

ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΓΚΑΡΣΙΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΕΛΕΓΧΟ ΚΑΤΑ ΟΑΣΠ

ΚΑΡΑΜΑΝΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός της απόκρισης (σε όρους μετακινήσεων και γωνιακών παραμορφώσεων) κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία παρουσία σεισμικής έντασης. Στόχος της εργασίας είναι να διερευνηθεί πως επηρεάζεται η απόκριση μιας κατασκευής από φέρουσα τοιχοποιία από την ύπαρξη διαφραγματικής λειτουργίας, το πλήθος των ορόφων, την ασυμμετρία της κάτοψης και τον βαθμό σύνδεσης μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων της. Για τον σκοπό αυτό μελετώνται δύο τύποι κτιρίων, τα ιδεατά συμμετρικά κτίρια και τα ιδεατά ασύμμετρα κτίρια. Κάθε τύπος κτιρίου αποτελείται από τρεις διαφορετικές κατηγορίες κτιρίων, τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον βαθμό σύνδεσης μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων τους. Ακόμη, για κάθε κτίριο υπολογίζεται η εκτιμήτρια σεισμικής αντίστασης R της προσεγγιστικής μεθόδου του ΟΑΣΠ, η οποία στη συνέχεια συγκρίνεται με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση προκειμένου να διερευνηθεί η αξιοπιστία της μεθόδου. Η ανάλυση των κατασκευών πραγματοποιείται με τη χρήση του προγράμματος ETABS 2015.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τοιχοποιία είναι από τα αρχαιότερα δομικά υλικά. Είναι ένα σύνθετο υλικό με βασικά συστατικά της τους πλίνθους και το συνδετικό κονίαμα, έχει σχετικά χαμηλές αντοχές και εμφανίζει ψαθυρή συμπεριφορά, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη αύξησης των διατομών και του κόστους του φέροντα οργανισμού και περιορίζει τον αριθμό των ορόφων ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλή σεισμικότητα. Μέσα στο παγκόσμιο ρεύμα που παρατηρείται διεθνώς τα τελευταία χρόνια για τη συντήρηση και ανάδειξη της οικιστικής πολιτιστικής κληρονομιάς δόθηκε έμφαση στην έρευνα της μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των μνημείων και διατηρητέων κτιρίων και συνόλων είναι κτίσματα από φέρουσα τοιχοποιία. Ταυτόχρονα με την προσπάθεια αυτή αναδείχθηκαν και τα ξεχασμένα μέχρι πρότινος πλεονεκτήματα που παρέχει η τοιχοποιία στις κατασκευές, όπως η θερμομόνωση και η πυρασφάλεια αλλά και η αντοχή στο χρόνο σε συνδυασμό με το καλαίσθητο αποτέλεσμα.[1]

1.2 ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (R) ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Στη σεισμική αντίσταση (Resistance) “ R ” του κτιρίου συμβάλλουν διάφορες “παράμετροι αντίστασης” που κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη ανήκουν οι παράμετροι που αφορούν την αντοχή των τοίχων, καθ’ αυτούς, όπως υλικό, πάχη, ποσοστά και θέσεις ανοιγμάτων, διαθέσιμα διαζώματα, υφιστάμενες τυχόν βλάβες. Στη δεύτερη κατηγορία υπάγονται τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην συνεργασία συνόλου, δηλαδή σύνδεση και αποστάσεις εγκάρσιων τοίχων, διαθέσιμα διαφράγματα, καθώς και η αποτίμηση της κανονικότητας του κτιρίου σε κάτοψη και καθ’ ύψος.

Ο σχετικός αλγόριθμος για τον υπολογισμό της τιμής “ R ” για το συγκεκριμένο κτίριο, περιλαμβάνει για κάθε επιμέρους παράμετρο συμβατικούς συντελεστές βαρύτητας “ η_i ”. Οι συντελεστές αυτοί αποπειρώνται να εκφράσουν την συνέργεια των παραμέτρων αντίστασης αντί για την απλή άθροιση των τιμών κάθε παραμέτρου.[1]

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

Για την αποτίμηση των κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία απαιτείται ο προσδιορισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών της, δηλαδή : θλιπτική αντοχή, μέτρο ελαστικότητας, λόγος Poisson και μέτρο διάτμησης που υπολογίζονται από τις σχέσεις του Τάσιου. Τα κτίρια μας αποτελούνται από άοπλη αργολιθοδομή. Όσον αφορά τη θλιπτική αντοχή του κονιάματος και των λιθοσωμάτων, που δομούν την τοιχοποιία, επιλέγονται οι τιμές 1.5 και 77MPa αντιστοίχως.[2],[3]

- **Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας**

Για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής πρέπει αρχικά να υπολογιστεί ο συντελεστής ξ από την εξίσωση:

$$\xi = \frac{1}{1+3.5(K-K_0)} = \frac{1}{1+3.5(0.3-0.1)} = 0.588 \quad (2.1)$$

όπου επιλέχθηκε $K=0.3$ και για ημιλαξευτούς λίθους $K_0=0.1$

Η θλιπτική αντοχή υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$f_{wc} = \xi \left(\left(\frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} - \alpha \right) + \beta * f_{mc} \right) = 0.588 \left(\left(\frac{2}{3} \sqrt{77} - 1.5 \right) + 0.5 * 1.5 \right) \rightarrow f_{wc} = 3 \text{MPa} \quad (2.2)$$

όπου επιλέχθηκαν οι τιμές $\alpha=1.5$ για ημιλαξευτούς λίθους και $\beta=0.5$ για λιθοδομή

- **Προσδιορισμός μέτρου ελαστικότητας (E)**

Το μέτρο ελαστικότητας προσδιορίζεται θεωρώντας $\alpha=800$ από την εξίσωση:

$$E = \alpha * f_{wc} = 800 * 3 = 2400 \text{MPa} \quad (2.3)$$

- **Προσδιορισμός λόγου Poisson (ν)**

Ο λόγος Poisson υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\nu = 0.5 - 0.1 \sqrt[4]{3} = 0.5 - 0.1 \sqrt[4]{3} = 0.37 \quad (2.4)$$

- **Προσδιορισμός μέτρου διάτμησης (G)**

Το μέτρο διάτμησης προσδιορίζεται σαν συνάρτηση του μέτρου ελαστικότητας και του λόγου Poisson από την εξίσωση:

$$G = E/2[(1+\nu)] = 2400/[2(1+0.37)] = 875.91 \text{MPa} \quad (2.5)$$

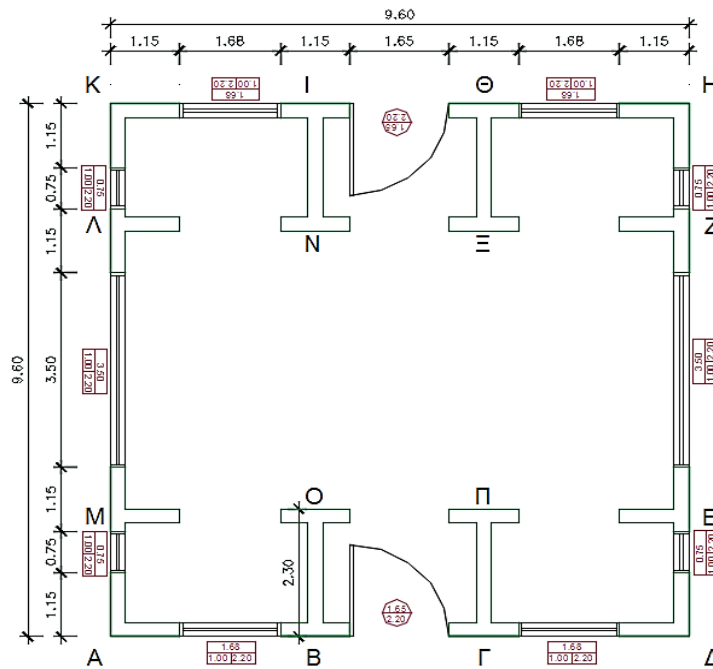
2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτίμηση των κτιρίων αποτελεί ο προσδιορισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών τους. Τα απαραίτητα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε κτιρίου είναι οι θέσεις και τα πάχη των εσωτερικών και εξωτερικών φερόντων τοίχων και η θέση και οι διαστάσεις των ανοιγμάτων, και προσδιορίζονται μέσω των κατόψεων των τυπικών ορόφων.

