

## **ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ**

**ΤΟΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

### **Περίληψη**

*Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η μέθοδος ενίσχυσης των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με δικτυωτούς συνδέσμους. Αρχικά αναφέρεται στους μεταλλικούς συνδέσμους. Η αναφορά αυτή περιλαμβάνει τα είδη των δικτυωτών συνδέσμων ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης τους, τις τεχνικές σύνδεσης τους με το φέροντα οργανισμό, οι συνήθειες αστοχίες τους και τον τρόπο επισκευής τους καθώς και τις θέσεις τοποθέτησής τους σε κάτοψη. Επιπλέον, γίνεται μια παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων από την χρήση μεταλλικών συστημάτων. Τέλος γίνεται αναφορά στην ενίσχυση με ραβδωτούς συνδέσμους εκτοξευμένου σκυροδέματος καθώς και παρουσίαση της χρήσης τους σε ξενοδοχειακό συγκρότημα στην Κυλλήνη.*

### **1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Μια από τις συνήθειες μεθόδου ενίσχυσης των κατασκευών με πλαισιακό φέροντα οργανισμό για την ανάληψη σεισμικών φορτίων, είναι η τοποθέτηση δικτυωτών συνδέσμων σε προεπιλεγμένα του φορέα. Με την προσθήκη των συνδέσμων οι σεισμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στο πλαίσιο αναλαμβάνονται κυρίως από τις αξονικές δυνάμεις των συνδέσμων. Οι δικτυωτοί σύνδεσμοι είναι κατά κανόνα μεταλλικοί και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ανάπτυξη που ακολουθεί αφορά τους μεταλλικούς συνδέσμους, με μια σύντομη αναφορά στους δικτυωτούς συνδέσμους οπλισμένου σκυροδέματος.

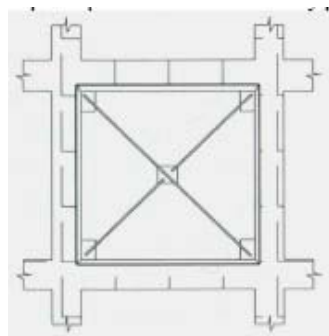
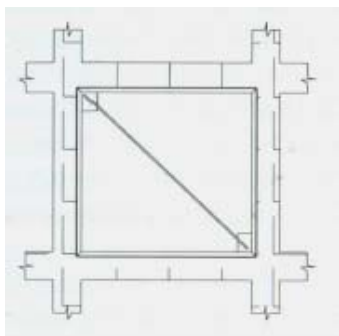
### **2.ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΩΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

#### **2.1 ΕΙΔΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΤΡΟΠΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ<sup>[1],[8]</sup>**

Οι δικτυωτοί σύνδεσμοι ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης των διαγώνιων μελών με το ζύγωμα του φαντώματος διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

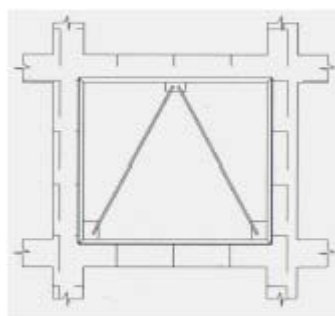
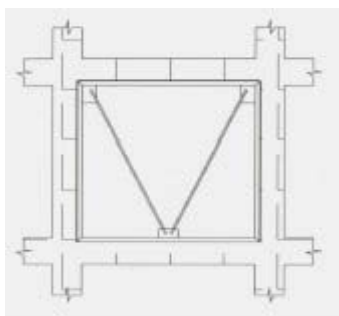
- α)δικτυωτοί σύνδεσμοι χωρίς εκκεντρότητα
- β)δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα

Χωρίς εκκεντρότητα είναι οι απλοί και οι χιαστοί διαγώνιοι (Σχήμα1α και 1β). Οι σύνδεσμοι αυτοί έχουν στοιχεία κατά τη διεύθυνση της μιας ή και των δυο διαγώνιων του φαντώματος. Για την διαστασιολόγηση των συνδέσμων αυτού του τύπου θεωρούμε ότι οι εναλλασσόμενης φοράς οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις αναλαμβάνονται από τις εκάστοτε εφελκόμενες διαγώνιους ,ενώ η συνεισφορά των αντίστοιχων θλιβομένων διαγωνίων μπορεί να αγνοείται.



