

## ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ - ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

### ΠΑΠΑΔΗΜΑΤΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ – ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

#### Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στα ιδιαίτερης σημασίας θέματα υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων μελών ή και τμημάτων βλαμμένων από σεισμό. Ειδικότερα παρουσιάζονται κάποιες βασικές κατασκευαστικές μέθοδοι σχετικά με την προσωρινή-άμεση υποστύλωση ή αντιστήριξη με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους δίνοντας παράλληλα κάποιες υπολογιστικές συστάσεις. Επιπλέον γίνεται μια μικρή αναφορά στην διαδικασία της απόφορτισης που μπορεί να ακολουθεί μια προσωρινή υποστύλωση δίνοντας έμφαση σε στοιχεία δοκού θεωρώντας παράλληλα και την ανακατανομή έντασης που προκύπτει λόγω της υποστύλωσης.

#### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ

Είναι αυτονόητο ότι το πρώτο πράγμα που απαιτείται μετά από ένα σεισμό μεγάλου μεγέθους είναι η οπτική διαπίστωση των βλαβών που έχει υφισταθεί μια κατασκευή με απώτερο σκοπό τη σύλληψη ενός συστήματος επισκευής-ενίσχυσης που θα την καταστήσει αφενός μη εκτεθειμένη σε κατάρρευση-αν οι βλάβες ήταν σοβαρές-αφετέρου κατοικήσιμη-αν λόγω σεισμού είχε χάσει την παραπάνω ιδιότητα της. Για όλα αυτά απαιτείται μεγάλη η πιο μεγάλη σοβαρότητα, ειδικευση και πείρα, καθώς και η επιστράτευση των επιστημονικών και ψυχολογικών ικανοτήτων του μηχανικού μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα (μισής ώρα η μισής μέρας). Ενδέχεται δηλαδή να πρέπει να ληφθούν άμεσα ορισμένα μέτρα τα οποία αφορούν την ασφάλεια:

α) των ενοίκων (αν θα γίνει εκκένωση του κτιρίου η όχι)

β) των γειτόνων (αν θα γίνει κατεδάφιση μέρους η όλου του βλαμμένου κτιρίου)

γ) του κτιρίου (αν θα γίνει άμεση υποστύλωση-αντιστήριξη ορισμένων στοιχείων ή του συνόλου της κατασκευής με σκοπό την απόφυγη αυξήσεως των βλαβών με το χρόνο λόγω έντονων μεταβολών στη στατική λειτουργία).[7]

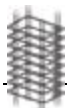
Προς τούτο καλείται ο μηχανικός να σχεδιάσει ένα προσωρινό σύστημα υποστύλωσης – αντιστήριξης.

#### 2. ΣΥΛΛΗΨΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Ο σχεδιασμός μιας προσωρινής υποστύλωσης ή αντιστήριξης γίνεται συνήθως άμεσα και χονδρικά. Πριν από οτιδήποτε άλλο χρειάζεται μια διαπίστωση της επικινδυνότητας της κατασκευής και η αναγνώριση των σημείων της που έχουν βλαφτεί με σκοπό την ανεύρεση γρήγορων λύσεων για μείωση της τρωτότητας του κτιρίου. Σημαντικό ρόλο παίζει όμως η αναγνώριση και η ανεύρεση υλικών και μέσων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι όσο πιο σοβαρή είναι μια βλάβη τόσο υψηλότερης ποιότητας θα πρέπει να είναι το χρησιμοποιούμενο υλικό ή μέσο.

##### 2.1 ΥΛΙΚΑ-ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ

Με τον όρο υποστύλωση εννοούμε τον τρόπο εκείνο κατά τον οποίο επιτυγχάνεται η ασφαλής λειτουργία του φέροντος οργανισμού σε κτίρια που έπαθαν σοβαρές ζημιές στα κατακόρυφα στοιχεία τους όπως θραύση υποστυλωμάτων, ρηγματώσεις τειχοποιιών ή στα οριζόντια στοιχεία τους όπως βλάβες σε δοκούς ή πλάκες. Σε γενικές γραμμές τα



χρησιμοποιούμενα υλικά για υποστύλωση είναι: α) κορμοί δένδρων ή βιομηχανική ξυλεία, β) μεταλλικοί στύλοι ή βιομηχανικά ικριώματα, γ) μεταλλικές διατομές (σιδηρά νορμάλ προφίλ). Η υποστύλωση με ξυλεία εφαρμόζεται για την παραλαβή κατακορύφων φορτίων ή για την ανακούφιση βλαμμένων στοιχείων. Συνίσταται σε υποστύλωση με α) ξύλινα λατάκια, β) κορμούς δένδρων. Ξύλινα λατάκια ή καδρόνια συνήθως περιβάλλουν το βλαμμένο στοιχείο π.χ. ένα υποστύλωμα ενώ αν συνδεθούν με σύνδεσμο τύπου Z ή χιαστί εξασφαλίζουν καλύτερη υποστήριξη του στοιχείου. Κορμοί δένδρων μπορούν να βρίσκονται εκατέρωθεν του βλαμμένου στοιχείου και επίσης συνδέονται με χιαστί συνδέσμους πάνω και κάτω με την ύπαρξη μαδεριών (Εικ.1).[1],[2]

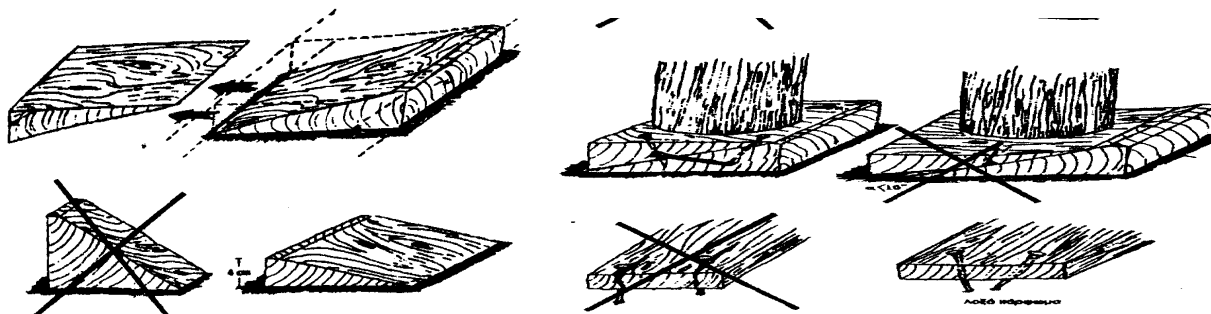
Η υποστύλωση μέσω μεταλλικών στύλων ή βιομηχανικών ικριωμάτων χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάληψη μικρών κατακορύφων φορτίων είτε αυτά είναι μεμονωμένα (κολώνες) είτε είναι εκτεταμένα (φορτία πλακών) ή ακόμα και για την ανακούφιση καμπτόμενων στοιχείων (δοκοί). Οι μεταλλικοί στύλοι είναι μεταλλικές σωληνώσεις μεταβλητού ύψους οι οποίοι σφηνώνονται με ειδικούς βιδωτούς γρύλους (Εικ.2). Τα μεταλλικά ικριώματα συναρμολογούνται συνήθως σε πύργους με την βοήθεια προκατασκευασμένων διαγωνίων σε συνδυασμό με ξύλινα καδρόνια που τοποθετούνται στο πάνω μέρος αυτών. Εδράζονται σε βάσεις ρυθμιζόμενες καθ' ύψος (Εικ.3).[1],[2]

Η υποστύλωση με σιδηρές διατομές (νορμάλ προφίλ) χρησιμοποιείται συνήθως για άμεση ενίσχυση με μορφή περίσφιγξης του βλαμμένου υποστυλώματος είτε για την δημιουργία μεταλλικών στύλων (υποστύλωση με κοιλοδοκούς). Η σύσφιγξη γίνεται με χρήση μπουλονιών που συγκρατούν 4 τουλάχιστον γωνιακά που τοποθετούνται στις τέσσερις γωνίες του βλαμμένου υποστυλώματος καθ' όλο του το ύψος. Στην τελευταία κατηγορία ανήκει και η περίσφιγξη μέσω μεταλλικού κλωβού (Εικ.4).[1],[2]

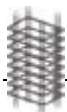
## 2.2 ΣΧΟΛΙΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ

### 2.2.1 ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΞΥΛΕΙΑ

Η υποστύλωση με λατάκια ή καδρόνια είναι φθηνή μέθοδος και συνίσταται για μικρές ζημιές. Η υποστύλωση μέσω κορμών είναι πολύ εύκολη και γρήγορη αφού μπορεί να γίνει από μη ειδικευμένα άτομα. Για το ξύλο είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η τάση του να συστελοδιαστέλεται κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε χαλάρωση τμήματος της ξύλινης κατασκευής ή ακόμη και σε ένα είδος αυτεντάσεως αυτής με σημαντικές συνέπειες από πλευράς παραμορφώσεων για το βλαμμένο-υποστηριζόμενο στοιχείο.



