

## Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΣΤΑΜΑΤΑΚΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

### Περίληψη

*Η συνήθης πρακτική στην Ελλάδα ως προς το περίβλημα και την διαμερισμάτωση των κτιρίων είναι η κατασκευή τοίχων πλήρωσης από οπτοπλινθοδομή. Οι τοιχοπληρώσεις δεν θεωρούνται φέροντα στοιχεία των κατασκευών, μολονότι η επιρροή τους στην πλευρική δυσκαμψία, την αντοχή και την πλαστιμότητα των κατασκευών είναι ευρέως αναγνωρισμένη. Ανάλογα με τη διάταξή τους, οι τοιχοπληρώσεις επηρεάζουν τη σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων είτε θετικά είτε αρνητικά. Η προσομοίωσή τους εμφανίζει μεγάλες δυσκολίες και, παρά τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται, οι κανονισμοί συνεκτιμούν μόνο τις δυσμενείς τους επιρροές για το φορέα.*

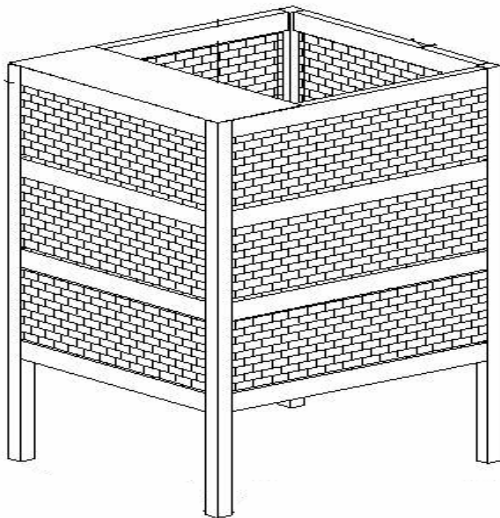
### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αποσαφήνιση του ρόλου των τοίχων πλήρωσης στη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών έχει αποτελέσει αντικείμενο αρκετών ερευνών, μιας και λόγω του μεγάλου μέρους σεισμικής έντασης που παραλαμβάνουν, οι βλάβες τους παρουσιάζουν αντίστοιχα μεγάλο κόστος, τόσο σε ανθρώπινο όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

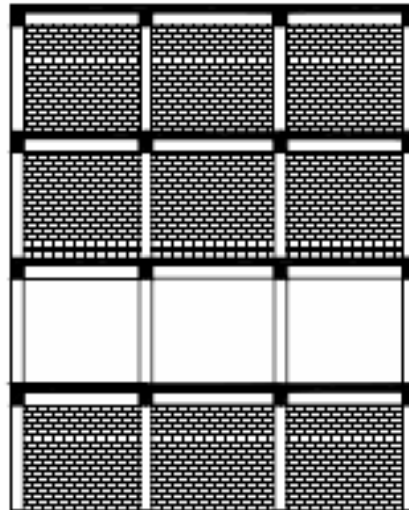
Από τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών έχει προσδιοριστεί σε μεγάλο βαθμό η επιρροή-ευμενής και δυσμενής-των τοιχοπληρώσεων, κάτι που αναγνωρίζεται και από σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς. Οι θετικές επιδράσεις που έχουν διαπιστωθεί είναι η αύξηση της υπεραντοχής και της πλευρικής δυσκαμψίας των κτιρίων, όπως επίσης και η αύξηση της απορροφώμενης ενέργειας[9]. Από την άλλη πλευρά, στις αρνητικές επιδράσεις των τοίχων πλήρωσης καταγράφονται η εμφάνιση “μαλακού ορόφου” είτε στο ισόγειο (πilotή-καταστήματα χωρίς τοιχοπλήρωση) είτε σε ενδιάμεσο μη τοιχοπληρωμένο όροφο (Σχήμα 1 [12],[1],[2]) και η δημιουργία κοντών υποστυλωμάτων (Σχήμα 2 [5])

Η ευμενής επιρροή των τοίχων πλήρωσης καθιστά πλέον σαφές ότι η αλληλεπίδρασή τους με τα πλαίσια σε περίπτωση ισχυρών εδαφικών κινήσεων είναι ένας από τους σοβαρότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αντισεισμική συμπεριφορά των πλαισιακών κατασκευών.