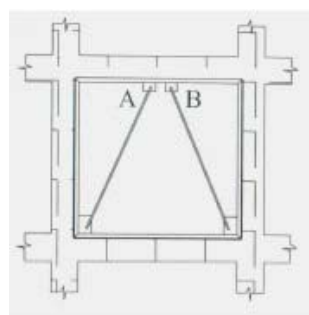
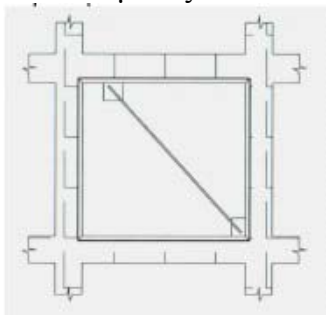
(α) (β)  
**Σχήμα 1** <sup>[1]</sup>: Διαγώνιοι Δικτυωτοί σύνδεσμοι. (α) Απλοί. (β) Χιαστί

Μια άλλη συνήθης διάταξη δικτυωτών συνδέσμων είναι η χρήση δύο στοιχείων ανα φάτνωμα, τα οποία συντρέχουν σε ένα κοινό ενδιάμεσο σημείο των οριζοντίων μελών του πλαισίου (Σχήμα 2α και 2β). Το κύριο χαρακτηριστικό της συμπεριφοράς των συνδέσμων τύπου Λ ή V είναι ότι σε αντιδιαστολή με τις απλές ή χιαστί διαγώνιους, οι σεισμικές δυνάμεις αναλαμβάνονται τόσο από τις εφελκυόμενες όσο και από τις θλιβόμενες ράβδους. Επιπροσθέτως οι σύνδεσμοι τύπου Λ ή V σε αντίθεση με τους απλούς ή χιαστί συνδέσμους αναλαμβάνουν, εκτός από μέρος των οριζοντίων φορτίων, και ένα ποσοστό των κατακόρυφων φορτίων της κατασκευής.



(α) (β)  
**Σχήμα 2** <sup>[1]</sup>: (α) Δικτυωτοί σύνδεσμοι τύπου V. (β) Δικτυωτοί σύνδεσμοι τύπου Λ

Η βασική διαφορά των δικτυωτών συνδέσμων χωρίς εκκεντρότητα σε σχέση με αυτούς με εκκεντρότητα, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους αλλά και με τα οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία του πλαισίου χωρίς εκκεντρότητα. Είναι ότι τουλάχιστον ένα από τα δυο άκρα της διαγώνιου συνδέεται με το ζύγωμα έκκεντρα ως προς τον αντίστοιχο κόμβο του υποστυλώματος.



(α) (β)  
**Σχήμα 3** <sup>[1]</sup>: Τύποι δικτυωτών συνδέσμων με εκκεντρότητα. (α) Έκκεντρη διαγώνιος (β) έκκεντροι τύπου Λ

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

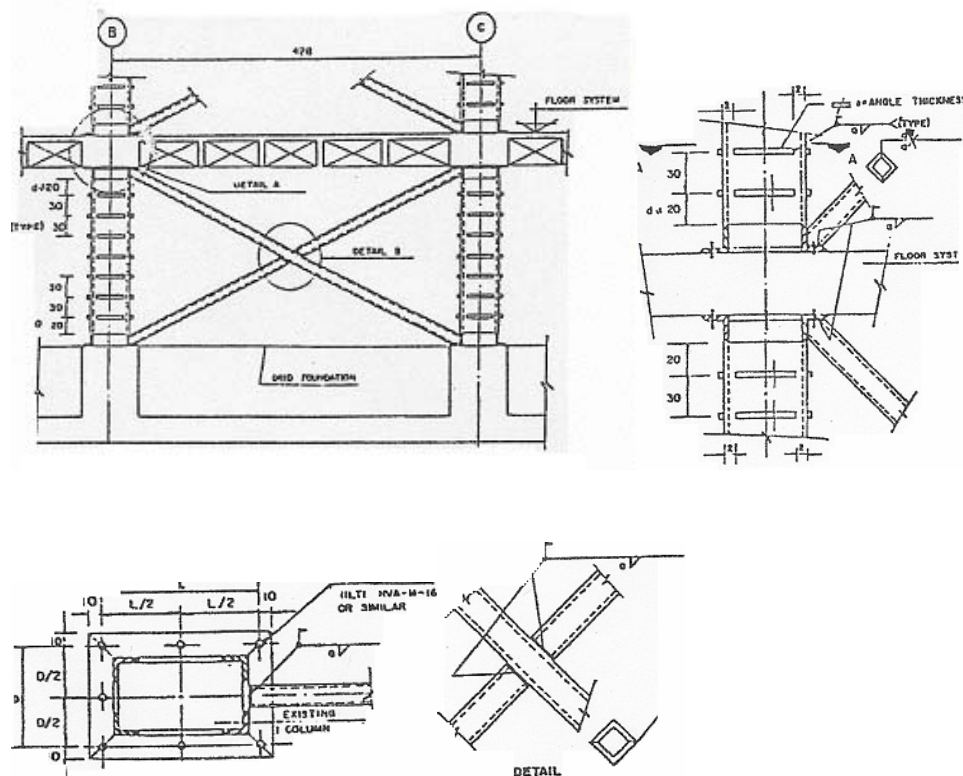
Βασικό μειονέκτημα αυτής της κατηγορίας συνδέσμων είναι ότι το τμήμα του ζυγώματος μεταξύ των δυο έκκεντρα συνδεδεμένων κόμβων καταπονείται έντονα τόσο σε κάμψη όσο και σε διάτμηση από οριζόντια φορτία, κατά συνέπεια έχει αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας.

