

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΝΕΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

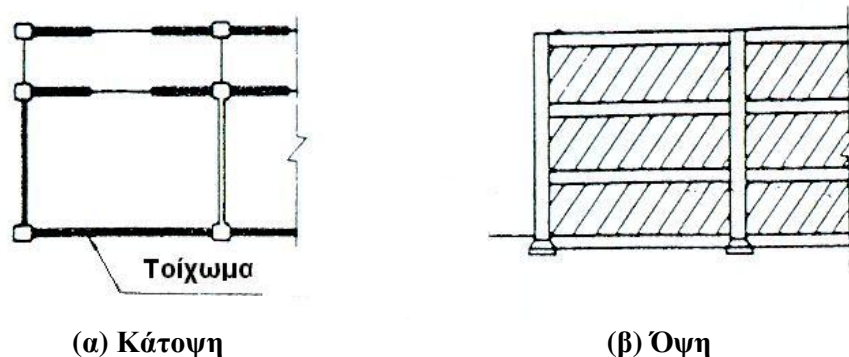
Στη χώρα μας μόλις τα τελευταία χρόνια ξεκίνησαν οι προσπάθειες για τη θέσπιση κανονισμών για την ενίσχυση κτιρίων. Κατά το παρελθόν, οι ενισχύσεις κτιρίων που είχαν υποστεί βλάβες από σεισμούς βασίζονταν στην κρίση κάθε μηχανικού. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η περιγραφή των κυριοτέρων μεθόδων ενίσχυσης με νέα στοιχεία. Γίνεται μία προσπάθεια αποτίμησης των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της κάθε μεθόδου, όπως έχουν προκύψει από την έρευνα αλλά και την εμπειρία των προηγούμενων χρόνων. Έτσι γίνεται ευκολότερη η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου ενίσχυσης κατά περίπτωση.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ελλάδα είναι μία σεισμογενής χώρα, έτσι ο σεισμός σε κάθε πέρασμά του αφήνει τα σημάδια του στα κτίρια και η ανάγκη ενίσχυσής τους καθίσταται επιτακτική. Μέσω της ενίσχυσης επιθυμούμε την αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας του κτιρίου λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν το κόστος και πιθανές άλλες σημαντικές παραμέτρους της ενίσχυσης αυτής. Για την ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών μπορούν να ακολουθηθούν δυο στρατηγικές. Η πρώτη αφορά την ενίσχυση των υπαρχόντων δομικών στοιχείων, ενώ η δεύτερη, που θα μας απασχολήσει και στην εργασία αυτή, την ενίσχυση του κτιρίου προσθέτοντας νέα στοιχεία. Τα νέα στοιχεία με τα οποία θα ασχοληθούμε είναι τα εξής: α) τοίχοι πληρώσεως β) τοιχώματα με πτερύγια γ) δικτυωτά συστήματα δ) αντιστηρίξεις.

2.1 ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Η πλήρωση αυτή μπορεί να γίνει, είτε με τοίχωμα από σκυρόδεμα κατασκευασμένο επί τόπου ή προκατασκευασμένο, είτε με τοιχοποιία από οπτόπλινθους ή τσιμεντόπλινθους.



Σχήμα 1 : Προσθήκη τοιχώματος εντός πλαισίου (Βιβλ. [6])

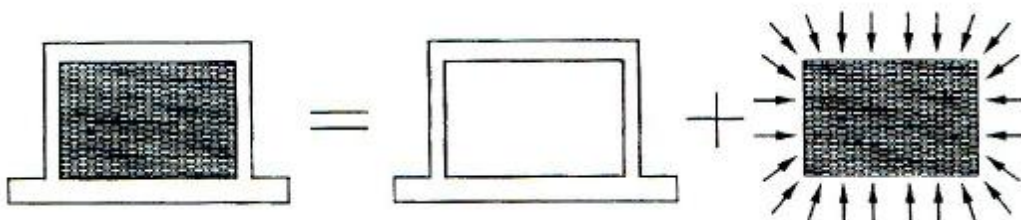
Τοίχωμα από οπλισμένο σκυρόδεμα

Η προσθήκη τοιχώματος εντός του πλαισίου είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος, διότι δεν ενισχύει μόνο την κατασκευή, αλλά βελτιώνει και την κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη σύνδεση του πλαισίου με το τοίχωμα για να δρουν ως σύνολο. Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει με χρήση βλήτρων αγκυρωμένων με σφήνωση, σφηνωμένων ή αγκυρωμένων βλήτρων στον υπάρχοντα οπλισμό, σφηνωμένων βλήτρων με μηχανικά αγκυρωμένη πλάκα, συγκολλημένων διατμητικών κλειδιών και κοχλιώσεων.