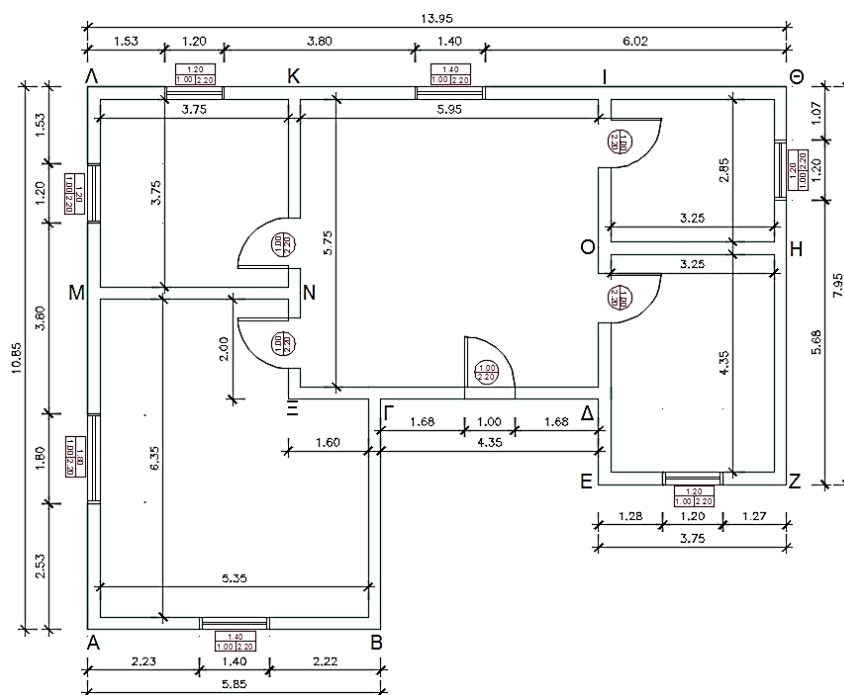
Όπως έχει προαναφερθεί, μελετώνται δύο ομάδες κτιρίων από άοπλη αργολιθοδομή: α) ιδεατά συμμετρικά κτίρια και β) ιδεατά ασύμμετρα κτίρια. Κάθε ομάδα κτιρίων αποτελείται από τρεις διαφορετικούς τύπους κτιρίων, τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την σύνδεση μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων τους. Συγκεκριμένα, τα κτίρια ΣΑ και ΑΣΑ διαθέτουν επαρκή σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις τους. Στα κτίρια ΣΒ και ΑΣΒ οι περιμετρικοί τοίχοι είναι επαρκώς συνδεδεμένοι μεταξύ τους, όχι όμως και με τους εσωτερικούς, ενώ στα

κτίρια ΣΓ και ΑΣΓ υπάρχει ανεπαρκής σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις τους. Στα κτίρια αυτά επιλέγεται να διερευνηθεί η επιρροή της διαφραγματικής λειτουργίας και του πλήθους ορόφων. Ακόμη, σε όλα τα υπό εξέταση κτίρια το τυπικό ύψος ορόφου θεωρήθηκε 3.20 m και η ποδιά και το πρέκι των ανοιγμάτων θεωρήθηκαν αντίστοιχα ίσα με 1.00 m και 2.20 m. Η κάτοψη του τυπικού ορόφου ισχύει χωρίς καμία αλλαγή για όλα τα κτίρια και για όλες τις στάθμες των ορόφων τους. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι κατόψεις των τυπικών ορόφων των συμμετρικών και ασύμμετρων κτιρίων.

ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ



Σχήμα 2.1: Κάτοψη τυπικού ορόφου συμμετρικών κτιρίων



Σχήμα 2.2: Κάτοψη τυπικού ορόφου ασύμμετρων κτιρίων

2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

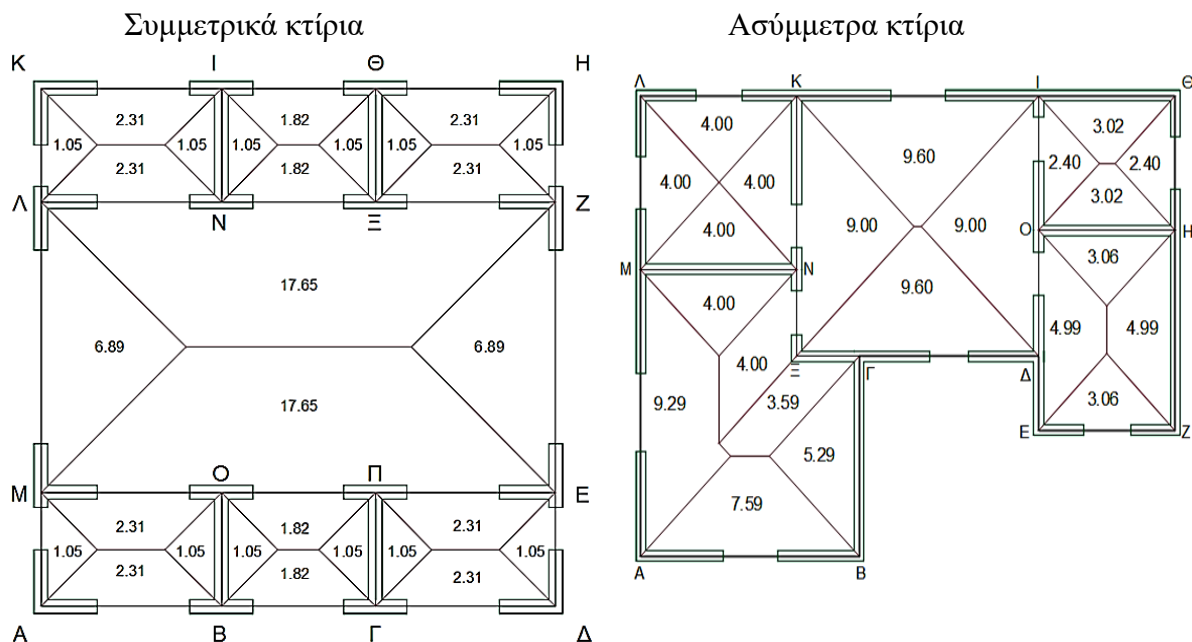
Τα κτίρια καταπονούνται από δύο ειδών φορτία, τα μόνιμα και τα κινητά.

Μόνιμα φορτία (G): Αποτελούνται από το ίδιο βάρος της κατασκευής και το φορτίο των επικαλύψεων των δαπέδων. Το ίδιο βάρος της κατασκευής υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα μέσω του ειδικού βάρους της τοιχοποιίας γ ($\gamma=24 \text{ kN/m}^3$) καθώς έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της. Το φορτίο των επικαλύψεων επιλέχθηκε 2 kN/m^2 .