### **2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΩΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Η εξασφάλιση της ασφαλούς μεταφοράς των δυνάμεων μεταξύ των στοιχείων που προστίθενται και αυτών που προϋπάρχουν απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στις θέσεις συνδέσεων με την υφιστάμενη κατασκευή. Δυο είναι οι βασικοί τρόποι σύνδεσης του μεταλλικού δικτύωματος με τον πλαίσιακό φέροντα οργανισμό του κτιρίου η εσωτερική σύνδεση στο πλαίσιο οπλισμένου σκυροδέματος και η εξωτερική.

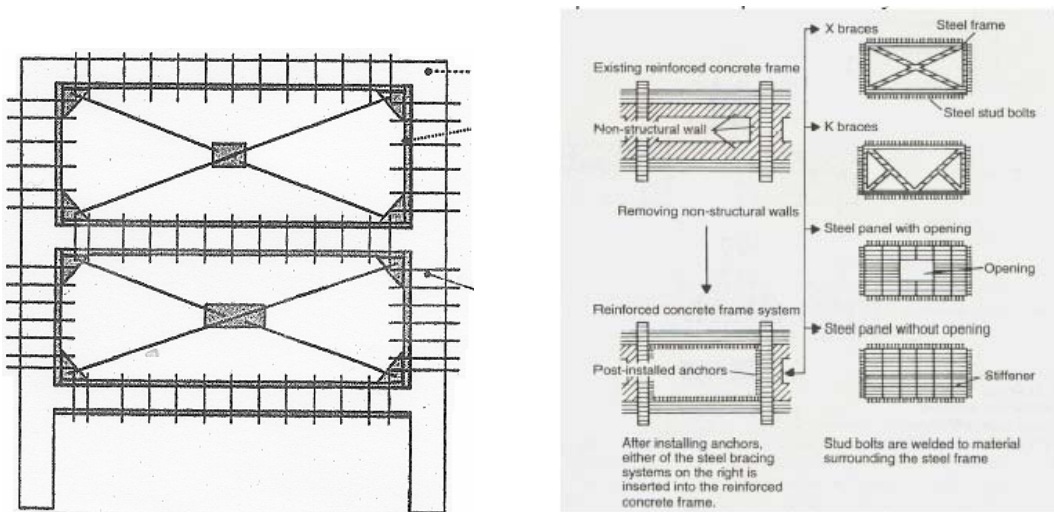
#### **α) Εσωτερική σύνδεση στο πλαίσιακό φέροντα οργανισμό** <sup>[1],[5],[7]</sup>,

Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο σύνδεσης εισάγουμε το μεταλλικό δικτύωμα μέσα στο πλαίσιο. Η σύνδεση αυτή μπορεί να γίνει είτε άμεσα στο σκυροδέμα, με την βοήθεια μεταλλικών γωνιακών ελασμάτων (Σχήμα 4 )