Σε περίπτωση που υπάρχει άνοιγμα στο τοίχωμα, η υπολογισμένη δύναμη που παραλαμβάνει το τοίχωμα μειώνεται με βάση τους κανονισμούς για το σχεδιασμό ενισχυμένων κατασκευών από σκυρόδεμα του ΑΙΠ. Όταν το άνοιγμα ξεπερνά το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο, η αντοχή υπολογίζεται σε να είχαμε τοίχο με πτερύγια.

Τοιχοποιία

Αυτή η μέθοδος ενίσχυσης είναι η πιο δημοφιλής λόγω της απλότητας εφαρμογής της. Η τοιχοποιία συνεισφέρει στην αντοχή και δυσκαμψία του κτιρίου, παρόλο που κατά τη φάση της μελέτης των συνήθη κτιρίων αγνοείται. Η συνεισφορά αυτή μάλιστα, μπορεί να είναι τόσο μεγάλη που να αυξήσει την αντοχή του πλαισίου κατά 2,5 φορές. (Α.Ι. DURRANI και S. HAIDER (1996))



Σχήμα 2: Τοίχος πλήρωσης (Βιβλ. [5])

2.1.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου.

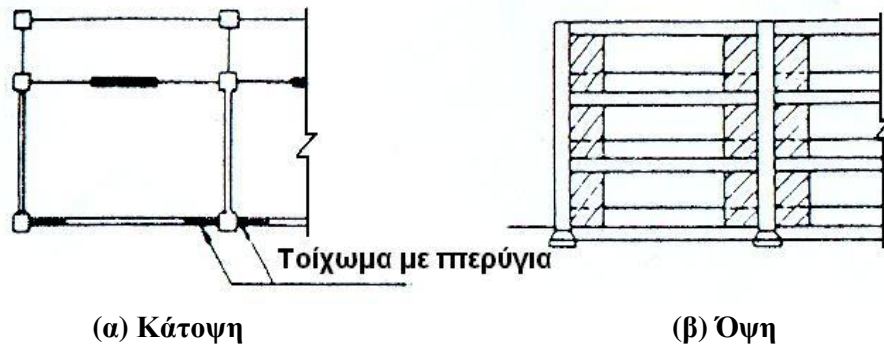
- Ø Αύξηση της αντοχής του φορέα
- Ø Αύξηση της δυσκαμψίας του φορέα
- Ø Χαμηλό κόστος
- Ø Μείωση των εκκεντροτήτων που προέρχονται από ανώμαλες κατανομές της δυσκαμψίας μέσα σε ορόφους ή παντού στο εσωτερικό της κατασκευής
- Ø Δεν απαιτείται ειδικευμένο προσωπικό

2.1.2 Μειονεκτήματα της μεθόδου.

- Ø Μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση των αξονικών δυνάμεων κατά τη διάρκεια πλευρικών φορτίσεων οδηγώντας και στην αλλαγή του μηχανισμού ανάληψης των δυνάμεων. Γι' αυτό το κτίριο απαιτείται να έχει επαρκή θεμελίωση
- Ø Χαμηλή πλαστιμότητα
- Ø Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη σύνδεση του πλαισίου με το τοίχωμα
- Ø Διαίρεση του εσωτερικού χώρου
- Ø Περιορισμός φυσικού φωτός μέσω των δεσμεύσεων των διαστάσεων και θέσεων των ανοιγμάτων
- Ø Αύξηση νεκρού φορτίου
- Ø Μεγάλος χρόνος ολοκλήρωσης των εργασιών της ενίσχυσης
- Ø Κίνδυνος κάμψης της τοιχοποιίας εκτός του επιπέδου της

