 F_{SD2} 0,25	0,05
5	Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη-στρέψη					F_0 F_{SD2} 0,4		0,10
6	Κανονικότητα σε τομή/όψη						F_0 F_{SD2} 0,25	0,05
7	Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος		F_{SD2} 0,15				F_0 0,75	0,15
8	Κατανομή μάζας καθ' ύψος						F_0 F_{SD2} 0,25	0,05
9	Κοντά υποστυλώματα			F_{SD2}			F_0	0,15

			0,3			0,75	
10	Κατακόρυφες ασυνέχειες					F ₀	F _{SD2}
						0,25	
11	Διαδρομή και μεταφορά δυνάμεων					F ₀	F _{SD2}
						0,25	
12	Γειτονικά κτήρια					F ₀	F _{SD2}
						0,25	
13	Κακοτεχνίες					F ₀	F _{SD2}
						0,25	

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_0 : \beta = \sum \frac{\sigma_i \beta_i}{5} = 4.75/5 \rightarrow \beta = \mathbf{0.95}$$

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_{SD2} : \beta = \sum \frac{\sigma_i \beta_i}{5} = 3.70/5 \rightarrow \beta = \mathbf{0.74} \quad [3]$$

Ο υπολογισμός των διατμητικών αντοχών V_{Ri} των κατακόρυφων στοιχείων θα ληφθεί από τις σχέσεις που προτείνονται στο Παράρτημα 7Γ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. αγνοώντας την συμβολή του κατακόρυφου οπλισμού και θεωρώντας: $\mu_0^{pl} = 1,5$.

Έπειτα από τα παραπάνω, τα αποτελέσματα των διατμητικών αντοχών είναι τα ακόλουθα:

Μέλος	F ₀		F _{SD2}	
	V _{RiX,Y} (kN)	V _{RiX} (kN)	V _{RiX} (kN)	V _{RiY} (kN)
C1	66,18	73,33	73,33	
C2	69,11	79,55	79,55	
C3	72,91	87,66	87,66	
C4	79,18	101,00	101,00	
C5	73,75	73,75	89,43	
C6	118,76	118,76	118,76	
C7	86,47	86,47	116,52	
C8	69,67	80,76	80,76	
C9	86,24	116,03	86,24	
C10	76,62	95,54	95,54	

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_0 : \sum V_{Ri, \text{υπ. } x, y} = 798.88 \text{ kN}$$

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_{SD2} : \sum V_{Ri, \text{υπ. } x} = 278.97 \text{ kN}$$

$$\sum V_{Ri, \text{κοντ. υπ. } x} = 633.87 \text{ kN}$$

$$\sum V_{Ri, \text{υπ. } y} = 204.99 \text{ kN}$$

$$\sum V_{Ri, \text{κοντ. υπ. } y} = 723.79 \text{ kN}$$

Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_0 : \sum V_{Ri}^{\text{τοιχοπλ } x} = 29.20 \text{ kN}$$

$$\sum V_{Ri}^{\text{τοιχοπλ } y} = 21.06 \text{ kN}$$

$$\text{ΚΤΙΠΙΟ } \mathbf{F}_{SD2} : \sum V_{Ri}^{\text{τοιχοπλ } x} = 78.25 \text{ kN}$$

$$\sum V_{Ri}^{\text{τοιχοπλ } y} = 99.49 \text{ kN}$$

$$V_{R,0} = \alpha_1 \sum V_{RI,υπ.} + \alpha_2 \sum V_{RI,τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{RI,κοντ.υπ.} + \sum V_{RI,τοιχοπλ.} \quad [3]$$

όπου,

Για το κτίριο **F₀**

$$\alpha_1 = 0.85$$

$$\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$$

$$\sum V_{RI,κοντ.υπ.} = 0$$

$$V_R = \beta V_{R0}$$

$$V_{R,0x} = 700.10 \text{ kN}$$

$$V_{R,0y} = 708.25 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 665.10 \text{ kN}$$

$$V_{R,y} = 672.83 \text{ kN}$$

Για το κτίριο **F_{SD2}**

$$\alpha_1 = 0.7, \alpha_3 = 0.85$$

$$\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$$

$$V_R = \beta V_{R0}$$

$$V_{R,0x} = 812.31 \text{ kN}$$

$$V_{R,0y} = 858.21 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 601.11 \text{ kN}$$

$$V_{R,y} = 635.08 \text{ kN}$$

Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις):

$$V_{R,0} = \alpha_1 \sum V_{RI,υπ.} + \alpha_2 \sum V_{RI,τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{RI,κοντ.υπ.} + \sum V_{RI,τοιχοπλ.} \quad [3]$$