Κινητά φορτία (Q): Τα κινητά φορτία της κατασκευής θεωρήθηκαν ίσα με 2 kN/m^2 .

Η κατανομή των φορτίων στους φέροντες τοίχους των κατασκευών έγινε σύμφωνα με τις επιφάνειες επιρροής (m^2). Συγκεκριμένα υπολογίζεται το εμβαδόν επιρροής που αντιστοιχεί σε κάθε τοίχο και διαιρείται με το μήκος του τοίχου.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ



2.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Κατά την προσομοίωση :

- ✓ Η στήριξη των κτιρίων στη στάθμη θεμελίωσης θεωρήθηκε αρθρωτή.
- ✓ Επιλέχθηκε θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας $f_{wc}=3\text{MPa}$ και ειδικό βάρος $\gamma=24 \text{ kN/m}^3$.
- ✓ Για τον υπολογισμό του μέτρου ελαστικότητας E της τοιχοποιίας επιλέχθηκε συντελεστής $\alpha=800$.
- ✓ Η προσομοίωση των τοίχων έγινε με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία 6 βαθμών ελευθερίας τύπου κελύφους (shell elements) με μέγεθος $0.50 \times 0.50 \text{m}$.
- ✓ Δεν πραγματοποιήθηκε προσομοίωση των πατωμάτων. Για τη μεταβίβαση των φορτίων τους στους φέροντες τοίχους χρησιμοποιήθηκαν γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία τύπου δοκού (frame elements) με διαστάσεις $0.15 \times 0.15 \text{m}$ στις στάθμες των ορόφων. Τα πατώματα θεωρήθηκαν πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος με $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$.
- ✓ Η προσομοίωση της ανεπαρκούς σύνδεσης μεταξύ των τοίχων πραγματοποιήθηκε θεωρώντας μια πολύ μικρή σε μήκος λωρίδα ($0,05 \text{m}$) πεπερασμένων στοιχείων με τα εξής μηχανικά χαρακτηριστικά :

- Θλιπτική αντοχή: $f_{wc}' = 0,03 \text{ MPa}$
- Μέτρο Ελαστικότητας: $E = \alpha * f_{wc}' = 800 * 0,03 = 24 \text{ MPa}$

- ✓ Η διαφραγματική λειτουργία των πατωμάτων ορίστηκε μέσω κατάλληλης δέσμησης των κόμβων στη στάθμη κάθε ορόφου.
- ✓ Ο ορισμός του φάσματος έγινε σύμφωνα με τον Eurocode 8-2004 όπου :
 - Ο τύπος εδάφους είναι Β.
 - Ο συντελεστής συμπεριφοράς $q=1.50$.
 - Η ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας είναι τύπου ΙΙ.
 - Η επιτάχυνση του εδάφους είναι 0.24.
 - Ο συντελεστής θεμελίωσης είναι 1.2.
- ✓ Ορίστηκαν οι εξής συνδυασμοί φόρτισης : $G+0.3Q\pm E_x\pm 0.3E_y$ (Σεισμός X) και $G+0.3Q\pm E_y\pm 0.3E_x$ (Σεισμός Y).
- ✓ Η συνολική ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής προκύπτει από το συνδυασμό $G+0.3Q$ για τα κατακόρυφα φορτία.
- ✓ Τα φορτία που εισήχθησαν στο πρόγραμμα είναι τα εξής:
 - Μόνιμα φορτία : ίδιο βάρος πλάκας $G_{\text{ΠΛΑΚΑΣ}}=\gamma_{\text{σκυρ}}*h_f=25*0.15=3.75 \text{ kN/m}^2$ και ίδιο βάρος δαπέδων 2 kN/m^2 .
 - Κινητά φορτία : για εσωτερικούς χώρους 2 kN/m^2

2.5 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ (R) ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Κατά τον υπολογισμό της σεισμικής αντίστασης κτιρίου (R) της μεθόδου ΟΑΣΠ :

- ✓ Κατά τον υπολογισμό του δείκτη διατμητικής αντίστασης ισογείου (R_1) θεωρήθηκε καλή πλοκή λιθοσωμάτων και όχι σοβαρή αποσάθρωση του κονιάματος, άρα ο μειωτικός συντελεστής $\lambda_m=1$. Επίσης, επιλέχθηκε ασβεστοκονίαμα ως τύπος κονιάματος δόμησης, άρα ο συντελεστής τύπου φέρουσας τοιχοποιίας m προέκυψε ίσος με 0.5.
- ✓ Θεωρήθηκε απουσία διαζωμάτων, άρα ο δείκτης διαζωμάτων (R_3) πάρθηκε ίσος με 0.5.
- ✓ Θεωρήθηκε απουσία βλαβών στην τοιχοποιία, άρα ο δείκτης παθολογίας φερουσών τοιχοποιιών (R_6) πάρθηκε ίσος με 1.

2.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΚΤΙΡΙΑ		ΠΑΧΟΣ	ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ	ΟΡΟΦΟΣ	ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	R7
ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ(Σ)	ΣΑ	0.25m	3MPa	ΣΑ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	1.00
				ΣΑ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΣΑ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
	ΣΒ	0.25m	3MPa	ΣΒ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	0.80
				ΣΒ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΣΒ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
	ΣΓ	0.25m	3MPa	ΣΓ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	0.40
				ΣΓ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΣΓ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
ΑΣΥΜΜΕΤΡΑ(ΑΣ)	ΑΣΑ	0.25m	3MPa	ΑΣΑ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	1.00
				ΑΣΑ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΑΣΑ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
	ΑΣΒ	0.25m	3MPa	ΑΣΒ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	0.80
				ΑΣΒ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΑΣΒ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
	ΑΣΓ	0.25m	3MPa	ΑΣΓ1	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	0.40
				ΑΣΓ2	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	
				ΑΣΓ5	ΧΩΡΙΣ ΜΕ	

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα υπό μελέτη κτίρια αναλύονται για δράση σεισμού κατά τις διευθύνσεις X και Y σύμφωνα με τους σεισμικούς συνδυασμούς $G+0.3Q\pm E_x\pm 0.3E_y$ (Σεισμός X) και $G+0.3Q\pm 0.3E_x\pm E_y$ (Σεισμός Y). Τα αποτελέσματα των μέγιστων μετακινήσεων κάθε κατασκευής παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων. Οι πίνακες αναφέρονται στις εκτός και εντός επιπέδου μετακινήσεις όλων των κτιρίων με πλήθος ορόφων από 1 έως 5 και για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης, παρουσία και έλλειψη διαφράγματος. Οι πραγματικές μετατοπίσεις των κατασκευών προσδιορίστηκαν με πολλαπλασιασμό των μετακινήσεων που προέκυψαν από τις αναλύσεις με το συντελεστή συμπεριφοράς $q = 1.5$. Ακόμη, παρουσιάζεται ο συντελεστής εδ ο οποίος αντιπροσωπεύει τον βαθμό επιρροής της διαφραγματικής λειτουργίας της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και λαμβάνεται ως ο λόγος των μετακινήσεων χωρίς καθόλου διάφραγμα προς τις μετακινήσεις παρουσία διαφράγματος. Ο εδ υπολογίζεται ανά όροφο σε κάθε κτίριο και για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης. Με βάση τις μέγιστες μετακινήσεις των κατασκευών προκύπτουν οι γωνιακές παραμορφώσεις ανά όροφο για δράση σεισμού εντός και εκτός επιπέδου του εκάστοτε τοίχου σύμφωνα με τον εξής τύπο:

$$\text{Γωνιακή παραμόρφωση} = \frac{u_{\text{κορυφής ορόφου}} - u_{\text{βάσης ορόφου}}}{h} \quad (3.1)$$