2.2 ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΜΕ ΠΤΕΡΥΓΙΑ

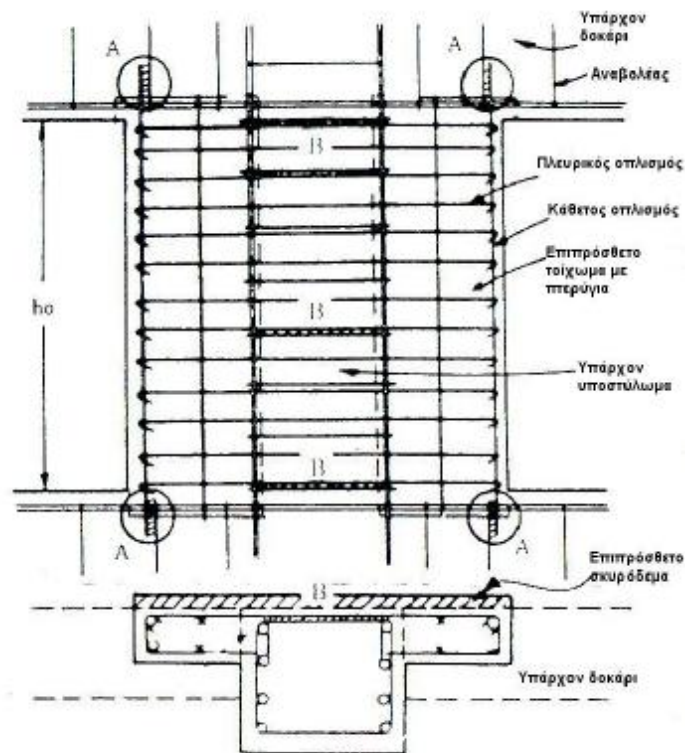
Η τεχνική της ενίσχυσης αυτής στηρίζεται στη βελτίωση της αντοχής των υποστυλωμάτων τοποθετώντας πλευρικά τοιχία που δε θεωρούνται τοιχώματα ούτως ώστε η πλευρική ικανότητα – αντίσταση της κατασκευής να αυξηθεί ικανοποιητικά (Σχ. 3). Τα τοιχία αυτά πρέπει να συνδεθούν με τα υποστυλώματα για να έχουν ενιαία συμπεριφορά. Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει με τους παρακάτω δύο τρόπους: α) μονολιθική σύνδεση των υποστυλωμάτων με τα πτερύγια και β) σύνδεση με βλήτρα.



Σχήμα 3 : Προσθήκη τοιχώματος με πτερύγια εντός πλαισίου (Βιβλ. [6])

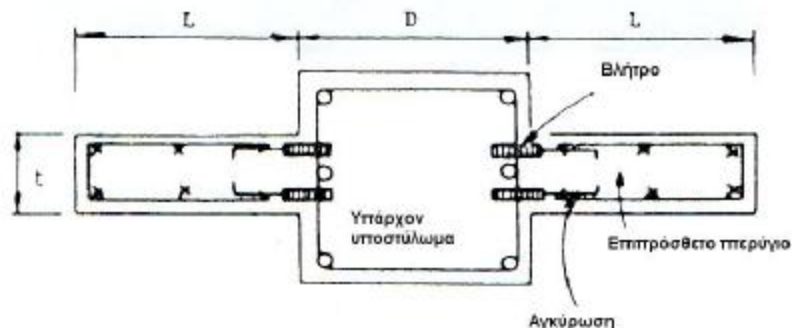
Αναλυτικότερα:

α) Πραγματοποιείται αποκόλληση μέρους του παλιού σκυροδέματος του υποστυλώματος έτσι ώστε να υπάρχει καλή συνάφεια μεταξύ παλιού και νέου στοιχείου. Για να επιτευχθεί μονολιθική σύνδεση, θα πρέπει τα δύο πτερύγια να συνδέονται και αυτά μεταξύ τους μέσω πλευρικής ενίσχυσης και αύξηση του πάχους, όπως φαίνεται στο Σχ. 4.



Σχήμα 4: Τοίχωμα με πτερύγια με μονολιθική σύνδεση (Βιβλ. [4])

β) Σε αυτή τη μέθοδο κατασκευής ,τα υπάρχοντα υποστυλώματα και τα τοιχώματα με πτερύγια συνδέονται με βλήτρα (σφηνοειδή αγκύρια ή άλλου τύπου βλήτρα). Είναι σημαντικό τα βλήτρα να τοποθετηθούν μέσα στον πυρήνα του σκυροδέματος των δοκαριών και του υποστυλώματος ώστε η σύνδεση να είναι όσο το δυνατόν ισχυρότερη. Όπως φαίνεται στο Σχ. 5, τα τοιχώματα με πτερύγια είναι είτε από επί τόπου έγχυση είτε από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα εγχύοντας κονίαμα στην ένωση.