Ωστόσο, η δυσμενής επιρροή των τοιχοπληρώσεων που παρατηρείται, η αβεβαιότητα των χαρακτηριστικών τους και η αβεβαιότητα των χαρακτηριστικών της σύνδεσής τους με τα πλαίσια λόγω των αλληλεπιδράσεων στις διεπιφάνειες τοιχοπλήρωσης-πλαισίου δεν επιτρέπουν μία αξιόπιστη πρόβλεψη της συμπεριφοράς του φορέα[11] και καθιστούν την προσομοίωση δύσκολη έως ανέφικτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι τοίχοι πλήρωσης να μη θεωρούνται φέροντα στοιχεία κατά το σχεδιασμό και να αγνοούνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων. Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ.2000, η ψαθυρότητά τους σε συνδυασμό με την αβέβαιη συμπεριφορά τους υπό ισχυρή και κυκλικού χαρακτήρα σεισμική καταπόνηση, καθιστά αδύνατη τη συνεκτίμησή τους στην ανάληψη σεισμικών φορτίων. Επιβάλλεται, όμως, η αντιμετώπιση ενδεχόμενων δυσμενών επιδράσεών τους στο φέροντα οργανισμό.[3] Καθοριστικός παράγοντας για το πρόσημο του ρόλου των τοιχοπληρώσεων στις κατασκευές αποδεικνύεται η (α)-κανονικότητά τους σε ύψος (όπως είδαμε και πιο πάνω) και σε κάτοψη (περιμετρικά). Οι ασυνέχειες για αρχιτεκτονικούς ή άλλους λόγους είναι σχεδόν αναπόφευκτες, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνουν ακόμα περισσότερο τη δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης και τη συνεκτίμηση των τοίχων πλήρωσης στο σχεδιασμό.

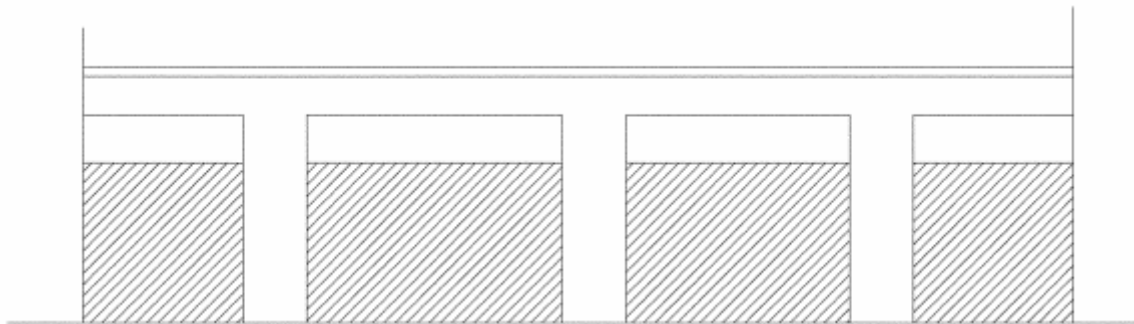


(α) [12]



(β) [1],[2]

**Σχήμα 1** (α) ανοιχτό ισόγειο-πυλωτή (β) διακοπή τοιχοπλήρωσης σε ενδιάμεσο όροφο



**Σχήμα 2** δημιουργία κοντών υποστυλωμάτων [5]

## 2. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η απόλυτη συμμετρία στη διάταξη των τοιχοπληρώσεων είναι αυτή που επιφέρει τη θετικότερη επιρροή στους πλαισιακούς φορείς οπλισμένου σκυροδέματος. Συγκεκριμένα, η ομοιόμορφη κατανομή τους κατά μήκος της περιμέτρου του κτιρίου αυξάνει την αντοχή υπό οριζόντια φόρτιση και την πλευρική δυσκαμψία, οπότε μειώνονται και οι σεισμικές μετακινήσεις, άρα και οι ροπές και τέμνουσες 2ας τάξεως.[4]

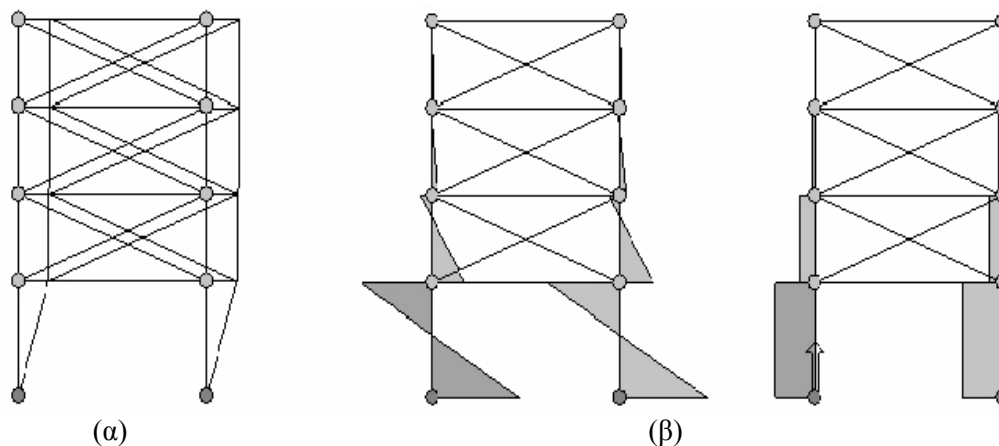
Ωστόσο, το σύνηθες φαινόμενο είναι η ανομοιομορφία και η ασυμμετρία των τοίχων πλήρωσης στις κατασκευές, με επακόλουθο τη δυσμενή τους απόκριση στα σεισμικά φορτία. Διακρίνονται 2 είδη ακανονικότητας.