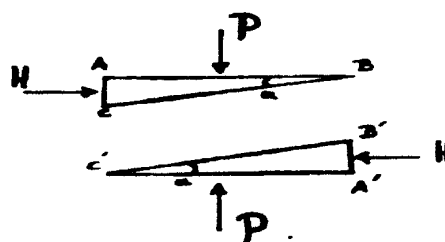
Εικόνα 5



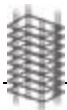
Εξίσου σημαντική κρίνεται η σωστή εφαρμογή των σφηνώσεων οι οποίες πρέπει να εδράζονται σε σταθερό υπόβαθρο για την επίτευξη ικανοποιητικής στήριξης. Σε διαφορετικά επίπεδα η υποστύλωση θα πρέπει να συνεχίζεται και σε καλύτερα επίπεδα ώστε να εξασφαλιστεί ικανοποιητική στήριξη. Συνοπτικά η σφήνωση επιτυγχάνεται με χρήση ξύλινων σφηνών οι οποίες θα αναλάβουν το θλιπτικό φορτίο της υποστύλωσης. Στην παραπάνω Εικ.5 φαίνονται τα είδη της και οι τρόποι σφήνωσης μιας σφήνας οι οποίοι πρέπει να τηρούνται ώστε αυτή να μην καταπνέεται καμπτικά όταν σφηνώνεται. Επιπλέον φαίνεται και πως είναι η σωστή σύνδεση δυο σφηνών για εξασφάλιση έναντι ολίσθησης (με καρφιά ή μεταλλικά τζινέτια). Οι σφήνες παρακάτω υπολογίζεται ότι λαμβάνουν φορτίο P με χρήση των εξής τύπων: α) αν θεωρηθεί τριβή κατά την επιφάνεια μεταξύ των σφηνών BC-B'C' καθώς και η τριβή μεταξύ των οριζοντίων επιφανειών AB, A'B' με τον ίδιο συντελεστή τριβής f τότε ισχύει η [1] β) αν αγνοηθεί η τριβή μεταξύ των οριζοντίων επιφανειών AB, A'B' και ληφθεί υπόψη μόνο η τριβή μεταξύ των σφηνών BC-B'C' τότε ισχύει η [2]. Ο πρώτος τύπος είναι δυσμενέστερος του δεύτερου καθώς  $P_1 < P_2$ . Η γωνία της σφήνας κυμαίνεται από 5 έως 15 μοίρες. Όπου H το άθροισμα των αλληπάλληλων κρουστικών οριζοντίων δυνάμεων μετρούμενων εμπειρικά. Για τον συντελεστή τριβής ισχύουν περίπου οι εξής τιμές: ξύλο με ξύλο  $f = 0.30$ , ξύλο με μέταλλο  $f = 0.20$ , μέταλλο με μέταλλο  $f = 0.15$

$$1 \quad P = H \frac{1 - f \operatorname{tga}}{2f + \operatorname{tga}}$$

$$2 \quad P = H \frac{1 - f \operatorname{tga}}{f + \operatorname{tga}}$$



Η ποιότητα του ξύλου της σφήνας πρέπει να είναι καλύτερη και να έχει μεγαλύτερη αντοχή, από εκείνη της ξυλείας της αντιστήριξης. Το μήκος της σφήνας πρέπει να είναι αρκετό ώστε να επαρκεί για μεγαλύτερη σφήνωση μετά από αλληπάλληλες κρούσεις. Οι σφήνες πάντως πρέπει να χρησιμοποιούνται εφόσον τα φορτία της κατασκευής είναι στατικά. Αν στην κατασκευή επενεργούν και οριζόντιες δυνάμεις οι δυνάμεις τριβής δεν επαρκούν να συγκρατήσουν τη σφήνα και έτσι η σφήνωση αχρηστεύεται. Οι χρησιμοποιούμενοι κορμοί όπως και οι σφήνες πρέπει να είναι όσο το δυνατόν αυτοτελή τμήματα δένδρων και απαλλαγμένα από ρόζους (υγιή). Οι κορμοί δε πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ευθύγραμμοι και να έχουν μεγάλη αντοχή σε θλίψη. Η διατομή του κορμού που θα βοηθήσει στην υποστύλωση υπολογίζεται αφού εκτιμηθεί χονδρικά το φορτίο που καλείται να αναλάβει ο κορμός δοθείσας της επιτρεπόμενης τάσης του ξύλου κατά τη διεύθυνση φόρτισης. Η επιτρεπόμενη τάση του ξύλου εξαρτάται από το είδος και την ποιότητα ξυλείας όσο και από την παλαιότητα της. Αν οι διατιθέμενοι κορμοί έχουν μικρή διατομή ή το ύψος τους είναι μεγάλο λόγω ύψους του βλαμμένου στοιχείου τότε απαιτείται και κατάλληλος έλεγχος λυγισμού αφού ληφθεί υπόψη ότι τα μαδέρια στήριξης εξασφαλίζουν το ανέδδοτο της βάσης – συνθήκες πάκτωσης – με κάποιο συντελεστή ασφαλείας φυσικά. Για κάθε υποστύλωμα π.χ. θα πρέπει να τοποθετούνται δυο τουλάχιστον κορμοί διαμέτρου 25cm εκατέρωθεν. Το επιτρεπόμενο φορτίο για την παραπάνω διάμετρο και για ύψος ορόφου μέχρι 3.00m θα πρέπει να εκτιμάται για υγιή ξυλεία στους 30 tons/στύλο. Η φέρουσα ικανότητα για ξύλινη ορθογωνική διατομή υπολογίζεται σύμφωνα με το σύγγραμμα [4] της βιβλιογραφίας με τις εξής επιτρεπόμενες τάσεις: τάση εφελκυσμού ή θλίψεως παράλληλα προς την διεύθυνση των ινών  $\sigma = +$  ή  $- 70\text{kg/cm}^2$ , τάση διάτμησης  $14\text{kg/cm}^2$ , μέτρο



ελαστικότητας  $E= 85000\text{kg/cm}$  .Τέλος αν η διατομή του κορμού είναι κυκλική μπορεί να ανάγεται σε ισοδύναμη τετραγωνική με το ίδιο εμβαδόν.[1],[2],[3],[4],[9]

## 2.2.2 ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΤΥΛΟΥΣ Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ

### ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ

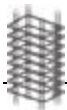
Η υποστήλωση με μεταλλικούς στύλους ή βιομηχανικά ικριώματα όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιείται για την ανάληψη μικρών φορτίων ή πολύ ελαφρών ζημιών ή ακόμα και για την ανακούφιση καμπτόμενων στοιχείων (δοκών ή κυρίως πλακών). Οι στύλοι αντέχουν φορτίο 2.0 tons ενώ το σύνηθες ύψος τους είναι 3.00 m. Αντίθετα τα βιομηχανικά ικριώματα τα οποία συναρμολογούνται σε πύργους έχουν φέρουσα ικανότητα 8.0 tons. Η συναρμολόγηση των ικριωμάτων γίνεται απλά και γρήγορα από ανειδίκευτο εργατικό προσωπικό. Απαιτείται έλεγχος ευστάθειας ειδικά αν το ύψος υποστήλωσης είναι μεγάλο ενώ οι μηχανισμοί σφήνωσης επιτελούνται με τη χρήση ειδικών κοχλίων ενσωματωμένων στο στέλεχος κάθε ικριώματος. Η σφήνωση εδώ γίνεται με μηχανικούς ή υδραυλικούς γρύλους. Οι μηχανικοί γρύλοι χρησιμοποιούνται για φορτία μέχρι 30 tons ενώ οι υδραυλικοί για φορτία μέχρι και 300 tons. Οι παράμετροι που απαιτούνται προ της χρησιμοποίησης του γρύλου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Οι παράμετροι αυτοί δίνονται από την κατασκευάστρια εταιρεία του γρύλου.