Όπου:

h: τυλικό ύψος ορόφου

u_{κορυφής ορόφου}: η μετακίνηση στην κορυφή του κρίσιμου τοίχου ανά όροφο

u_{βάσης ορόφου}: η μετακίνηση στη βάση του κρίσιμου τοίχου ανά όροφο

➤ Αποτελέσματα Συμμετρικών Κτιρίων

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΣΑ1	12	0,75	3,45	0,6	16,00	5,75	1,2	0,75	1,05	0,6	1,60	1,75
ΣΑ2	11,25	2,4	4,65	2,25	4,69	2,07	3	2,4	3,9	2,25	1,25	1,73
	27,3	4,2	12,6	4,65	6,50	2,71	5,1	4,2	9,45	4,65	1,21	2,03
ΣΑ5	12	6,75	7,8	6,75	1,78	1,16	8,85	6,75	7,65	6,75	1,31	1,13
	26,7	15,45	23,4	16,95	1,73	1,38	19,8	15,45	22,65	16,95	1,28	1,34
	40,65	24	43,05	27,75	1,69	1,55	30,45	24	41,55	27,75	1,27	1,50
	52,8	31,5	64,2	37,5	1,68	1,71	39,6	31,5	61,8	37,5	1,26	1,65
	69,9	37,05	87	45,6	1,89	1,91	46,65	37,05	82,5	45,6	1,26	1,81

Πίνακας 3.1: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΣΑ

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΣΒ1	14,25	0,9	3,9	0,75	15,83	5,20	1,65	0,9	1,5	0,75	1,83	2,00
ΣΒ2	14,1	2,7	5,55	2,55	5,22	2,18	3,9	2,7	4,65	2,55	1,44	1,82
	32,25	4,65	14,25	4,95	6,94	2,88	6,6	4,65	11,25	4,95	1,42	2,27
ΣΒ5	15,6	7,2	9,75	7,35	2,17	1,33	10,5	7,2	9,3	7,35	1,46	1,27
	32,85	16,2	28,5	17,85	2,03	1,60	22,65	16,2	26,4	17,85	1,40	1,48
	49,05	25,05	51,9	28,95	1,96	1,79	34,2	25,05	47,4	28,95	1,37	1,64
	63	32,7	76,8	38,85	1,93	1,98	43,95	32,7	69,6	38,85	1,34	1,79
	82,2	38,4	99,45	47,1	2,14	2,11	51,3	38,4	92,1	47,1	1,34	1,96

Πίνακας 3.2: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΣΒ

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΣΓ1	14,25	0,9	3,9	0,9	15,83	4,33	1,65	0,9	1,5	0,9	1,83	1,67
ΣΓ2	14,1	2,85	5,7	2,85	4,95	2,00	4,05	2,85	4,8	2,85	1,42	1,68
	32,4	4,95	14,55	5,4	6,55	2,69	6,75	4,95	11,55	5,4	1,36	2,14
ΣΓ5	16,2	7,5	10,2	7,95	2,16	1,28	11,1	7,5	9,9	7,95	1,48	1,25
	34,05	16,95	29,7	19,2	2,01	1,55	23,7	16,95	27,75	19,2	1,40	1,45
	50,7	26,1	53,85	30,75	1,94	1,75	35,7	26,1	49,8	30,75	1,37	1,62
	64,8	33,9	79,35	41,25	1,91	1,92	45,6	33,9	73,05	41,25	1,35	1,77
	83,85	39,75	102,75	49,65	2,11	2,07	53,1	39,75	96,15	49,65	1,34	1,94

Πίνακας 3.3: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΣΓ

➤ Αποτελέσματα Ασύμμετρων Κτιρίων

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΑΣΑ1	18,9	0,3	16,65	0,3	63,00	55,50	0,45	0,3	0,6	0,3	1,50	2,00
ΑΣΑ2	12,6	1,5	12,15	1,5	8,40	8,10	1,05	1,5	2,4	1,5	0,70	1,60
	30,15	2,55	29,55	2,55	11,82	11,59	2,1	2,55	4,65	2,55	0,82	1,82
ΑΣΑ5	14,55	4,95	15,3	4,65	2,94	3,29	4,95	4,95	6,6	4,65	1,00	1,42
	28,5	11,1	31,2	10,95	2,57	2,85	11,7	11,1	14,85	10,95	1,05	1,36
	43,8	17,25	46,95	17,4	2,54	2,70	19,35	17,25	23,7	17,4	1,12	1,36
	62,85	22,5	63,45	23,4	2,79	2,71	26,85	22,5	31,65	23,4	1,19	1,35
	99,6	26,4	96,15	28,2	3,77	3,41	33,6	26,4	38,55	28,2	1,27	1,37

Πίνακας 3.4: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΑΣΑ

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΑΣΒ1	19,95	0,45	18,3	0,3	44,33	61,00	0,45	0,45	0,75	0,3	1,00	2,50
ΑΣΒ2	13,95	1,5	14,4	1,5	9,30	9,60	1,35	1,5	3,15	1,5	0,90	2,10
	33	2,7	34,5	2,7	12,22	12,78	2,55	2,7	5,55	2,7	0,94	2,06
ΑΣΒ5	16,35	5,25	18,9	4,95	3,11	3,82	5,85	5,25	8,1	4,95	1,11	1,64
	33,6	11,7	38,7	11,55	2,87	3,35	14,1	11,7	18,45	11,55	1,21	1,60
	52,5	18	58,05	18,3	2,92	3,17	23,25	18	29,25	18,3	1,29	1,60
	75,15	23,4	78,3	24,45	3,21	3,20	31,95	23,4	38,55	24,45	1,37	1,58
	114,75	27,3	115,2	29,4	4,20	3,92	40,05	27,3	46,65	29,4	1,47	1,59

Πίνακας 3.5: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΑΣΒ

ΚΤΙΡΙΟ	Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εκτός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ	Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Χ (mm)		Εντός επιπέδου Μετατοπίσεις Σεισμός Υ (mm)		Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Χ	Βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ), Σεισμός Υ
	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα			Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα	Χωρίς Διάφραγμα	Με Διάφραγμα		
ΑΣΒ1	22,05	0,45	18,6	0,45	49,00	41,33	0,45	0,45	0,75	0,45	1,00	1,67
ΑΣΒ2	16,05	1,8	14,4	1,8	8,92	8,00	1,2	1,8	3,15	1,8	0,67	1,75
	36,75	3	34,5	3,3	12,25	10,45	2,4	3	5,85	3,3	0,80	1,77
ΑΣΒ5	18,45	5,7	19,8	5,85	3,24	3,38	6,15	5,7	10,35	5,85	1,08	1,77
	36,9	12,75	39,9	13,5	2,89	2,96	15	12,75	22,65	13,5	1,18	1,68
	55,8	19,8	59,55	21,15	2,82	2,82	24,75	19,8	34,65	21,15	1,25	1,64
	79,05	25,65	78,9	28,05	3,08	2,81	33,9	25,65	45	28,05	1,32	1,60
	120,45	30	133,25	33,45	4,02	3,98	42,45	30	53,1	33,45	1,42	1,59

Πίνακας 3.6: Μετακινήσεις και βαθμός επιρροής διαφράγματος (εδ) κτιρίων ΑΣΓ

4. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΠΛΗΘΟΥΣ ΟΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.

Δύο από τις σημαντικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν τις μετακινήσεις κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία είναι η ύπαρξη διαφράγματος και το πλήθος των ορόφων. Για την διερεύνηση των παραμέτρων αυτών χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.