### 2.1 ΑΣΥΝΕΧΕΙΑ ΚΑΘ' ΥΨΟΣ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, η συγκεκριμένη ασυμμετρία έχει ως συνέπεια το “μαλακό όροφο” και τη δημιουργία κοντών υποστυλωμάτων. Οι κύριες αιτίες της ασυνέχειας είναι η απουσία ισόγειας ή ενδιάμεσης τοιχοπλήρωσης και τα κενά λόγω ανοιγμάτων. Η καθ' ύψος ακανονικότητα δύναται να οδηγήσει σε απότομη μεταβολή από όροφο σε όροφο της διαφοράς μεταξύ απαιτούμενης και διατιθέμενης διατμητικής αντοχής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια αυξημένη απαίτηση πλαστιμότητας στους ορόφους με χαμηλό λόγο διατιθέμενης προς απαιτούμενη διατμητική αντίσταση.[7]

Ο ασθενής όροφος είναι αυτός στον οποίο συγκεντρώνονται οι παραμορφώσεις του φορέα, μιας και οι τοιχοπληρωμένοι όροφοι εμποδίζουν την ανάπτυξη ανελαστικών παραμορφώσεων.[2] Εν προκειμένω, ο ικανοτικός υπολογισμός των υποστυλωμάτων δεν επαρκεί, με τον Ε.Α.Κ.2000 να προτείνει την επιλογή μικτού συστήματος τοιχομάτων και πλαισίων ως μόνο αξιόπιστο μέσο εξασφάλισης ικανοποιητικής μετελαστικής συμπεριφοράς. Στον όροφο, δε, που εμφανίζεται η ασυνέχεια, η υπολογιστική σεισμική ένταση θα αυξάνεται κατά 50%. [5]

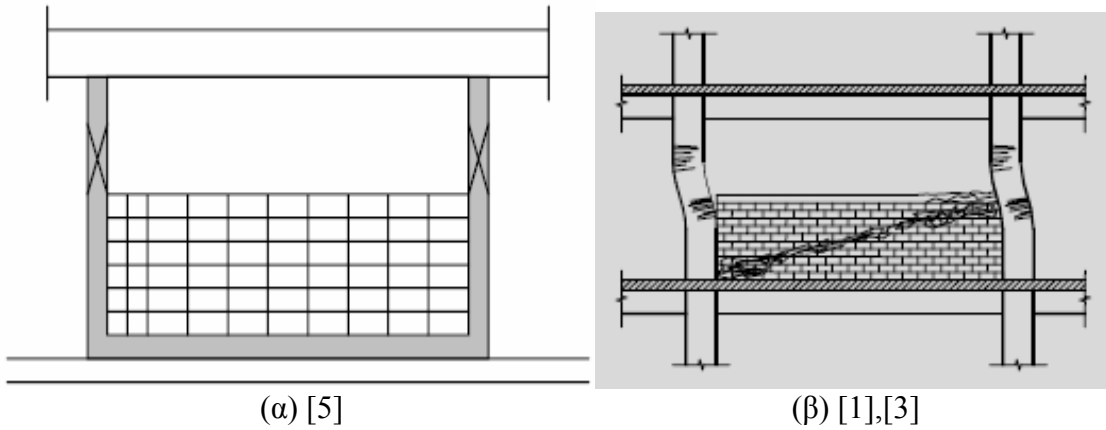
Σε μια απλουστευμένη μοντελοποίηση τοιχοπλήρωσης, δείγμα της δυσκολίας και της πολυπλοκότητας της προσομοίωσης όπως θα διαπιστώσουμε στη συνέχεια, ο Πολιτικός Μηχανικός Φώτιος Μπιζας επιχειρεί να αναδείξει τις συνέπειες αγνόησης των τοιχοπληρώσεων στον αντισεισμικό υπολογισμό στην περίπτωση διακοπής της πλήρωσης της κατασκευής και συγκεκριμένα στο ελεύθερο ισόγειο, εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης καμπτικών ροπών και τεμνουσών δυνάμεων στα άκρα των υποστυλωμάτων του. Εξομοιώνοντας τις τοιχοπληρώσεις με χιαστί δεσμικές ράβδους (Σχήμα 3α [12]) και θεωρώντας το-συνήθως άγνωστο-μέτρο ελαστικότητάς τους ίδιο με αυτό του σκυροδέματος, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο υπολογισμός του χωρικού πλαισίου με ελεύθερο ισόγειο χωρίς συνυπολογισμό των τοιχοπληρώσεων των ορόφων υποτιμά την καταπόνηση των στύλων του ισόγειου ενώ υπερτιμά την καταπόνηση των στύλων των ορόφων.[12]