Φέρουσα ικανότητα	30tons	45tons	91tons
Ύψος γρύλου	116mm	122mm	141mm
Ύψος εμβόλου	62mm	60mm	57mm
Διάμετρος γρύλου	102mm	127mm	165mm
Διάμετρος εμβόλου	51mm	57mm	86mm

Οι γρύλοι εξασφαλίζουν το ομοιόμορφο της φόρτισης αλλά και της απόφόρτισης αλλά χρησιμοποιούνται κυρίως όταν τα επιβαλλόμενα φορτία είναι μεγάλα. Η επιφάνεια έδρασης πρέπει να είναι ικανοποιητική ώστε να εξασφαλιστεί η βάση έναντι διάτρησης. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να είναι επίσης κατάλληλη ώστε να ευσταθεί ο γρύλος έναντι ανατροπής. Ενδεικτικά για την πλάκα εδράσεως απαιτείται επιφάνεια κατ' ελάχιστον 50cm ανά διαβιβαζόμενο τόνο φορτίου, για δε το ελεύθερο μήκος του κοχλίου του γρύλου μήκος 20cm. Η φέρουσα ικανότητα των μεταλλικών ικριωμάτων δίνεται από τους κατασκευαστές τους. Η χρησιμοποίηση των γρύλων για την υποστήλωση ενός κτιρίου προϋποθέτει σχετική επάρκεια της αντοχής του κτιρίου για την ανάληψη των δυνάμεων σφηνώσεως ώστε να εξασφαλίζεται και η ασφάλεια του συνεργείου που θα εργαστεί για την υποστήλωση. Τέλος να σημειωθεί ότι ανάλογα με την παλαιότητα τους η φέρουσα ικανότητα στύλων ή ικριωμάτων μπορεί να μειωθεί και αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη.[1],[2]

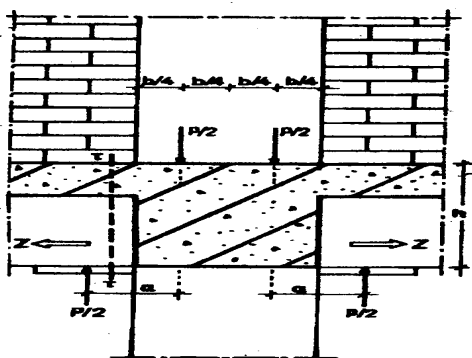
## 2.2.3 ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΣΙΔΗΡΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Η προσωρινή αυτή υποστήλωση μπορεί να γίνει και μόνιμη αν σκυροδετηθεί με την προϋπόθεση μεγάλου πάχους έγχυτου σκυροδέματος. Σαν μέθοδος είναι ιδανική για προσωρινή υποστήλωση είναι όμως χρονοβόρα στην διεκπεραίωση της αφού απαιτεί μεγάλο χρόνο παραμονής του συνεργείου στο χώρο εργασίας. Κλειδί για την επιτυχία είναι η δημιουργία ισχυρής τριβής μεταξύ γωνιακών και σκυροδέματος του βλαμμένου στοιχείου ή τουλάχιστον ένα μέρος αυτού στα γωνιακά της περίσφιξης. Κατά τους κανονισμούς η επιτρεπόμενη τάση του χρησιμοποιούμενου χάλυβα εφόσον αυτός είναι δομικός είναι  $1000\text{kg/cm}$  ενώ ο συντελεστής τριβής χάλυβα – σκυροδέματος δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.40. Σαν μέθοδος



επιπλέον προσφέρει τη δυνατότητα παραλαβής ενός τμήματος του αξονικού φορτίου του βλαμμένου υποστυλώματος και ενδείκνυται αν απαιτείται αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος. Στην κατηγορία αυτή ανήκει όπως προαναφέρθηκε και ο μεταλλικός κλωβός ο οποίος αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές περίσφιγξης. Η μέθοδος αυτή σε περίπτωση ανάγκης μπορεί να εφαρμοστεί ταχεία και δίνει την αποτελεσματικότερη προσωρινή λύση για την ανάληψη και μεταφορά κατακορύφων στοιχείων βλαμμένων από σεισμό αφού τους δίνει την δυνατότητα να μεταφέρουν το φορτίο δίχως τη χρήση άλλων στοιχείων που θα συμβάλλουν στην ανακούφιση αυτών και αυτή τους η ιδιότητα είναι αμφισβητήσιμη (κορμοί δένδρων, μεταλλικά ικριώματα). Και τούτο γιατί με κορμούς ή ικριώματα δεν είμαστε απολύτως σίγουροι αν επιτυγχάνεται ανακούφιση του βλαμμένου στοιχείου αφού παρεμβαίνουμε σε απόσταση από το στοιχείο και όχι πάνω σε αυτό.[1],[2],[4],[7]

### 2.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΣΦΗΝΩΣΕΩΣ



(πλάτος δοκού:  $b_0$ )

Εικόνα 6

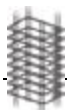
Ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη τεχνική υποστυλώσεως και την τεχνική της σφηνώσεως, είναι απαραίτητο (κυρίως όταν η υποστύλωση γίνεται σε ένα μόνο όροφο) να γίνεται έλεγχος διάτμησης στην διατομή  $\tau - \tau$  της Εικ.6. Αν ο παραπάνω έλεγχος δείξει ότι η μεταφορά του φορτίου σφηνώσεως δεν είναι εφικτή τότε μπορεί να εφαρμοστεί μερική σφήνωση ή η υποστύλωση να επεκταθεί και στους πάνω ορόφους ή οι υπερκείμενοι τοίχοι πλήρως να μεταφέρουν το φορτίο σφήνωσης στους πάνω ορόφους δίχως να ενταθεί η δοκός [1].

### 2.4 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ – ΥΛΙΚΑ

Με τον όρο αντιστήριξη εννοούμε τον τρόπο εκείνο κατά τον οποίο επιτυγχάνεται εκ νέου η πλευρική ευστάθεια ενός κτιρίου. Η αντιστήριξη ενδείκνυται κυρίως σε κατασκευές με εύκαμπτους ορόφους λόγω μικρού αριθμού τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος ή σε κατασκευές ήδη ευαίσθητες σε οριζόντια φορτία χτυπημένες ή και όχι από σεισμό. Η παραλαβή οριζοντίων φορτίων γίνεται μέσω αντιστήριξης με: α) αντηρίδες β) διαγώνιους συνδέσμους γ) εσωτερικές αγκυρώσεις δ) ελκυστήρες ή δακτυλίους.