Για τις εκτός επιπέδου μετακινήσεις ισχύουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ❖ Η ύπαρξη διαφραγματικής λειτουργίας δρα ευνοϊκά στη μείωση των μετατοπίσεων των συμμετρικών και ασύμμετρων κτιρίων και για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης. Όσο αυξάνεται το ύψος των κτιρίων η επιρροή του διαφράγματος μειώνεται, γεγονός το οποίο συνεπάγεται ότι η ύπαρξη διαφράγματος είναι περισσότερο ευεργετική στην

απόκριση των χαμηλών κτιρίων. Στα συμμετρικά χαμηλά κτίρια η επιρροή του διαφράγματος είναι περισσότερο σημαντική για σεισμό κατά X. Ο μέγιστος βαθμός επιρροής διαφράγματος προκύπτει για το κτίριο ΣΑ1 και παίρνει τιμή $\varepsilon_d=16$, ενώ ο ελάχιστος εμφανίζεται στο κτίριο ΣΑ5 και παίρνει τιμή $\varepsilon_d = 1,16$. Όσον αφορά τα ασύμμετρα χαμηλά κτίρια, οι τιμές του ε_d είναι σχετικά κοντά και για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης. Ο μέγιστος βαθμός επιρροής διαφράγματος προκύπτει για το κτίριο ΑΣΑ1 και παίρνει τιμή $\varepsilon_d=63$, ενώ ο ελάχιστος εμφανίζεται στο κτίριο ΑΣΑ5 και παίρνει τιμή $\varepsilon_d = 2,54$.

- ❖ Όσον αφορά την επιρροή του πλήθους των ορόφων, παρατηρείται ότι η αύξηση του ύψους των κτιρίων προκαλεί σημαντική αύξηση των μέγιστων μετατοπίσεών τους. Συγκεκριμένα, συγκρίνοντας τις μετατοπίσεις των μονώροφων κτιρίων με τις μετατοπίσεις της κορυφής των υπόλοιπων κτιρίων διαπιστώνεται ότι οι εκτός επιπέδου μετακινήσεις των συμμετρικών κτιρίων προέκυψαν από 2,3 έως 7,8 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 5,8 έως 76 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Στα ασύμμετρα κτίρια οι μετακινήσεις προέκυψαν από 1,6 έως 9 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 5,3 έως 98 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Ακόμη, παρατηρείται ότι για τον ίδιο όροφο όσο αυξάνεται το ύψος των κτιρίων έχουμε μεγαλύτερες μετατοπίσεις. Εξαιρέση αποτελούν οι εκτός επιπέδου μετακινήσεις που προκύπτουν για συμμετρικά κτίρια χωρίς διάφραγμα και σεισμό κατά X και για ασύμμετρα κτίρια χωρίς διάφραγμα και για τις δύο διευθύνσεις σεισμικής δράσης. Συγκρίνοντας τις μετακινήσεις των μονώροφων κτιρίων με τις μετακινήσεις του πρώτου ορόφου των υπόλοιπων κτιρίων διαπιστώνεται ότι οι μετακινήσεις των συμμετρικών κτιρίων προέκυψαν από 1,3 έως 3,8 φορές μεγαλύτερες για τα μονώροφα κτίρια και από 1,1 έως 11,3 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Στα ασύμμετρα κτίρια οι μετακινήσεις προέκυψαν από 3,3 έως 5 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 1,1 έως 16,5 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα.
- ❖ Από τις τρεις τύπους κτιρίων που εξετάστηκαν, οι οποίοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον βαθμό σύνδεσης μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων τους, συμπεραίνουμε ότι τόσο στα συμμετρικά όσο και στα ασύμμετρα κτίρια οι εκτός επιπέδου μετακινήσεις αυξάνονται με την μείωση του βαθμού σύνδεσης. Ακόμη, η επιρροή του διαφράγματος παρουσιάζεται να είναι ανεξάρτητη του βαθμού σύνδεσης των εγκάρσιων τοίχων, αφού ο βαθμός επιρροής διαφράγματος ε_d παίρνει παρόμοιες τιμές για τα τρία συμμετρικά κτίρια, όπως και για τα τρία ασύμμετρα.

Για τις εντός επιπέδου μετακινήσεις ισχύουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ❖ Στα χαμηλά κτίρια η επιρροή του διαφράγματος για τις εντός επιπέδου μετακινήσεις είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή για τις εκτός επιπέδου μετακινήσεις και για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης. Αντιθέτως, όσο αυξάνεται το ύψος των κτιρίων η ύπαρξη διαφράγματος τείνει να επηρεάζει το ίδιο τις εντός και εκτός επιπέδου μετακινήσεις. Συγκεκριμένα, στα συμμετρικά μονώροφα κτίρια για τις εντός επιπέδου μετακινήσεις οι συντελεστές ε_d προέκυψαν από 4,33 έως 16 φορές μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους συντελεστές για εκτός επιπέδου μετακινήσεις, ενώ στα πενταώροφα από 1,28 έως 1,93 φορές μικρότεροι. Στα ασύμμετρα μονώροφα κτίρια οι συντελεστές ε_d προέκυψαν από 41,33 έως 63 φορές μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους συντελεστές για εκτός επιπέδου μετακινήσεις, ενώ στα πενταώροφα από 2,54 έως 3,17 φορές μικρότεροι. Ακόμη, παρατηρείται ότι η επιρροή του διαφράγματος δεν είναι ευνοϊκή για τα ασύμμετρα διώροφα κτίρια για σεισμό κατά X, καθώς η διαφραγματική λειτουργία προκαλεί αύξηση των μετακινήσεων.

- ❖ Όσον αφορά την επιρροή του πλήθους των ορόφων, παρατηρείται ότι η αύξηση του ύψους των κτιρίων προκαλεί σημαντική αύξηση των μέγιστων μετατοπίσεών τους. Συγκεκριμένα, συγκρίνοντας τις μετατοπίσεις των μονώροφων κτιρίων με τις μετατοπίσεις της κορυφής των υπόλοιπων κτιρίων διαπιστώνεται ότι οι εντός επιπέδου μετακινήσεις των συμμετρικών κτιρίων προέκυψαν από 4 έως 9 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 31,1 έως 78,6 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Στα ασύμμετρα κτίρια οι μετακινήσεις προέκυψαν από 4,7 έως 9 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 60,7 έως 98 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Ακόμη, παρατηρείται ότι για τον ίδιο όροφο όσο αυξάνεται το ύψος των κτιρίων έχουμε μεγαλύτερες μετατοπίσεις. Συγκρίνοντας τις μετακινήσεις των μονώροφων κτιρίων με τις μετακινήσεις του πρώτου ορόφου των υπόλοιπων κτιρίων διαπιστώνεται ότι οι μετακινήσεις των συμμετρικών κτιρίων προέκυψαν από 2,4 έως 3,8 φορές μεγαλύτερες για τα μονώροφα κτίρια και από 6,2 έως 11,3 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα. Στα ασύμμετρα κτίρια οι μετακινήσεις προέκυψαν από 2,3 έως 5 φορές μεγαλύτερες για τα διώροφα κτίρια και από 10,8 έως 16,5 φορές μεγαλύτερες για τα πενταώροφα.
- ❖ Όσον αφορά την επιρροή του βαθμού σύνδεσης μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων των κτιρίων στις εντός επιπέδου μετακινήσεις, τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι σύμφωνα με τα συμπεράσματα που προέκυψαν για τις εκτός επιπέδου μετακινήσεις.