Σχήμα 5: Τοίχωμα με πτερύγια με σύνδεση μέσω βλήτρων (Βιβλ. [4])

2.2.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Αύξηση πλαστιμότητας του φορέα
- Ø Μέτρια αύξηση αντοχής και δυσκαμψίας
- Ø Χαμηλό κόστος
- Ø Δεν απαιτείται ειδικευμένο προσωπικό

2.2.2 Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η πλευρική αντίσταση του κτιρίου μπορεί να καθορίζεται από την αντοχή των υφιστάμενων δοκαριών ακόμα και αν η αντοχή των υποστυλωμάτων αυξηθεί χρησιμοποιώντας την παραπάνω τεχνική
- Ø Η μέθοδος αυτή δεν εφαρμόζεται σε κτίρια που η απόσταση μεταξύ των υποστυλωμάτων είναι μικρή για να αποφύγουμε την αστοχία λόγω τέμνουσας των δοκαριών, καθώς τα πρόσθετα πτερύγια μειώνουν αισθητά το καθαρό άνοιγμα των δοκών
- Ø Πρέπει να δοθεί προσοχή στη σύνδεση υποστυλώματος και πτερυγίων ώστε να αποφευχθεί παραμόρφωση εκτός του επιπέδου τους
- Ø Ειδικότερα για τον πρώτο κατασκευαστικό τύπο:

-Τα περύγια τοποθετούνται έκκεντρα στο υποστώλωμα με αποτέλεσμα η χρήση αυτού του κατασκευαστικού τύπου να μην είναι εφικτή σε περίπτωση που δεν είναι αντίστοιχα έκκεντρα και το δοκάρι

-Λόγω της απαίτησης σύνδεσης των περυγίων μεταξύ τους έχουμε αύξηση του πάχους του υποστυλώματος πάνω από πέντε εκατοστά

-Στην περίπτωση που το νέο στοιχείο χρησιμοποιείται ως εξωτερικός τοίχος θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη στεγανοποίηση της σύνδεσης

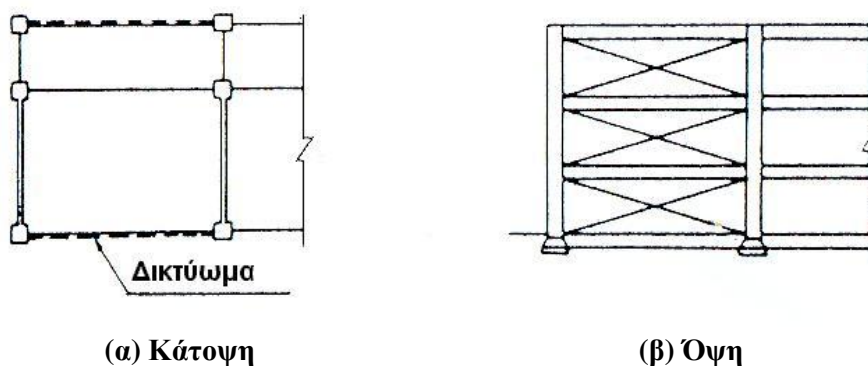
Ø Ειδικότερα για το δεύτερο κατασκευαστικό τύπο:

-Επειδή η σύνδεση δεν είναι τόσο μονολιθική θα πρέπει κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού να ληφθεί υπ' όψιν ότι η στατική συμπεριφορά του υποστυλώματος με περύγια μπορεί να διαφέρει σημαντικά από τη συμπεριφορά άλλου τύπου υποστυλώματος

-Απαιτείται μεγάλη ακρίβεια κατά την τοποθέτηση των βλήτρων

2.3 ΔΙΚΤΥΩΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ο στόχος αυτής της μεθόδου είναι κυρίως να αυξήσει επαρκώς την αντοχή του κτιρίου με την προσθήκη δικτύματος εντός του πλαισίου (Σχ. 6). Προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η επαρκής αντοχή των υπάρχοντων κόμβων του κτιρίου. Η διάταξη των αντηρίδων πρέπει να είναι σχεδιασμένη, έτσι ώστε η κατανομή των τάσεων από τον ανώτερο προς τον κατώτερο όροφο να είναι ομαλή.