Σχήμα 3 [12]

(α) ιδιομορφή με τοιχοράβδους (β) διαγράμματα M-Q για σεισμική διέγερση κατά X

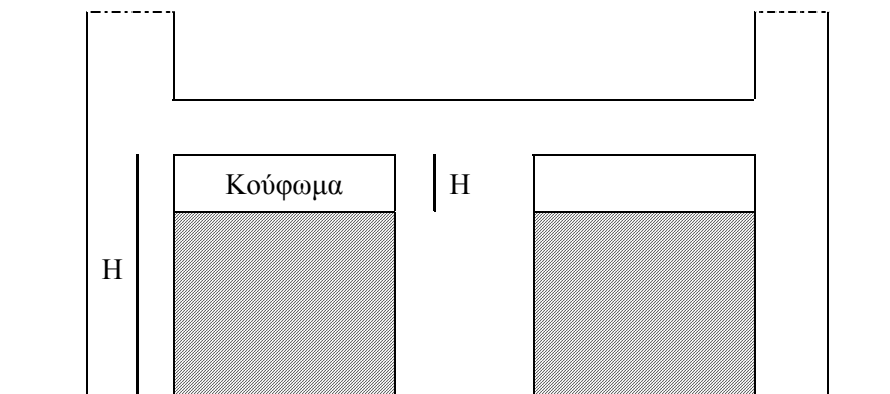
Τα κοντά υποστυλώματα δημιουργούνται όταν υπάρχει ασυνέχεια εντός του φατνώματος (Σχήμα 4 [5],[1],[3]). Είναι πολύ δύσκολο να επιβιώσουν σε περίπτωση ισχυρού σεισμού (Φωτογραφία 1[2]). Στο Παράδειγμα 1[6] το ελεύθερο μήκος (H) του υποστυλώματος μειώθηκε (h) δυσανάλογα λόγω της ακαμψίας της τοιχοπλήρωσης, με αποτέλεσμα την αύξηση της ακαμψίας του υποστυλώματος κατά το λόγο  $(H/h)^3$  και τη δυσανάλογη αύξηση της τέμνουσας που λαμβάνει το υποστύλωμα.[6] Τα κοντά υποστυλώματα, άλλωστε, είναι στοιχεία μικρής λυγηρότητας και ιδίως όταν βρίσκονται στον κατώτερο όροφο με τη μέγιστη σεισμική τέμνουσα, αστοχούν διατμητικά και αναπτύσσουν διαγώνιες ρωγμές.[2] Σε περίπτωση που η ασυνέχεια αυτή είναι αναπόφευκτη για αρχιτεκτονικούς λόγους, τότε το υποστύλωμα πρέπει να υπολογίζεται με διπλάσια σεισμική ροπή από αυτή που προκύπτει από την ανάλυση ή τις ικανοτικές απαιτήσεις. Επίσης, ο οπλισμός πρέπει να διατηρείται σταθερός στο ύψος του ορόφου και να γίνεται περίσφιξη του υποστυλώματος σε μήκη  $2d$  εκατέρωθεν της διακοπής ( $d$ =πλάτος υποστυλώματος).[5]



**Σχήμα 4** κοντά υποστυλώματα λόγω επικίνδυνης διακοπής τοιχοπλήρωσης καθ' ύψος



**Φωτογραφία 1** αστοχία κοντών υποστυλωμάτων [2]



**Παράδειγμα 1** μείωση του ελεύθερου μήκους του υποστυλώματος [6]

## 2.2. ΑΣΥΝΕΧΕΙΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

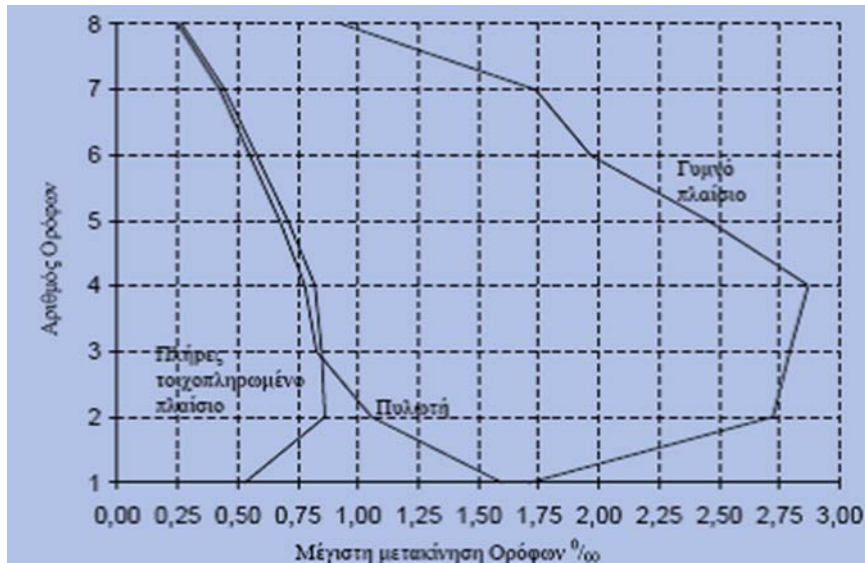
Η συγκεκριμένη ακανονικότητα τοιχοπλήρωσης οδηγεί σε πρόσθετα εντατικά μεγέθη λόγω στροφής γύρω από τον κατακόρυφο άξονα της κατασκευής κατά τη σεισμική δράση.

Ωστόσο, οι μέχρι σήμερα έρευνες δεν έχουν τεκμηριώσει απόλυτα τη δυσμενή επίδραση αυτής της ανομοιομορφίας. Από τα έως τώρα στοιχεία προκύπτει ότι η πλέον δυσμενής

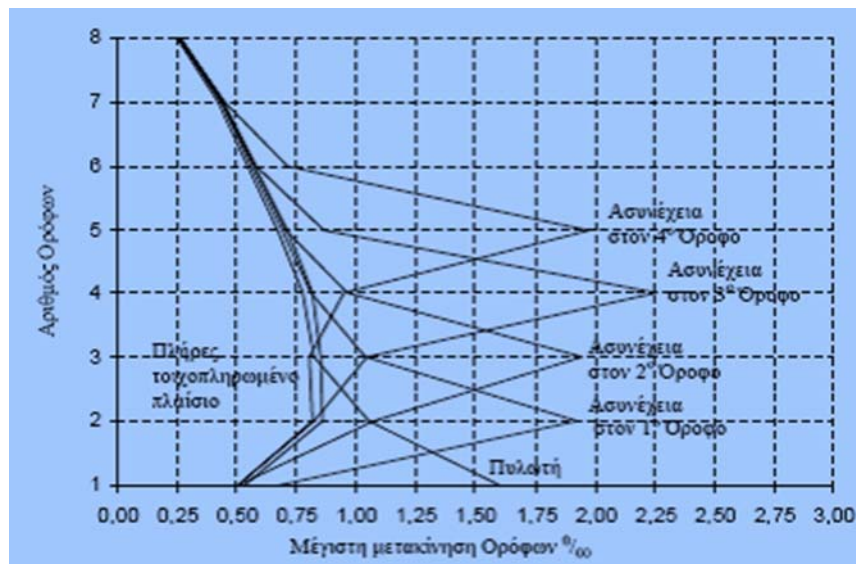
περίπτωση διάταξης τοιχοπληρώσεων παρατηρείται όταν οι τοίχοι πλήρωσης υπάρχουν μόνο στη μία από τις τέσσερις πλευρές της περιμέτρου.[4] Η πιο συνηθισμένη περίπτωση κινδύνου ακανόνιστων τοιχοπληρώσεων εμφανίζεται στις γωνιακές οικοδομές.

### 2.3. ΑΣΥΝΕΧΕΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ ΣΕ ΠΛΑΙΣΙΑ

Περνώντας σε συγκεκριμένους φορείς, όπως οι πλαισιωτοί οπλισμένοι σκυροδέματος, που είναι και οι συνηθέστερης μορφής, συναντάμε εργασίες όπως αυτή των Κ.Α. Συρμακέζη, Π.Γ. Αστερή και Α.Κ. Αντωνόπουλου, όπου το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο εμφανίζει αυξημένη πλευρική δυσκαμψία σε κάθε είδους καθ' ύψος ασυνέχεια τοιχοπλήρωσης του φορέα (Σχήματα 5,6 [1],[10]), σε αντίθεση με το μερικώς τοιχοπληρωμένο και το γυμνό πλαίσιο.[10]