όπου,

Για το κτίριο **F₀**

$$\alpha_1 = 0.85$$

$$\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$$

$$\sum V_{RI,κοντ.υπ.} = 0$$

$$\sum V_{RI,τοιχοπλ.} = 0$$

$$V_R = \beta V_{R0}$$

$$V_{R,0x} = 679.04 \text{ kN}$$

$$V_{R,0y} = 679.04 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 645.09 \text{ kN}$$

$$V_{R,y} = 645.09 \text{ kN}$$

Για το κτίριο **F_{SD2}**

$$\alpha_1 = 0.7, \alpha_3 = 0.85$$

$$\sum V_{RI,τοιχ.} = 0$$

$$\sum V_{RI,τοιχοπλ.} = 0$$

$$V_R = \beta V_{R0}$$

$$V_{R,0x} = 734.07 \text{ kN}$$

$$V_{R,0y} = 758.72 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 543.45 \text{ kN}$$

$$V_{R,y} = 561.45 \text{ kN}$$

3^ο ΒΗΜΑ: Προσδιορισμός Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου [3]

Για την πρώτη περίπτωση (με τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

Για το κτίριο **F₀**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 2.38$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 2.37$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 238.32$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.42$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ K3

Για το κτίριο **F_{SD2}**

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 3.48$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 3.38$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 347.99$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.29$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Κ4⁺

Για την δεύτερη περίπτωση (χωρίς τοιχοπληρώσεις) έχουμε:

Για το κτίριο F₀

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 2.46$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 2.46$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 246.37$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.41$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Κ3

Για το κτίριο FSD₂

$$\lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.3V_{req,y}}{V_{R,x} + 0.3V_{R,y}} = 3.87$$

$$\lambda_y = \frac{V_{req,y} + 0.3V_{req,x}}{V_{R,y} + 0.3V_{R,x}} = 3.80$$

$$\lambda = 100 * \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \rightarrow \lambda = 387.10$$

$$\delta = \min\left\{\frac{1}{\lambda_x}, \frac{1}{\lambda_y}\right\} \rightarrow \delta = 0.26$$

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Κ4⁺

Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων κατάταξης Δευτεροβάθμιου Π.Ε.						
Κτίριο	Υποπερίπτωση	β	λ _x	λ _y	δ	Σεισμική Κατηγορία
F ₀	Γνωστοί Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	0.95	<u>2.42</u>	2.40	0.41	Κ3
	Γνωστοί Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	0.95	<u>2.50</u>	2.50	0.40	Κ3
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	0.95	<u>2.38</u>	3.37	0.42	Κ3
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	0.95	<u>2.46</u>	2.46	0.41	Κ3
FSD ₂	Γνωστοί Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	0.74	<u>3.49</u>	3.39	0.29	Κ4 ⁺
	Γνωστοί Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	0.74	<u>3.89</u>	3.82	0.26	Κ4 ⁺
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	0.74	<u>3.48</u>	3.38	0.29	Κ4 ⁺
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	0.74	<u>3.87</u>	3.80	0.26	Κ4 ⁺

4. ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) 2022

Για την αναλυτική αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας των κατασκευών, πραγματοποιήθηκε ανελαστική στατική ανάλυση (pushover) στο λογισμικό FESPA της LH Logismiki, με βάση τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ.. Στη διαδικασία αυτή συμπεριλήφθηκαν η ιδιομορφική και η ομοιόμορφη κατανομή των οριζόντιων δυνάμεων, για κάθε διεύθυνση φόρτισης και η στάθμη επιτελεστικότητας που τέθηκε είναι η «Σημαντικές Βλάβες» (B) (στάθμη SD (B)). Παράλληλα εξήχθησαν αποτελέσματα και για την «Οιονεί Κατάρρευση» (Γ) (στάθμη NC (Γ)). Η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων θεωρήθηκε «Ικανοποιητική». [4]

