

## ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ PILOTI ΜΕΣΩ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### ΣΑΡΑΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία, εξετάζεται η επιρροή της πυλωτής, ανάλογα με τον αριθμό των ορόφων ενός κτιρίου και εν συνεχεία συγκρίνονται τρόποι ενίσχυσης για όλους τους ορόφους. Συγκεκριμένα οι τρόποι ενίσχυσης που εξετάζονται είναι, η ενίσχυση με τοιχώματα, με μεταλλικούς συνδέσμους με χιαστί διάταξη, διάταξη τύπου V και τύπου Λ. Δεδομένου ότι τα παραπάνω συστήματα έχουν ως στόχο την ελάφρυνση των υαρχόντων μελών και όχι την ενίσχυση τους για να παραλάβουν το σεισμό σχεδιασμού, ένα μέτρο σύγκρισης, αποτελεί, το πόσο μικραίνουν κάποια εντατικά μεγέθη των υφιστάμενων μελών για κάθε τρόπο ενίσχυσης. Επίσης εξετάζονται ως προς, την αντοχή, και τη δυσκαμψία που προσφέρουν στο φορέα ανάλογα και με τον αριθμό των ορόφων. Στο τέλος επιχειρείται η εξαγωγή συμπερασμάτων για την αποτελεσματικότητά τους, πως αυτή μεταβάλλεται σε ένα τριώροφο, τετράωροφο κλπ. καθώς και επισημαίνονται κάποιες παρατηρήσεις για τους συγκεκριμένους τρόπους ενίσχυσης.

#### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

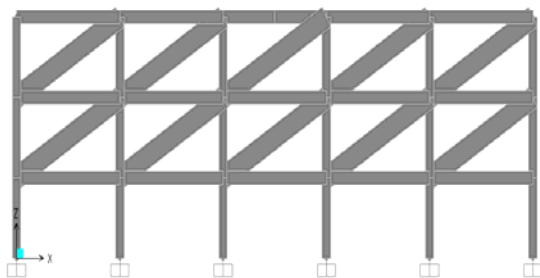
Επιλέγεται ένα δισδιάστατο πλαίσιο έτσι ώστε να υπάρχει καλύτερη εποπτεία των αποτελεσμάτων με 5 ανοίγματα των 5m και ύψος ορόφου 3m. Αρχικά ξεκινάμε από ένα τριώροφο, και κατόπιν προστίθεται κάθε φορά ένας όροφος έως 7 ορόφους. Οι αναλύσεις έγιναν με το SAP2000[1]. Οποιαδήποτε ενίσχυση θεωρείται ότι γίνεται στο μεσαίο φάτνωμα και καλύπτει όλους τους ορόφους. Για κάθε κατασκευή(τριώροφη, τετράωροφη κλπ) εξετάζονται τα εξής προσομοιώματα:

- Φορέας με πυλωτή
- Φορέας με τοιχοπληρώσεις παντού
- Φορέας ενισχυμένος με τοίχωμα
- Φορέας με ενίσχυση με χιαστί μεταλλικούς συνδέσμους
- Φορέας με ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους τύπου Λ χωρίς εκκεντρότητα
- Φορέας με ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους τύπου V χωρίς εκκεντρότητα

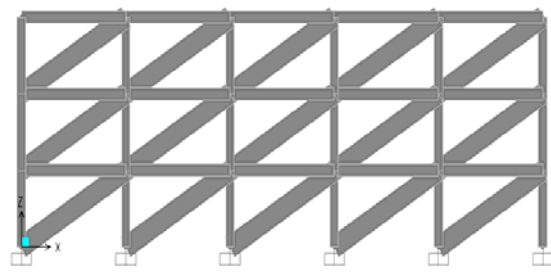
Το κάθε προσομοίωμα υπόκειται στις εξής αναλύσεις:

- Ελαστική ανάλυση σε τρία επιταχυνσιογραφήματα( σεισμοί Αλκυονίδων-1981, Καλαμάτας 1986, Θεσσαλονίκης 1978)
- Στατική ανελαστική ανάλυση(Μέθοδος ελέγχου των μετακινήσεων)[2]

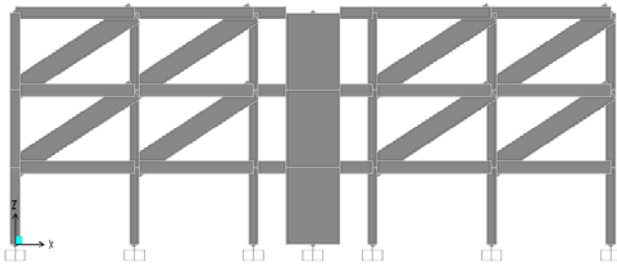
#### ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ



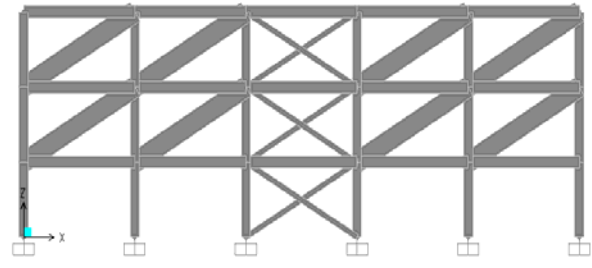
Σχήμα 1α



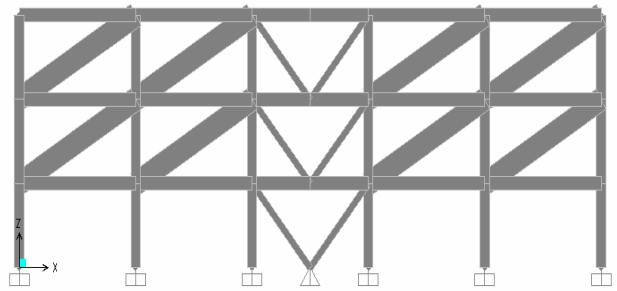
Σχήμα 1β



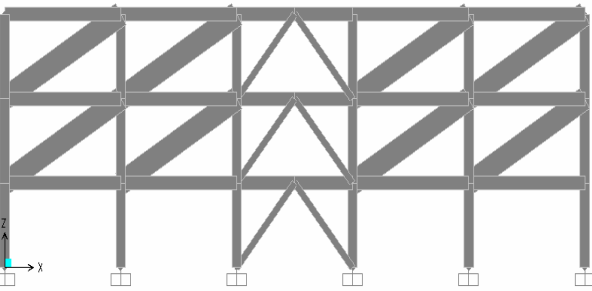
Σχήμα 1γ



Σχήμα 1δ



Σχήμα 1ε



Σχήμα 1στ

Τα υπόλοιπα προσομοιώματα προκύπτουν απλά με προσθήκη κάθε φορά ενός ορόφου και συνέχιση εκεί της ενίσχυσης και των τοιχοπληρώσεων μέχρι να φτάσουμε στο επταόροφο κτίριο.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### Α)ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ\_ΦΟΡΤΙΑ