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΚΤΗΜΗΤΡΙΑΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ R ΤΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΟΑΣΠ.

Σύμφωνα με την μεθοδολογία της προσεγγιστικής μεθόδου του ΟΑΣΠ υπολογίζονται οι απαραίτητοι δείκτες για τον προσδιορισμό της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης R των κτιρίων, προκειμένου να συγκριθεί με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση αυτών. Παρακάτω παρατίθενται οι πίνακες με τις τιμές της σεισμικής αντίστασης R των υπό μελέτη κατασκευών. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης R_7 , ο οποίος αντιπροσωπεύει τη σύνδεση μεταξύ εγκάρσιων τοίχων, παίρνει τιμές 1,00 για τα κτίρια ΣΑ & ΑΣΑ, 0,80 για τα κτίρια ΣΒ & ΑΣΒ και 0,40 για τα κτίρια ΣΓ & ΑΣΓ.[1]

Όροφος	Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίων ΣΑ		Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίων ΣΒ		Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίων ΣΓ	
	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα
1 όροφος	0,545	0,565	0,525	0,545	0,485	0,505
2 όροφοι	0,515	0,535	0,495	0,515	0,455	0,475
5 όροφοι	0,497	0,517	0,477	0,497	0,437	0,457

Πίνακας 5.1: Εκτιμήτρια σεισμικής αντίστασης R συμμετρικών κτιρίων

Όροφος	Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίου ΑΣΑ		Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίου ΑΣΒ		Εκτιμήτρια Σεισμικής Αντίστασης (R) κτιρίου ΑΣΓ	
	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα	χωρίς διάφραγμα	με διάφραγμα
1 όροφος	0,51	0,54	0,49	0,52	0,45	0,48
2 όροφοι	0,472	0,502	0,452	0,482	0,412	0,442
5 όροφοι	0,45	0,48	0,43	0,46	0,39	0,42

Πίνακας 5.2: Εκτιμήτρια σεισμικής αντίστασης R ασύμμετρων κτιρίων

- ✓ Οι δείκτες σεισμικής αντίστασης R των κτιρίων με διαφραγματική λειτουργία είναι ελάχιστα μεγαλύτεροι από τους αντίστοιχους χωρίς διαφραγματική λειτουργία. Επομένως, η συμβολή του διαφράγματος στην μείωση των ανεπαρκειών δεν φαίνεται να είναι καθοριστικής σημασίας.
- ✓ Η αύξηση του πλήθους των ορόφων συνεπάγεται με μικρή μείωση των δεικτών R.
- ✓ Όσο μειώνεται ο βαθμός σύνδεσης μεταξύ των εγκάρσιων τοίχων των κτιρίων, μειώνονται και οι δείκτες σεισμικής αντίστασης R, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι κατασκευές με ελλειπείς συνδέσεις είναι πιο εύτρωτες στον σεισμό.

6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΟΑΣΠ

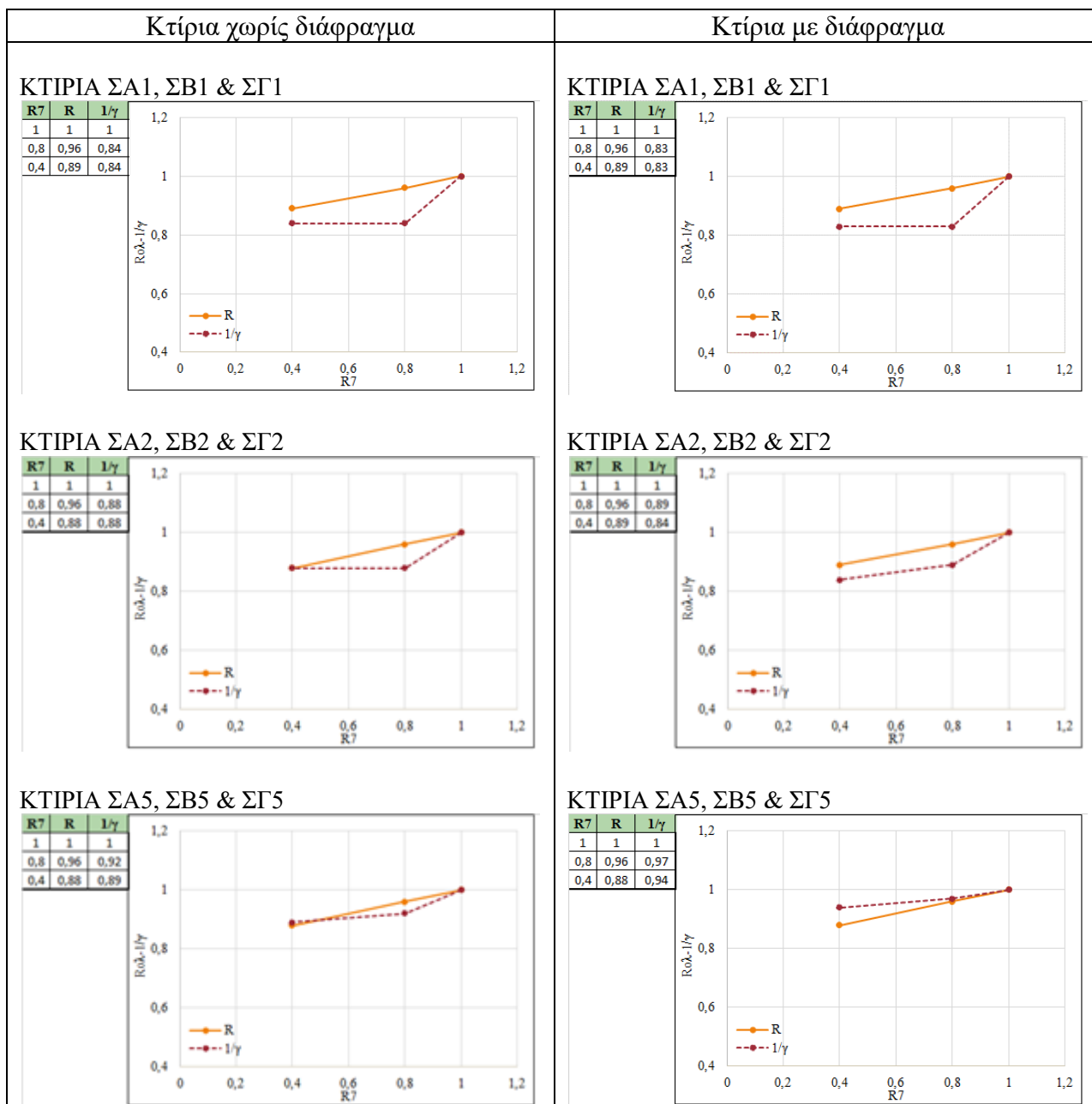
Επιλέγεται να συγκριθεί η εκτιμήτρια σεισμικής αντίστασης R που προκύπτει για κάθε κτίριο με τον λόγο $1/\gamma$, όπου γ η τιμή της μέγιστης γωνιακής παραμόρφωσης κάθε κτιρίου. Επειδή, η τιμή της εκτιμήτριας R που προκύπτει από τη μέθοδο του ΟΑΣΠ αφορά κάθε όροφο του κτιρίου και δε λαμβάνει υπόψη τη διεύθυνση της σεισμικής δράσης, η σύγκριση γίνεται με το αντίστροφο της μέγιστης τιμής των γωνιακών παραμορφώσεων που προκύπτουν για τις δύο διευθύνσεις της σεισμικής δράσης και για εντός και εκτός επιπέδου μετακινήσεις. Ακόμη, για κάθε κτίριο υπολογίζονται ξεχωριστά οι λόγοι $1/\gamma$ στην περίπτωση ύπαρξης ή όχι διαφράγματος. Οι μέγιστες τιμές των γωνιακών παραμορφώσεων προκύπτουν για όλα τα κτίρια χωρίς διάφραγμα για εκτός επιπέδου μετακινήσεις, ενώ παρουσία διαφράγματος οι τιμές των εντός και εκτός επιπέδου γωνιακών παραμορφώσεων συμπίπτουν. Στους πίνακες 6.1 και 6.2 που παρατίθενται παρακάτω δίνονται οι τιμές των μέγιστων γωνιακών παραμορφώσεων και του λόγου $1/\gamma$ για κάθε κτίριο. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα διαγράμματα των κανονικοποιημένων τιμών της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης R και του λόγου $1/\gamma$ που αντιστοιχούν σε κτίρια με ίδιο πλήθος ορόφων, αλλά διαφορετικό δείκτη R₇.

Συμμετρικά Κτίρια					Ασύμμετρα Κτίρια				
ΚΤΙΡΙΟ	χωρίς διάφραγμα		με διάφραγμα		ΚΤΙΡΙΟ	χωρίς διάφραγμα		με διάφραγμα	
	max γ	1/ γ	max γ	1/ γ		max γ	1/ γ	max γ	1/ γ
ΣΑ1	3,75	0,267	0,234	4,274	ΑΣΑ1	5,906	0,169	0,094	10,638
ΣΑ2	5,016	0,199	0,75	1,333	ΑΣΑ2	5,484	0,182	0,469	2,132
ΣΑ5	7,125	0,14	3,375	0,296	ΑΣΑ5	11,484	0,087	2,016	0,496
ΣΒ1	4,453	0,225	0,281	3,559	ΑΣΒ1	6,234	0,16	0,141	7,092
ΣΒ2	5,672	0,176	0,844	1,185	ΑΣΒ2	6,28	0,159	0,469	2,132
ΣΒ5	7,781	0,129	3,469	0,288	ΑΣΒ5	12,375	0,081	2,109	0,474
ΣΓ1	4,453	0,225	0,281	3,559	ΑΣΓ1	6,891	0,145	0,141	7,092
ΣΓ2	5,719	0,175	0,891	1,122	ΑΣΓ2	6,469	0,155	0,563	1,776
ΣΓ5	7,969	0,125	3,609	0,277	ΑΣΓ5	12,938	0,077	2,391	0,418

Πίνακας 6.1: Τιμές μέγιστου γ και λόγου $1/\gamma$ για συμμετρικά κτίρια

Πίνακας 6.2: Τιμές μέγιστου γ και λόγου $1/\gamma$ για ασύμμετρα κτίρια

➤ Συμμετρικά Κτίρια



Σχήμα 6.1: Σύγκριση R & 1/γ για συμμετρικά κτίρια

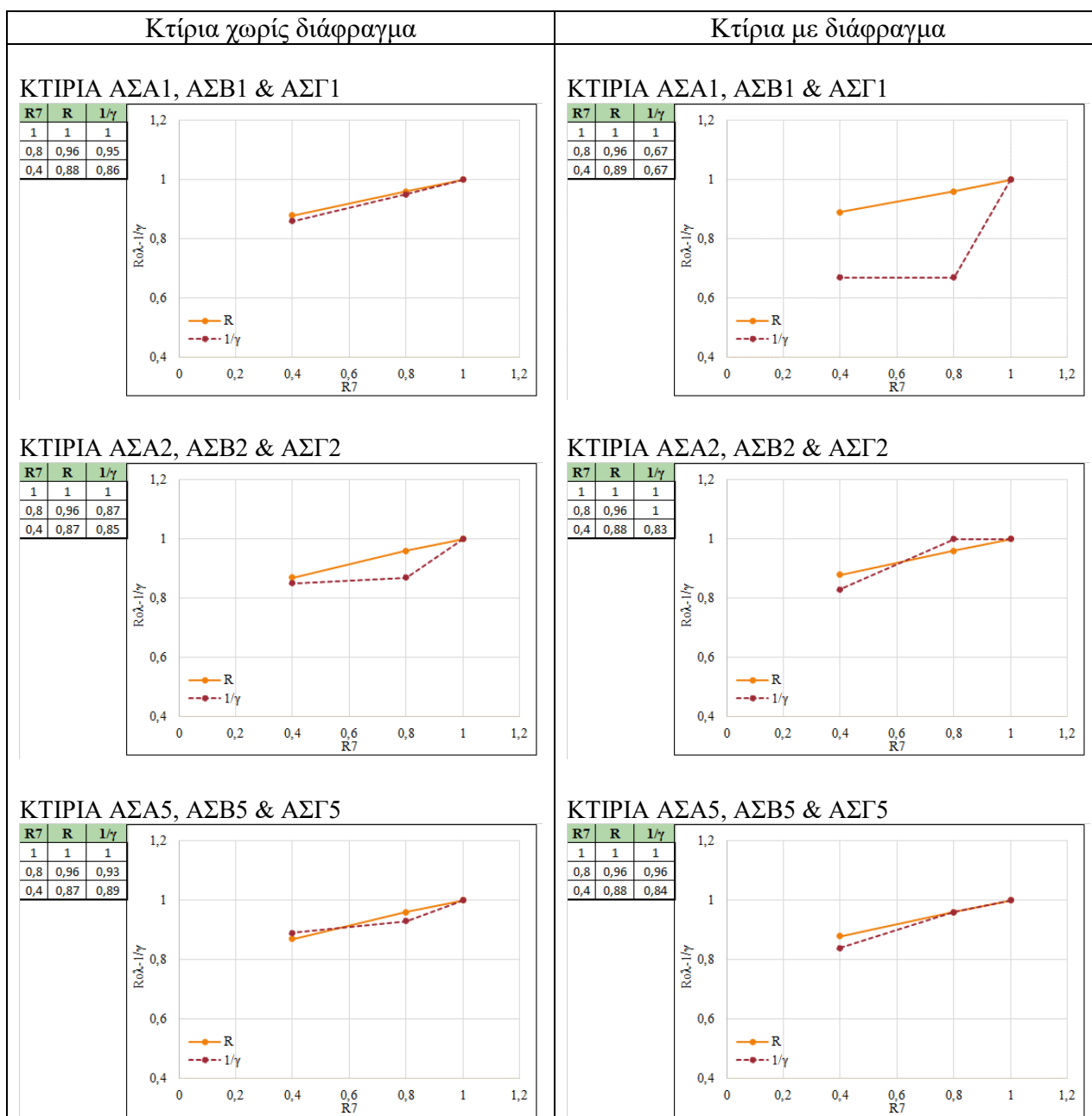
Από τα διαγράμματα του Σχ. 6.1 παρατηρούμε τα εξής :

- ✓ Απουσία διαφράγματος, οι τιμές των δεικτών R και του λόγου 1/γ παρουσιάζουν μικρότερες αποκλίσεις για τα κτίρια ΣΓ ($R_7 = 0.40$) από ότι για τα κτίρια ΣΒ ($R_7 = 0.80$), όπου οι μεταξύ τους διαφορές είναι μεγαλύτερες. Συγκεκριμένα, οι διαφορές του δείκτη R και του λόγου 1/γ για το μονώροφο, το δώροφο και το πενταώροφο κτίριο ΣΓ είναι αντίστοιχα 5%, 0 % και 1%, ενώ για το μονώροφο, το δώροφο και το πενταώροφο κτίριο ΣΒ είναι αντίστοιχα 12%, 8 % και 4%.
- ✓ Παρουσία διαφράγματος, στα κτίρια ΣΓ η απόκλιση μεταξύ του δείκτη R και του λόγου 1/γ είναι σχεδόν σταθερή για όλους τους ορόφους, αφού οι διαφορές τους είναι 6%, 5% και 6% για το μονώροφο, το δώροφο και το πενταώροφο κτίριο αντίστοιχα. Αντιθέτως, στα κτίρια ΣΒ η διαφορά αυτή μεταβάλλεται με την αύξηση του πλήθους των ορόφων και

παίρνει τιμές 13%, 7% και 1% για το μονώροφο, το διάροφο και το πενταώροφο κτίριο αντίστοιχα.

- ✓ Τόσο στα κτίρια χωρίς διάφραγμα, όσο και σε αυτά με διάφραγμα η μεγαλύτερη απόκλιση των δύο τιμών παρουσιάζεται και για τους δύο τύπους κτιρίων στο μονώροφο κτίριο, ενώ με την αύξηση των ορόφων η απόκλιση αυτή μειώνεται. Εξαιρέση αποτελούν τα κτίρια ΣΓ παρουσία διαφράγματος, τα οποία παρουσιάζουν σχετικά σταθερή συμπεριφορά.

➤ Ασύμμετρα Κτίρια



Σχήμα 6.2: Σύγκριση R & 1/γ για ασύμμετρα κτίρια

Από τα διαγράμματα του Σχ. 6.2 παρατηρούμε τα εξής :

- ✓ Απουσία διαφράγματος, στα κτίρια ΑΣΓ ($R_7 = 0.40$) η διαφορά του δείκτη R και του λόγου $1/\gamma$ είναι σταθερή και ίση με 2%, ενώ στα κτίρια ΑΣΒ ($R_7 = 0.80$) η διαφορά αυτή

μεταβάλλεται με την αλλαγή του πλήθους των ορόφων. Συγκεκριμένα, η διαφορά των τιμών του δείκτη R και του λόγου $1/\gamma$ είναι για το μονώροφο κτίριο 1%, για το διώροφο κτίριο 9% και για το πενταώροφο κτίριο 3%.

- ✓ Παρουσία διαφράγματος, τόσο για τα κτίρια ΑΣΒ όσο και για τα κτίρια ΑΣΓ οι τιμές των δεικτών R και των αντίστοιχων λόγων $1/\gamma$ παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις για τα μονώροφα κτίρια, οι οποίες μειώνονται με την αύξηση του ύψους των κτιρίων. Ειδικότερα, η τιμή της διαφοράς του R και του λόγου $1/\gamma$ είναι 29% , 4% και 0% για το μονώροφο, το διώροφο και το πενταώροφο κτίριο ΑΣΒ αντίστοιχα και 22%, 5% και 4% για το μονώροφο, το διώροφο και το πενταώροφο κτίριο ΑΣΓ αντίστοιχα.

7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΟΑΣΠ

Με βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την σύγκριση της προσεγγιστικής μεθόδου του ΟΑΣΠ με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, τα οποία παρουσιάστηκαν διεξοδικά στην ενότητα 6, παρατηρείται πως γενικά ο δείκτης σεισμικής αντίστασης R δεν παρουσιάζει πολύ μεγάλες αποκλίσεις από τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Συγκεκριμένα, κατά την σύγκριση του δείκτη R με το αντίστροφο των μέγιστων γωνιακών παραμορφώσεων ($1/\gamma$), η μεγαλύτερη απόκλιση που προκύπτει για τα συμμετρικά κτίρια είναι 13% και παρουσιάζεται στο κτίριο ΣΒ1 με διάφραγμα. Για τα ασύμμετρα κτίρια η μεγαλύτερη απόκλιση προκύπτει για το κτίριο ΑΣΒ1 με διάφραγμα και παίρνει τιμή 29%. Ωστόσο, η διαδικασία υπολογισμού της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης R επιδέχεται κάποιες διορθώσεις προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη σύγκλιση. Για τον σκοπό αυτό, στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες προτάσεις βελτίωσης της μεθόδου οι οποίες ισχύουν για τα συγκεκριμένα κτίρια που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Διαπιστώνεται ότι στα συμμετρικά κτίρια με περιμετρικούς τοίχους επαρκώς συνδεδεμένους μεταξύ τους, όχι όμως και με τους εσωτερικούς ($R_7 = 0,80$) οι διαφορές μεταξύ του δείκτη R και του λόγου $1/\gamma$ είναι μεγαλύτερες σε σχέση με τις διαφορές που προκύπτουν για τα συμμετρικά κτίρια με ανεπαρκή σύνδεση σε όλες τις διασταυρώσεις ($R_7 = 0,40$). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ενώ ο λόγος $1/\gamma$ παίρνει παρόμοιες τιμές για τους δύο τύπους κτιρίων, ο δείκτης R παίρνει αρκετά μεγαλύτερη τιμή για τα κτίρια ΣΒ σε σχέση με τα κτίρια ΣΓ. Ένας πιθανός τρόπος βελτίωσης της μεθόδου ΟΑΣΠ είναι για κτίρια με περιμετρικούς τοίχους επαρκώς συνδεδεμένους μεταξύ τους, όχι όμως και με τους εσωτερικούς να λαμβάνεται τιμή $R_7 = 0,60$ αντί για $R_7 = 0,80$, καθώς όπως φαίνεται από τα διαγράμματα σύγκρισης για $R_7 = 0,60$ η διαφορά του R με το $1/\gamma$ μειώνεται σημαντικά.

Ακόμη, παρατηρείται πως ο λόγος $1/\gamma$ αυξάνεται σταδιακά με την αύξηση του πλήθους των ορόφων. Εξαιρέση αποτελούν τα ασύμμετρα κτίρια ΑΣΒ2 και ΑΣΓ2 χωρίς διάφραγμα και ΑΣΒ2 με διάφραγμα. Αντιθέτως, ο δείκτης R παίρνει σχεδόν σταθερή τιμή για όλους τους ορόφους, γεγονός στο οποίο οφείλεται και ότι οι μεγαλύτερες αποκλίσεις μεταξύ του δείκτη R και του λόγου $1/\gamma$ παρατηρούνται στα μονώροφα κτίρια, ενώ μειώνονται με την αύξηση των ορόφων, καθώς τις περισσότερες φορές η τιμή του $1/\gamma$ είναι μικρότερη από την τιμή του R . Συνεπώς, ο δείκτης διατημητικής αντίστασης (R_1) του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου που λαμβάνει υπόψη τον αριθμό των ορόφων θα πρέπει να αναθεωρηθεί, αλλά κυρίως να ενσωματωθεί η επιρροή του πλήθους των ορόφων και στους υπόλοιπους δείκτες της εκτιμήτριας σεισμικής αντίστασης.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ο.Α.Σ.Π (Δρίτσος Σ., Ιγνατάκης Χ., Παναγιωτοπούλου Δ., Σπηλιόπουλος Α.), Νοέμβριος 2012.
- [2] Παπαλυμπέρη Κ. Αργυρή, “Επιρροή δομικών χαρακτηριστικών κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία στο βαθμό της σεισμικής τους επάρκειας σύμφωνα με τον EC8 και την προσεγγιστική μέθοδο του ΟΑΣΠ”, Διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Πάτρα Μάρτιος 2015.
- [3] Χουτόπουλος Γ. Πέτρος, “Επιρροή δομικών χαρακτηριστικών κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία στην απόκρισή τους παρουσία σεισμικής έντασης”, Διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Πάτρα Μάρτιος 2015.