**Σχήμα 4** <sup>[7]</sup> : Εσωτερική σύνδεση στο πλαίσιακό οργανισμό, λεπτομέρειες σύνδεσης

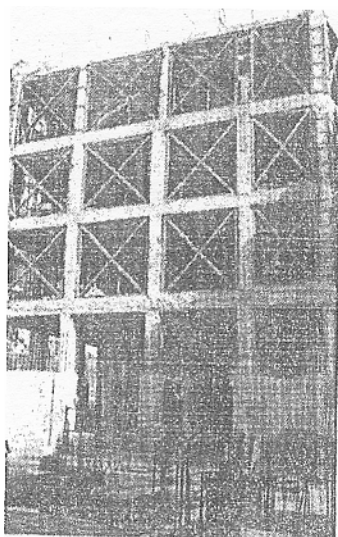
είτε έμμεσα με την τοποθέτηση περιμετρικά του φατνώματος μεταλλικά στοιχεία που σχηματίζουν ένα μεταλλικό πλαίσιο και τα διαγώνια μέλη των συνδέσμων συνδέονται με τα στοιχεία του πλαισίου αυτού(Σχήμα 5).



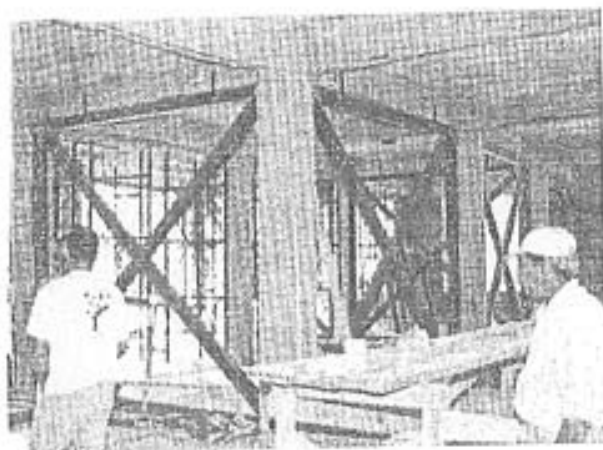
Σχήμα 5<sup>[6]</sup> : Τεχνικές έμμεσης σύνδεσης

Στην δεύτερη περίπτωση, η σύνδεση των μεταλλικών στοιχείων με τις δοκούς και τα υποστυλώματα του φατνώματος μπορεί να είναι συνεχής ή διακεκομμένη υπό την προϋπόθεση ότι σε κάθε θέση ικανοποιείται η συνθήκη του συμβιβαστού των παραμορφώσεων. Κατά συνέπεια, όταν επιλέγεται η παραπάνω λύση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι σε αντίθεση με τους διαγώνιους συνδέσμους που καταπονούνται κυρίως αξονικά, τα στοιχεία του πρόσθετου μεταλλικού πλαισίου αναπτύσσουν εκτός από την αξονική, τόσο καμπτική όσο και διατμητική ένταση.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στην αποκατάσταση συγκροτήματος διατηρητέων κτιρίων στα Λαδάδικα Θεσσαλονίκης, όπως φαίνεται στις ακόλουθες φωτογραφίες



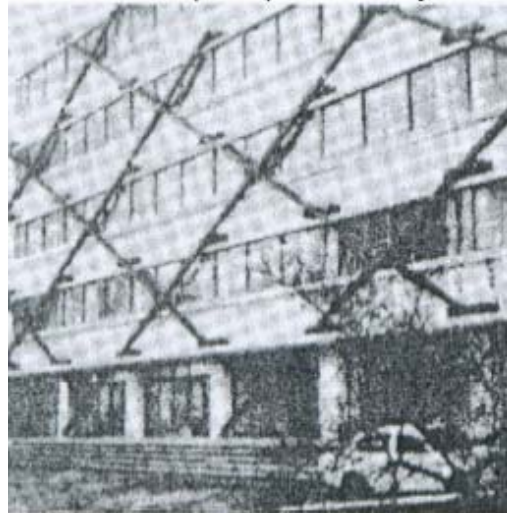
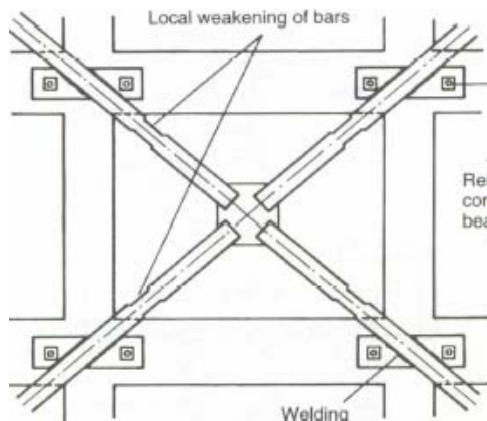
Φωτ.1<sup>[2]</sup> Ενίσχυση δυσκαμψίας σκελετού κτιρίου Α