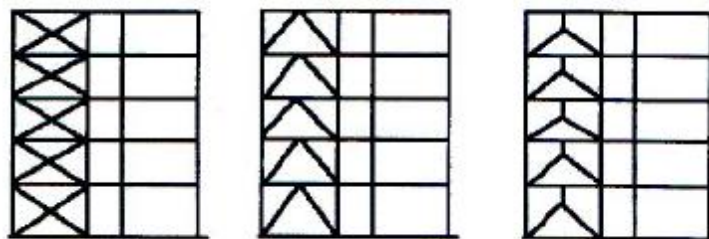


Σχήμα 6 : Προσθήκη τοιχώματος εντός πλαισίου (Βιβλ. [6])

Για το σχεδιασμό και την ανάλυση θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν τα εξής:

- i. Η θλιπτική αντοχή και η αντοχή σε λυγισμό των αντηρίδων.
- ii. Η επιπρόσθετη τάση στα κύρια δομικά μέλη και στη θεμελίωση των πλαισίων στα οποία προστίθενται δικτυωτά συστήματα.
- iii. Η αντοχή των κόμβων δοκού – υποστυλώματος που ενώνονται με τις αντηρίδες.

Οι συνηθέστερες μορφές δικτυωμάτων που χρησιμοποιούνται στην πράξη, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, είναι η X μορφή, η K μορφή και η Y μορφή.



(α) X μορφή

(β) K μορφή

(γ) Y μορφή

Σχήμα 7: Κυριότερα είδη δικτυωτών συστημάτων (Βιβλ. [1])

Στο στάδιο της κατασκευής, οι αντηρίδες θα πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε ο άξονας συμμετρίας τους να περνά από το κέντρο των κόμβων δοκού – υποστυλώματος.

2.3.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Αύξηση της δυσκαμψίας του φορέα (LI TIAN, YI YU, LI JIE DEN XIU TAI, 1996)
- Ø Αύξηση της πλαστιμότητας (SUGANO)
- Ø Αύξηση της αντοχής (SUGANO)
- Ø Μικρό ίδιο βάρος
- Ø Ταχύτητα κατασκευής
- Ø Δεν εμποδίζεται ο φωτισμός
- Ø Μπορούν να εφαρμοστούν και εξωτερικά των προϋπαρχόντων τοιχοπληρώσεων.
Ειδικά στην περίπτωση αυτή, η K και Y μορφή επιτρέπουν και την ύπαρξη ανοιγμάτων στον τοίχο
- Ø Ειδικά η K μορφή συνεισφέρει στην αύξηση της αντοχής των δοκών
- Ø Ιδιαίτερος η Y μορφή προσδίδει στην κατασκευή μεγαλύτερη πλαστιμότητα και η αστοχία ξεκινά από τις αντηρίδες

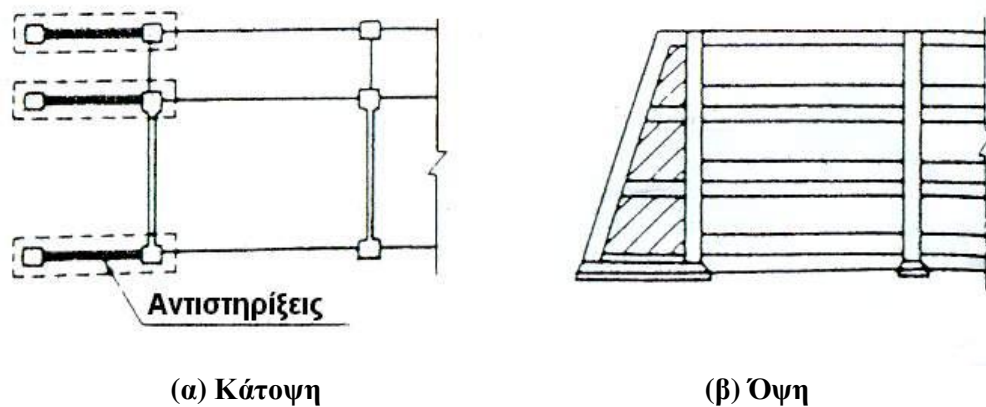
2.3.2 Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Ειδικευμένο προσωπικό
- Ø Κατασκευαστική ακρίβεια
- Ø Υψηλό κόστος
- Ø Χρειάζεται ισχυρή θεμελίωση
- Ø Επαρκής αντοχή κόμβων
- Ø Κίνδυνος λυγισμού των ράβδων

2.4 ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Αυτή η μέθοδος ενίσχυσης προβλέπει την τοποθέτηση αντιστηρίξεων εξωτερικά του κτιρίου και ο κύριος σκοπός της είναι η αύξηση της πλευρικής αντίστασης του συνόλου της κατασκευής. Αφού καθοριστεί το μέγεθος της συνεισφοράς του τοίχου αντιστήριξης στη σεισμική αντοχή του κτιρίου, θα πρέπει να γίνει έλεγχος κατά πόσο ο τοίχος αντιστήριξης, η σύνδεσή του με το υπάρχον κτίριο και η θεμελίωσή του, ανταποκρίνονται στη σεισμική φόρτιση που καλούνται να αναλάβουν.