Θεωρήθηκαν ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία στις δοκούς για κάθε όροφο

$$G=16\text{KN/m}$$

$$Q=8\text{KN/m}$$

Και στις ελαστικές και στις ανελαστικές αναλύσεις ελήφθη συνδυασμός  $G+0,3Q$

### Β)ΜΑΖΕΣ

Θεωρήθηκαν συγκεντρωμένες μάζες στους κόμβους οι οποίες προέκυψαν από το συνδυασμό  $G+0,3Q$  και προσεγγιστικά ισοκατανεμήθηκαν στους κόμβους(δεν θεωρήθηκαν μεγαλύτερες μάζες στους ενδιάμεσους και μικρότερες στους ακραίους κόμβους). Έτσι προέκυψαν μάζες 7.82Tn σε κάθε κόμβο.

### Γ)ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

Η προσομοίωση των τοιχοπληρώσεων έγινε με την παραδοχή διαγωνίων. Δεδομένου ότι τα προσομοιώματα υποβλήθηκαν και σε ελαστικές και ανελαστικές αναλύσεις, θεωρήθηκε προσεγγιστικά μία διαγώνιος που δουλεύει και σε εφελκυσμό και σε θλίψη αντί να θεωρηθούν δύο χιαστί διαγώνιοι που δουλεύουν μόνο σε θλίψη. Το πλάτος των διαγωνίων ελήφθη όσο το πλάτος του τοίχου,  $b=0,2\text{m}$  ενώ το ύψος τους ως  $w=0,15*L_{\text{διαγ}}=0,85\text{m}[3]$ . Αυτή η παραδοχή είναι κοντά στην πραγματικότητα εφ' όσον για τη μία φορά του σεισμού δουλεύει η μία διαγώνιος ενώ για την άλλη φορά, η άλλη.

## Δ) ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

Αυτή έγινε με καμπτικό, γραμμικό μέλος, και άκαμπτα τμήματα στα σημεία σύνδεσής του με τις δοκούς δεξιά και αριστερά όσο το μισό του μήκους του τοιχώματος. Ο οπλισμός του σε κάθε περίπτωση ήταν τέτοιος ώστε να μη δημιουργείται πλαστική άρθρωση στο μέσο του ύψους του παρά μόνο στη βάση του.

## Ε) ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

	Διατομή	Υλικό	Οπλισμός
Υποστυλώματα	40X40	C16/S220	4Φ14 σε κάθε πλευρά
Δοκοί	20X50	C16/S220	4Φ14 πάνω και κάτω πέλμα
Τοίχωμα	225X30	C16/S220	
Τοιχοπληρώσεις	85X20	E=1.5Gpa, fw=1000MPa[3]	Fy=170KN, δy=3.9mm
Μεταλ. Σύνδεσμοι	HEB-240	Fe430	-

Πίνακας 1

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Κατά τη διάρκεια της στατικής ανελαστικής ανάλυσης επιλέγεται μία κατανομή φορτίων η οποία «σπρώχνει το κτίριο» έως ότου να διαρρεύσει το πρώτο μέλος. Αυτό συμβαίνει για ένα συγκεκριμένο μέγεθος φορτίων των οποίων το άθροισμα δίνει την τέμνουσα βάση. Στο σημείο της διαρροής επομένως σημειώνεται ένα ζεύγος τιμών. Αυτό της τέμνουσας βάσης στην οποία συνέβη, και της μετατόπισης της κορυφής. Εν συνεχεία η κατασκευή αποφορτίζεται και τροποποιείται κατάλληλα ο φορέας για να ληφθεί υπόψιν ότι ένα μέλος έχει πια διαρρεύσει. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου να διαρρεύσει ένα άλλο μέλος κοκ. Η διαδικασία τερματίζεται είτε όταν ένα μέλος ή μια ομάδα μελών χάσουν τη φέρουσα ικανότητά τους για κατακόρυφα φορτία είτε όταν υπάρξει αστάθεια λόγω φαινομένων δευτέρας τάξης(στην εργασία αυτή δε λαμβάνονται υπ'οψιν) είτε όταν δεν πληρεί τη στάθμη επιτελεστικότητας που έχουμε θέσει εμείς. Τελικά κατασκευάζεται το διάγραμμα τέμνουσας βάσης-μετατόπισης της κατασκευής στο οποίο με γραφική διαδικασία προσαρμόζεται ένα διγραμμικό, έτσι ώστε να ορισθεί η πλαστιμότητα και η δυσκαμψία της κατασκευής.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

Εισήχθησαν τα παρακάτω είδη πλαστικών αρθρώσεων

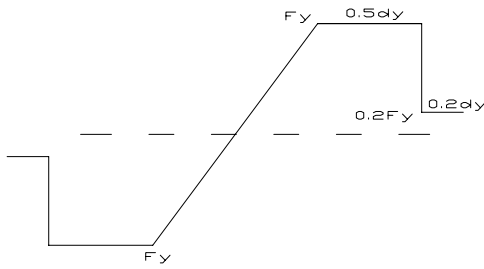
Δοκοί: M<sub>3</sub> με στροφή αστοχίας από FEMA 356[4]: 0,02rad

Υποστυλώματα: P- M<sub>3</sub> με στροφή αστοχίας 0,003rad από πίνακες FEMA 356 ( περίσφιξη δε λαμβάνεται υπ' οψιν ), ενώ το διάγραμμα αλληλεπίδρασης ροπής-αξονικής υπολογίζεται από το SAP2000.

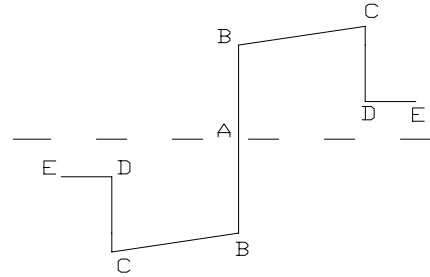
Μεταλλικοί σύνδεσμοι: P-δ από πίνακες FEMA356 με θλιπτικό φορτίο διαρροής ίσο με το 20% του αντίστοιχου εφελκυστικού[4].

Τοιχοπληρώσεις: Ορίστηκε το παρακάτω διάγραμμα δύναμης μετατόπισης[3] έπειτα από την παραδοχή που έγινε για τη λειτουργία τους σε θλίψη και εφελκυσμό. Επίσης στα δεξιά

δίνεται και ένα τυπικό διάγραμμα Ροπής –στροφής, όπως αυτό ορίζεται στη FEMA για τις δοκούς.



Σχήμα 2<sup>α</sup>: Διάγραμμα δύναμης μετατόπισης για τοιχοπληρώσεις



Σχήμα 2β: Τυπικό διάγραμμα ροπής – Στροφής (FEMA-356)

Προφανώς, μετά το σημείο C του δεξιά διαγράμματος το μέλος χάνει την αντοχή του και αν αυτό πρόκειται για δοκό ή στύλο, θεωρούμε ότι η κατασκευή καταρρέει καθώς δεν μπορεί να παραλάβει κατακόρυφα φορτία.

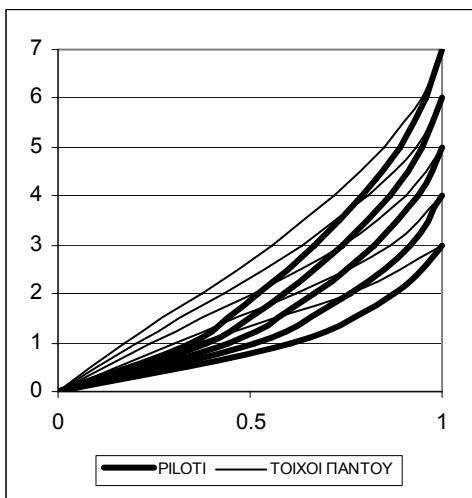
## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΙΛΟΤΗΣ

Το κυρίως πρόβλημα των κτιρίων με piloti είναι η ανομοιόμορφη κατανομή της δυσκαμψίας καθ’ ύψος του κτιρίου. Η ύπαρξη τοιχοπληρώσεων, σε όλους τους ορόφους πλην του ισόγειου, οδηγεί σε μειωμένη δυσκαμψία του ισόγειου, και κατ’ επέκταση στη συγκέντρωση μεγάλων παραμορφώσεων στο ισόγειο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μεγάλα εντατικά μεγέθη, στα υποστυλώματα του ισόγειου.

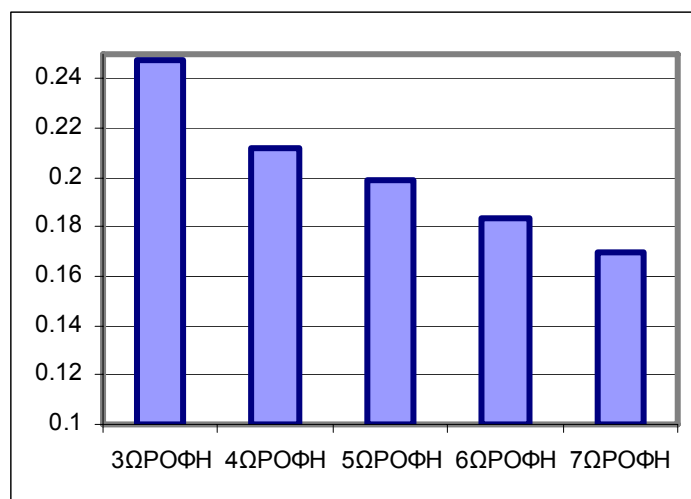
Για την εύρεση της επιρροής της πιλοτής στην απόκριση του κτιρίου, συγκρίνονται τα αποτελέσματα από ελαστικές και ανελαστικές αναλύσεις σε δύο προσομοιώματα. Το ένα είναι χωρίς τοιχοπληρώσεις στο ισόγειο(σχήμα 1<sup>α</sup>) ενώ το άλλο με τοιχοπληρώσεις παντού (σχήμα 1β) .

## Α)ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

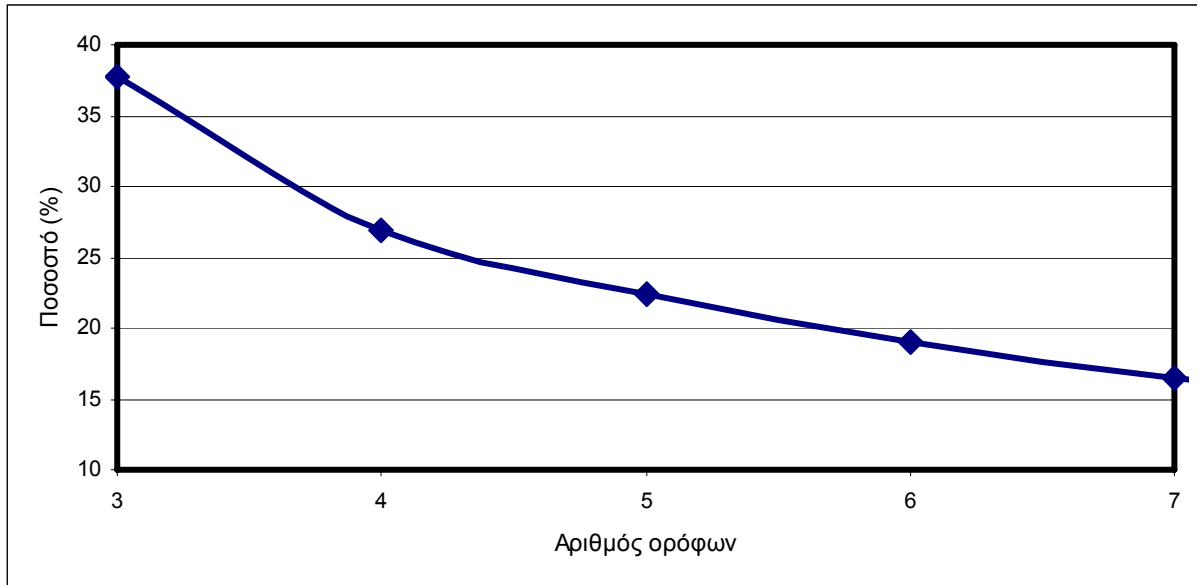
Η επίδραση της pilotis είναι φανερή στην πρώτη ιδιομορφή η οποία είναι η κυρίαρχη για την ταλάντωση των κατασκευών στο αριστερό σχήμα.



Σχήμα 3: Σκίτσα 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής για 3όροφη έως 7όροφη κατασκευή με και χωρίς piloti



Σχήμα 4: Διαφορές των συνιστωσών της 1<sup>ης</sup> ιδιομορφής του 1<sup>ου</sup> ορόφου με και χωρίς piloti

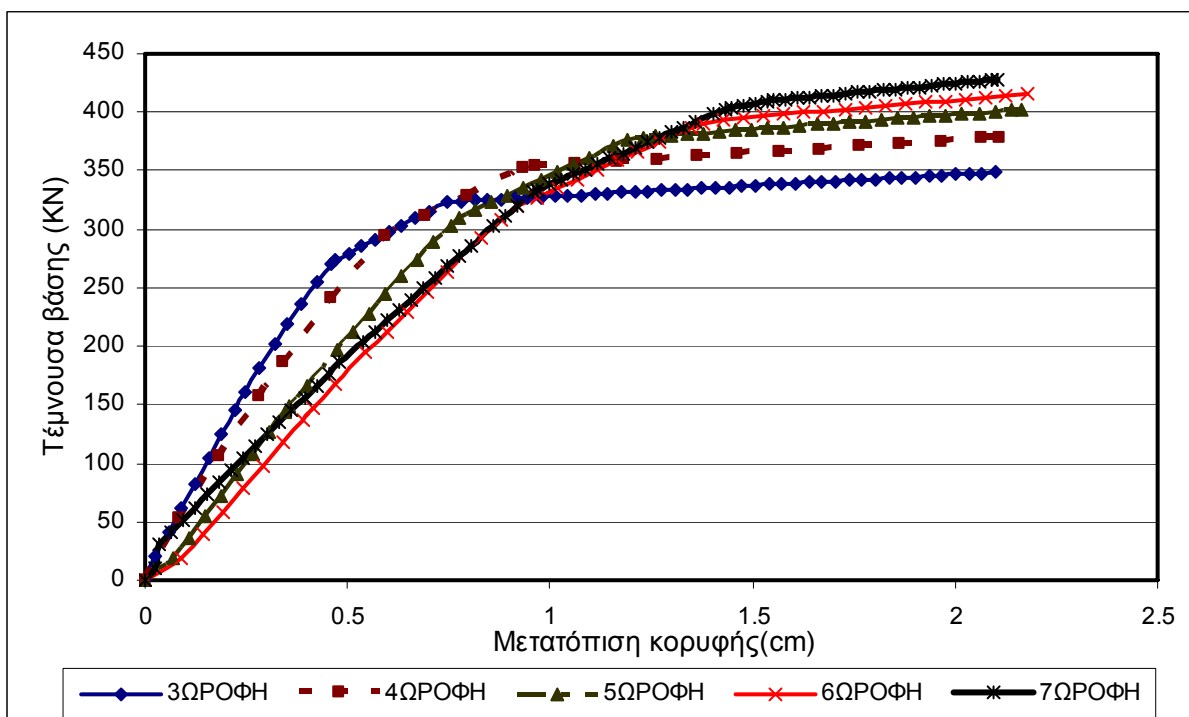


Σχήμα 5: Ποσοστό αύξησης ιδιοπεριόδου λόγω ύπαρξης pilotis για 3ώροφη έως 7ώροφη κατασκευή

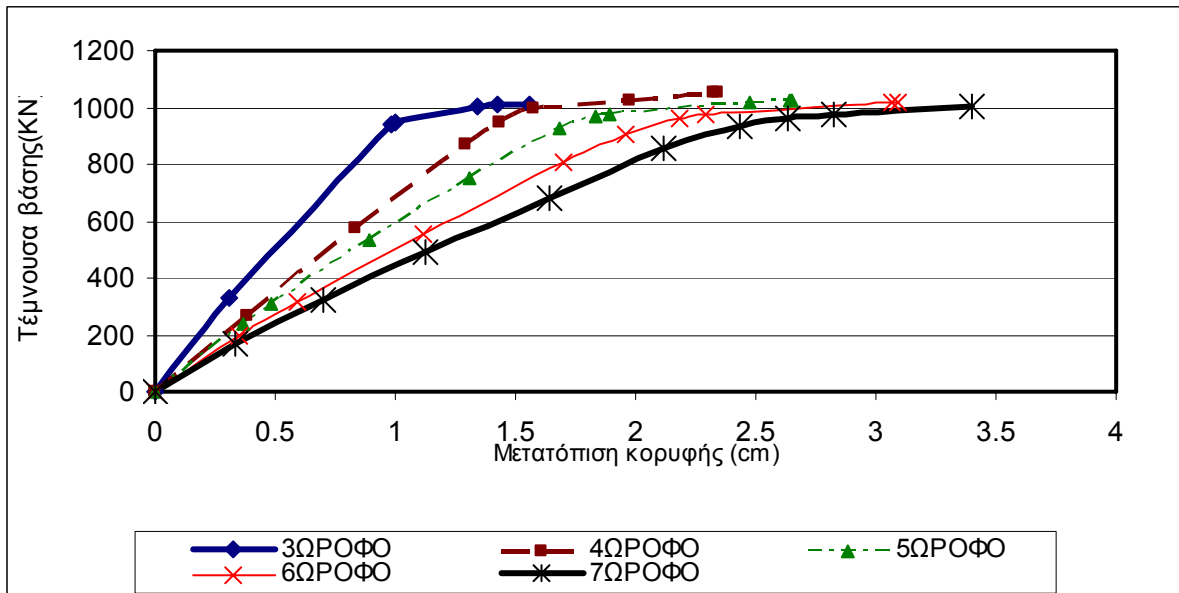
Είναι φανερό ότι όσον αφορά τα ελαστικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, η επίδραση της πυλωτής μειώνεται με την αύξηση των ορόφων.

## B) ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Η ανομοιόμορφη κατανομή της δυσκαμψίας που χαρακτηρίζει τις πλαισιακές κατασκευές με piloti και τα μεγάλα εντατικά μεγέθη που εμφανίζει στα υποστηλώματα του ισόγειου, οδηγεί στο σχηματισμό μαλακού ορόφου στο ισόγειο και σε πρόωρη κατάρρευση της κατασκευής. Ο σχηματισμός μαλακού ορόφου στο ισόγειο, παρατηρήθηκε σε όλες τις κατασκευές. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα των ανελαστικών αναλύσεων.



Σχήμα 6: Διαγράμματα τέμνουσας βάσης μετατόπισης για ύπαρξη pilotis



Σχήμα 7: Διαγράμματα τέμνουσας βάσης μετατόπισης για ύπαρξη για τοίχους παντού

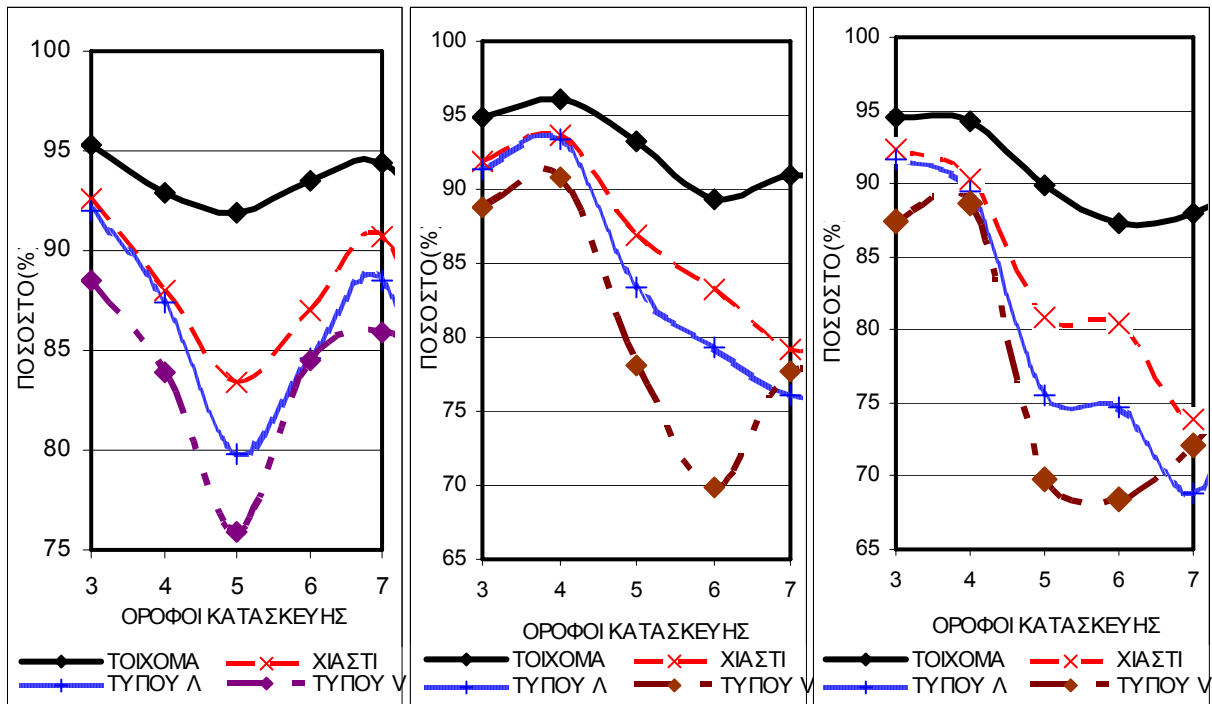
Όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η επίδραση στη δυσκαμψία και την αντοχή της κατασκευής είναι μικρότερη λόγω της ύπαρξης πυλωτής όπως και στην πλαστιμότητα (συγκρίνοντας τη πλαστιμότητα που έχει η κατασκευή με πυλωτή και την πλαστιμότητα που θα είχε με τοίχους παντού).

## ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

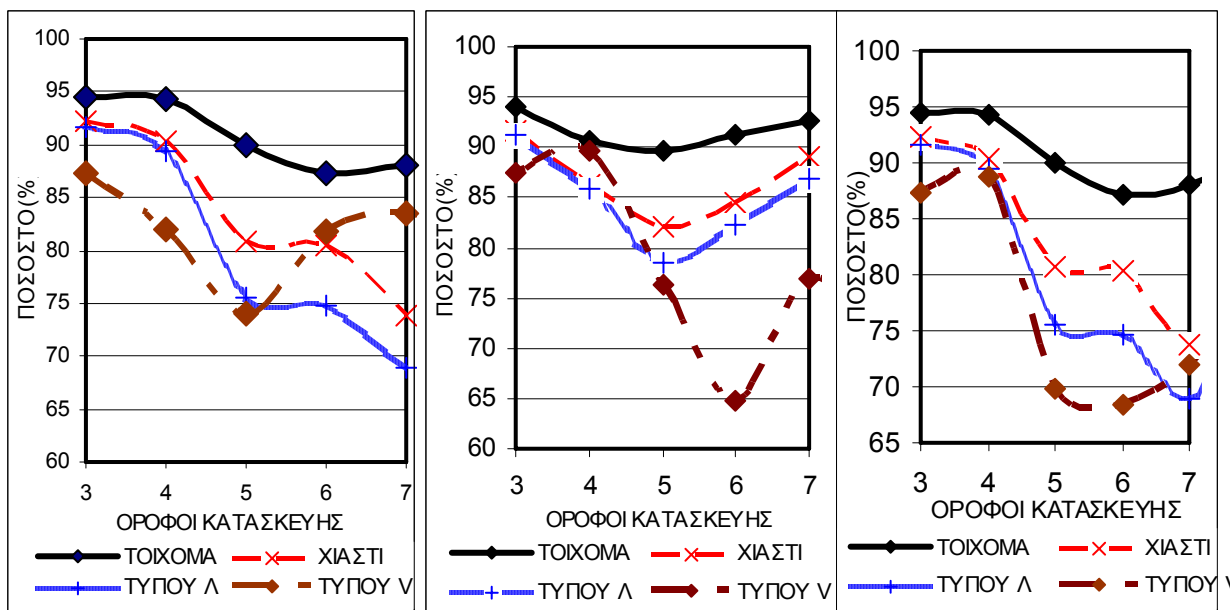
Επιλέγονται τέτοιες ενισχύσεις έτσι ώστε να μειωθεί η επίδραση της *pilotis* και της μειωμένης δυσκαμψίας καθ' ύψος καθώς με την εγκατάσταση τοιχωμάτων και μεταλλικών συνδέσμων, αυτά πια συνεισφέρουν στη δυσκαμψία του κτιρίου, και η επιρροή της πυλωτής γίνεται αμελητέα.

## Α)ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Γίνονται ελαστικές αναλύσεις των ενισχυμένων προσομοιωμάτων ( 3ώροφο, έως 7ώροφο) καθώς και των κατασκευών με *pilotis* σε τρία επιταχυνσιογραφήματα με το συνυπολογισμό των τοιχοπληρώσεων στο προσομοίωμα. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων είναι προσεγγιστικά καθώς ούτε οι τοιχοπληρώσεις θα συμπεριφερθούν ελαστικά αλλά και πιθανότατα ούτε η κατασκευή στους σεισμούς. Παρ' όλ' αυτά δίνουν μία εικόνα της αποτελεσματικότητας των συστημάτων ενίσχυσης. Δεδομένου ότι αυτά τα συστήματα ενίσχυσης χρησιμοποιούνται για να προσδώσουν δυσκαμψία και αντοχή στο φορέα, έχουν ως στόχο την ελάφρυνση των υφιστάμενων μελών σε σημείο που να μην χρειαστεί καν επέμβαση σε αυτά. Επομένως παρακάτω συγκρίνονται κάποια εντατικά μεγέθη προ και μετά της ενίσχυσης. Πιο συγκεκριμένα συγκρίνονται τα ποσοστά μείωσης της ροπής στις κεφαλές των υποστυλωμάτων, του ακραίου και του πρώτου εσωτερικού.



Σχήμα 8: Ποσοστό μείωσης ροπής στις κεφαλές των ακραίων υποστυλωμάτων για 3ώροφο έως 7ώροφο για σεισμούς Αλκωνίδων Καλαμάτας Θεσσαλονίκης

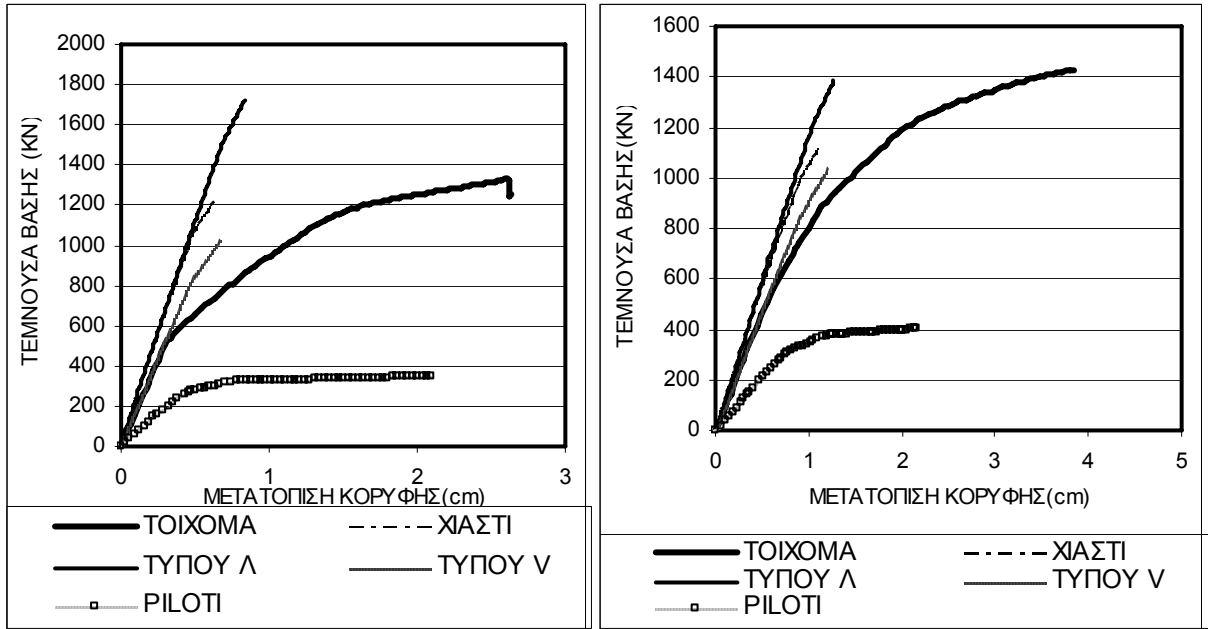


Σχήμα 9: Ποσοστό μείωσης ροπής στις κεφαλές των 1<sup>ων</sup> εσωτερικών υποστυλωμάτων για 3ώροφο έως 7ώροφο για σεισμούς Αλκωνίδων Καλαμάτας Θεσσαλονίκης

Είναι φανερό από τα δύο παραπάνω διαγράμματα ότι τα τοιχώματα αλαφραίνουν πολύ τα υφιστάμενα μέλη, και μειώνουν τις ροπές σε ποσοστό από 85-95%. Αποτελεσματικά είναι και τα χιαστί. Το λιγότερο αποτελεσματικό σύστημα ενίσχυσης είναι αυτό με τους μεταλλικούς συνδέσμους τύπου V.

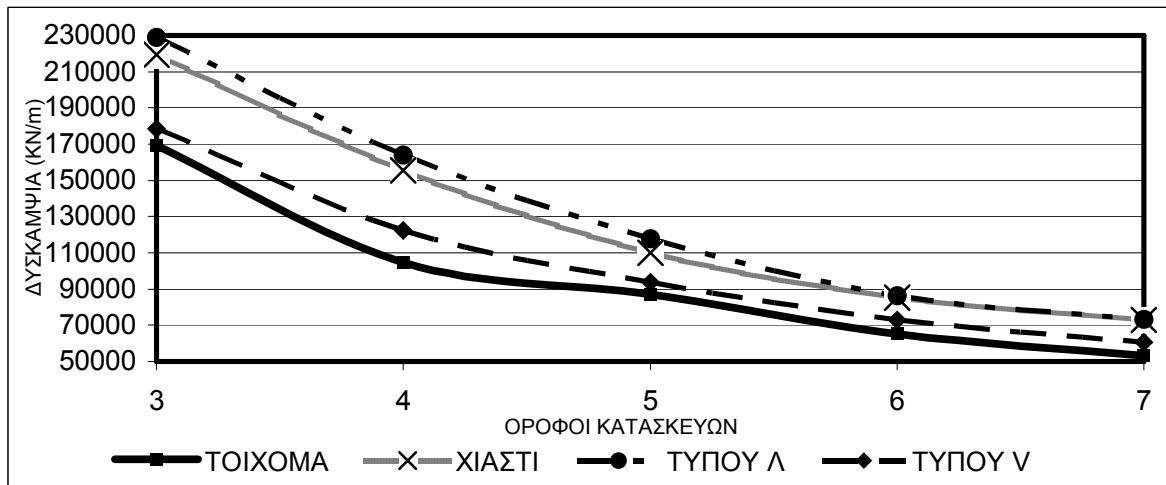
## Β) ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Παρατίθενται ενδεικτικά τα διαγράμματα τέμνουσας βάσης- μετατόπισης κορυφής της ενισχυμένης και της pilotis για το 3-ώροφο, το 5-ώροφο



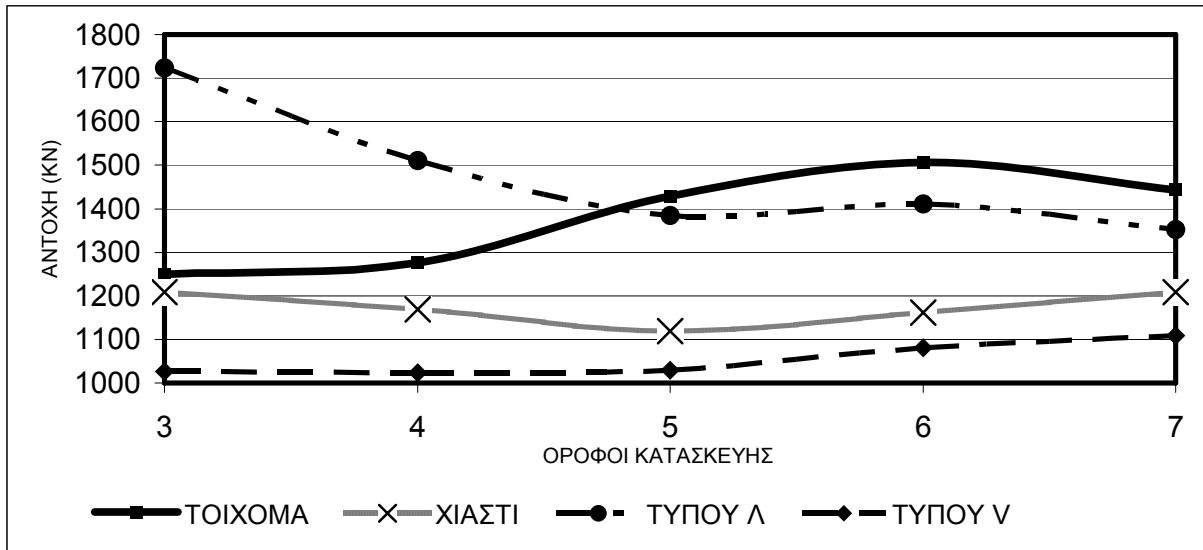
Σχήμα 10: Ενδεικτικά διαγράμματα για τριώροφη και πενταώροφη κατασκευή

Οι απότομες διακοπές του διαγράμματος που συμβαίνουν στα διαγράμματα των μεταλλικών συνδέσμων, οφείλονται όλες σε αστοχία του 2<sup>ου</sup> εσωτερικού υποστηλώματος (σημείο C του διαγράμματος ροπής στροφής).



Σχήμα 11: Μεταβολή δυσκαμψίας κατασκευής ανάλογα με σύστημα ενίσχυσης και αριθμό ορόφων



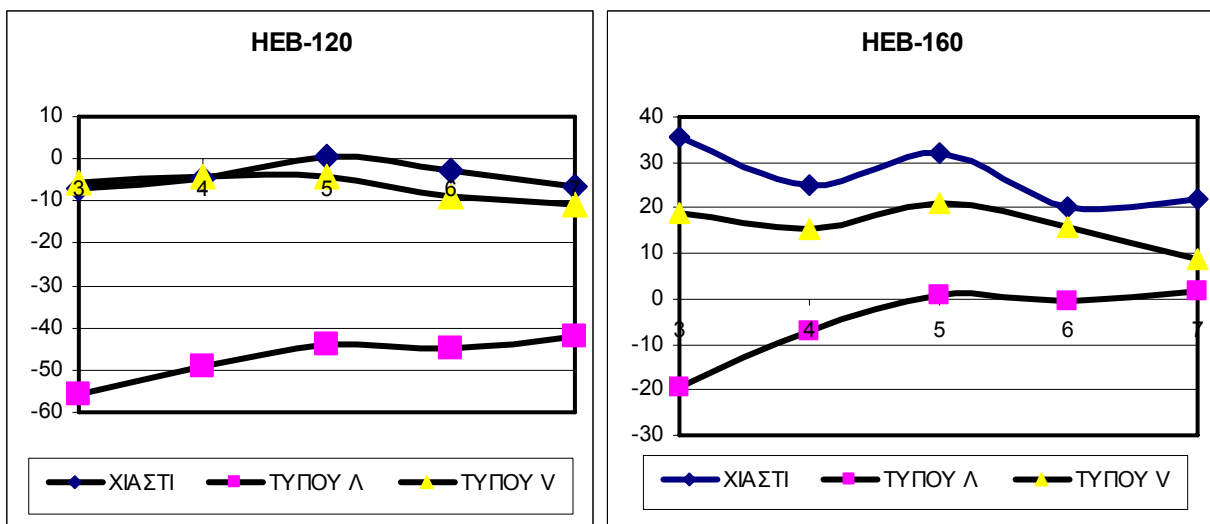


Σχήμα 12: Μεταβολή αντοχής(τέμνουσας βάσης) κατασκευής ανάλογα με σύστημα ενίσχυσης και αριθμό ορόφων

Οι αυξομειώσεις που συμβαίνουν στα διαγράμματα της αντοχής και του δείκτη πλαστιμότητας όπως π.χ στο εξαώροφο οφείλονται στο γεγονός ότι εκείνη τη στιγμή, το αξονικό φορτίο είναι κοντά στο γόνατο του διαγράμματος αλληλεπίδρασης με αποτέλεσμα τα υποστηλώματα να έχουν μεγάλη αντοχή και αυτό να επηρεάζει αρχικά την αντοχή του κτιρίου

### ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Όσον αφορά τους μεταλλικούς συνδέσμους, εξετάζονται και μικρότερες διατομές, για κάθε διάταξη, HEB-120, HEB-160. Αφού κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα τέμνουσας βάσης μετατόπισης για όλες τις κατασκευές εξετάστηκε η επιρροή της διατομής με μέτρο την αντοχή που προσφέρουν στο φορέα.



Σχήμα 13: Αυξομείωση αντοχής σε σχέση με αρχικό φορέα με HEB-240

Παρατηρείται ότι για τα χιαστί με μικρότερη διατομή μπορεί να πετύχουμε πολύ μεγαλύτερες αντοχές όπως και για τα τύπου V. Αυτό οφείλεται στη λειτουργία των μεταλλικών συνδέσμων, που σχηματίζουν δικτύωμα με τα γειτονικά υποστηλώματα, με αποτέλεσμα την επιπρόσθετη επιπόνησή τους. Παραδείγματος χάριν για το 3ώροφο,

χρησιμοποιώντας HEB-160 αντί για HEB-240, πετύχαμε 40% αύξηση της αντοχής της κατασκευής σε σχέση με αυτή που είχε για HEB-240 ενώ για HEB-120 πετύχαμε σχεδόν την ίδια. Το ίδιο όμως δε συμβαίνει και για τα τύπου Λ.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά τα κτίρια με πυλωτή, παρ'όλο που η επιρροή της μειώνεται με την άυξηση των ορόφων κρίνονται πιο κρίσιμα τα πιο ψηλά κτίρια με πυλωτή καθώς μειώνεται πολύ η πλαστιμότητά τους.

Από τις τρεις διατάξεις των μεταλλικών συνδέσμων γενικά δυσμενέστερη είναι η τύπου V. Αυτό εξάγεται από το γεγονός ότι παρ'όλο που χρησιμοποιούμε ίδια διατομή με τις άλλες δύο διατάξεις, παρουσιάζει και μειωμένη δυσκαμψία, και γενικά μικρότερη αντοχή αλλά και πλαστιμότητα. Επίσης οι τύπου V αλαφρένουν λιγότερο απ'όλα τα συστήματα ενίσχυσης, τα υφιστάμενα μέλη.

Η ενίσχυση με τοίχωμα κρίνεται ως πολύ αποτελεσματική, καθώς προσφέρει τη μεγαλύτερη γενικά αντοχή και αλαφρένει περισσότερο από τα υπόλοιπα συστήματα ενίσχυσης, τα υφιστάμενα μέλη. Επίσης το τοίχωμα προσφέρει πολύ μεγάλη πλαστιμότητα αλλά όσο αυξάνονται οι όροφοι μειώνεται δραστικά. Τέλος είναι το μόνο σύστημα που επέβαλε πλαστικές αρθρώσεις στις δοκούς, που είναι και ο επιθυμητός τρόπος αστοχίας ενώ αντίθετα με την ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους, κάτι τέτοιο σπάνια επετεύχθη.

Όσον αφορά την ενίσχυση με τύπου Λ, προσφέρουν μεγάλη αντοχή και μεγάλη δυσκαμψία, αν και όσο αυξάνει ο αριθμός των ορόφων, φθίνουν πιο γρήγορα απ' ότι στα άλλα συστήματα ενίσχυσης.

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

Ενίσχυση με τοιχώματα

- Η ενίσχυση με τοιχώματα εντός πλαισίων χωρίς να είναι σε επαφή με τα υποστηλώματα, οδηγεί σε μείωση του μήκους των δοκών που συνδέονται με αυτό. Αυτό έχει σαν συνέπεια, η ικανοτική τέμνουσα που ισούται  $V_{cd}=(M_{rd1}+M_{rd2})/L$  να αυξάνεται σημαντικά. Επομένως αυτές οι δοκοί πρέπει να ενισχύονται για την παραλαβή αυτής της τέμνουσας.
- Η ενίσχυση με τοιχώματα δημιουργεί μεγάλες καταπονήσεις στον ανώτατο όροφο.

Ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους

- Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε καμπτική αστοχία των υποστηλωμάτων που συνδέονται με τους συνδέσμους, καθώς τα υποστηλώματα αυτά δρουν και ως μέλη δικτύωματος με αποτέλεσμα να παίρνουν μεγάλα αξονικά φορτία, πολύ μεγαλύτερα από αυτά που αντιστοιχούν στο γόνατο του διαγράμματος αλληλεπίδρασης με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντοχή τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. SAP2000 Manual

2. Σπυράκος Κ.

‘Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φορτία’, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα 2004, Β’ έκδοση.

3. ΟΑΣΠ, Ερευνητικό πρόγραμμα-μελέτη,

‘Επισημάνση προβλημάτων σχετιζόμενων με την αλλαγή χρήσεως υφισταμένων κτιρίων’, Αθήνα 2003.

4. FEMA-356, (2000)

Prestandard for the Seismic Rehabilitation of buildings, Washington D.C