Φωτ. 2<sup>[2]</sup> Διάταξη εσωτερικών δικτυωμάτων δυσκαμψίας

**β) Εξωτερική σύνδεση στο πλαίσιακό φέροντα οργανισμό** <sup>[1],[6]</sup>,

Στην περίπτωση αυτή το σύστημα των μεταλλικών ράβδων τοποθετείται στην εξωτερική όψη του πλαίσιακού φορέα και συνδέεται στους κόμβους του, όπως φαίνεται ακολούθως



**Σχήμα 6** <sup>[7]</sup> : Εξωτερική σύνδεση στο φέροντα οργανισμό

**Φωτ 3** <sup>[8]</sup> : Εφαρμογή της μεθόδου σε κτίριο στη Καλιφόρνια

Με αυτό τον τρόπο σύνδεσης το σύστημα των μεταλλικών ράβδων συνεργάζεται με το πλαίσιο οπλισμένου σκυροδέματος και παραλαμβάνει μέρος της σεισμικής δράσης. Το σύστημα αυτό στηρίζεται πάνω στους κόμβους του πλαισίου με συγκόλληση της ράβδου πάνω σε ένα μεταλλικό έλασμα και στην συνέχεια με σύνδεση του ελάσματος στο κόμβο, με την χρήση βλήτρων και ρητίνης.

Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την επέμβαση στο κτίριο από την εξωτερική πλευρά και επιτρέπει να γίνει η ενίσχυση του με μεγαλύτερη ευκολία, χωρίς να χρειάζονται πρόσθετες επεμβάσεις στην κατασκευή (π.χ ξήλωμα τοιχοποιίας).

### **2.3 ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ <sup>[1]</sup>**

Οι κυριότερες βλάβες που παρουσιάζονται σε διαγώνια στοιχεία των δικτυωτών συνδέσμων είναι τα ακόλουθα :

- Αποκόλληση του κομβοελάσματος είτε από το ζύγωμα είτε από το υποστύλωμα του πλαισίου. Στην περίπτωση αυτή πρέπει η συγκόλληση να επανεκτελεστεί με ραφή μεγαλύτερου πάχους και επίσης το κομβοέλασμα με εγκάρσιες νευρώσεις
- Διαρροή διαγώνιου στοιχείου. Εάν η πλαστική παραμόρφωση δεν είναι μεγάλη δεν απαιτείται η αντικατάσταση του στοιχείου.
- Αστοχία του διαγώνιου στοιχείου λόγω θραύσης όταν καταπονείται σε εφελκυσμό ή λυγισμό και αδυναμίας επαναφοράς στην ευθεία θέση όταν καταπονείται σε θλίψη. Στις περιπτώσεις αυτές το στοιχείο πρέπει να αντικατασταθεί από νέο
- Ολίσθηση των κοχλιών τριβής. Για ολίσθηση έως 2mm συνίσταται να γίνονται πρόσθετες ραφές συγκόλλησης του διαγώνιου στοιχείου στο κομβοέλασμα. Για μεγαλύτερη τιμή ολίσθησης οι προεντεταμένοι κοχλίες πρέπει να αντικαθίστανται
- Θραύση των κοχλιών σύνδεσης του στοιχείου στο κομβοέλασμα. Συνίσταται η αντικατάσταση των κοχλιών με κοχλίες τριβής και εκτέλεση πρόσθετων ραφών συγκόλλησης
- Θραύση κομβοελάσματος. Η βλάβη αποκαθίσταται με προσωρινή απομάκρυνση του στοιχείου του συνδέσμου, αντικατάσταση του κομβοελάσματος από άλλο μεγαλύτερου πάχους και επανατοποθέτηση του στοιχείου.

### **2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΔΙΑΓΩΝΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ <sup>[3]</sup>**

Η συγκεκριμένη μέθοδος ενίσχυσης επιτυγχάνει κυρίως την αύξηση της δυσκαμψίας της κατασκευής. Για αυτό το λόγο προστίθενται σε μαλακούς ορόφους δηλαδή σε ορόφους με μειωμένη δυσκαμψία. Στην περίπτωση που κανένας από τους ορόφους της κατασκευής δεν εμφανίζει μειωμένη δυσκαμψία σε σχέση με τους υπόλοιπους αλλά απαιτείται ενίσχυση του συνόλου της κατασκευής συνίσταται η τοποθέτηση των δικτυωτών συνδέσμων σε κατακόρυφη σειρά φατνωμάτων των περιμετρικών κυρίως πλαισίων του φορέα.