Οι τοίχοι αντιστήριξης αποτελούνται από υποστυλώματα στα άκρα τους και δοκούς στο επίπεδο κάθε ορόφου, όπως φαίνεται στο Σχ. 8. Θα πρέπει ακόμα να τοποθετούνται και στις δύο πλευρές του κτιρίου και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να υπάρχει ορθή κατανομή των δυνάμεων καθ' ύψος των ορόφων.



Σχήμα 8 : Προσθήκη τοίχου αντιστήριξης (Βιβλ. [6])

2.4.1 Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Αύξηση της πλευρικής αντίστασης του κτιρίου
- Ø Αύξηση της δυσκαμψίας
- Ø Στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την πραγματοποίηση της ενίσχυσης μπορούν οι ένοικοι να παραμείνουν στο κτίριο, μιας και η επέμβαση γίνεται εξωτερικά στο κτίριο
- Ø Δε χρειάζεται ενίσχυση της θεμελίωσης του υφιστάμενου κτιρίου

2.4.2 Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Ø Πρέπει να υπάρχει επαρκής χώρος γύρω από το κτίριο
- Ø Απαιτείται ισχυρή σύνδεση ανάμεσα στον τοίχο αντιστήριξης και στο υπάρχον κτίριο ώστε να εξασφαλίζεται καλή συνεργασία μεταξύ τους
- Ø Οι τοίχοι αντιστήριξης κάθε πλευράς του κτιρίου θα πρέπει να έχουν ενιαία θεμελίωση
- Ø Με την επέμβαση αυτή γίνεται αλλοίωση της εξωτερικής όψης του κτιρίου και συνεπώς της αισθητικής του
- Ø Μειώνεται ο περιβάλλον χώρος του κτιρίου και δυσχεραίνεται η αξιοποίησή του

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πιο πάνω εξετάστηκαν αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων ενίσχυσης πλαισίων με την προσθήκη τοιχωμάτων, τοιχωμάτων με περύγια, δικτυωτών συστημάτων και τοίχων αντιστήριξης. Έτσι, βλέπουμε ότι η κάθε μία από τις παραπάνω μεθόδους ενίσχυσης δύναται σε δεδομένες συνθήκες να αποτελέσει τη βέλτιστη, λαμβάνοντας υπ' όψιν παράγοντες, όπως το κόστος, τις ιδιότητες της κατασκευής που θέλουμε να βελτιώσουμε, την ευκολία και ταχύτητα εφαρμογής και την ύπαρξη ειδικευμένου εργατικού δυναμικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- LI TIAN , YI YU , LI JIE DEN XIU TAI (1996) [1]
“Experimental study on aseismic behaviour of the reinforced concrete frame-truss structure system”, No 1191
- SUBHASH. C. GOEL and ADNAN C. MASRI (1996) [2]

- “Seismic strengthening of an RC slab-column frames with ductile steel bracing”,
No 506
- AMADOR TERAN-GILMORE (1996) [3]
“Rehabilitation of infilled non-ductile frames with post-tensioned steel braces”,
No 503
 - S. SUGANO [4]
“Guideline for seismic retrofitting (strengthening, toughening and/or stiffening)
design of existing reinforced concrete buildings”, σελ. 197-209, 210-221, 231-233,
 - H. YAMANOUCHI, H. HIRAISHI, Y. OHASHI, H. FUJITANI, T. OKADA, Y.
AOKI, H. AKIYAMA, K. YANO, M. TESHIGAWARA, W. GOJO, T. SAITO,
H.FUKUYAMA, Y. HIRANO [5]
“Performance-based engineering for structural design of buildings”
 - S. SUGANO [6]
“Seismic strengthening of existing reinforced concrete buildings in Japan”
 - A. J. DURRANI, S. HAIDER (1996) [7]
“Seismic response of R/C frames with unreinforced masonry infills”, No 165
 - Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ (2002) [8]
“Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα”, εκδόσεις Παν.
Πατρών, Πάτρα
 - Β. ΒΑΔΑΛΟΥΚΑ, Α. ΓΙΑΚΑ, Γ. ΒΑΔΑΛΟΥΚΑΣ, Γ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ [9]
“Μοντέλο ενίσχυσης πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος με χρήση χιαστί
μεταλλικών στοιχείων”