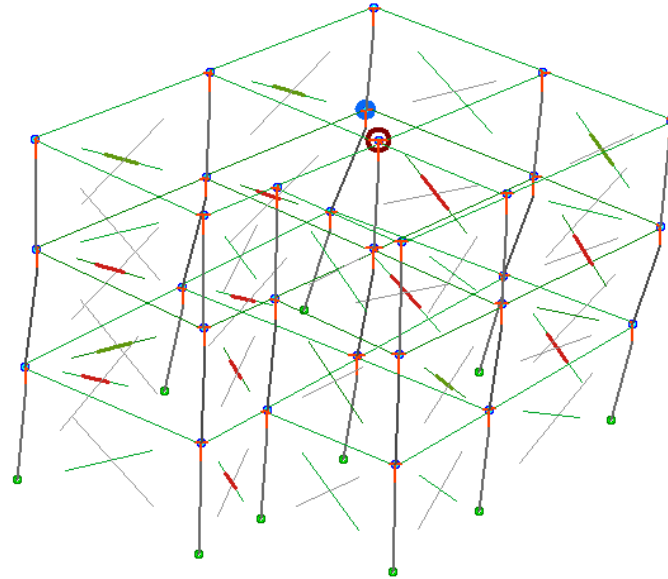
ΚΤΙΡΙΟ F₀

Ιδιομορφική Κατανομή.

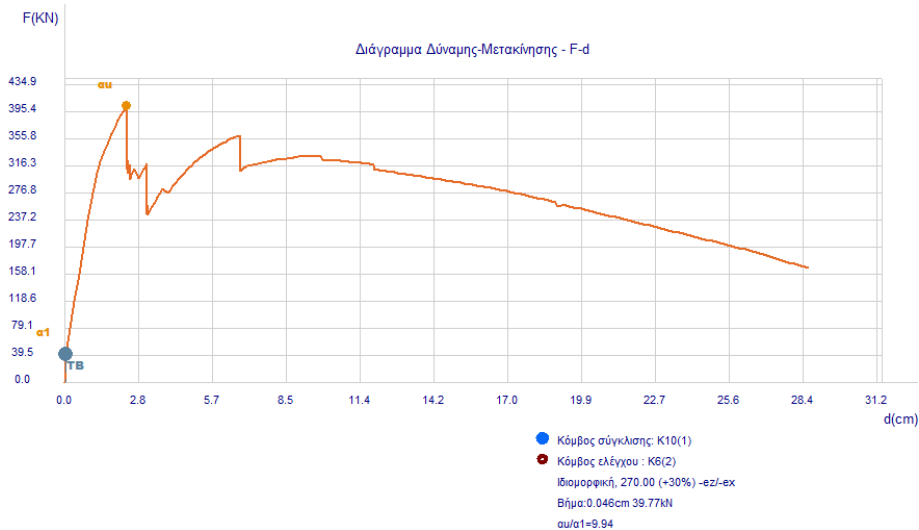
Φόρτιση 270° +30% * 0° -e^x -e^x

Αστοχία πρώτου Υποστυλώματος (Κ10(0)).

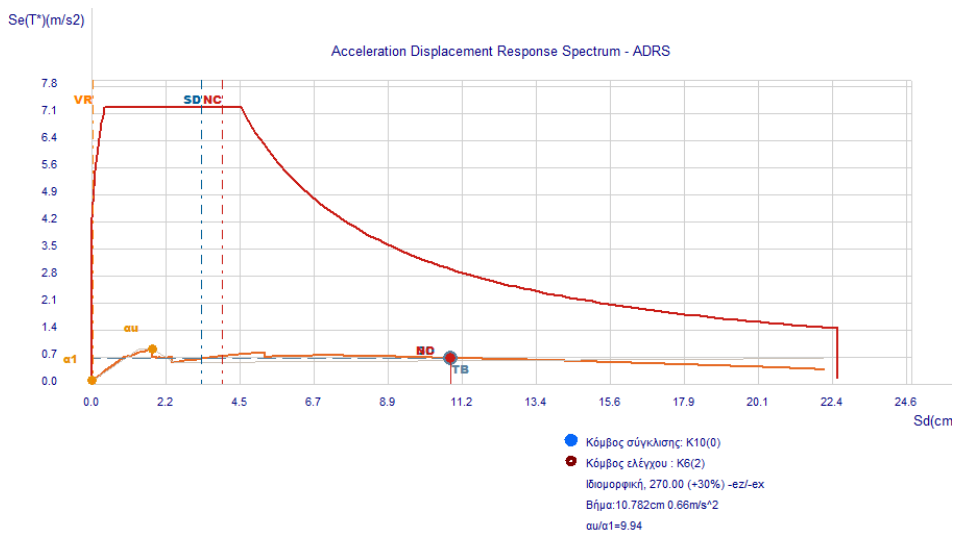
Κτίριο F₀, Β Στάθμη Επιτελεστικότητα



Σχήμα 1: Στατικό Μοντέλο (3DV) [5]



Σχήμα 2: Διάγραμμα Δύναμης Μετακίνησης [5]



Σχήμα 3: Διάγραμμα Απαιτήσης - Ικανότητας [5]

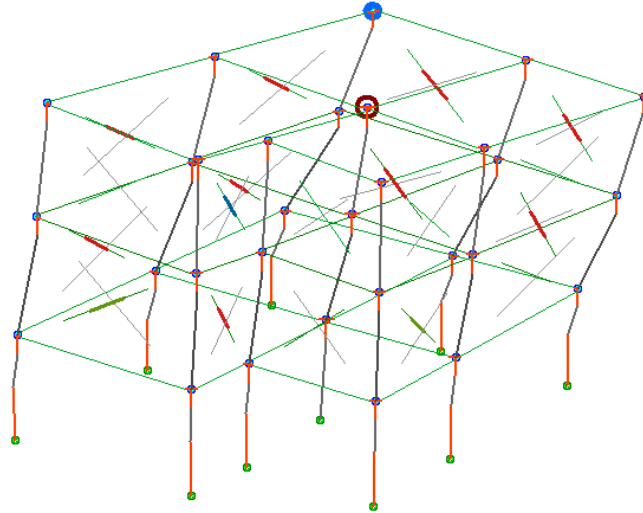
ΚΤΙΡΙΟ F_{SD2}

Ιδιομορφική Κατανομή.

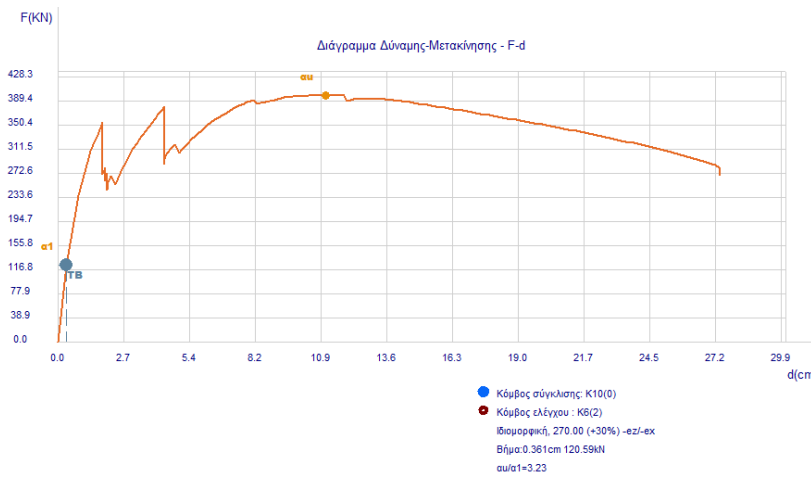
Φόρτιση 270° +30% * 0° -e^x -e^x

Αστοχία πρώτου Υποστυλώματος (K10(0)).

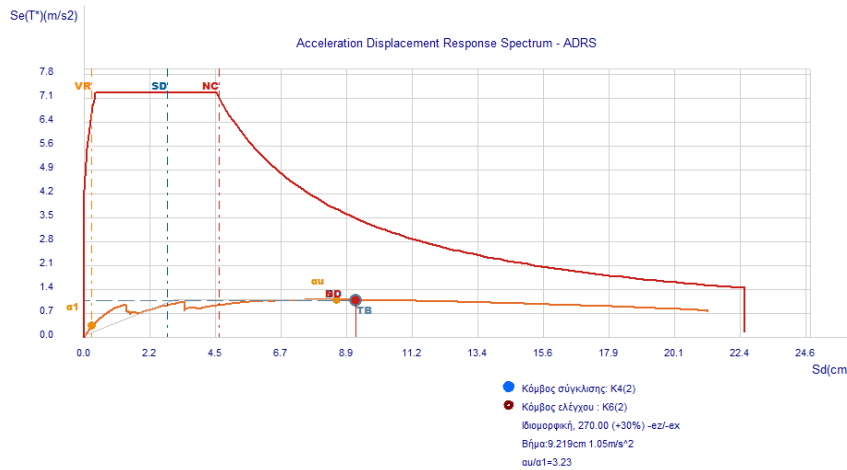
Κτίριο F_{SD2}, Β Στάθμη Επιτελεστικότητας



Σχήμα 4: Στατικό Μοντέλο (3DV) [5]



Σχήμα 5: Διάγραμμα Δύναμης Μετακίνησης [5]



Σχήμα 4: Διάγραμμα Απαιτήσης - Ικανότητας [5]

Σεισμική Αποτίμηση Κτιρίου Ο/Σ - Σύγκριση Πρωτοβάθμιου, Δευτεροβάθμιου και Τριτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου

Σειρά Αστοχίας Δομικών Στοιχείων

α_g	F_0		F_{SD2}	
	Δοκοί	Υποστυλώματα	Δοκοί	Υποστυλώματα
0.006g	$\Delta 3 (0) \lambda_{VSD} = 2.38$ $\Delta 4 (0) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 7 (0) \lambda_{VSD} = 3.49$ $\Delta 9 (0) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 10 (0) \lambda_{VSD} = 2.86$ $\Delta 12 (0) \lambda_{VSD} = 2.43$ $\Delta 3 (1) \lambda_{VSD} = 2.01$ $\Delta 4 (1) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 7 (1) \lambda_{VSD} = 3.00$ $\Delta 9 (1) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 10 (1) \lambda_{VSD} = 2.43$ $\Delta 12 (1) \lambda_{VSD} = 1.97$ $\Delta 3 (2) \lambda_{VSD} = 1.05$	-	$\Delta 3 (0) \lambda_{VSD} = 4.64$ $\Delta 4 (0) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 7 (0) \lambda_{VSD} = 4.39$ $\Delta 9 (0) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 10 (0) \lambda_{VSD} = 4.12$ $\Delta 12 (0) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 3 (1) \lambda_{VSD} = 2.44$ $\Delta 4 (1) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 7 (1) \lambda_{VSD} = 5.36$ $\Delta 9 (1) \lambda_{VSD} = 9.99$ $\Delta 10 (1) \lambda_{VSD} = 3.71$ $\Delta 12 (1) \lambda_{VSD} = 3.30$ $\Delta 3 (2) \lambda_{VSD} = 1.15$	-
0.04g	$\Delta 13 (0) \lambda_{VSD} = 1.94$ $\Delta 12 (2) \lambda_{VSD} = 1.09$	-	$\Delta 13 (0) \lambda_{VSD} = 3.73$	-
0.05g	$\Delta 8 (0) \lambda_{VSD} = 1.66$ $\Delta 13 (1) \lambda_{VSD} = 1.76$ $\Delta 7 (2) \lambda_{VSD} = 1.13$	-	$\Delta 8 (0) \lambda_{VSD} = 2.37$ $\Delta 12 (2) \lambda_{VSD} = 1.04$	-
0.06g	-	-	$\Delta 11 (0) \lambda_{VSD} = 1.46$ $\Delta 8 (1) \lambda_{VSD} = 1.64$ $\Delta 13 (1) \lambda_{VSD} = 2.83$ $\Delta 7 (2) \lambda_{VSD} = 1.01$ $\Delta 9 (2) \lambda_{VSD} = 1.04$	-
0.07g	$\Delta 8 (1) \lambda_{VSD} = 1.50$ $\Delta 9 (2) \lambda_{VSD} = 1.38$	-	-	-
0.08g	$\Delta 11 (0) \lambda_{VSD} = 1.72$	-	$\Delta 1 (0) \lambda_{VSD} = 1.20$ $\Delta 2 (0) \lambda_{VSD} = 1.32$ $\Delta 5 (0) \lambda_{VSD} = 1.05$	-
0.09g	$\Delta 1 (0) \lambda_{VSD} = 1.22$ $\Delta 5 (0) \lambda_{VSD} = 1.84$	K 10 (0) $\lambda_{MSD} = 1.05$	-	-
0.10g	$\Delta 5 (1) \lambda_{VSD} = 1.12$	K 9 (0) $\lambda_{MSD} = 1.04$ K 9 (1) $\lambda_{MSD} = 1.08$	-	K 10 (0) $\lambda_{MSD} = 1.16$
0.11g	$\Delta 2 (0) \lambda_{VSD} = 1.13$ $\Delta 11 (1) \lambda_{VSD} = 1.53$	K 4 (0) $\lambda_{MSD} = 1.07$	$\Delta 11 (1) \lambda_{VSD} = 1.67$	K 9 (0) $\lambda_{MSD} = 1.03$
0.12g	-	-	$\Delta 1 (1) \lambda_{VSD} = 1.41$ $\Delta 5 (1) \lambda_{VSD} = 1.81$ $\Delta 4 (2) \lambda_{VSD} = 1.63$ $\Delta 10 (2) \lambda_{VSD} = 1.55$ $\Delta 13 (2) \lambda_{VSD} = 1.75$	K 4 (0) $\lambda_{MSD} = 1.06$ K 9 (1) $\lambda_{MSD} = 1.06$
0.13g	$\Delta 4 (2) \lambda_{VSD} = 1.68$ $\Delta 13 (2) \lambda_{VSD} = 2.33$	K 7 (0) $\lambda_{MSD} = 1.06$	-	K 2 (1) $\lambda_{MSD} = 1.25$
0.14g	$\Delta 1 (1) \lambda_{VSD} = 1.14$	K 8 (0) $\lambda_{MSD} = 1.09$	-	K 3 (0) $\lambda_{MSD} = 1.14$ K 4 (2) $\lambda_{MSD} = 1.08$
0.15g	$\Delta 2 (1) \lambda_{VSD} = 1.03$ $\Delta 10 (2) \lambda_{VSD} = 3.95$	K 2 (1) $\lambda_{MSD} = 1.08$ K 5 (1) $\lambda_{MSD} = 1.01$ K 9 (2) $\lambda_{MSD} = 1.04$ K 10 (2) $\lambda_{MSD} = 1.01$	$\Delta 2 (1) \lambda_{VSD} = 1.07$	K 2 (0) $\lambda_{MSD} = 1.04$ K 10 (2) $\lambda_{MSD} = 1.05$
0.16g	-	K 6 (0) $\lambda_{MSD} = 1.13$	-	K 5 (1) $\lambda_{MSD} = 1.03$ K 7 (0) $\lambda_{MSD} = 1.06$ K 9 (2) $\lambda_{MSD} = 1.01$
0.17g	-	K 4 (2) $\lambda_{MSD} = 1.05$ K 5 (0) $\lambda_{MSD} = 1.05$	-	-
0.18g	$\Delta 6 (0) \lambda_{MSD} = 1.01$	K 2 (0) $\lambda_{MSD} = 1.43$	$\Delta 8 (2) \lambda_{MSD} = 1.78$	K 6 (1) $\lambda_{MSD} = 1.01$
0.19g	$\Delta 8 (2) \lambda_{MSD} = 1.36$	K 3 (0) $\lambda_{MSD} = 1.08$	-	K 7 (2) $\lambda_{MSD} = 1.09$ K 8 (0) $\lambda_{MSD} = 1.17$ K 10 (1) $\lambda_{MSD} = 1.13$
0.20g	-	K 7 (2) $\lambda_{MSD} = 1.11$	-	-
0.21g	-	K 4 (1) $\lambda_{MSD} = 1.03$	-	-
0.22g	-	K 1 (0) $\lambda_{MSD} = 1.45$ K 1 (1) $\lambda_{MSD} = 1.03$ K 8 (2) $\lambda_{MSD} = 1.10$	-	-

0.23g	-	K 2 (2) $\lambda_{MSD} = 1.02$	Δ 1 (2) $\lambda_{MSD} = 1.11$	K 1 (0) $\lambda_{MSD} = 1.04$ K 2 (2) $\lambda_{MSD} = 1.05$ K 4 (1) $\lambda_{MSD} = 1.05$
0.24g	-	K 3 (1) $\lambda_{MSD} = 1.07$ K 8 (1) $\lambda_{MSD} = 1.04$	-	-

Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Απαιτήσης - Ικανότητας Κτιρίων.					
Στάθμη επιτελεσματικότητας SD					
Κτίριο	Μετακίνηση (max dt)	Πλαστιμότητα (max μ_d)	Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς (min $q = q_u \cdot q_s$)	Λόγος ανελαστικών μετατοπίσεων (max μ_d/q_u)	max α_g (SD)
F₀	X: +16.7cm -14.4cm Z: +14.4cm -13.9cm	15.03	$q_u = 1.65$ $q_s = 4.77$ 7.85	1.52	0.088
F_{SD2}	X: +18.5cm -15.4cm Z: +12.4cm -12.6cm	19.39	$q_u = 1.20$ $q_s = 3.71$ 4.46	1.59	0.091

Σεισμική κλάση κτιρίων κατά ΚΑΝΕΠΕ 2022

Στο πρόγραμμα η εδαφική επιτάχυνση που εισήχθη για την ανάλυση pushover είναι $\alpha_{g,ref} = 0.24g$, η κατηγορία του εδάφους Β. Από την ανάλυση προέκυψε ως μέγιστη επιτάχυνση εδάφους επάρκειας στην οποία αστοχεί το πρώτο υποστύλωμα, για το κτίριο F_0 max $\alpha_g = 0.088g$, ενώ για το F_{SD2} max $\alpha_g = 0.091g$. Με τον τρόπο αυτό το κτίριο F_0 κατατάσσεται στην σεισμική κλάση **B3** με δείκτη βαθμού επάρκειας $\alpha_g / \alpha_{g,ref} = 0.367$, ενώ και το F_{SD2} κατατάσσεται στην σεισμική κλάση **B3** με δείκτη βαθμού επάρκειας $\alpha_g / \alpha_{g,ref} = 0.379$. [4], [5]

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων κατάταξης κτιρίων.								
Κτίριο	Δευτεροβάθμιος Π.Ε.					Τριτοβάθμιος Π.Ε.		
	Υποπερίπτωση	λ_x	λ_y	δ	Σεισμική Κατηγορία	λ	$\alpha_g/\alpha_{g,ref}$	Σεισμική Κλάση
F₀	Γνωστοί Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	<u>2.42</u>	2.40	0.41	K3	2.73	0.37	B3
	Γνωστοί Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	<u>2.50</u>	2.50	0.40	K3			
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	<u>2.38</u>	2.37	0.42	K3			
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	<u>2.46</u>	2.46	0.41	K3			
F_{SD2}	Γνωστοί Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	<u>3.49</u>	3.39	0.29	K4⁺	2.64	0.38	B3
	Γνωστοί Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	<u>3.89</u>	3.82	0.26	K4⁺			

	Τοιχοπληρώσεις							
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Τοιχοπληρώσεις	<u>3.48</u>	3.38	0.29	K4 ⁺			
	Άγνωστοι Οπλισμοί & Όχι Τοιχοπληρώσεις	<u>3.87</u>	3.80	0.26	K4 ⁺			

Σχόλια Δευτεροβαθμίου

- Όπως προαναφέρθηκε, παρατηρείτε ότι οι βαθμοί επιβάρυνσης (β) παραμένουν σταθεροί είτε λάβουμε υπόψιν μας τις τοιχοπληρώσεις ως στοιχείο πρόσθετης δυσκαμψίας είτε όχι.
- Είναι χαρακτηριστική η μείωση του βαθμού επάρκειας (δ) της κατασκευής, όταν αγνοείται η προσφερόμενη δυσκαμψία των τοιχοπληρώσεων. Παρ' όλα αυτά, η μείωση δεν αρκεί για να αλλάξει το κτίριο σεισμική κατηγορία.
- Επίσης χαρακτηριστική, είναι η αύξηση του βαθμού επάρκειας (δ) της κατασκευής, όταν δεν γνωρίζουμε τους κατακόρυφους οπλισμούς των στοιχείων της. Αυτό σημαίνει ότι ο Δευτεροβάθμιος δεν λειτουργεί υπέρ της ασφάλειας όταν δεν γνωρίζουμε την πραγματικότητα του κτιρίου. Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση της αντοχής της κατασκευής και άρα στη λανθασμένα υψηλότερη κατάταξή της.
- Γενικά, ο δευτεροβάθμιος μας εμφανίζει για κάθε Υποπερίπτωση, το κτίριο F_0 ως επαρκέστερο του κτιρίου F_{SD2} .

Σχόλια Τριτοβαθμίου

- Η μη γραμμική ανάλυση, όπως αυτή εκτελέστηκε από το λογισμικό FESPA, έδειξε ότι τα δυο κτίρια δεν διαφέρουν πολύ ως προς τον βαθμό επάρκειάς τους και ως εκ τούτου κατατάσσονται στην ίδια σεισμική κλάση.
- Οριακά το κτίριο F_{SD2} παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα επιτάχυνσης από το F_0 και παρόμοια σειρά αστοχίας των δομικών του στοιχείων.
- Παράλληλα το κτίριο F_{SD2} παρουσιάζει και μικρότερη πλαστιμότητα από το F_0 γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη κοντών υποστυλωμάτων.

Σχόλια - Σύγκριση Αποτελεσμάτων Προσεισμικών Ελέγχων

- Στο κτίριο F_0 , ο Δευτεροβάθμιος φαίνεται να συγκλείνει αρκετά με τον Τριτοβάθμιο ως προς τον βαθμό επάρκειας. Παρόλα αυτά όταν οι οπλισμοί είναι άγνωστοι στο μηχανικό ο δευτεροβάθμιος δεν λειτουργεί με επιθυμητό τρόπο αφού αυξάνει το συντελεστή επάρκειας εις βάρος της ασφάλειας, υπερεκτιμώντας την αντοχή του κτιρίου. Υπό αυτές τις συνθήκες, είναι πιθανός ο κίνδυνος κατάταξης του κτιρίου σε υψηλότερη σεισμική κατηγορία η οποία και δεν θα ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα.
- Στο κτίριο F_{SD2} , ο Δευτεροβάθμιος παρουσιάζει μεγαλύτερη απόκλιση από τον Τριτοβάθμιο για κάθε περίπτωση που μελετήθηκε. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο υποεκτιμάται

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Στέφανος Η. Δρίτσος, «Ενισχύσεις – Επισκευές Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος», Έκδοση Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2013
- [2] Φ.Ε.Κ. Β' 405 (Δελτίο Δομικής Τρωτότητας, Μελέτη Στατικής Επάρκειας)
- [3] Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος (1^η Αναθεώρηση 2022)
- [4] ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2022
- [5] Λογισμικό FespaR
- [6] «Pushover Ανάλυση» Εγχειρίδια και βοηθητικά Κείμενα Fespa, LH Logismiki
- [7] Β.Δ. 1959 Αντισεισμικός Κανονισμός, Αναθεώρηση Α.Κ. 1959_1984/85, Β.Δ. 1954 Κανονισμός Σκυροδέματος.

7. ΕΠΙΒΛΕΨΗ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος «Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κατασκευών» υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Στέφανου Δρίτσου.

Ευχαριστίες απευθύνονται στον επιβλέποντα Καθηγητή και στους συμφοιτητές μου στο Π.Μ.Σ. για την συνολική υποστήριξη, καθώς και στην εταιρία LH Logismiki για τη δωρεάν παραχώρηση του λογισμικού FespaR.