Η τοποθέτηση των μεταλλικών δικτυωτών φορέων πρέπει να γίνεται συμμετρικά στην κάτοψη καθώς και σ' όλο το ύψος. Η τοποθέτηση των συστημάτων μεταβάλλει το μητρώο ακαμψίας της κατασκευής κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το τμήμα εκείνο που ενισχύεται να έχει αυξημένη ακαμψία σε σχέση με πριν. Η αύξηση της ακαμψίας μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση σημαντικών εκκεντροτήτων στην κατασκευή και άρα στην εμφάνιση σημαντικών στροφών κατά την άσκηση οριζοντίων δράσεων όπως αυτές που προκαλεί ο σεισμός.



## **2.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ**

Η ενίσχυση και ειδικότερα η αντισεισμική θωράκιση των κατασκευών με την μέθοδο των μεταλλικών δικτυωτών συνδέσμων σε χώρες όπως οι Η.Π.Α και η Ιαπωνία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη, καθώς συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα <sup>[1], [2], [3], [4], [5], [8]</sup> :

- Ο χάλυβας λόγω των όλκιμων χαρακτηριστικών του μπορεί να παραλάβει μεγάλες πλαστικές παραμορφώσεις και κατά συνέπεια μπορεί ενδείκνυται για την απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας.
- Με την συγκεκριμένη μέθοδο επιτυγχάνεται κατά κύριο λόγο αύξηση της δυσκαμψίας της κατασκευής, ενώ ανάλογα με το είδος των συνδέσμων μπορεί να επιτευχθεί σημαντική αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας.
- Μικρή επιβάρυνση των κατακόρυφων φορτίων του φορέα με αποτέλεσμα το μηδαμινό κόστος θεμελίωσης.
- Δεν χρειάζονται εκτεταμένες επεμβάσεις στον φέροντα οργανισμό της υπάρχουσας κατασκευής
- Λόγω της ύπαρξης προκατασκευασμένων στοιχείων ελαχιστοποιείται η φθορά της ιδιοκτησίας
- Μειωμένο κόστος ενίσχυσης της κατασκευής σχέση με άλλες μεθόδους
- Λόγω της ευκολίας τοποθέτησης μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της ενίσχυσης.
- Δεν απαιτείται απομάκρυνση των ενοίκων του κατά την διάρκεια της ενίσχυσης του κτιρίου
- Η κατασκευαστική αυτή λύση προσφέρεται από αρχιτεκτονικής και λειτουργικής άποψης καθώς επιτρέπει τον φωτισμό και των αερισμό των εσωτερικών χώρων μιας κατασκευής και δίνει μεγαλύτερη ευελιξία
- Σε περίπτωση που το φάτνωμα στο οποίο πρόκειται να τοποθετηθούν έχει τοιχοπλήρωση, είναι δυνατόν να τοποθετηθούν εξωτερικά του πλαισίου χωρίς να διαφοροποιείται η συμπεριφορά τους
- Δεν αλλοιώνεται η φυσιογνωμία του κτιρίου. Είναι δυνατή η αντικατάσταση ορισμένων στοιχείων αν υποστούν βλάβη
- Αν ο υπάρχον φορέας αστοχήσει, κατάλληλη διάταξη των μεταλλικών συνδέσμων είναι ικανοί να παραλάβουν τα μόνιμα φορτία και να μειώσουν τον κίνδυνο της κατάρρευσης.

Η χρήση αυτής της μεθόδου ενίσχυσης παρουσιάζει όμως και ορισμένα μειονεκτήματα <sup>[3], [4]</sup> :

- Τα δυο υλικά (χάλυβας – οπλισμένο σκυρόδεμα) έχουν διαφορετική μετελαστική συμπεριφορά με συνέπεια να μειώνεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της ελαστικής ανάλυσης
- Έλλειψη κανονιστικών διατάξεις για τις σύμμεικτες κατασκευές στον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό (Ν.Ε.Α.Κ 95)
- Κρίσιμος είναι ο λυγισμός των διαγώνιων ράβδων και η συγκέντρωση δυνάμεων στα σημεία σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων με το πλαίσιο οπλισμένου σκυροδέματος
- Υπάρχει έλλειψη εμπειρίας τόσο στο επίπεδο μελέτης, όσο και κατασκευής, με κύριο πρόβλημα τη σύνδεση των διαγώνιων ράβδων με τους κόμβους του πλαισίου από οπλισμένο σκυρόδεμα

### **3. ΔΙΚΤΥΩΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ** <sup>[9]</sup>

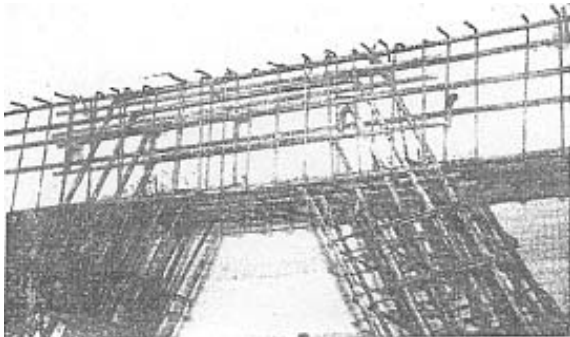
Οι δικτυωτοί σύνδεσμοι από οπλισμένο σκυρόδεμα αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας λιγοστών ερευνητών. Έρευνα σχετικά με την ελαστική απόκριση πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος με δικτύωση από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σύγκριση με τοιχεία και τοιχεία συζευμένα με πλαίσια έχει πραγματοποιηθεί. Σύμφωνα με την οποία τα δικτυωματικά πλαίσια έχουν καλύτερη συμπεριφορά από τα τοιχεία συζευμένα με πλαίσια και ότι αποτελούν ελαφρώς οικονομικότερη λύση όσον αφορά τους σιδηροπλισμούς.

Η μέθοδος επισκευής με κεκλιμένους ραβδωτούς συνδέσμους εκτοξευμένου σκυροδέματος εφαρμόστηκε σε παραθαλάσσιο ξενοδοχειακό συγκρότημα στην Κυλλήνη. Οι διατομές των κεκλιμένων ράβδων της δικτύωσης είναι 0.50m x 0.50m. Οι διαστάσεις αυτές καθορίστηκαν έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής διαθέσιμη πλαστιμότητα και να εξασφαλίζεται η αγκύρωση οπλισμών των κεκλιμένων στοιχείων στις παρειές της υπάρχουσας δοκού του πλαισίου διευκολύνοντας έτσι την μόρφωση του κεντρικού κόμβου. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης εκτοξευμένου σκυροδέματος στα κεκλιμένα στοιχεία τοποθετήθηκε σωλήνας PVC διαμέτρου 200mm.

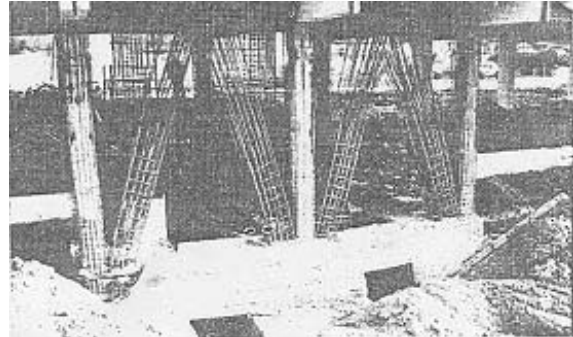
Η ενίσχυση των φατνωμάτων με μεταλλικά στοιχεία απορρίφθηκε για δυο κυρίως λόγους:

- α) η αγκύρωση των μεταλλικών πανέλων πάνω στα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος που τα περιέβαλαν ήταν προβληματική
- β) το περιβάλλον της περιοχής των κτιρίων ήταν πολύ επιθετικό για γυμνές μεταλλικές κατασκευές

Ακολουθούν φωτογραφίες και κατασκευαστικά σχέδια της ενίσχυσης του ξενοδοχειακού συγκροτήματος