Για την αντιστήριξη με αντηρίδες ή αλλιώς λοξή αντιστήριξη χρησιμοποιείται χονδροξυλεία ή σπανιότερα μεταλλική κατασκευή (Εικ.7). Η αντιστήριξη με διαγώνιους συνδέσμους γίνεται κυρίως με την κατασκευή πλαισίου σχήματος Γ η κουτιού του οποίου οι κατακόρυφοι στύλοι συνδέονται με χιαστί διαγώνιους συνδέσμους. Οι διαγώνιοι είναι συνήθως χονδροξυλεία ή γωνιακά ή διπλά ταυ (Εικ.8). Για την αντιστήριξη με εσωτερικές αγκυρώσεις χρησιμοποιούνται μεταλλικές αγκυρώσεις οι οποίες προεντείνονται με αρμοκλείδες (μούφες, Εικ.9). Τέλος η αντιστήριξη με ελκυστήρες ή δακτυλίους γίνεται με χρήση προεντεταμένων ελκυστήρων σε ειδικές κατασκευές (θόλοι, τόξα). Ένα άλλο είδος αντιστήριξης που χρησιμοποιείται όταν η λοξή αντιστήριξη δεν είναι εφικτή είναι αυτό της ιπτάμενης η οποία αποτελείται από οριζόντιες δοκούς, συνδέσμους και σφήνες από ξύλο (Εικ.10).[1],[2]





## 2.5 ΣΧΟΛΙΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ

### 2.5.1 ΛΟΞΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ

Είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος για την παραλαβή οριζοντίων δυνάμεων. Οριζόντιες δυνάμεις αναπτύσσονται σε ένα κτίριο λόγω απώλειας ευστάθειας – απόκλισης από την κατακόρυφο ή λόγω θραύσης κατακόρυφων στοιχείων ή λόγω υποχώρησης των θεμελίων. Συνίσταται σωστή αγκύρωση των αντηρίδων στο έδαφος για την παραλαβή των οριζοντίων ωθήσεων και σύνδεση του κτιρίου με το κατακόρυφο σκέλος της αντηρίδας για την αποφυγή σχετικής ολίσθησης.

Το κεκλιμένο σκέλος της κατασκευής της αντηρίδας πρέπει να ελέγχεται σε λυγισμό κάθετα ή στο επίπεδο της. Επιπλέον η αντηρίδα ή οι αντηρίδες πρέπει να τοποθετείται εντός του ύψους του ορόφου και όχι μεταξύ δυο ορόφων ώστε να παραλαμβάνει το βάρος του ορόφου (Εικ.16). Η κλίση του κεκλιμένου σκέλους πρέπει να είναι μεταξύ 60 και 70 μοιρών. Οι δε οριζόντιες δυνάμεις που καλείται να παραλάβει το σύστημα των αντηρίδων, για μικρές αποκλίσεις από την κατακόρυφο και υπολογίζονται προσεγγιστικά από τη σχέση  $\Delta H = \delta \cdot G/h$  όπου  $\delta/h$  η απόκλιση από την κατακόρυφο και  $G$  το συνολικό κατακόρυφο φορτίο του έργου (Εικ.11).[1],[2],[6]

### 2.5.2 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΔΙΑΓΩΝΙΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ

Χρησιμοποιείται όταν δεν είναι εύκολη η αντιστήριξη με αντηρίδες. Οι συνδέσεις εντός των πλαισίων που προαναφέρθηκαν πρέπει να γίνονται στην περίμετρο της οικοδομής και σε ζεύγη για κάθε μια από τις διευθύνσεις των αξόνων συμμετρίας της οικοδομής. Είναι παρόμοια με τη

λογική της διάταξης των τοιχωμάτων ακαμψίας στην κατασκευή. Οι διαγώνιοι σύνδεσμοι εμποδίζουν τις πλευρικές παραμορφώσεις ενώ επιτρέπουν τη μεταφορά φορτίων σε υποστυλώματα ή δοκούς που δεν έχουν αστοχήσει. Οι διαγώνιοι σύνδεσμοι στο σημείο τομής πρέπει να εξασφαλίζονται έναντι λυγισμού. Απαιτείται έλεγχος των σφηνώσεων ώστε να εξασφαλιστεί η λειτουργία του πλαισίου.[2]

### 2.5.3 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ Ή ΜΕ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ (ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ) – ΙΠΤΑΜΕΝΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ

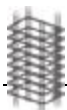
Οι πρώτες χρησιμοποιούνται για μικτές κατασκευές (πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος ή φέρουσες τοιχοποιίες) για συγκράτηση τοίχων που έχουν αποκολληθεί και αποκλίνουν από την κατακόρυφο ενώ οι δεύτερες σε περιπτώσεις απόκλισης από την κατακόρυφο λόγω απωθητικών δυνάμεων τόξου. Η ιπτάμενη αντιστήριξη υλοποιείται όταν υπάρχει έλλειψη χώρου, απαιτείται διέλευση πεζών ή άλλων από το σημείο βλάβης ή δεν μπορούν να στερεωθούν αντηρίδες κοντά στο βλαμμένο κτίριο. Σαν κατασκευή είναι δύσκολη και πρέπει να αποφεύγεται ενώ δεν ενδείκνυται για μεγάλες αποστάσεις τοίχων (>7 m).[1],[2]

### 2.5.4 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ – ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Όταν οι ζημιές είναι εκτεταμένες και ποικίλες εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων π.χ. όπως φαίνεται στην Εικ.12 ικρίωματα για βλάβες στις πλάκες και διαγώνιοι σύνδεσμοι για την αποφυγή περαιτέρω απόκλισης.[2]

## 2.6 ΕΙΔΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Η μέθοδος αυτή γνωστή ως strapping ουσιαστικά προσπαθεί να ξαναδώσει στην κατασκευή τη χαμένη κατασκευαστική της συνέχεια βελτιώνοντας προσωρινά την ευστάθεια



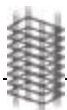
της. Έτσι με χρήση σφικτών μεταλλικών καλωδίων γύρω από συγκεκριμένες θέσεις όπως στις κορυφές των τοίχων ή στα επίπεδα των πατωμάτων (Εικ.13). Η ελαστικότητα των καλωδίων αυτών δίνει την δυνατότητα στη κατασκευή να αποκτήσει ικανότητα απόσβεσης. Εντούτοις δεν πρέπει να παραληφθεί το σημαντικό μειονέκτημα ότι οι αναπτυσσόμενες εφελκυστικές τάσεις τείνουν να επιμηκύνουν το χάλυβα στα σημεία σύνδεσης οπότε είναι σημαντική η προένταση των καλωδίων για την αποφυγή δημιουργίας της πρόσθετης αυτής έντασης (Εικ.14). Αλλιώς μπορεί με χρήση ράβδων οπλισμού κοχλιωμένων σε γωνιακά σε κάθε πλευρά του κτιρίου (Εικ.15) να επιτευχθεί το επιθυμητό δέσιμο της κατασκευής. Να σημειωθεί ότι η μέθοδος strapping χρησιμοποιείται κατά κόρον για την προστασία αρχιτεκτονικών κτισμάτων με την πρόσθετη βοήθεια ξυλείας.[5]

## **2.7 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ – ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ**

Δεδομένου ότι η φορτοικανότητα του τοίχου δεν είναι πρόβλημα αντοχής υλικού αλλά πρόβλημα ευστάθειας χρειάζεται κατάλληλη κατασκευαστική τεχνική ώστε να αρθεί η αστάθεια μιας βλαμμένης τοιχοποιίας. Γερμανικοί Οικοδομικοί Κανονισμοί υποδεικνύουν την χρήση οριζοντίων η κατακορύφων αντηρίδων δίνοντας παράλληλα συγκεκριμένες τεχνικές αντιστήριξης. Οι οριζόντιες αντηρίδες είναι χρήσιμες για την ελάττωση του μήκους λυγισμού σε κτίρια εκ τοιχοποιίας με μεγάλο ύψος ορόφων η για την εγκατάσταση πρόσθετων στηριγμάτων όταν η στήριξη του τοίχου γίνεται κατά την κατακόρυφη έννοια. Οι κατακόρυφες αντηρίδες είναι χαλύβδινα ή εξ οπλισμένου σκυροδέματος πλαίσια σε άμεση επαφή με την τοιχοποιία με την οποία ενώνονται με μπουλόνια ή λάμες [6].

## **3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ – ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ**

Μια προσωρινή υποστήριξη η αντιστήριξη πρέπει να εξασφαλίζει τον φέροντα οργανισμό που υπέστη βλάβη από σεισμό έναντι πιθανής κατάρρευσης ή πιθανής επιδείνωσης των ζημιών του από ισχυρούς μετασεισμούς. Η αντιστήριξη ή η υποστήριξη θα πρέπει να είναι πιο ισχυρή από την προηγούμενη αφού απόβλεπει στην επιδιόρθωση ή την τέλεια αντικατάσταση των φερόντων στοιχείων που έχουν υποστεί βλάβη. Μια σειρά από μέτρα που πρέπει να τηρούνται είναι τα ακόλουθα: i) κατάλληλη τοποθέτηση των στοιχείων ώστε να αναλαμβάνεται μέρος ή το σύνολο των φορτίων του βλαμμένου στοιχείου ii) η υποστήριξη πρέπει να γίνεται εντός του ορόφου που βρίσκεται το βλαμμένο στοιχείο. Αν κριθεί αναγκαίο ότι η υποστήριξη πρέπει να γίνει και σε άλλους ορόφους τούτο δημιουργεί ευνοϊκότερη κατάσταση αφού δίνεται η δυνατότητα κατανομής του φορτίου του βλαμμένου στοιχείου στα άλλα μη βλαμμένα στοιχεία.(Εικ.16) Φαίνεται επίσης δε ότι έτσι εξουδετερώνεται η επιρροή της διατμητικής τάσης στις διατομές τ-τ της Εικ.6 που σχολιάστηκαν στην 2.3 iii) η απόσταση της υποστήριξης πρέπει να είναι μικρή για να μην δημιουργούνται προβλήματα κατά την επισκευή ή αντικατάσταση του στοιχείου iv) προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στα κατακόρυφα στοιχεία v) αν υπάρχει αμφιβολία για την ευστάθεια της κατασκευής επιβάλλεται ο σχεδιασμός λοξής στήριξης όπως στην Εικ.17 vi) η αντιστήριξη πρέπει να εξασφαλίζεται στον πόδα της από μετατοπίσεις ή καθιζήσεις vii) αν απαιτείται η επισκευή πολλών στοιχείων συνίσταται πρώτα η υποστήριξη όλων και κατόπιν σταδιακά η επισκευή καθενός viii) κατά το στάδιο των επισκευών πρέπει να αποφεύγεται η αποξύλωση όλων των υποστυλώσεων πριν την επισκευή ix) απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα μιας υποστήριξης είναι η καλή σφήνωση x) ειδική μνεία θα πρέπει να δίδεται κατά την μεταφορά των φορτίων της προσωρινής υποστήριξης στο έδαφος αν υπάρχει υπόγειο λόγω ωθήσεων στην κατακόρυφη παρειά του υπογείου που μπορούν



να προκαλέσουν υποχωρήσεις της υποστύλωσης (Εικ.18) [1] xi) πρέπει να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των μελών των συνεργείων σε περίπτωση μετασεισμών εν ώρα εργασίας. Πρέπει δηλαδή να ελαχιστοποιείται ο χρόνος παραμονής του συνεργείου στο έργο και τούτο επιτυγχάνεται με την προκατασκευή των διαφόρων στοιχείων μακριά από την κατασκευή ώστε να ακολουθεί μια απλή συναρμολόγηση, xii) όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά πριν την χρησιμοποίησή τους από άποψη ποιότητας ενώ τα σχέδια πρέπει να είναι πλήρη συνοδευόμενα από τις απαραίτητες λεπτομέρειες.[1],[2],[3],[4],[6]

#### **4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΕΛΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ**

##### **4.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

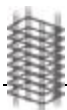
Ο μηχανικός καλείται να αναγνωρίσει και να εκτιμήσει την αντοχή και την φέρουσα ικανότητα ενός βλαμμένου στοιχείου ή αλλιώς να υπολογίσει με κάποιο τρόπο τις αντοχές και τις ακαμψίες των κρίσιμων μετά την βλάβη διατομών. Και τούτο ενδιαφέρει άμεσα γιατί με την εκτίμηση των μειωμένων δυσκαμψιών θα προσδιοριστεί η ανακατανομή της έντασης που συμβαίνει μετά της ζημίες (αύξηση έντασης για τα μη βλαμμένα στοιχεία) ενώ με την εκτίμηση της αντοχής ο συντελεστής ασφαλείας που διαθέτει κάθε διατομή. Οι απομένουσες ακαμψίες υπολογίζονται με ακριβείς τρόπους οι οποίοι αναφέρονται λεπτομερώς στο CEB Bulletin 162 ή εμπειρικά με βάση διαγράμματα του συγγράμματος [8]. Οι απομένουσες αντοχές της διατομής υπολογίζονται μόνο εμπειρικά αν γνωρίζουμε την ιστορία των πλαστικών μετακινήσεων τις οποίες υπέστη ένα στοιχείο τότε με βάση συγκεκριμένα διαγράμματα λαμβάνοντας βέβαια υπόψη την παραμένουσα μετατόπιση ενός στοιχείου που σημαίνει αύξηση της εκκεντρότητας άρα και αυξημένη τρωτότητα σε λυγισμό.[7]

Αν γνωρίζουμε τα παραπάνω ή τέλος πάντων αν μπορούμε να τα εκτιμήσουμε τότε είναι δυνατόν να βρούμε πως έχει ανακατανεμηθεί η ένταση λόγω κατακορύφων φορτίων καθώς και την νέα ιδιοπερίοδο της κατασκευής. Έτσι γίνεται εκ νέου στατική – δυναμική ανάλυση λαμβάνοντας πλέον τις μειωμένες δυσκαμψίες στα συγκεκριμένα δομικά στοιχεία.

##### **4.2 ΕΠΙΡΡΟΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗΣ**

Συνήθως μετά μια προσωρινή υποστύλωση θα ακολουθήσει επισκευή του βλαμμένου δομικού στοιχείου. Για να γίνει η επισκευή θα πρέπει το στοιχείο να ανακουφιστεί από το φορτίο το οποίο φέρει δηλαδή με άλλα λόγια να αποφορτιστεί. Η διαδικασία της αποφόρτισης είναι σαφώς μια διαδικασία δύσκολη και απαιτεί την κρίση του μηχανικού για το αν θα πρέπει να γίνει ή όχι. Είναι σίγουρο ότι όταν σε ένα βλαμμένο στοιχείο γίνεται υποστύλωση τότε το ενδεχόμενο ανάπτυξης πρόσθετης έντασης άρα και ανακατανομής αυτής είναι τόσο μεγάλο όσο μεγαλύτερες είναι οι προς ανάληψη δυνάμεις. Η πρόσθετη ένταση είναι κυρίως αποτέλεσμα της σφήνωσης και ιδιαίτερα με χρήση γρύλων. Ανακατανομή των δυνάμεων έχουμε και κατά την επισκευή ενός μέλους και μάλιστα τούτο είναι κάτι για το οποίο ο μηχανικός δεν έχει πάντα σωστή καθοδήγηση και βεβαιότητα. Αυτό ισχύει επίσης τόσο για την αποτελεσματικότητα του οπλισμού ενίσχυσης όσο και για την κατασκευαστική ακεραιότητα του βλαμμένου μέλους.





#### **4.3 ΣΥΛΛΗΨΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ – ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΦΟΡΤΙΣΗΣ**

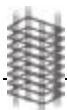
Με την υποστύλωση επιτυγχάνεται εναλλακτικός δρόμος φόρτισης και ανακούφιση φορτίου από το βλαμμένο στοιχείο. Βασική απαίτηση κατά την ανακούφιση φορτίου από την δοκό είναι η ελαχιστοποίηση των αλλαγών των παραμορφώσεων και η εξασφάλιση ότι η συμπεριφορά του προς επισκευή μέλους θα είναι η ίδια με αυτή που είχε το μέλος πριν βλαφθεί. Για να έχει το στοιχείο την ίδια συμπεριφορά μετά την επισκευή με αυτή που είχε αρχικά θα πρέπει το νεκρό φορτίο του στοιχείου να αντισταθρίζεται πλήρως μέσω των υποστυλώσεων. Οι υποστυλώσεις με τις οποίες επιτυγχάνεται τούτο λέγονται ενεργητικές (passive propping). Οι αντίθετες δυνάμεις που ασκούνται από την υποστύλωση είναι ικανές να εκμηδενίσουν τις προκύπτουσες εκ νεκρών φορτίων τάσεις αλλά δεν είναι δυνατόν να ανακουφίσουν πλήρως τις τάσεις που εισάγονται από άλλα φορτία που ασκούνται στην κατασκευή όταν αυτή είναι εν λειτουργία κατά τη διάρκεια επισκευών. Υπάρχουν και οι παθητικές υποστυλώσεις (active propping) οι οποίες μπορούν να πάρουν το φορτίο καθώς το στοιχείο παραμορφώνεται. Όμως η βασική απαίτηση για ίδια συμπεριφορά αρχικού και επισκευασμένου στοιχείου ικανοποιείται μόνο με χρήση ενεργητικών αντισταθρίξεων. Το μεταφερόμενο φορτίο εξαρτάται από τη σχετική ακαμψία υποστυλώσεων και του προς επισκευή μέλους ενώ η δύναμη που εφαρμόζεται από τις υποστυλώσεις πρέπει να είναι ελεγχόμενη. Το ερώτημα όμως είναι αν πάντα χρειάζονται ενεργητικές υποστυλώσεις για την ανακούφιση φορτίου ενώ το στοιχείο επισκευάζεται. Η απάντηση λαμβάνεται μέσω πειραματικών διαδικασιών που συγκρίνουν την οριακή αντοχή και λειτουργικότητα του στοιχείου που επισκευάζεται με και χωρίς αποφόρτιση. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν αφορούν δοκούς.[8]

#### **4.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ**

Η πειραματική διαδικασία που εκτελέστηκε από τον Cairns [8] έδειξε ότι η αποφόρτιση δεν είναι πάντα απαραίτητη κατά τη διάρκεια επισκευών όταν όμως η βλάβη και άρα η επισκευή γίνει στην εφελκυστική πλευρά της δοκού. Συγκεκριμένα δοκοί που επισκευάστηκαν δίχως αποφόρτιση παρουσίασαν εν συγκρίσει με δοκούς που επισκευάστηκαν με αποφόρτιση μικρή αύξηση της ακαμψίας τους, μεγαλύτερη ολική παραμόρφωση, λιγότερες ρωγμές στην εφελκυστική περιοχή, τάση να αστοχήσουν καμπτικά και μειωμένη ικανότητα πλαστιμότητας. Η οριακή αντοχή μιας δοκού που επισκευάζεται με αποφόρτιση δεν είναι διαφορετική από αυτή μιας δοκού που επισκευάζεται δίχως ανακούφιση φορτίου με την προϋπόθεση βέβαια να τηρείται ένας ικανοποιητικός συντελεστής ασφαλείας όταν η δοκός στο στάδιο της επισκευής έχει αποδυναμωθεί λόγω της αποφόρτισης. Τούτο δεν σημαίνει βέβαια ότι η αντοχή μιας δοκού που επισκευάζεται θα είναι η ίδια με μια ισοδύναμη νέα δοκό γιατί η επισκευή μπορεί να εισάγει αδυναμίες που δεν εμφανίζονται στο νέο στοιχείο. Συνεπώς είναι απαραίτητος ο έλεγχος σχετικά με την τελική αντοχή του μέλους που θα επισκευαστεί αλλά και την αντοχή αυτού τη στιγμή που αυτό αποδυναμώνεται λόγω αποφόρτισης.

#### **4.5 ΣΧΟΛΙΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα παραπάνω αποτελέσματα περιορίζονται σε δοκούς στατικά ορισμένες. Λαμβάνοντας όμως υπόψη το γεγονός μειωμένης πλαστιμότητας σε δοκούς που επισκευάζονται δίχως αποφόρτιση είναι αμφισβητήσιμο αν τα συμπεράσματα αυτά μπορούν να αναχθούν και σε στατικά αόριστες κατασκευές ιδιαίτερα όταν σε αυτές λαμβάνει χώρα ανακατανομή έντασης και επιπλέον οι απαιτήσεις πλαστιμότητας είναι απαραίτητες κατασκευαστικά.



Για απλές λοιπόν υποστηριζόμενες δοκούς η υποστύλωση δεν επηρεάζει την τελική καμπτική αντοχή αλλά μόνο την λειτουργικότητα του στοιχείου. Πρέπει δηλαδή να λαμβάνεται περιθώριο ασφαλείας αν η προς επισκευή δοκός βρίσκεται σε αδύναμη κατάσταση.[8]

Όπου είναι δυνατόν ο επιπρόσθετος οπλισμός που τοποθετείται πρέπει να ματίζεται με τους ράβδους του υπάρχοντα οπλισμού ώστε να γίνεται η μεταβίβαση των δυνάμεων. Στις περιοχές που δεν έχω μάτισμα η διεπιφάνεια θα πρέπει να ελέγχεται. Επιπλέον κατά τον έλεγχο διατηρήσεως θα πρέπει να λαμβάνεται και η κατανομή των εφελκυστικών δυνάμεων κατά μήκος των ράβδων που μπαίνουν κατά την ενίσχυση.

Σε περίπτωση που χρειάζεται επιπλέον ενίσχυση κατά τη διάρκεια επισκευών το σκυρόδεμα το οποίο εγκιβωτίζει τους ήδη σε ένταση ράβδους οπλισμού συνίσταται να μην σπάζεται αν τα εφαρμοζόμενα φορτία δεν λαμβάνονται από κατάλληλο μηχανισμό ανακούφισης φορτίου. Και τούτο γιατί οι νέοι ράβδοι που θα μπουν λόγω του γεγονότος ότι δεν έχουν ένταση δεν θα βοηθήσουν στην ανάληψη των νεκρών φορτίων της κατασκευής αν αυτή δεν ανακουφιστεί από τα φορτία αυτά. Να σημειωθεί ότι η ανακούφιση φορτίου είναι διαφορετική όταν η επισκευή σε μια δοκό γίνεται με τον υπάρχοντα οπλισμό να μην αποκολλάται από το σκυρόδεμα αυτής.

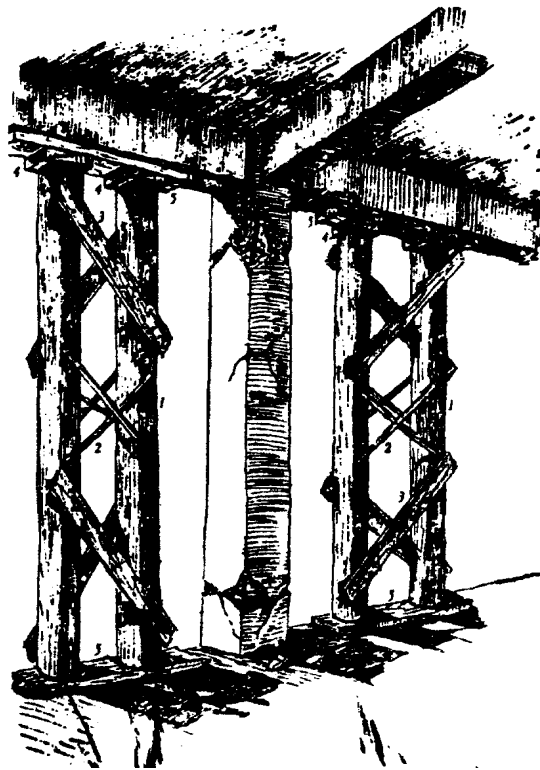
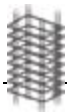
Ακόμα και αν η υποστύλωση έχει προσεχθεί από το συνεργείο είναι δυνατόν το μέλος να μην ανακουφιστεί πλήρως από το φορτίο. Η φύση της κατασκευής μπορεί να είναι τέτοια ώστε η δύναμη υποστύλωσης να μοιράζεται μεταξύ του μέλους που θα επισκευαστεί και των άλλων μελών της κατασκευής. Τότε θα είναι δύσκολο να εξασφαλιστεί ότι ένα μέλος δεν είναι σε ένταση χωρίς να καταφύγει κανείς σε τεχνικές ανακούφισης έντασης.[8]

Η μη γραμμικότητα του υλικού σκυροδέματος καθώς και ο ερπυσμός και η συστολή ξήρανσης αυτού οξύνουν τη διαφορά μεταξύ αφόρτιστων και φορτιζομένων μελών αφού ακόμα και αν ένα μέλος δεν εντείνεται μπορεί να παραμορφώνεται οπότε ανεξάρτητα αν η δουλειά έχει γίνει τέλεια η υπόθεση κατασκευαστικής ακεραιότητας είναι αμφισβητήσιμη.

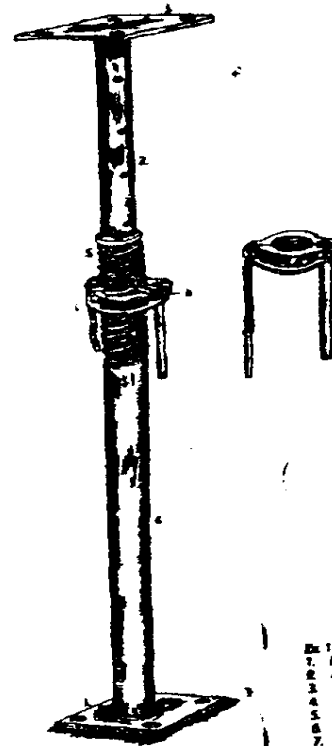
Μεγαλύτερη έμφαση θα πρέπει να δοθεί στους επικείμενους κώδικες όσον αφορά την ανακατανομή έντασης σε μια κατασκευή ώστε κατά τις επισκευές να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις πλαστιμότητας. Επιπλέον απαιτείται μεγαλύτερη έρευνα στα θέματα αποφόρτισης σε κατασκευές πολλαπλά υπερστατικές για να διαπιστωθεί αν όντως ο ρόλος αυτής είναι απαραίτητος. Σε περίπτωση όμως που οι ζημιές σε ένα στοιχείο είναι εκτεταμένες η καλύτερη επιλογή, εφόσον αυτό είναι εφικτό, είναι η μετακίνηση και αντικατάσταση του στοιχείου αυτού με ένα άλλο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΕΜΠ, 'Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό', Αθήνα, 1988
- [2] ΥΠΕΧΩΔΕ, 'Τεχνικές επεμβάσεις έκτακτης ανάγκης μετά από καταστροφικό σεισμό – Άρση επικινδυνοτήτων, προσωρινές υποστυλώσεις – αντιστηρίξεις', Αθήνα, 2000
- [3] Πενέλης – Κάππος, 'Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα', Θεσσαλονίκη, 1990
- [4] ΑΠΘ, 'Επισκευή ζημιών από σεισμό σε κτίρια – Οδηγίες', Θεσσαλονίκη, 1978
- [5] UNESCO, 'Emergency measures and damage assessment after an earthquake'
- [6] Rybicki, 'Βλάβες δομικών έργων, ανάλυση και βελτίωση', Τόμος Α, Duesseldorf, 1978
- [7] Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρείου Πολιτικών Μηχανικών, 1992
- [8] Cairns, 'Load relief during structural repairs to reinforced concrete beams', Edinburgh, 1992
- [9] Τριανταφύλλου, 'Δομικά Υλικά', Πάτρα, 1999



Εικόνα 1



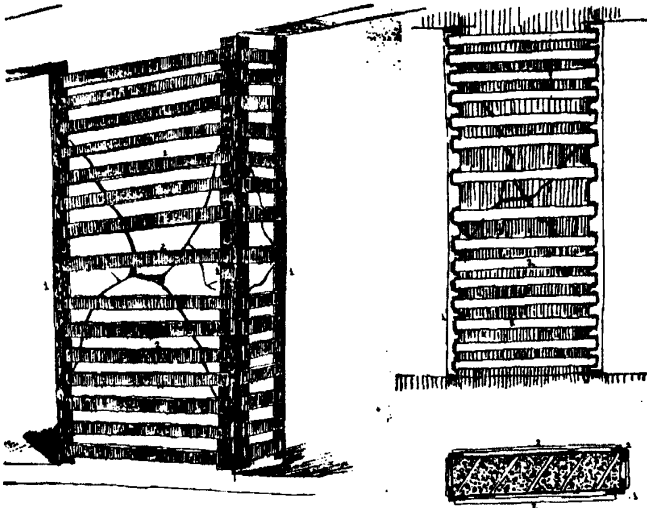
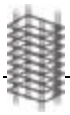
- Εκ. 1 Αποσπασμένη οπίσθια μεταλλική όψη
- 1. Γόνατο άκρας 100 x 100
- 2. Διακεντρική κατακεντρική σπείρα 640 π.
- 3. Πλάτος
- 4. Γραμμάτιο
- 5. Ελαστικό σπείρας 400 x 3
- 7. Οπίσθια όψη

Εικόνα 2

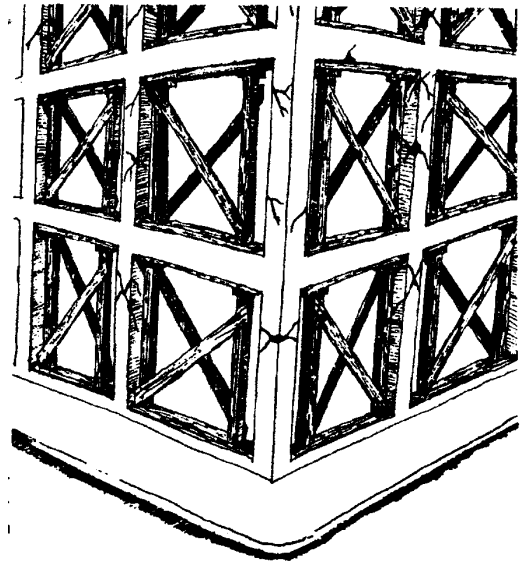


- Εκ. 3 Ηχομόλυψη θεμελίου με μεταλλικό βελγιομανικό κελύφισμα
- 1. Διαστάσεις προς υποστυλώσεις
- 2. Λογός
- 3. Γράλλος με κεραιά
- 4. Γράλλος με γνήσιο
- 5. Διαγώνια σύνδεσμοι

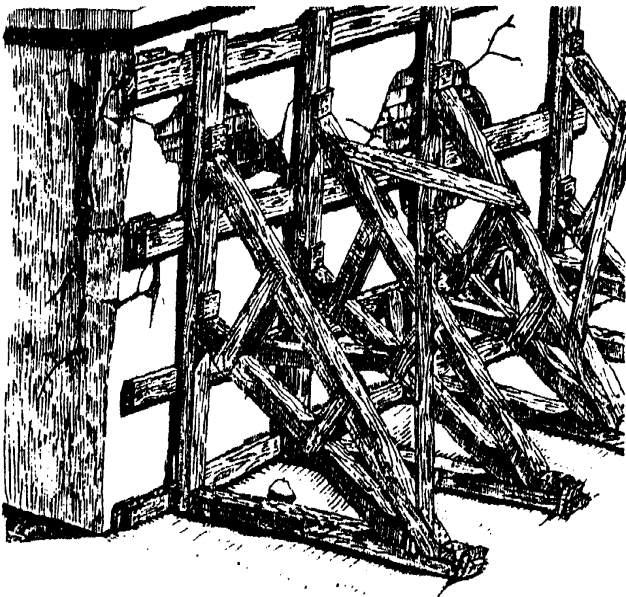
Εικόνα 3



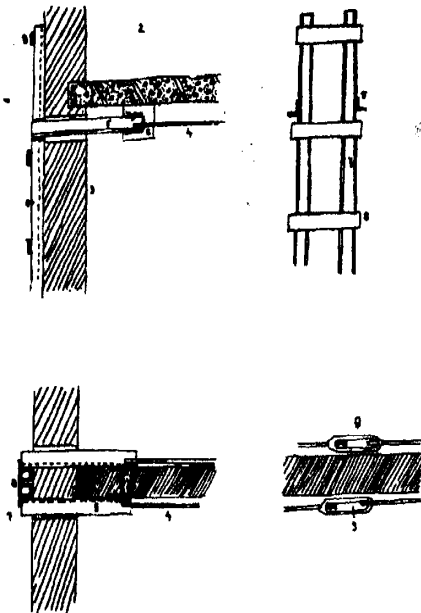
Εικόνα 4



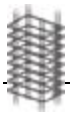
Εικόνα 7



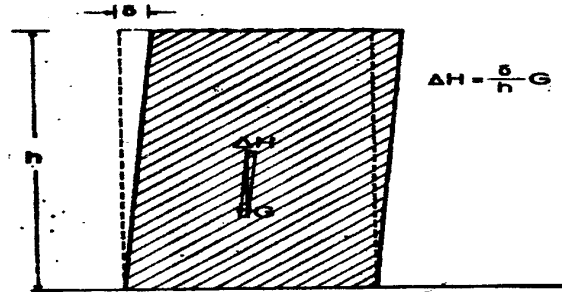
Εικόνα 8



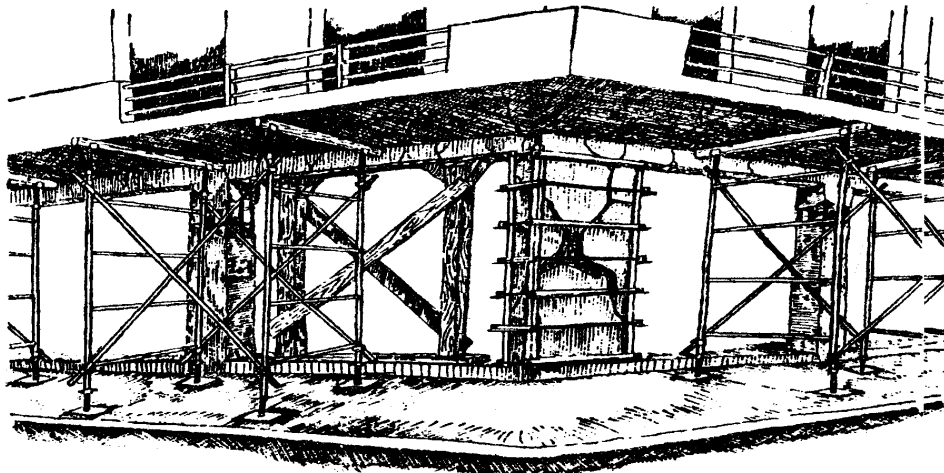
Εικόνα 9



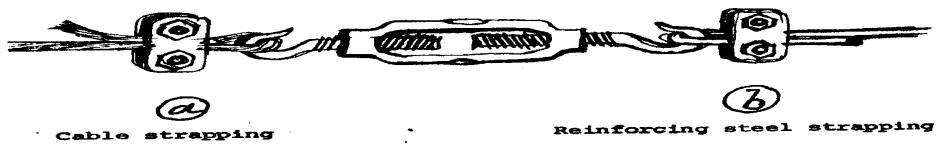
Εικόνα 10



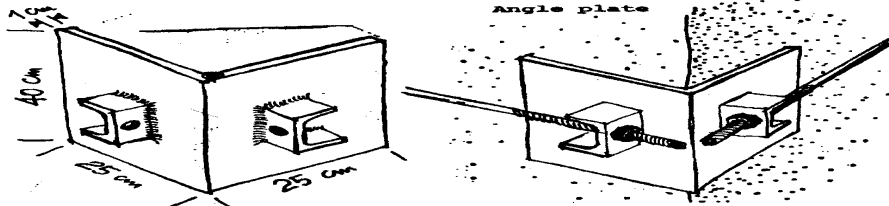
Εικόνα 11



Εικόνα 12

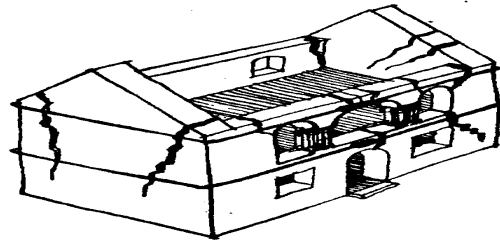
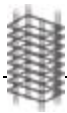


Εικόνα 14

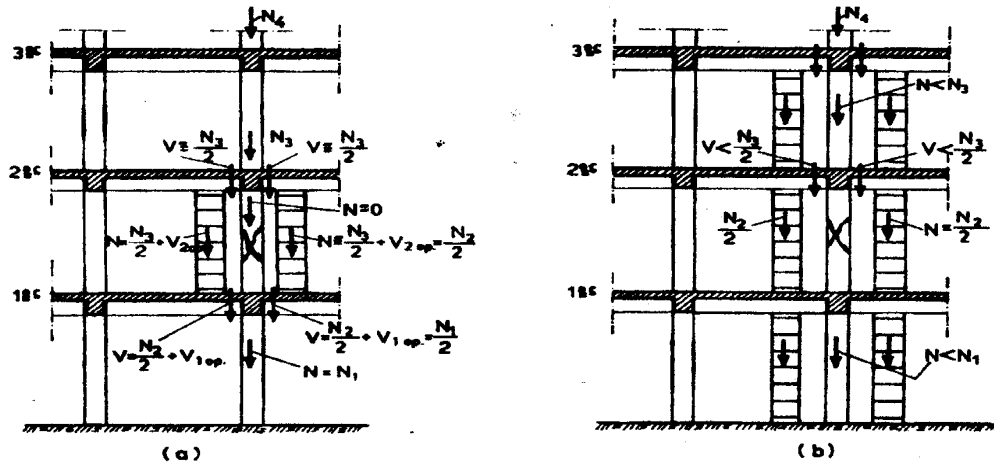


Εικόνα 15



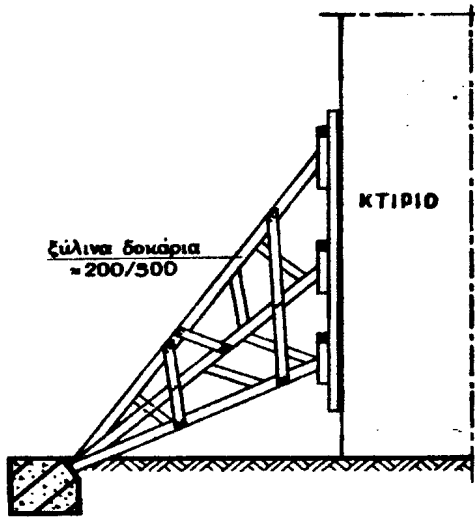


Εικόνα 13

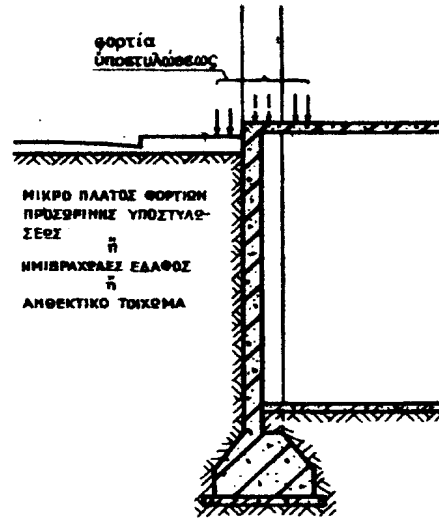


Σχ. 10.1. Υποσύλληξη κολυβόρου κτιρίου με σκεπασμένο στόλο. Πορεία φορτίων προς τη θεμελίωση. α) Υποσύλληξη ενός μόνο ορόφου. β) Υποσύλληξη περισσοτέρων ορόφων.

Εικόνα 16



Εικόνα 17



Εικόνα 18