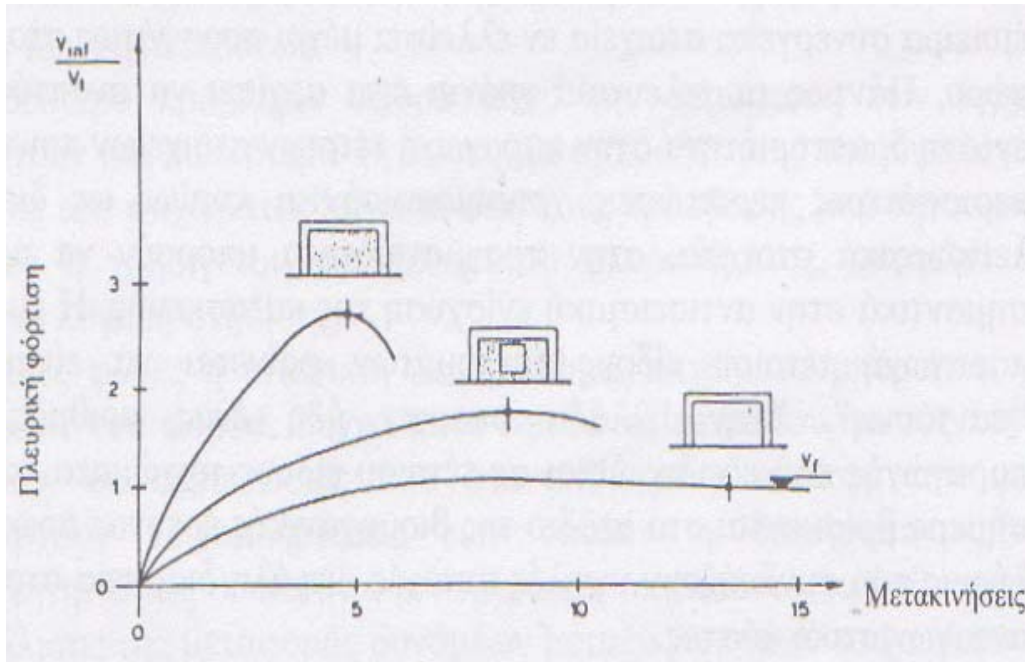


Σχήμα 5 μέγιστες σχετικές μετατοπίσεις ορόφων 7ώροφου πλαισίου Ο/Σ για μέγιστη επιτάχυνση του εδάφους  $PGA=0.30g$  [1],[10]



Σχήμα 6 μέγιστες σχετικές μετατοπίσεις ορόφων 7ώροφου πλαισίου Ο/Σ για μέγιστη επιτάχυνση του εδάφους  $PGA=0.30g$  [1],[10]

Παρομοίως, σε πείραμα των Χ.Γ. Καραγιάννη και Δ.Ι. Κακαλέτση σε τοιχοπληρωμένα πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος με ανοίγματα, διαπιστώθηκε σημαντική μείωση της πλευρικής αντίστασης και της αρχικής δυσκαμψιάς της επιφάνειας πλήρωσης.[8] Επίσης, τα αποτελέσματα μιας πειραματικής έρευνας που έγινε στο Ε.Μ.Π και παρουσιάζεται στο CEB Bul. 162 (1983), κατέδειξαν εμφανώς την υπεροχή των πλήρως τοιχοπληρωμένων πλαισίων συγκριτικά με μερικώς πληρωμένα (λόγω ανοιγμάτων) και γυμνά πλαίσια τόσο στην πλευρική φόρτιση όσο και στις επιτρεπόμενες μετακινήσεις.[11]



**Σχήμα 7** ενίσχυση πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος με τοιχοπληρώσεις

Οι παραπάνω σημαντικές διαφορές της ευνοϊκής επίδρασης της πλήρους τοιχοπλήρωσης, σε συνδυασμό με την αυξημένη τρωτότητα και τη συχνή εμφάνιση βλαβών στο ανοιχτό ισόγειο στα κτίρια παλαιάς μεθόδου σχεδιασμού (βάσει κανονισμών προ του 1985 ή ακόμα και του 1959), έχουν οδηγήσει τη βιβλιογραφία στην πρόταση της προσθήκης τοίχων πλήρωσης, μιας και η άρση της μειωμένης δυσκαμψιάς και αντοχής του ισογείου συμβάλλει σημαντικά στην κατανάλωση της σεισμικής ενέργειας που εισάγεται στην κατασκευή.

### 3. ΟΠΛΙΣΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ

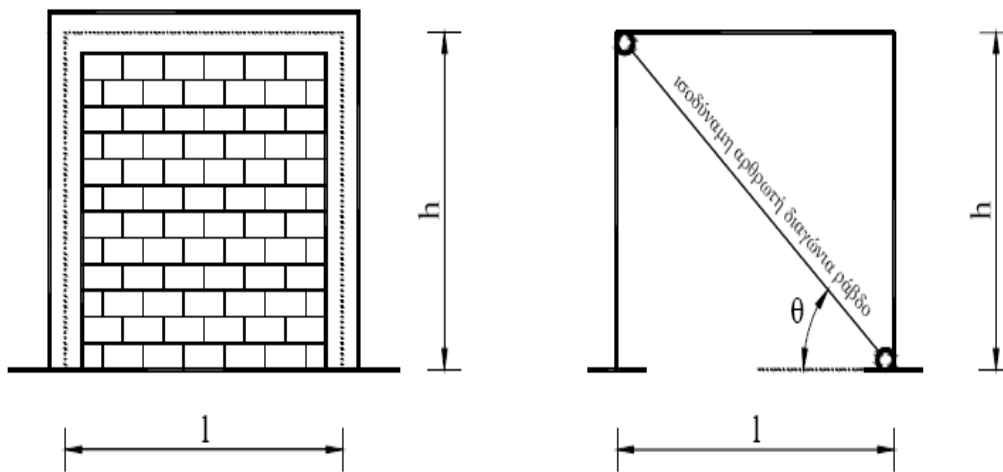
Η πλαστιμότητα της άοπλης πλινθοδομής είναι σχετικά μικρή και μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά αν οπλιστεί ελαφρά με οριζόντιες ράβδους ή και κατακόρυφα με χρήση πλέγματος ή δικτύωματος. [9],[13] Ειδικότερα, οπλισμένες τοιχοπληρώσεις εμφανίζονται να διαθέτουν αυξημένη θλιπτική, καμπτική και διατμητική αντοχή. Επιπλέον, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακαμψία από την οπτοπλινθοδομή στο επίπεδο τους, η οποία συμβάλλει στην συνολική ακαμψία του σκελετού με ευνοϊκό αποτέλεσμα έναντι οριζόντιων μετατοπίσεων του σκελετού, λόγω σεισμικών δράσεων. Τέλος, ο οριζόντιος οπλισμός αρμών καθυστερεί τη ρηγματώση της τοιχοπλήρωσης, όπως επίσης και η χρήση πλέγματος, το οποίο λόγω του σημαντικού ποσοστού οπλισμού και στις δύο παρειές, αποδίδει ακόμη και σε σχετικά μεγάλες οριζόντιες μετατοπίσεις του σκελετού.[9]

#### 4. ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Τον προσδιορισμό των θετικών και αρνητικών επιδράσεων των τοιχοπληρώσεων στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος ακολουθεί η προσπάθεια προσομοίωσής τους (σχήμα 8, [1],[10]), ώστε να μπορέσουν να συνεκτιμηθούν στον αντισεισμικό σχεδιασμό.

Εντούτοις, η μεταφορά της συμπεριφοράς του συστήματος “πλαίσιο σκυροδέματος – στοιχείο πλήρωσης” σε αναλυτικό μοντέλο είναι εξαιρετικά δύσκολη. Η αναξιοπιστία υλικών και μεθόδων σύνδεσης, ο σύνθετος χαρακτήρας των δυνάμεων στις περιοχές επαφής, η επίδραση της ολίσθησης και στροφής του στοιχείου πλήρωσης.[5]

Τα 2 μοντέλα που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον είναι η μέθοδος της ισοδύναμης διαγωνίου και η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων. Οι Συστάσεις Επεμβάσεων του Ο.Α.Σ.Π. (2001) περιλαμβάνουν ακόμη τη μέθοδο της συνάρτησης τάσης και τη μέθοδο του ισοδύναμου πλαισίου.[5]



Σχήμα 8 τοιχοπληρωμένο και ισοδύναμο πλαίσιο [1],[10]

Στην πρώτη επικρατέστερη μέθοδο, η δράση του στοιχείου πλήρωσης αντικαθίσταται με τη δράση μιας ισοδύναμης διαγωνίου. Η χρήση τη περιορίζεται στην ελαστική περιοχή και λειτουργεί μόνο σε θλίψη.[4],[5]

Στη δεύτερη επικρατέστερη μέθοδο, τόσο το στοιχείο πλήρωσης όσο και το πλαίσιο αναλύονται σαν πεπερασμένα στοιχεία, επίπεδα και γραμμικά, αντίστοιχα. Οι κόμβοι στα σημεία επαφής οφείλουν να έχουν τις ίδιες μετατοπίσεις όταν υπάρχουν σύνδεσμοι πλαισίου – στοιχείου πλήρωσης. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να επιτραπεί αποχωρισμός και ολίσθηση σύμφωνα με τους καταστατικούς νόμους. Γενικά, χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο το απλό διατμητικό φάτνωμα.[5]

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που δίνουν οι παραπάνω προσομοιώσεις προκύπτει ταυτοσημία στις οριζόντιες μετακινήσεις, όχι όμως και στα αξονικά φορτία των υποστυλωμάτων, ιδίως στις κατασκευές μικρού αριθμού ορόφων, όπου παρουσιάζονται διαφορές.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ως κατακλείδα των παραπάνω, μπορούμε να σημειώσουμε τα εξής:

- Οι τοιχοπλήρωσεις μπορούν να διαφοροποιήσουν σημαντικά την αποσκοπούμενη στατική απόκριση, έλκοντας δυνάμεις σε τμήματα του φορέα που δεν έχουν σχεδιαστεί για να τις παραλάβουν. Ακαμπτοποιούν το τελικό στατικό σύστημα.
- Η παρουσία πλήρους ή ομοιόμορφης τοιχοπλήρωσης εμφανίζει ευεργετικά αποτελέσματα στην αύξηση της πλευρικής δυσκαμψίας, βελτιώνοντας την αντισεισμική ικανότητα του φορέα.
- Η ασυνεχής τοιχοπλήρωση καθ' ύψος εξαιτίας ορόφου ή ανοιγμάτων είναι δυσμενής για την κατασκευή, γιατί προκαλεί το μηχανισμό ορόφου και δημιουργεί τα κοντά υποστυλώματα. Εν προκειμένω, η εισαγωγή της τοιχοπλήρωσης στους υπολογισμούς θεωρείται απαραίτητη.
- Η εν κατόψει ασυμμετρία τοιχοπλήρωσης, ιδίως στις γωνιακές οικοδομές, περιορίζει τη σεισμική απόκριση της κατασκευής, χωρίς όμως να υπάρχουν περαιτέρω σαφώς προσδιορισμένα στοιχεία ή λύσεις, παρά γενικές κατευθύνσεις.
- Η προσθήκη τοιχοπλήρωσης σε προ του 1985 κατασκευές με ανοιχτό ισόγειο ενισχύει σημαντικά τη σεισμική τους ικανότητα.
- Η χρήση οπλισμού μπορεί να αντιμετωπίσει το μεγάλο, σχετικά, βαθμό ψαθυρότητας της άοπλη οπτοπλινθοδομής, καθώς αυξάνει τη συνοχή τους και περιορίζει τις βλάβες τους.
- Με τη χρήση διάφορων μοντέλων προσομοίωσης, οι τοιχοπλήρωσεις βελτιώνουν σταδιακά το επίπεδο συνεκτίμησής τους στο σχεδιασμό. Ωστόσο, οι κανονισμοί προβλέπουν τον υπολογισμό μόνο των δυσμενών επιδράσεων στην κατασκευή, όπως η αύξηση της τέμνουσας βάσεως.
- Η περαιτέρω διερεύνηση της μοντελοποίησης των τοιχοπληρώσεων κρίνεται αναγκαία, ώστε να μπορέσουν να θεωρηθούν από τους κανονισμούς ως φέροντα στοιχεία έναντι σεισμού.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]Μαργαράνης Δημήτριος “Οι τοίχοι πληρώσεως στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος”, “13ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών” Πάτρα, Φεβρουάριος 2007.

[2]Αντωνόπουλος Θεμιστοκλής “Συμπεριφορά των τοιχοπληρώσεων στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος”, “12ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών” Πάτρα, Φεβρουάριος 2006.

[3]Ε.Α.Κ 2000. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός.

[4]Ανδρέας Ι. Κάππος “Ο ρόλος των τοιχοπληρώσεων: Μύθοι και πραγματικότητα” Άρθρο, Τεχνικές σελίδες, Περιοδικό Κτίριο, Τεύχος 166, Νοέμβριος 2004.

[5]Ο.Α.Σ.Π., “Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια”, Αθήνα, Απρίλιος 2001.

[6]Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, “Συστάσεις για τις Επισκευές Κτιρίων βλαμμένων από σεισμό”, Αθήνα 1981.

[7]Ε. Βιντζηλαίου, Θ.Π. Τάσιος “Συμπεριφορά έναντι σεισμού και σχεδιασμός τοιχοπληρωμένων πλαισίων ωπλισμένου σκυροδέματος”, Paper, Εργαστήριο Ω.Σ./Ε.Μ.Π.



- [8]Δ. Κακαλέτσης, Χ. Καραγιάννης, “Πειραματική Διερεύνηση υπό κυκλική φόρτιση πλαισίων Ω/Σ με τοιχοπλήρωση με άνοιγμα”, 14<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος 2003.
- [9]Ε. Βιντζηλαίου “Η επιρροή των οπλισμένων τοιχοπληρώσεων στην σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων Ω.Σ.”, Άρθρο, Δελτίο ΣΠΜΕ Τεύχος 325.
- [10]Κ.Α. Συρμακέζης, Π.Γ. Αστερή, Α.Κ. Αντωνόπουλος “Επιρροή των Τοιχοπληρώσεων στη Σεισμική Συμπεριφορά των Πλαισιωτών Συστημάτων Οπλισμένου Σκυροδέματος”, 15<sup>ο</sup> Συνέδριο Σκυροδέματος 2006.
- [11]Στέφανος Η.Δρίτσος “Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα”, Πάτρα 2005.
- [12]Φώτιος Μπιζας “Στατική και Δυναμική Ανάλυση του Χωρικού Πλαισίου”, Αθήνα Οκτώβριος 2000 (“Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα φορέων”, <http://www.ebureau.gr>).
- [13]Α. Κανελλόπουλος “Μέθοδος προσεισμικού ελέγχου στύλων pilotis”, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, Θεσσαλονίκη, 28-30 Νοεμβρίου 2001 (<http://www.cubushellas.gr>).