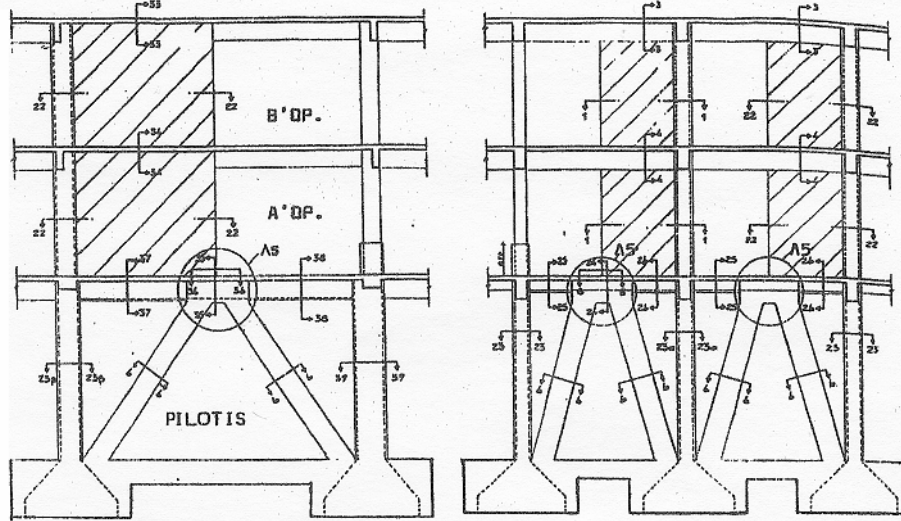
**Φωτ.4** <sup>[9]</sup> Οπλισμός κόμβου



**Φωτ.5** <sup>[9]</sup> Διάταξη δικτυωτών συνδέσμων

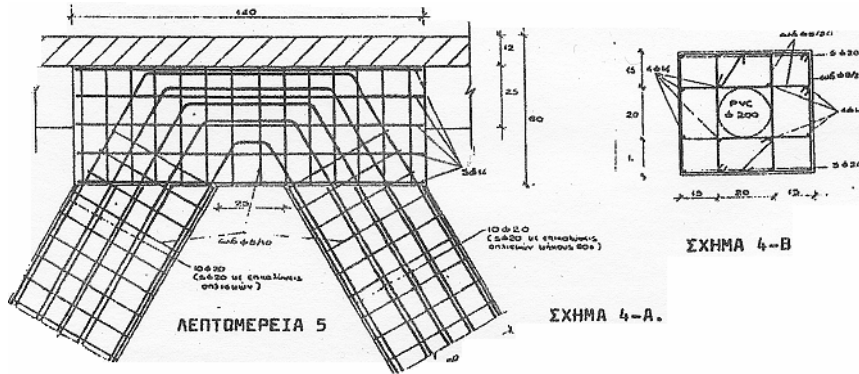


ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ



ΣΧΗΜΑ 3-Α.

ΣΧΗΜΑ 3-Β.



ΣΧΗΜΑ 4-Β

ΣΧΗΜΑ 4-Α.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. Ενίσχυση των Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία.**  
Κωνσταντίνος Σπυράκος, Αναπλ.Καθηγητής Ε.Μ.Π, Τ.Ε.Ε 2004
- 2. Ιγνατάκης, Στυλιανίδης, Ασμενιάδης, Νάσκος “ Αποκατάσταση συγκροτήματος διατηρητέων κτιρίων της τράπεζας Μακεδονίας- Θράκης στα Λαδάδικα Θεσσαλονίκης ”** 12<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε Ελληνικό Τμήμα Σκυροδέματος
- 3. Β.Βαδαλουκας, Α.Γιακα, Γ.Βαδαλουκας, Γ.Παπαδόπουλος “Μοντέλο ενίσχυσης πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος με την χρήση χιαστί μεταλλικών στοιχείων” ,** 13<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε Ελληνικό Τμήμα Σκυροδέματος ( Μέλος FIB-RILEM) Ρέθυμνο,25-27 Οκτωβρίου 199, τόμος **I**
- 4. Π.Παπαδόπουλος, Α.Αθανασόπουλος “Κτίριο ενισχυμένο με μεταλλικές διαγώνιες ράβδους” ,** 13<sup>ο</sup> Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε Ελληνικό Τμήμα Σκυροδέματος ( Μέλος FIB-RILEM) Ρέθυμνο,25-27 Οκτωβρίου 199, τόμος **II**
- 5.Yasutoshi Yamamoto, ”Strength and Ductility of Frames Strengthened with Steel Bracing”**
- 6. Comite Euro-International Du Beton** Fastenings for Seismic Retrofitting p.7-31
- 7. Earthquake Spectra Volume 5 No1** Editors:Rodriguez – Park, 1991
- 8. Design of Steel Frames**
- 9. Τηλ. Τσίγκιας, Μιχ. Πήττας “Ενίσχυση κτιρίων με κεκλιμένους ραβδωτούς συνδέσμους εκτοξευμένου σκυροδέματος” ,** 1ο Ελληνικό Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας