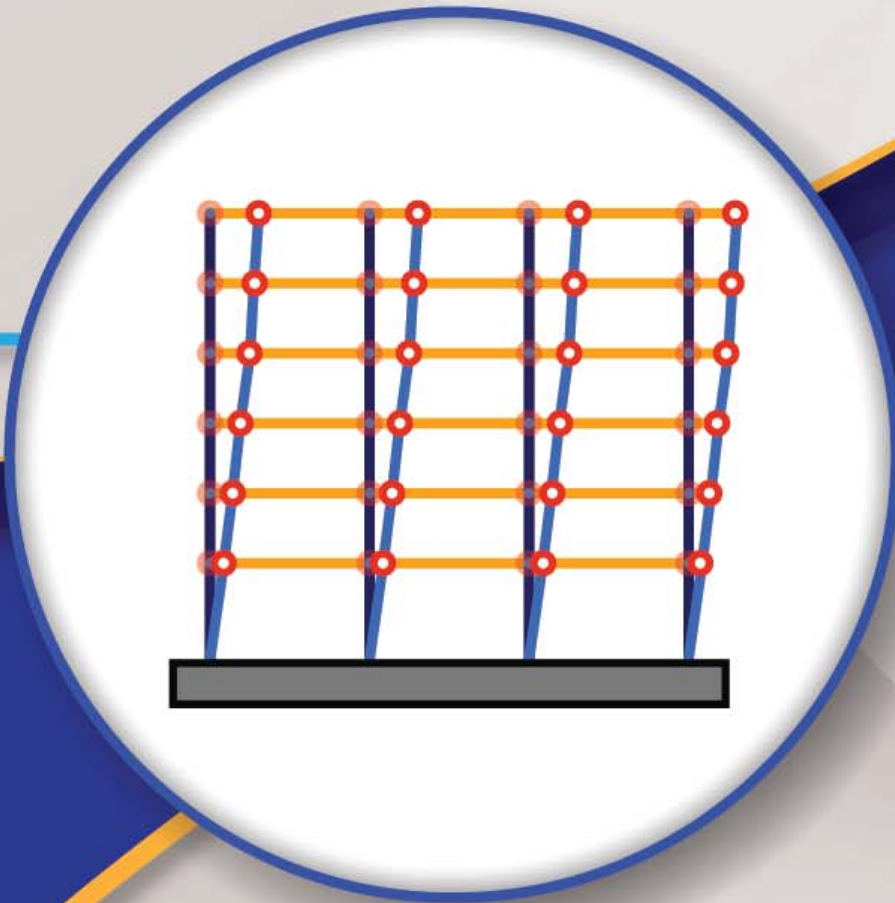




**Παράδειγμα Δευτεροβάθμιου
Προσεισμικού Ελέγχου κτιρίου
από Οπλισμένο Σκυρόδεμα**

Fespa R

For Windows

Παράδειγμα Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου κτιρίου από
Οπλισμένο Σκυρόδεμα



Αθήνα, Ιανουάριος 2021

Version 1.1.8

Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή	3
1.1	Τι είναι ο Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος (ΔΠΕ);	3
1.2	Τα βήματα του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου.....	4
2	Παράδειγμα Κτιρίου από Οπλισμένο Σκυρόδεμα	6
2.1	Ο φορέας του παραδείγματος	6
2.2	Επίλυση του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου στο FespaR	9
3	Εισαγωγή προσομοιώματος κτιρίου και επίλυση	10
3.1	Τα βήματα της μελέτης του ΔΠΕ με το FespaR	10
3.1.1	Εισαγωγή του προσομοιώματος της κατασκευής (Βήμα 1)	11
3.1.2	Τοποθέτηση οπλισμών στα υποστυλώματα του ισογείου (Βήμα 2)	12
3.1.3	Εισαγωγή παραμέτρων στο FespaR (Βήματα 3 - 8)	12
3.1.4	Επίλυση και έλεγχος ΔΠΕ (Βήματα 9-14)	17
3.2	Σύγκριση και τεκμηρίωση αποτελεσμάτων	23
4	Ερμηνεία αποτελεσμάτων	24
4.1	Σεισμική απαίτηση	24
4.2	Σεισμική αντίσταση	25
4.3	Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης	27
4.3.1	Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου	28
4.3.2	Κριτήριο 5: Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη – στρέψη....	29
4.3.3	Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος	31
4.3.4	Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος	32
4.3.5	Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα	32
5	Παράρτημα Α - Δελτίο Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου	34
6	Βιβλιογραφία	37

1

Εισαγωγή

1.1 Τι είναι ο Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος (ΔΠΕ);

Ο Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος (ΔΠΕ) αφορά την καταγραφή και τη βαθμονόμηση της παθολογίας ενός συνόλου κτιρίων, έτσι ώστε να αποφασιστεί η προτεραιότητα αποτίμησης και ενίσχυσής τους έναντι σεισμικών δράσεων. Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική η απογραφή και ιεραρχική αποτίμηση των κτιρίων γίνεται σε τρεις διαδοχικές φάσεις:

- Ταχύς οπτικός ή πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος
- Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος
- Τριτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος

Αρχικά, οι φορείς του Δημοσίου πρέπει να θέσουν σε εφαρμογή την ιεράρχηση του κτιριακού δυναμικού ευθύνης τους. Πρώτο στάδιο είναι ο πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος όπου καταγράφεται η παθολογία και βασικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού, βασιζόμενη σε απλή παρατήρηση με αυτοψία και συμπλήρωση ερωτηματολογίου. Συνεπώς, ο πρωτοβάθμιος έλεγχος είναι μια απλοποιημένη μέθοδος με περιορισμένη αξιοπιστία.

Σε δεύτερο στάδιο, κτίρια που αποφασίστηκε ότι χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, περνούν στον δευτεροβάθμιο έλεγχο. Ο ΔΠΕ είναι ακριβέστερος του πρωτοβάθμιου, αλλά είναι ταυτόχρονα ταχύτερος από τον τριτοβάθμιο έλεγχο, ο οποίος απαιτεί πλήρη μελέτη αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας του κτιρίου σύμφωνα με τον ΚΑΝΕΠΕ και τον ΚΑΔΕΤ.

Η μεθοδολογία του ΔΠΕ αποτελεί μια προσεγγιστική διαδικασία αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας και της σεισμικής επάρκειας υφιστάμενων κτιρίων από Ο.Σ. σε σχέση με τη σεισμική απαίτηση, όπως ορίζεται στις σύγχρονες κανονιστικές διατάξεις. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει κάποιους ποσοτικούς υπολογισμούς, οι

οποίοι είναι γενικά προσεγγιστικοί και απλούστεροι από τους αντίστοιχους μιας πλήρους μελέτης στατικής επάρκειας.

Το τελικό αποτέλεσμα του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου είναι ένας “δείκτης” που ονομάζεται «Δείκτης Προτεραιότητας Ελέγχου λ» του κτιρίου. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται εν γένει σε ομάδα κτιρίων και έχει ως στόχο τον υπολογισμό του Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου των κτιρίων, ο οποίος καθορίζει την προτεραιότητα κάθε κτιρίου για περαιτέρω έλεγχο (τριτοβάθμιος έλεγχος), συγκριτικά με τα υπόλοιπα κτίρια της ομάδας που υπόκεινται, κατά όμοιο τρόπο, στον ίδιο έλεγχο.

Συνεπώς ένα πρόγραμμα αντισεισμικής θωράκισης του κτιριακού αποθέματος ενός Δήμου περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. Εφαρμόζεται ο πρωτοβάθμιος προσεισμικός έλεγχος σε μεγάλο εύρος των δημόσιων κτιρίων
2. Καθορίζεται μία ομάδα κτιρίων που έχουν κριθεί «επικίνδυνα» ως προς την σεισμική τους απόκριση από τον πρωτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο
3. Εφαρμόζεται η μεθοδολογία του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου και κάθε κτίριο λαμβάνει μια βαθμολογία (Δείκτης Προτεραιότητας Ελέγχου λ) ως προς την αντισεισμικότητά του.
4. Τα κτίρια κατατάσσονται σε φθίνουσα σειρά με βάση των Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου λ. Για να είναι αντικειμενική η ταξινόμηση, ο δευτεροβάθμιος έλεγχος θα πρέπει να εφαρμοστεί με τις ίδιες παραδοχές σε όλα τα κτίρια του ίδιου συνόλου.
5. Ο Δήμος ορίζει, ανάλογα με τις ανάγκες του, πόσα κτίρια από την ταξινομημένη λίστα χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης και προχωράει σε τριτοβάθμιο προσεισμικό έλεγχο, δηλ. σε μελέτη στατικής επάρκειας και ενισχύσεων με ΚΑΝΕΠΕ και ΚΑΔΕΤ.
6. Το αποτέλεσμα των ενισχύσεων του τριτοβάθμιου ελέγχου εφαρμόζονται και συνεπώς τα κτίρια αναβαθμίζονται αντισεισμικά στις σύγχρονες κανονιστικές απαιτήσεις.

1.2 Τα βήματα του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου

Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει τρία στάδια. Το 2^ο και το 3^ο καλύπτονται από το module του Δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου στο FespaR.

1. Τεκμηρίωση του δομικού συστήματος και της παθολογίας του κτιρίου. Επιτόπιες επισκέψεις, αποτυπώσεις γεωμετρίας του Φέροντος Οργανισμού (Φ.Ο.) και των τοιχοπληρώσεων με αξιοποίηση της αρχικής μελέτης (αν διατίθεται), αποτυπώσεις παθολογίας του Φ.Ο. και **προαιρετική** εκτέλεση μη καταστροφικών ελέγχων και μετρήσεων.
2. Μόρφωση του υπολογιστικού προσομοιώματος και εκτέλεση των υπολογισμών του ΔΠΕ.
 - i. Προσδιορισμός της σεισμικής απαίτησης V_{req} .
 - ii. Προσδιορισμός της σεισμικής αντίστασης V_R .
 - iii. Υπολογισμών των δεκατριών κριτηρίων σεισμικής επιβάρυνσης.
 - iv. Προσδιορισμός του Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου.
3. Σύνταξη του δελτίου του ΔΠΕ και τεχνικής έκθεσης.

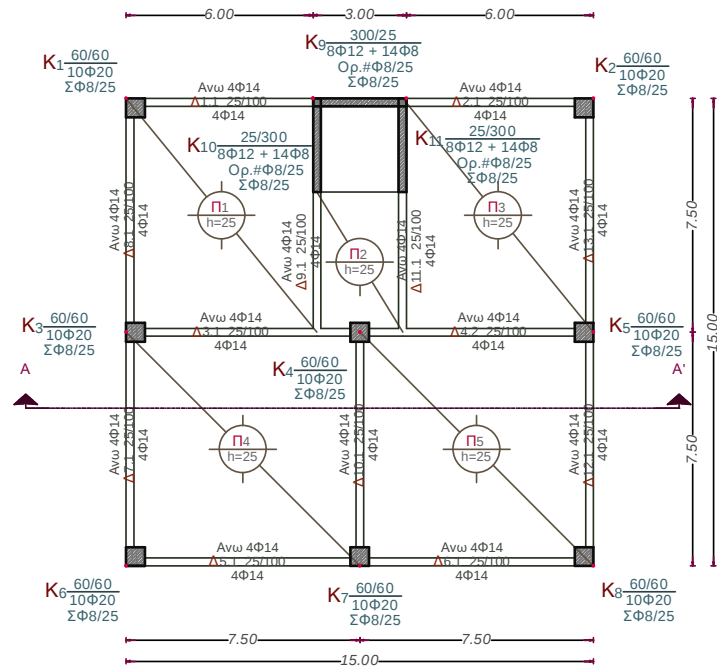
2

Παράδειγμα Κτιρίου από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

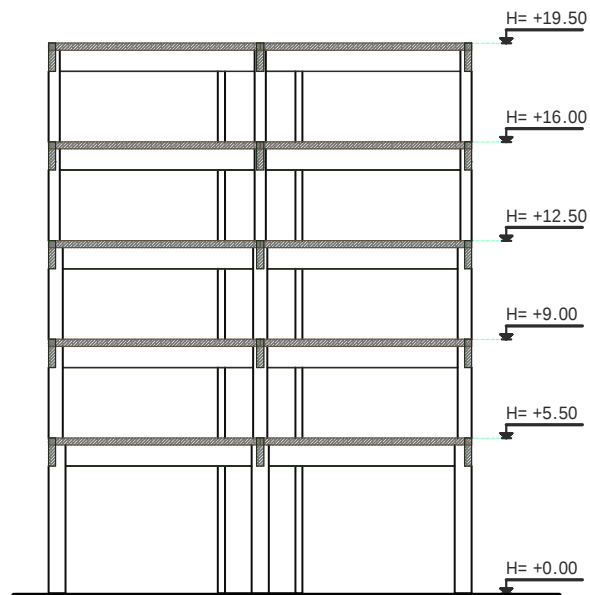
2.1 Ο φορέας του παραδείγματος

Η εφαρμογή της μεθόδου πραγματοποιείται σε ένα υφιστάμενο συμμετρικό κτίριο από Ο.Σ. κατασκευασμένο το 1988. Το ίδιο κτίριο έχει χρησιμοποιηθεί από τους Βασιλειάδη και Δρίτσο [3] στην ανακοίνωση της μεθόδου του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου στο διεθνές συνέδριο Compdyn 2019.

Η κάτοψη του κτιρίου είναι τετραγωνικού σχήματος, με συνολικό μήκος και πλάτος 15 m (**Σχήμα 2.1**). Αποτελείται από 5 ορόφους, με το ισόγειο να είναι ύψους 5.50 m και οι υπόλοιποι όροφοι ύψους 3.50 m (**Σχήμα 2.2**). Το ισόγειο, ο τρίτος και ο τέταρτος όροφος χρησιμοποιούνται ως γραφεία, ενώ ο πρώτος και ο δεύτερος όροφος διαθέτουν μηχανήματα. Το κτίριο διαθέτει 8 ορθογωνικά υποστυλώματα διαστάσεων 0.60x0.60 m στο ισόγειο, 0.50x0.50 m στον 1ο και 2ο όροφο και 0.40x0.40 m στον 3ο και 4ο όροφο. Στο κτίριο επίσης υπάρχει πυρήνας ανελκυστήρα διαστάσεων 3x3x0.25 m, ενώ όλοι οι δοκοί είναι διαστάσεων 0.25x1.0 m.



Σχήμα 2.1: Ξυλότυπος οροφής ισογείου



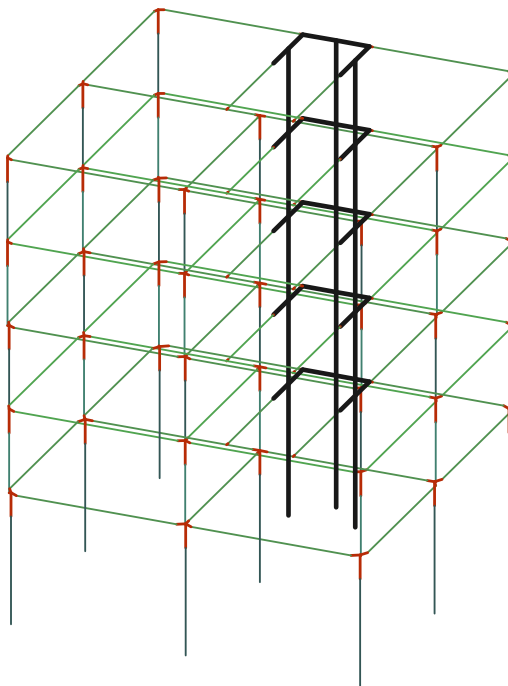
Σχήμα 2.2: Τομή A-A'

Δεδομένα Υλικών

- Κανονισμός σκυροδέματος: Παλαιός '54, Αντισεισμικός κανονισμός: Παλαιός '85
- Ποιότητα σκυροδέματος: C12/15. Χαρακτηριστική τιμή: $f_{ck}=12.0$ MPa
- Ποιότητα χάλυβα: S500: Χαρακτηριστική τιμή: $f_{yk}=500.0$ MPa

Δεδομένα Δράσεων

- Μόνιμα φορτία:
 - Επικαλύψεις 1 kN/m^2
 - Μπατική τοιχοποιία 3.6 kN/m^2
- Χρήσεις ορόφων:
 - Οροφή ισογείου και 1^{ου} ορόφου: Ε Αποθήκες ($\psi_2=0.9$),
 - Οροφή 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου: Β Χώροι γραφείων ($\psi_2=0.3$)



Εικόνα 2.1: Τρισδιάστατο προσομοίωμα κτιρίου στο 3DV.

2.2 Επίλυση του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου στο FespaR

Η μελέτη του ΔΠΕ με το FespaR μπορεί να πραγματοποιηθεί συνοδευτικά και με τις τρεις διαθέσιμες μεθόδους ανάλυσης (Pushover, Χρονοϊστορία με μέθοδο m, Χρονοϊστορία με μέθοδο q).

Η μέθοδος του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί την εισαγωγή οπλισμού καθολικά στο φορέα, παρά μόνο στα υποστυλώματα του ισογείου που συμμετέχουν στην ανάληψη της τέμνουσας βάσης και γι' αυτό το λόγο συνιστάται η εφαρμογή της για τον ΔΠΕ. Επίσης, κύριος λόγος επιλογής της μεθόδου q είναι ότι ο ΔΠΕ είναι πρακτικώς ένας έλεγχος δυνάμεων, οπότε με τη μέθοδο q διατίθενται οι σωστές αντοχές του ΚΑΝΕΠΕ.

Αντίθετα, στην Pushover και τη μέθοδο m θα πρέπει να εισαχθεί ο οπλισμός σε όλα τα υποστυλώματα και δοκούς έτσι ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός των δυσκαμψιών τους.

Σημείωση

Στην ανάλυση Pushover και τη μέθοδο των τοπικών δεικτών πλαστιμότητας m, χρησιμοποιούνται οι χαμηλές δυσκαμψίες του ΚΑΝΕΠΕ, ενώ στη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q χρησιμοποιούνται οι μεγάλες δυσκαμψίες, ως κάποιο ποσοστό της αρηγμάτωτης διατομής. Γι' αυτό ενδέχεται τα αποτελέσματα του Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου να διαφέρουν μεταξύ των δύο μεθόδων.

3

Εισαγωγή προσομοιώματος κτιρίου και επίλυση

3.1 Τα βήματα της μελέτης του ΔΠΕ με το FespaR

Η μελέτη του ΔΠΕ πραγματοποιείται στο FespaR ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Βήμα 1:** Εισαγωγή του **προσομοιώματος** (γεωμετρικό, φορτιστικό, κτλ.) της κατασκευής.
- Βήμα 2:** **Τοποθέτηση οπλισμών** στα υποστυλώματα του ισογείου.
- Βήμα 3:** Γενική περιγραφή εργασίας: **Προσθήκες – Ενισχύσεις - Αποτίμηση**.
Στόχος μελέτης: **Αποτίμηση Φ.Ι.**
- Βήμα 4:** Επιλογή **σεισμικής ζώνης** και **σεισμικού φάσματος** απόκρισης.
- Βήμα 5:** Ορισμός **συντελεστή συμπεριφοράς q** .
- Βήμα 6:** Ορισμός **υψομέτρου βάσης** για τον υπολογισμό της τέμνουσας βάσης.
- Βήμα 7:** Εισαγωγή **αντοχών** σκυροδέματος και οπλισμού.
- Βήμα 8:** Ορισμός Περιορισμένης (ανεκτής) **στάθμης επιτελεστικότητας**.
- Βήμα 9:** Ενεργοποίηση της **παραμέτρου πραγματοποίησης του ΔΠΕ**.
- Βήμα 10:** **Επίλυση** με ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας και μέθοδο q .
- Βήμα 11:** Καταγραφή των **αποτελεσμάτων του Τεύχους**.
- Βήμα 12:** **Βαθμονόμηση των ποιοτικών κριτηρίων** σεισμικής επιβάρυνσης.
- Βήμα 13:** Υπολογισμός του **Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου**.

Βήμα 14: Συμπλήρωση του **Δελτίου Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου** και συγγραφή Τεχνικής Έκθεσης.

Συνεπώς, για τον ΔΠΕ **δεν απαιτείται**:

- Η περιγραφή της θεμελίωσης στο προσομοίωμα και των χαρακτηριστικών του εδάφους.
- Η περιγραφή στο προσομοίωμα υπογείων.
- Η εισαγωγή του οπλισμού δοκών.
- Η εισαγωγή του οπλισμού των υποστυλωμάτων των ανωτέρων ορόφων.
- Ο καθορισμός Στάθμεων Επιτελεστικότητας.

Παρακάτω αναλύεται διεξοδικά η εισαγωγή των παραπάνω βήματα στο FespaR.

3.1.1 Εισαγωγή του προσομοιώματος της κατασκευής (Βήμα 1)

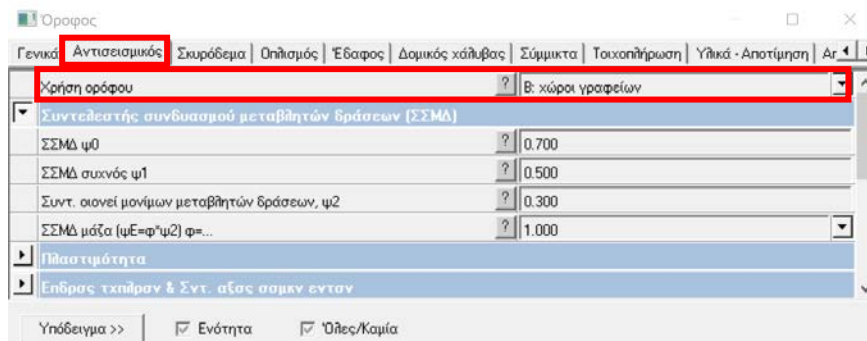
Αρχικά, περιγράφεται το γεωμετρικό προσομοίωμα του κτιρίου. Εισάγονται μόνο οι υπέργειοι όροφοι και παράγονται αυτόματα στηρίξεις τύπου πάκτωσης από το πρόγραμμα. Επίσης, πρέπει να εισαχθούν και οι τοιχοπληρώσεις του φορέα σαν χιαστί κατακόρυφα μέλη και σαν κατανεμημένα φορτία στις δοκούς. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, παρ' όλα αυτά, δε δίνονται στοιχεία τοιχοπληρώσεων.

Στη συνέχεια εφαρμόζονται τα μόνιμα φορτία G επικαλύψεων στις πλάκες και τα φορτία των μπατικών και δρομικών τοιχοπληρώσεων στις δοκούς. Τα κινητά φορτία Q εφαρμόζονται στις πλάκες των ορόφων, ανάλογα με τη χρήση τους:

- Οροφή ισογείου και 1^{ου} ορόφου: $Q=5.0 \text{ kN/m}^2$
- Οροφή 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου: $Q=2.0 \text{ kN/m}^2$

Τέλος, με την παράμετρο «Όροφος > Αντισεισμικός> Χρήση ορόφου» υπολογίζονται από το πρόγραμμα οι συντελεστές φ , ψ_2 για το σωστό υπολογισμό των μαζών.

- Οροφή ισογείου και 1^{ου} ορόφου:
«Όροφος > Αντισεισμικός > Χρήση ορόφου = E: αποθήκης
- Οροφή 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου: Χρήση ορόφου = B: Χώροι γραφείων
«Όροφος > Αντισεισμικός > Χρήση ορόφου = E: αποθήκης



Εικόνα 3.1: Ορισμός χρήσης ορόφου.

3.1.2 Τοποθέτηση οπλισμών στα υποστυλώματα του ισογείου (Βήμα 2)

Αφού εισαχθεί το γεωμετρικό και το φορτιστικό προσομοίωμα του κτιρίου στο FespaR, στη συνέχεια εισάγονται οι οπλισμοί των υποστυλωμάτων μόνο στο ισόγειο, εκεί δηλαδή που θα αναπτυχθεί η τέμνουσα βάσης του κτιρίου.

Σημείωση

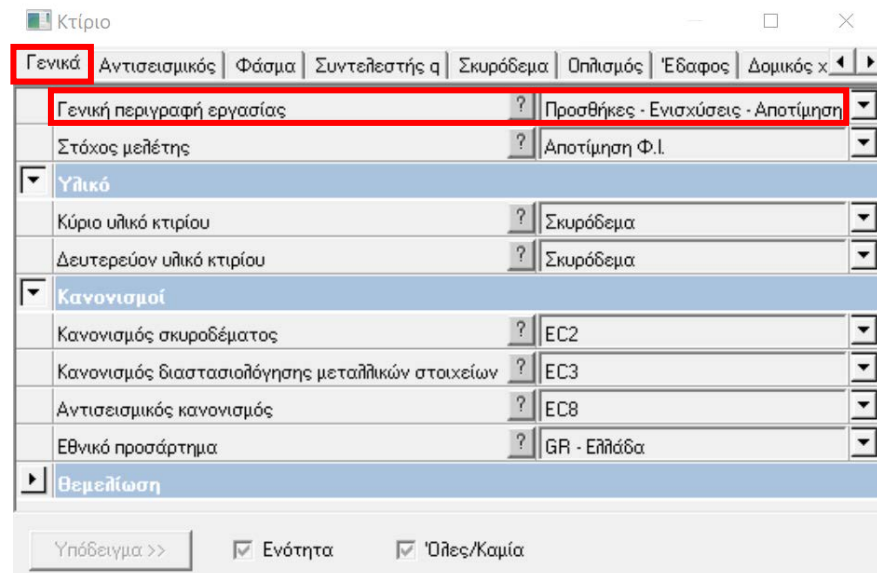
Στο σχέδιο του ΟΑΣΠ δεν απαιτείται η εξακρίβωση του πραγματικού οπλισμού για τον ΔΠΕ. Σε περίπτωση που υπάρχουν σχέδια της μελέτης, μπορούν να ληφθούν υπόψη, ενώ σε διαφορετική περίπτωση μπορεί να εισαχθεί ο ελάχιστος οπλισμός ρ_{min} που ορίζεται στον κανονισμό που ίσχυε κατά την περίοδο ανέγερσης του εκάστοτε κτιρίου.

3.1.3 Εισαγωγή παραμέτρων στο FespaR (Βήματα 3 - 8)

3.1.3.1 Γενική περιγραφή εργασίας (Βήμα 3)

Ο ΔΠΕ πραγματοποιείται συνοδευτικά με τη μελέτη αποτίμησης φέρουσας ικανότητας. Ορίζονται, λοιπόν, οι παρακάτω παράμετροι:

- «Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας = Προσθήκες – Ενισχύσεις - Αποτίμηση».
- «Κτίριο > Γενικά > Στόχος μελέτης = Αποτίμηση Φ.Ι.».



Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός x

Γενική περιγραφή εργασίας ? Προσθήκες - Ενισχύσεις - Αποτίμηση

Στόχος μελέτης ? Αποτίμηση Φ.Ι.

Υλικό

Κύριο υλικό κτιρίου ? Σκυρόδεμα

Δευτερεύον υλικό κτιρίου ? Σκυρόδεμα

Κανονισμοί

Κανονισμός σκυροδέματος ? EC2

Κανονισμός διαστασιολόγησης μεταλλικών στοιχείων ? EC3

Αντισεισμικός κανονισμός ? EC8

Εθνικό προσάρτημα ? GR - Ελλάδα

Θεμελίωση

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.2: Περιγραφή εργασίας

3.1.3.2 Εισαγωγή του σεισμικού φάσματος απόκρισης (Βήμα 4)

Εισάγονται οι παρακάτω παράμετροι του φάσματος απόκρισης:

- «Κτίριο > Φάσμα > Σεισμική ζώνη = Z2».
- «Κτίριο > Φάσμα > Συντελεστής σπουδαιότητας $I = 1.00$ ».
- «Κτίριο > Φάσμα > Συντελεστής εδάφους $S = 1.00$ ».

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός **Φάσμα** | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομή

Αντισεισμικός κανονισμός	?	EC8
Εθνικό προσάρτημα	?	GR - Ελλάδα
Σεισμική δράση		
Σεισμική ζώνη	?	Z2
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση a_{gR} [g]	?	0.240
Σπουδαιότητα κτιρίου	?	II (συνήθη κτίρια)
Συντελεστής σπουδαιότητας I	?	1.000
Συντελεστής τοπογραφίας S_t	?	1.000
Παράμετροι φάσματος		
Φάσμα	?	Φάσμα σχεδιασμού
Εδαφικός τύπος	?	B
Συντελεστής εδάφους S	?	1.000
Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος	?	...
Συντελεστής απόσβεσης [%]	?	5.00
Συντ. β κάτω ορίου φάσματος σχεδιασμού	?	0.200
Απλοποιημένη φασματική μέθοδος		
Κατακόρυφη συνιστώσα		

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.3: Παράμετροι φάσματος απόκρισης

Σημείωση

Προσοχή! Στον ΔΠΕ ο συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου δεν εφαρμόζεται στο φάσμα απόκρισης, αλλά πολλαπλασιάζει στο τέλος τον τελικό Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου λ (βλέπε Παράρτημα Α).

Επίσης, οι συντελεστές εδάφους S τροποποιούνται στο Σχέδιο του ΟΑΣΠ και δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία εδάφους	A	B, C	D	E	S1, S2
Συντελεστής Εδάφους S	0.85	1.00	1.15	1.25	-

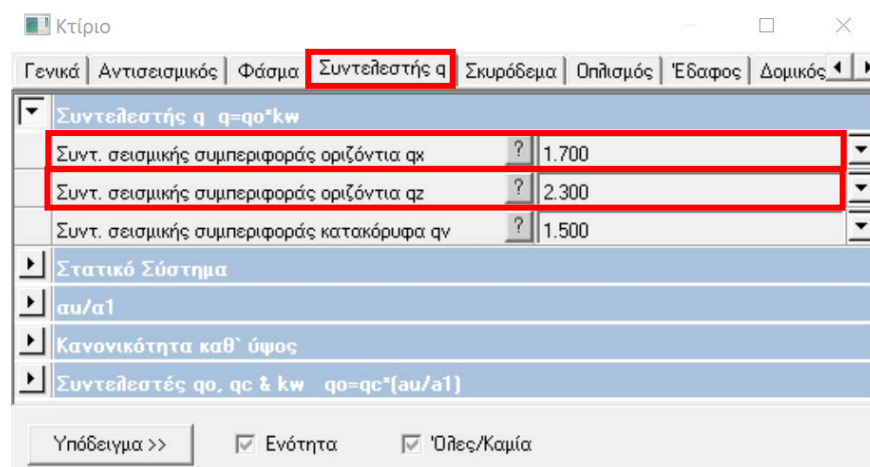
Πίνακας 3.1: Συντελεστές εδάφους σύμφωνα με το σχέδιο του ΟΑΣΠ.

3.1.3.3 Ορισμός συντελεστή συμπεριφοράς q (Βήμα 5)

Ο συντελεστής συμπεριφοράς q λαμβάνεται από τον Πίνακα Σ4.4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017, ανάλογα με τη διεύθυνση που εξετάζεται. Συγκεκριμένα, για τη x διεύθυνση ο συντελεστής συμπεριφοράς λαμβάνεται $q_x=1.7$ (δυσμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων), ενώ για την z διεύθυνση λαμβάνεται $q_z=2.3$ (ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων).

Ο ενιαίος συντελεστής συμπεριφοράς q που υπολογίστηκε ορίζεται σε όλες τις διευθύνσεις στην καρτέλα:

- «Κτίριο > Συντελεστής q > Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντια $q_x = 1.7$ »
- «Κτίριο > Συντελεστής q > Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντια $q_z = 2.3$ »



Εικόνα 3.4: Ορισμός συντελεστή συμπεριφοράς q.

3.1.3.4 Ορισμός υψομέτρου προσδιορισμού n_v (Βήμα 6)

Ορίζεται το υψόμετρο βάσης στο οποίο θα υπολογιστεί η σεισμική απαίτηση σε όρους τέμνουσας βάσης. Υπενθυμίζεται ότι ο οπλισμός των υποστυλωμάτων θα

πρέπει να δοθεί μόνο σε όσα υποστυλώματα «κόβουν» το υψόμετρο αυτό στο ύψος τους.

- «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός n_v & v_d) [m] = 0.00»

Εικόνα 3.5: Ορισμός υψομέτρου βάσης.

3.1.3.5 Εισαγωγή αντοχών σκυροδέματος, οπλισμού και ΣΑΔ (Βήματα 7 & 8)

Πρώτα εκτιμούνται οι **μέσες** αντοχές των υλικών οι οποίες προκύπτουν από τις δεδομένες χαρακτηριστικές.

- Σκυρόδεμα: Μέση τιμή: $f_{cm}=16.0$ MPa
- Χάλυβας: Μέση τιμή: $f_{ym}=550.0$ MPa

Στη συνέχεια εισάγονται στις παρακάτω παραμέτρους:

- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Χαρακτηρισμός μελών = Υφιστάμενα»
- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Μέση αντοχή σκυροδέματος f_{cm} [MPa] = 16.0»
- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Μέση αντοχή χάλυβα f_{ym} [MPa] = 550.0»
- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f_{ywm} [MPa] = 550.0»

Επίσης, λόγω της μη διεξαγωγής προγράμματος πειραματικής εξακρίβωσης των αντοχών, η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων τίθεται σε «Περιορισμένη (ανεκτή):

- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ) σκυροδέματος = KL1 - Περιορισμένη (ανεκτή)»

- «Κτίριο > Υλικά - Αποτίμηση > Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ) χάλυβα οπλισμού = KL1 - Περιορισμένη (ανεκτή)»

Κτίριο

Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση

Χαρακτηρισμός μελών	?	Υφιστάμενα
Οπλισμοί μελών	?	Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι
▶ Νέο σκυρόδεμα		
▶ Νέος οπλισμός		
▼ Υφιστάμενο σκυρόδεμα & Οπλισμός		
Μέση αντοχή σκυροδέματος f_{cm} [MPa]	?	16.0
Μέση αντοχή χάλυβα f_{yk} [MPa]	?	550.0
Ορκ πρμρσ υφστμν οπλσμ ϵ_{su_e} [%]	?	6.000
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f_{ykwt} [MPa]	?	550.0
▼ Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφστμνν υλκν - Σντ. ασ		
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) σκυροδέματος	?	KL1 - Περιορισμένη (ανεκτή)
Σντλστς εμπστσνς χρκτρστικν σκρδμτς C_{F_c}	?	1.300
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος γ_c	?	1.450
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού	?	KL1 - Περιορισμένη (ανεκτή)
Σντλστς εμπστσνς χρκτρστικν χλβ C_{F_s}	?	1.300
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ_s	?	1.250
▶ Ενισχύσεις με FRP		
▶ Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό		
▶ Συντελεστές Μηχανικών χαρακτηριστικών ϵ		
▶ Αντχς γ έλγχ Πρμρσν (N υλκ)		

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.6: Εισαγωγή αντοχών και ΣΑΔ.

3.1.4 Επίλυση και έλεγχος ΔΠΕ (Βήματα 9-14)

3.1.4.1 Ενεργοποίηση ΔΠΕ (Βήμα 9)

Για να πραγματοποιηθεί ο ΔΠΕ, πρέπει να ενεργοποιηθεί η ακόλουθη παράμετρος:

- «Επίλυση > Αποτίμηση > Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος Ω/Σ = ΝΑΙ»

Επίλυση

Γενικά **Αποτίμηση** Πλάκες Δοκοί Αποτελέσματα Σφάλμ.-Ειδον. Όλα

Γενικά	
Διαγραφή προηγούμενων αναλύσεων αποτίμησης	? Ναι
Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος Ω/Σ	? Ναι
Κόμβος ελέγχου	
Pushover	
Χρονοϊστορία	

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.7: Ενεργοποίηση ΔΠΕ.

3.1.4.2 Επίλυση (Βήμα 10)

Ο ΔΠΕ εκτελείται παράλληλα με την αποτίμηση του κτιρίου με την ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας με τη μέθοδο του ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q . Σε αυτή την καρτέλα **δε χρειάζεται** να ορίσουμε ξανά τους συντελεστές q :

- «Κτίριο > Αποτίμηση > Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση = Μέθοδος συντελεστή q »

Κτίριο

Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήλωση | Υλικά - Αποτίμηση | **Αποτίμηση**

Γενικά

Pushover

Μέθοδος m, q

Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση ? Μέθοδος συντελεστή q

Αύξηση m, q ? Όχι

Συντελεστής αύξησης m, q ? 1.250

Συντ. υπεραντοχής qDL ? 1.000

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qDL ? 1.100

Συντ. υπεραντοχής qSD ? 1.100

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qSD ? 1.700

Συντ. υπεραντοχής qNC ? 1.100

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qNC ? 2.400

Μέγιστη τιμή συντελεστών m, m, max<q<k, k=... ? 10.000

Έλεγχος VRSLS, VRsquat ? Ναι

Έλεγχος διάτμησης δοκών ? Ναι

Λόγος C1 = δinel/δel ? 1.000

Χρονοϊστορία

Τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα

Φσκ επιταχυνσγρμτ (n αρχ)

Οπλισμός δοκού

Οπλισμός υποστυλώματος

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.8: Μέθοδος επίλυσης.



Έπειτα, για να ξεκινήσει η **ελαστική ανάλυση (Χρονοϊστορία)** κάντε κλικ στην εντολή «Διαγράμματα P.K. – Ανάλυση χρονοϊστορίας», της «Επίλυσης».

3.1.4.3 Αποτελέσματα στο Τεύχος

Τα αποτελέσματα του ΔΠΕ τυπώνονται στο «Τεύχος > Αποτίμηση μελών > Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος». Η αναλυτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 4.

Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος

Σεισμική απαίτηση

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

$$V_{\text{req},X} = 1588.7 \text{ tn} \times 4.15 \text{ m/s}^2, T_X = 0.46 \text{ s}$$

$$= \mathbf{6598.8 \text{ kN}}$$

$$V_{\text{req},Z} = 1588.7 \text{ tn} \times 3.07 \text{ m/s}^2, T_Z = 0.46 \text{ s}$$

$$= \mathbf{4877.4 \text{ kN}}$$

Τέμνουσα αντοχής κτιρίου

$$V_{R0} = a_1 \sum V_{Ri}^{\text{υποστ.}} + a_2 \sum V_{Ri}^{\text{τοιχ.}} + a_3 \sum V_{Ri}^{\text{κοντ.υποστ.}}$$

Διεύθυνση X

- $\beta_{9X} = 4.4 > 3.0$ -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά X
 $a_{TX} = 0.27 > 0.10$ -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά X
 -> $a_1 = 0.70, a_2 = 0.90, a_3 = 0.0$

$$V_{R0,X} = 0.70 \cdot 1698.9 \text{ kN} + 0.90 \cdot 434.1 \text{ kN} + 0 = \mathbf{1579.9 \text{ kN}}$$

Διεύθυνση Z

- $\beta_{9Z} = 5.0 > 3.0$ -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά Z
 $a_{TZ} = 0.59 > 0.10$ -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά Z
 -> $a_1 = 0.70, a_2 = 0.90, a_3 = 0.0$

$$V_{R0,Z} = 0.70 \cdot 1292.6 \text{ kN} + 0.90 \cdot 1132.5 \text{ kN} + 0 = \mathbf{1924.1 \text{ kN}}$$

Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης

#	Κριτήριο	Διεύθ. X	Διεύθ. Z
β3	Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου	1	1
β5	Κατανομή δυσκαμψίας σε κτίση - στρέψη	1	5
β7	Κατανομή δυσκαμψίας καθ ύψος - μολακός όροφος	1	2
β8	Κατανομή μάζας καθ ύψος	5	5
β9	Κοντά υποστυλώματα	4	5

Πίνακας 3.2: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ΔΠΕ στο Τεύχος

Καταγράφονται τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Σεισμική απαίτηση V_{req} κατά X, Z
 - $V_{\text{req},X} = 6598.8 \text{ kN}$
 - $V_{\text{req},Z} = 4877.4 \text{ kN}$
- Σεισμική αντίσταση V_{R0} κατά X, Z
 - $V_{R0,X} = 1579.9 \text{ kN}$
 - $V_{R0,Z} = 1924.1 \text{ kN}$
- Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης
 - Κριτήριο 3: $\beta_{3X} = 1, \beta_{3Z} = 1$
 - Κριτήριο 5: $\beta_{5X} = 1, \beta_{5Z} = 5$
 - Κριτήριο 7: $\beta_{7X} = 1, \beta_{7Z} = 2$

- Κριτήριο 8: $\beta_{8x} = 5, \beta_{8z} = 5$
- Κριτήριο 9: $\beta_{9x} = 4, \beta_{9z} = 5$

3.1.4.4 Βαθμονόμηση ποιοτικών κριτηρίων

Παράλληλα με τα κριτήρια που εξάγονται από το FespaR, θα πρέπει να βαθμονομηθούν και τα υπόλοιπα ποιοτικά κριτήρια του ΔΠΕ [4]. Αυτά είναι:

- Κριτήριο 1: βλάβες στατικής ανεπάρκειας: $\beta_{1x} = 5, \beta_{1z} = 5$
- Κριτήριο 2: Οξείδωση οπλισμών: $\beta_{2x} = 5, \beta_{2z} = 5$
- Κριτήριο 4: Κανονικότητα σε κάτοψη: $\beta_{4x} = 5, \beta_{4z} = 5$
- Κριτήριο 6: Κανονικότητα σε τομή: $\beta_{6x} = 5, \beta_{6z} = 5$
- Κριτήριο 10: Κατακόρυφες ασυνέχειες: $\beta_{10x} = 4, \beta_{10z} = 4$
- Κριτήριο 11: Διαδρομή και μεταφορά δυνάμεων: $\beta_{11x} = 5, \beta_{11z} = 5$
- Κριτήριο 12: Γειτονικά κτίρια: $\beta_{12x} = 3, \beta_{12z} = 5$
- Κριτήριο 13: Κακοτεχνίες - Τραυματισμοί: $\beta_{13x} = 5, \beta_{13z} = 5$

3.1.4.5 Υπολογισμός του Δείκτη Προταிரαιότητας Ελέγχου

Στον παρακάτω Πίνακα 3.3 καταγράφονται οι τιμές των δεκατριών κριτηρίων, καθώς και ο συντελεστής βαρύτητας του καθενός

α/α	Περιγραφή κριτηρίου	Βαθμός επιβάρυνσης		Συντελεστής βαρύτητας σ _ι
		Διεύθυνση		
		X	Z	
1	Βλάβες Στατικής Ανεπάρκειας	5	5	0.10
2	Οξείδωση Οπλισμών	5	5	0.10
3	Μέγεθος Ανηγμένου Αξονικού Φορτίου	1	1	0.05
4	Κανονικότητα Κάτοψης	5	5	0.05
5	Κατανομή Δυσκαμψίας σε Κάτοψη - Στρέψη	1	5	0.1

6	Κανονικότητα σε Τομή /Όψη	5	5	0.05
7	Κατανομή Δυσκαμψίας Καθ' Ύψος	1	2	0.15
8	Κατανομή Μάζας Καθ' Ύψος	5	5	0.05
9	Κοντά Υποστυλώματα	4	5	0.15
10	Κατακόρυφες Ασυνέχειες	4	4	0.05
11	Διαδρομή και Μεταφορά Δυνάμεων	5	5	0.05
12	Γειτονικά Κτίρια	3	5	0.05
13	Κακοτεχνίες, Τραυματισμοί	5	5	0.05

Πίνακας 3.3: Τιμές συντελεστών κριτηρίων ανά διεύθυνση

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο συνολικός μειωτικός συντελεστής επιρροής των κριτηρίων 1 -13 στην τέμνουσα αντοχής του κτιρίου:

$$\text{Διεύθυνση X: } \beta_x = \sum \frac{\sigma_i \cdot \beta_{xi}}{5} = 0.70$$

$$\text{Διεύθυνση Z: } \beta_z = \sum \frac{\sigma_i \cdot \beta_{zi}}{5} = 0.86$$

Ακολουθεί ο υπολογισμός της συνολικής αντίστασης του κτιρίου ανά διεύθυνση σε όρους τέμνουσας βάσης:

$$\text{Διεύθυνση X: } V_{Rx} = \beta_x \cdot V_{R0x} = 1105.93 \text{ kN}$$

$$\text{Διεύθυνση Z: } V_{Rz} = \beta_z \cdot V_{R0z} = 1654.73 \text{ kN}$$

Τέλος, προσδιορίζεται ο Δείκτης Προτεραιότητας Ελέγχου, ο οποίος προκύπτει ανά διεύθυνση συνυπολογίζοντας το 30% της επίδρασης της κάθετης διεύθυνσης ως εξής:

$$\text{Διεύθυνση X: } \lambda_x = \frac{V_{req,x} + 0.30 \cdot V_{req,z}}{V_{Rx} + 0.30 \cdot V_{Rz}} = 5.03$$

$$\text{Διεύθυνση Z: } \lambda_z = \frac{V_{req,z} + 0.30 \cdot V_{req,x}}{V_{Rz} + 0.30 \cdot V_{Rx}} = 3.45$$

Τελικός δείκτης: $\lambda = 100 \cdot \max(\lambda_x, \lambda_z) = 503$

Με βάση όλα τα παραπάνω δεδομένα, συμπληρώνεται το Δελτίο Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου, το οποίο παρατίθεται στο Παράρτημα Α

3.2 Σύγκριση και τεκμηρίωση αποτελεσμάτων

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.4) παρατίθεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων με την εργασία των Βασιλειάδη και Δρίτσου [3] για το ίδιο παράδειγμα.

		FespaR	Vasileiadi & Dritsos [3]	Διαφορά %
Σεισμική απαίτηση V_{req} (kN)	X	6599	6602	0.05
	Z	4877	4878	0.02
Βασική σεισμική αντίσταση V_{R0} (kN)	X	1580	1513	4.43
	Z	1924	2006	4.09
Τελική σεισμική αντίσταση V_R (kN)	X	1106	1195	7.45
	Z	1654	1625	1.78
Δείκτης προτεραιότητας ελέγχου λ	X	5.03	4.79	5.01
	Z	3.45	3.46	0.29

Πίνακας 3.4: Σύγκριση αποτελεσμάτων με την εργασία των Βασιλειάδη και Δρίτσου [3]

Παρατηρείται μέγιστη διαφορά 5.01% του Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου στη διεύθυνση X. Διαφορές τέτοιας τάξης μεγέθους θεωρείται ότι επηρεάζουν ελάχιστα την τελική κατάταξη των κτιρίων που είναι και το τελικό ζητούμενο του ΔΠΕ.

4

Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Ακολουθεί η επεξήγηση των αποτελεσμάτων που τυπώνονται στο: «Τεύχος > Αποτίμηση μελών > Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος»

4.1 Σεισμική απαίτηση

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται ο υπολογισμός της σεισμικής τέμνουσας βάσης V_{req} στους καθολικούς άξονες X, Z του κτιρίου.

Σεισμική απαίτηση

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

$$V_{req,X} = 1588.7 \text{ tn} \times 4.15 \text{ m/s}^2, T_X = 0.46 \text{ s} \\ = 6598.8 \text{ kN}$$

$$V_{req,Z} = 1588.7 \text{ tn} \times 3.07 \text{ m/s}^2, T_Z = 0.46 \text{ s} \\ = 4877.4 \text{ kN}$$

Πίνακας 4.1: Υπολογισμός σεισμικής απαίτησης

Όπου

M Είναι η συνολική μάζα του κτιρίου

$S_d(T)$ Είναι η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού

Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος T υπολογίζεται με βάση την απλοποιημένη φασματική μέθοδο.

Σημείωση

Η εισαγωγή των τοιχοπληρώσεων στο προσομοίωμα δεν μεταβάλλει την απαίτηση V_{req} , αφού δεν επηρεάζουν τον υπολογισμό της ιδιοπεριόδου T1 στην απλοποιημένη φασματική μέθοδο. Ομοίως αμετάβλητη παραμένει και η τέμνουσα βάσης V_{R0} .

Με την εισαγωγή των τοιχοπληρώσεων, το μόνο που θα αλλάξει είναι ο βαθμός των κριτηρίων επιβάρυνσης, αφού θα υπολογιστεί πιο σωστά ο πλασματικός άξονας και οι διαφορές δυσκαμψιών μεταξύ των ορόφων καθ' ύψος.

4.2 Σεισμική αντίσταση

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται ο υπολογισμός της αντοχής του κτιρίου στους καθολικούς άξονες X, Z, σε όρους τέμνουσας βάσης V_{R0x} , V_{R0z} . Η συνολική τέμνουσα βάσης V_{R0} υπολογίζεται ως το επιμέρους άθροισμα των τεμνουσών βάσης που αναλαμβάνουν τα υποστυλώματα, τοιχώματα και κοντά υποστυλώματα του κτιρίου (αν υπάρχουν).

Τέμνουσα αντοχής κτιρίου

$$V_{R0} = a_1 \sum V_{Ri}^{υποστ.} + a_2 \sum V_{Ri}^{τοιχ.} + a_3 \sum V_{Ri}^{κοντ. υποστ.}$$

Διεύθυνση X

- $\beta_{9X} = 4.4 > 3.0$ -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά X
 $\alpha_{TX} = 0.27 > 0.10$ -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά X
 -> $a_1 = 0.70$, $a_2 = 0.90$, $a_3 = 0.0$

$$V_{R0,X} = 0.70 \cdot 1698.9\text{kN} + 0.90 \cdot 434.1\text{kN} + 0 = 1579.9\text{kN}$$

Διεύθυνση Z

- $\beta_{9Z} = 5.0 > 3.0$ -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά Z
 $\alpha_{TZ} = 0.59 > 0.10$ -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά Z
 -> $a_1 = 0.70$, $a_2 = 0.90$, $a_3 = 0.0$

$$V_{R0,Z} = 0.70 \cdot 1292.6\text{kN} + 0.90 \cdot 1132.5\text{kN} + 0 = 1924.1\text{kN}$$

Πίνακας 4.2: Υπολογισμός σεισμικής αντίστασης

Όπου

a_1 Συντελεστής συμμετοχής υποστυλωμάτων

a_2 Συντελεστής συμμετοχής τοιχωμάτων

a_3 Συντελεστής συμμετοχής κοντών υποστυλωμάτων

$\sum V_{Ri}^{υποστ.}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα υποστυλώματα

$\Sigma V_{Ri}^{τοιχ}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα τοιχώματα

$\Sigma V_{Ri}^{κοντ. υποστ.}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα κοντά υποστυλώματα

Οι τιμές που λαμβάνουν τα α_1 , α_2 , α_3 καθορίζονται στη σελίδα 5 του σχεδίου του Δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου [1] και πιο συγκεκριμένα:

- Η παρουσία κοντών υποστυλωμάτων καθορίζεται από την τιμή του συντελεστή β_9 (βλέπε παρ. 4.3.5 του παρόντος). Αν ισχύει $\beta_9 \geq 3$, τότε $\alpha_3 \geq 0$.
- Η παρουσία τοιχωμάτων εξαρτάται από την τιμή του δείκτη τοιχωματοποίησης α_τ . Αν ισχύει $\alpha_\tau \geq 0.10$, τότε $\alpha_2 \geq 0$.

$$\alpha_\tau = \frac{\sum V_{Ri}^{τοιχ}}{V_{R0}}$$

Οι αντοχές V_{Ri} των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων υπολογίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις του ΚΑΝΕΠΕ και τα δεδομένα που τυπώνονται στο «Τεύχος > Διαγράμματα αντοχής μελών > Υποστυλωμάτων» και παραθέτονται στους παρακάτω πίνακες.

Αντοχές V_{Ri} κατακυρτών στοιχείων στη βάση του κτιρίου

Υποστυλώματα												
Μέλος [I]	$L_{v,z}$ [m]	M_{by} [kNm]	$\mu_{θpl,y}$ [I]	$V_{bas,z}$ [kN]	$V_{u,z}$ [kN]	V_{sa} [kN]	$L_{v,y}$ [m]	M_{bz} [kNm]	$\mu_{θpl,z}$ [I]	$V_{bas,y}$ [kN]	$V_{u,y}$ [kN]	V_{sy} [kN]
K1(0)	2.59	385.3	0.99	244.0	148.8	148.8	2.41	421.6	1.02	260.4	174.9	174.9
K2(0)	2.59	385.5	0.99	244.2	149.0	149.0	2.43	421.7	1.01	259.0	173.8	173.8
K3(0)	2.33	416.7	0.97	305.3	178.9	178.9	2.53	448.8	0.96	282.8	177.1	177.1
K4(0)	2.39	261.6	1.03	333.8	109.3	109.3	2.31	267.2	0.90	344.7	115.5	115.5
K5(0)	2.33	416.7	0.97	305.3	178.9	178.9	2.53	448.8	0.96	282.9	177.1	177.1
K6(0)	2.48	401.8	0.99	261.9	161.9	161.9	2.55	434.0	0.99	255.8	170.4	170.4
K7(0)	2.44	419.7	0.96	286.9	172.3	172.3	2.34	450.2	0.99	297.6	192.6	192.6
K8(0)	2.48	401.8	0.99	261.9	161.9	161.9	2.55	434.0	0.99	255.8	170.4	170.4
Τοιχώματα εκτός επιπέδου:												
K9(0)	-	-	-	-	-	-	4.07	128.6	-	-	31.6	31.6
K10(0)	-	-	-	-	-	-	3.43	596.2	-	-	173.6	173.6
K11(0)	-	-	-	-	-	-	3.44	596.1	-	-	173.5	173.5
											ΣV_{Ri}	1698.9 1292.6
Τοιχώματα												
Μέλος [I]	$L_{v,z}$ [m]	M_{by} [kNm]	$\mu_{θpl,y}$ [I]	$V_{bas,z}$ [kN]	$V_{u,z}$ [kN]	V_{sa} [kN]	$L_{v,y}$ [m]	M_{bz} [kNm]	$\mu_{θpl,z}$ [I]	$V_{bas,y}$ [kN]	$V_{u,y}$ [kN]	V_{sy} [kN]
K9(0)	3.75	1625.7	2.60	434.1	434.1	434.1	-	-	-	-	-	434.1
K10(0)	4.42	2509.3	1.97	567.8	567.8	567.8	-	-	-	-	-	0.0
K11(0)	4.44	2504.9	2.12	564.8	564.8	564.8	-	-	-	-	-	0.0
											ΣV_{Ri}	434.1 1132.5

Πίνακας 4.3: Αναλυτική περιγραφή υπολογισμού αντοχών υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων.

Σε κάθε έναν από τους κύριους τοπικούς άξονες του μέλους υπολογίζονται τα παρακάτω:

L_v Το μήκος διάτμησης τους μέλους

M_R Η καμπτική αντοχή του μέλους για αξονικό φορτίο, εκείνο του συνδυασμού $G+\psi_2 Q$

$\mu_{θpl}$ Το πλάστιμο μέρος της πλαστιμότητας του μέλους

$$\mu\theta_{pl} = \frac{\theta_u - \theta_y}{\theta_y}$$

V_{Rds} Η διατμητική αντοχή του μέλους

V_M Η ικανοτική αντοχή του μέλους σε τέμνουσα λόγω ροπής

$$V_M = \frac{M_R}{L_V}$$

V_R Η τελική διατμητική αντοχή του μέλους, $V_R = \min(V_M, V_{Rds})$

Στη συνέχεια υπολογίζεται η στροφή των διατμητικών αντοχών από το τοπικό στο καθολικό σύστημα:

V_{Rx} Η διατμητική αντοχή του μέλους στον καθολικό άξονα X

V_{Rz} Η διατμητική αντοχή του μέλους στον καθολικό άξονα Z

Σημείωση

Τα τοιχώματα στην ασθενή τους διεύθυνση αθροίζονται με τα υποστυλώματα. Επίσης, η διατμητική τους αντοχή στην ασθενή τους διεύθυνση υπολογίζεται μόνο από την αντίστοιχη ικανοτική.

4.3 Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης

Τα κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης περιγράφουν παράγοντες τρωτότητας που επηρεάζουν καθοριστικά τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Γενικά, λαμβάνονται υπόψη 13 κριτήρια, κάποια από αυτά βαθμονομούνται ποιοτικά και κάποια βαθμονομούνται βασιζόμενα σε υπολογισμούς. Τα κριτήρια λαμβάνουν τιμές από 1 (περισσότερο κρίσιμο) έως 5 (λιγότερο κρίσιμο). Τα ποσοτικά κριτήρια υπολογίζονται από το FespaR και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης

#	Κριτήριο	Διεύθ. X	Διεύθ. Z
β3	Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου	1	1
β5	Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη - στρέψη	1	5
β7	Κατανομή δυσκαμψίας καθ ύψος - μαλακός όροφος	1	2
β8	Κατανομή μάζας καθ ύψος	5	5
β9	Κοντά υποστυλώματα	4	5

Πίνακας 4.4: Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης που υπολογίζονται στο Fespa.

4.3.1 Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου

Στο κριτήριο αυτό ελέγχεται η ικανότητα των κατακόρυφων στοιχείων (υποστυλώματα και τοιχώματα) 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 κατακόρυφα στοιχεία του ισογείου.

Το ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφου στοιχείου i ισογείου υπολογίζεται ως:

$$v_{di} = \frac{N_{sd}}{A_c \cdot f_{ck}}$$

N_{sd} Η κατακόρυφη θλιπτική δύναμη λόγω του συνδυασμού φόρτισης $G+\psi_2 Q$

A_c Το εμβαδόν της διατομής του μέλους

f_{ck} Η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος

Η βαθμονόμηση γίνεται με βάση δύο επιμέρους κριτήρια

- Το μέσο ανηγμένο αξονικό φορτίο των κατακόρυφων στοιχείων του ισογείου.
- Το μέγιστο ανηγμένο αξονικό φορτίο $\max(v_{di})$ από όλα τα κατακόρυφα μέλη του ισογείου.

Στον **Πίνακα 4.5** παρουσιάζονται οι δύο τιμές των επιμέρους κριτηρίων στο FespaR.

Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου

Ανηγμένο αξονικό υποστυλωμάτων ισογείου (όροφος: 0):

$$\max(v_{di}) = 0.72$$

$$\overline{v_d} = 0.35$$

Πίνακας 4.5: Μέγιστο και μέσο ανηγμένο αξονικό κατακόρυφων μελών

Η τελική βαθμολογία υπολογίζεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

- Για το μέσο ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφων στοιχείων
 - Βαθμός 1:** εάν $0.45 \leq v_d \leq 0.55$
 - Βαθμός 2:** εάν $0.35 \leq v_d < 0.45$
 - Βαθμός 3:** εάν $0.25 \leq v_d < 0.35$
 - Βαθμός 4:** εάν $0.15 \leq v_d < 0.25$
 - Βαθμός 5:** εάν $v_d < 0.1$
- Για το μέγιστο ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφων στοιχείων

Βαθμός 1: εάν $0.65 \leq \max(v_{di}) \leq 0.75$

Βαθμός 2: εάν $0.50 \leq \max(v_{di}) < 0.65$

Βαθμός 3: εάν $0.40 \leq \max(v_{di}) < 0.50$

Βαθμός 4: εάν $0.30 \leq \max(v_{di}) < 0.40$

Βαθμός 5: εάν $\max(v_{di}) < 0.30$

4.3.2 Κριτήριο 5: Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη – στρέψη

Η ασύμμετρη κατανομή των στοιχείων που συνεισφέρουν στην πλευρική δυσκαμψία του φορέα και στην ανάληψη των σεισμικών δράσεων συνήθως οδηγεί στην ανομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής έντασης με άμεσο αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαντικών βλαβών στα δομικά στοιχεία που επιβαρύνονται περισσότερο από αυτήν. Η συμπεριφορά των κτιρίων αυτών είναι συνήθως στρεπτική.

Η ποσοτικοποίηση του φαινομένου αυτού γίνεται μέσω της εκκεντρότητας, δηλαδή της απόστασης του πλασματικού άξονα από το κέντρο μάζας κάθε διαφράγματος.

Στον **Πίνακα 4.6** τυπώνονται οι συντεταγμένες του κέντρου μάζας και του πλασματικού άξονα στον όροφο του κτιρίου όπου υπολογίζεται η μέγιστη εκκεντρότητα e_x , e_z . Επίσης, οι θέσεις του κέντρου μάζας και πλασματικού άξονα σημειώνονται σε σκαρίφημα στον κρίσιμο όροφο.

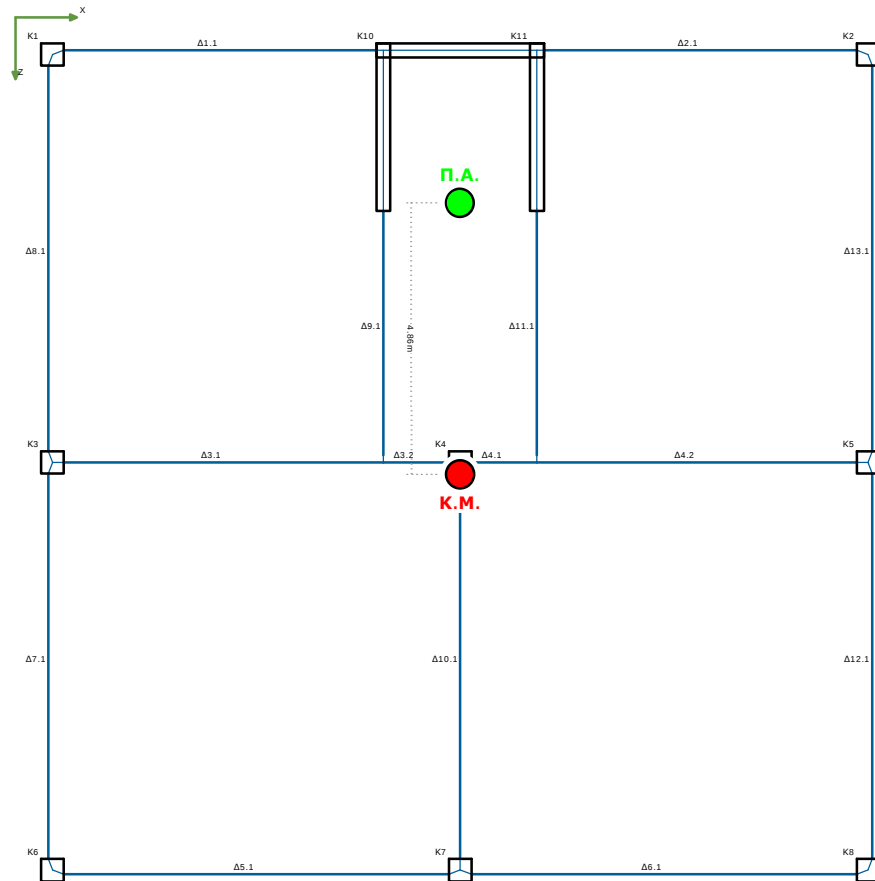
Κριτήριο 5: Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη - στρέψη

Κέντρο μάζας	Πλασματικός άξονας	Εκκεντρότητα
K.M. _x = 7.50m	Π.A. _x = 7.50m	e_x = 0.1cm
K.M. _z = 7.35m	Π.A. _z = 2.51m	e_z = 4.84m

Όροφος που καθορίζει τον πλασματικό άξονα: 4

Πίνακας 4.6: Υπολογισμός τυχηματικής εκκεντρότητας

Οι θέσεις του πλασματικού άξονα και του κέντρου μάζας παρουσιάζονται γραφικά στο **Σχήμα 4.1**



Σχήμα 4.1: Θέσεις κέντρου μάζας (K.M.) και πλασματικού άξονα (Π.Α.).

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι ανηγμένες εκκεντρότητες με βάση τις διαστάσεις της κάτοψης L_x , L_z :

$$\varepsilon_x = \frac{e_x}{L_x}, \quad \varepsilon_z = \frac{e_z}{L_z}$$

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 5 υπολογίζεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

Βαθμός 1: εάν $\varepsilon \geq 0.30$

Βαθμός 5: εάν $\varepsilon < 0.05$

Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

4.3.3 Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος

Εξετάζεται αν η δυσκαμψία των στοιχείων που συμμετέχουν στην ανάληψη σεισμικών δράσεων παραμένει πρακτικά αμετάβλητη από όροφο σε όροφο, ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή καθ' ύψος κατανομή των εντάσεων και των σεισμικών μετατοπίσεων. Το κριτήριο δυσμενοποιείται όταν η δυσκαμψία ενός ορόφου είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή των γειτονικών του (υποκειμένου και υπερκειμένου).

Ο έλεγχος στο Fespa χρησιμοποιεί το κριτήριο κανονικότητας καθ' ύψος του Ευρωκώδικα 8-1 §4.2.3.3(3) και παρουσιάζεται στον παρακάτω **Πίνακας 4.7**

Κριτήρια κανονικότητας καθ' ύψος [EC8-1 §4.2.3.3 (3)]

Έλεγχοι δυσκαμψιών - μαζών

Επίπεδο i	Υψόμετρο ορόφου [m]	Υψος ορόφου [m]	Δυσκαμψία K _{Xi} [kN/m]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]	Δυσκαμψία K _{Zi} [kN/m]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]	Μάζα m _i [ton]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]
5	19.50	3.50	0.47657E+05	-10%	0.12775E+06	-6%	0.25232E+03	-13%
4	16.00	3.50	0.52755E+05	-31%	0.13628E+06	-15%	0.28980E+03	-1%
3	12.50	3.50	0.76656E+05	-11%	0.16086E+06	-20%	0.29190E+03	-20%
2	9.00	3.50	0.86059E+05	+ 73%	0.20086E+06	+ 48%	0.36498E+03	-6%
1:βάση	5.50	5.50	0.49643E+05		0.13579E+06		0.39025E+03	

Πίνακας 4.7: Συνολικές δυσκαμψίες, μάζες ορόφων και μεταβολές τους

Υπολογίζεται η ποσοστιαία διαφορά δυσκαμψίας ΔK_{tot} μεταξύ γειτονικών ορόφων ανά διεύθυνση. Από τον υπολογισμό εξαιρείται ο τελευταίος (ανώτερος) όροφος του κτιρίου. Έπειτα, τυπώνεται η μέγιστη διαφορά δυσκαμψιών κατ' απόλυτη τιμή, σύμφωνα με τον παρακάτω **Πίνακας 4.8**

Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος

Μέγιστη διαφορά δυσκαμψίας γειτονικών ορόφων, εκτός του τελευταίου $\Delta K_{tot,X} = 73\%$, $\Delta K_{tot,Z} = 48\%$

Πίνακας 4.8: Μέγιστη διαφορά δυσκαμψιών ανά διεύθυνση

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 7 υπολογίζεται ως εξής:

Βαθμός 1: εάν $\Delta K_{tot} \geq 0.50$

Βαθμός 5: εάν $\Delta K_{tot} < 0.20$

Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

Σημείωση

Για το σωστό υπολογισμό του κριτηρίου θα πρέπει να ενσωματώνονται και οι τοιχοπληρώσεις στο προσομοίωμα.

4.3.4 Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος

Εξετάζεται αν υπάρχει έντονα ανομοιόμορφη κατανομή της μάζας, η οποία επηρεάζει δυσμενώς τη σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου λόγω σεισμού. Ελέγχεται η μεταβολή της μάζας καθ' ύψος, βάσει της διαφοράς στη μάζα των γειτονικών ορόφων.

Παρουσιάζονται στον παραπάνω **Πίνακας 4.7** οι μάζες των ορόφων και η μεταξύ τους διαφορά. Υπολογίζεται η ποσοστιαία διαφορά μάζας ΔM_{tot} μεταξύ γειτονικών ορόφων. Έπειτα, τυπώνεται η μέγιστη θετική διαφορά μαζών σύμφωνα με τον παρακάτω **Πίνακας 4.8**

Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος

Μέγιστη διαφορά μάζας γειτονικών ορόφων $\Delta M_{tot} = 20\%$

Πίνακας 4.9: Μέγιστη διαφορά μαζών γειτονικών ορόφων.

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 8 υπολογίζεται ως εξής:

Βαθμός 1: εάν $\Delta M_{tot} \geq 0.50$

Βαθμός 5: εάν $\Delta M_{tot} < 0.20$

Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

4.3.5 Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα

Εξετάζεται ο κίνδυνος εμφάνισης ψαθυρής μορφής αστοχίας, που προκαλείται από “φύσει” ή “θέσει” κοντούς στύλους. Κοντό υποστυλώμα χαρακτηρίζεται το υποστυλώμα όταν ο λόγος του καθαρού ελεύθερου ύψους του υποστυλώματος (l) προς τη διάσταση της διατομής, της παράλληλης στη διεύθυνση του σεισμού (h) είναι $l/h \leq 5$.

Σε κάθε στάθμη και ανά κύρια διεύθυνση υπολογίζεται ο βαθμός επιρροής κοντών υποστυλωμάτων. Ο βαθμός επιρροής κοντών υποστυλωμάτων προκύπτει ως ο κεντροβαρικός μέσος όρος των βαθμών που αποδίδονται σε κάθε υποστυλώμα, σύμφωνα με το λόγο l/h .

Για κάθε υποστυλώμα αποδίδεται ένας βαθμός β_i ανάλογα με το ανηγμένο του μήκος. Η συμβολή στην συνολική επιβάρυνση της κατασκευής λαμβάνεται υπ' όψιν μέσω αντίστοιχων συντελεστών βαρύτητας σ.β. ως εξής:

Για $l/h \leq 2$ $\beta_i = 1$ και σ.β. = 5

Για $2 < l/h \leq 3$ $\beta_l=2$ και $\sigma.\beta.=4$

Για $3 < l/h \leq 4$ $\beta_l=3$ και $\sigma.\beta.=3$

Για $4 < l/h < 5$ $\beta_l=4$ και $\sigma.\beta.=2$

Για $l/h > 5$ $\beta_l=5$ και $\sigma.\beta.=1$

Αν n το πλήθος των υποστυλωμάτων στην εξεταζόμενη στάθμη και

n_1 με βαθμό $\beta_l=1$

n_2 με βαθμό $\beta_l=2$

n_3 με βαθμό $\beta_l=3$

n_4 με βαθμό $\beta_l=4$

n_5 με βαθμό $\beta_l=5$

Τότε προκύπτει ο βαθμός του κριτηρίου:

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^5 [n_i \cdot i \cdot (6-i)]}{\sum_{i=1}^5 [n_i (6-i)]}$$

Η τελική βαθμονόμηση του κριτηρίου εξαρτάται από τον βαθμό τοιχοματοποίησης α_t ως εξής:

$$\beta_{\text{τελ}} = \beta \cdot \alpha_t < 0.10$$

$$\beta_{\text{τελ}} = 5: \text{ εάν } \alpha_t \geq 0.50$$

Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στο Τεύχος στον **Πίνακας 4.10**

Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα

Διεύθυνση: Χ. Κρίσιμος όροφος: 1

Υποστυλώματα με βαθμό $\beta_l = 4$ ($4 < l/h \leq 5$). Πλήθος $n_4 = 8$:

K1(1), K2(1), K3(1), K4(1), K5(1), K6(1), K7(1), K8(1)

$$\bar{\beta} = \frac{n_1 \times 1 \times 5 + n_2 \times 2 \times 4 + n_3 \times 3 \times 3 + n_4 \times 4 \times 2 + n_5 \times 5 \times 1}{5n_1 + 4n_2 + 3n_3 + 2n_4 + n_5} \rightarrow \bar{\beta} = 4.0$$

$$0.10 < \alpha_{T,X} = 0.25 < 0.50 \rightarrow \beta_{\text{τελ},X} = 4.4$$

Διεύθυνση: Z

$$\alpha_{T,Z} = 0.51 > 0.50 \rightarrow \beta_{\text{τελ},Z} = 5.0$$

Πίνακας 4.10: Υπολογισμός του κριτηρίου 9 των κοντών υποστυλωμάτων.

5

Παράρτημα Α

Δελτίο Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΔΕΛΤΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ [1η Έκδοση 2018]

A. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: -	
2. ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: -	
3. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: -	
	ΤΚ: - ΤΗΛ: -
4. ΟΝΟΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ: -	
5. ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ: -	
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΙΟΚΤΗΤΗ: -	
7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΤΗ: -	

B. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1. ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ: 5	ΥΠΟΓΕΙΩΝ: 0
2. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΤΩΨΗΣ: 225 τ.μ.	
3. ΟΛΙΚΗ ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 1125 τ.μ.	
4. ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1988	
5. ΕΤΟΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ: -	
6. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗ: -	
7. ΕΧΕΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΕΙ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟ ;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☒
8. ΕΧΕΙ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΘΕΙ/ΕΝΙΣΧΥΘΕΙ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ;	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☒
9. ΑΝ ΝΑΙ ΓΙΑ ΠΟΙΑ ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΠΟΤΕ: -	
10. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ: -	

Γ. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
1. ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (κατά ΕΚ-8):	Z1 ☒ Z2 ☐ Z3 ☐
2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ (κατά ΕΚ-8):	A ☐ B ☒ C ☐ D ☐ E ☐ S ☐
3. ΠΙΘΑΝΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΤΟΠΙΚΗΣ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ:	ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☒

Δ. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ V_{req} ($V_{req,x}$, $V_{req,y}$)	
1. $V_{req} = M \times S_d(T)$ κατά ΕΚ-8	
2. Συντελεστής συμπεριφοράς, ανάλογα με τη στάθμη επιτελεστικότητας	$q_x = 1.70$ $q_y = 2.30$
3.	$V_{req,x} = 6598.8 \text{ kN}$ $V_{req,y} = 4877.4 \text{ kN}$

Ε. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ χ ($V_{Rx} - V_{Ry}$) $V_R = \beta V_{R0}$			
1. ΒΛΑΒΕΣ ΣΤ ΑΤΙΚΗ Σ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ	$\beta_{1x} = 5$	$\beta_{1y} = 5$	
2. ΟΞΕΙΔΩ ΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ	$\beta_{2x} = 5$	$\beta_{2y} = 5$	
3. ΜΕΓΕΘΟΣ Α ΝΗΓΜΕΝΟΥ Α ΞΟΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	$\beta_{3x} = 1$	$\beta_{3y} = 1$	
4. ΜΕΓΕΘΟΣ Α ΝΗΓΜΕΝΟΥ Α ΞΟΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	$\beta_{4x} = 5$	$\beta_{4y} = 5$	
5. ΚΑΤΑ ΝΟΜΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ Σ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ - ΣΤ ΡΕΨΗ	$\beta_{5x} = 1$	$\beta_{5y} = 5$	
6. ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΜΗ /ΟΨΗ	$\beta_{6x} = 5$	$\beta_{6y} = 5$	
7. ΚΑΤΑ ΝΟΜΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ Σ ΚΑΘ' ΥΨ ΟΣ – ΜΑΛΑΚΟΣ Ο ΡΟΦΟΣ	$\beta_{7x} = 1$	$\beta_{7y} = 2$	
8. ΚΑΤΑ ΝΟΜΗ ΜΑΖΑΣ ΚΑΘ' ΥΨ ΟΣ	$\beta_{8x} = 5$	$\beta_{8y} = 5$	
9. ΚΟΝΤΑ ΥΠΟ ΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	$\beta_{9x} = 4$	$\beta_{9y} = 5$	
10. ΚΑΤΑΚΟ ΡΥΦΕΣ Α ΣΥΝΕΧΕΙΕΣ	$\beta_{10x} = 4$	$\beta_{10y} = 4$	
11. ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΔΥΝ ΑΜΕΩΝ	$\beta_{11x} = 5$	$\beta_{11y} = 5$	
12. ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ	$\beta_{12x} = 3$	$\beta_{12y} = 5$	
13. ΚΑΚΟ ΤΕΧΝΙΕΣ, ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ	$\beta_{13x} = 5$	$\beta_{13y} = 5$	
14. $\beta = \sum \frac{\sigma_i \beta_i}{5}$	$\beta_x = 0.70$	$\beta_y = 0.86$	
15.	$V_{R0,x} = 1579.9 \text{ kN}$	$V_{R0,y} = 1924.1 \text{ kN}$	
16.	$V_{Rx} = \beta_x V_{R0,x} = 1105.93 \text{ kN}$	$V_{Ry} = \beta_y V_{R0,y} = 1654.73 \text{ kN}$	

ΣΤ. ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ λ			
$\lambda_x = 5.03$	$\lambda_y = 3.45$	$\lambda = 503$	
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ $\lambda_{τελ}$.		$\lambda_{τελ} = \lambda_1 * \lambda = 503$	

Ζ. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	
1. ΟΝ/ΜΟ: -	2. ΟΝ/ΜΟ: -
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: -	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: -
ΤΗΛΕΦΩΝΟ: -	ΤΗΛΕΦΩΝΟ: -
ΥΠΟ ΓΡΑΦΗ	ΥΠΟ ΓΡΑΦΗ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ :	

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

6

Βιβλιογραφία

- [1] **ΟΑΣΠ**, «Δευτεροβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα», Αθήνα, Μάιος 2018.
- [2] **ΟΑΣΠ**, «Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ), 2^η αναθεώρηση», Αθήνα, 2017.
- [3] **Michaela Vasileiadi, Stefanos Dritsos**, “An Approximate Method to Assess the Seismic Capacity of Existing RC Buildings”, COMPDYN 2019, Crete, Greece, 24-26 June 2019.
- [4] **Μιχαέλα Βασιλειάδη**, «Προσεγγιστική Μέθοδος προσεισμικού ελέγχου – Συγκρίσεις με Ανελαστική Στατική Ανάλυση», 25^ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών, Πάτρα, Φεβρουάριος 2019.