

ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

ΚΟΤΖΑΜΠΑΣΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΓΛΗΓΟΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Περίληψη

Μια από τις τεχνικές επεμβάσεις έκτακτης ανάγκης που απαιτείται μετά από έναν καταστροφικό σεισμό είναι η προσωρινή και άμεση υποστύλωση-αντιστήριξη των κατεστραμμένων κτιρίων. Οι οποιοσδήποτε ενέργειες γίνουν θα πρέπει να έχουν γνώμονα κατ' αρχήν την ασφάλεια των μελών των συνεργείων και ύστερα την αποφυγή κατάρρευσης των δομημάτων. Για την επίτευξη και των δύο των στόχων θα πρέπει αρχικά να ληφθούν υπόψη ορισμένες κύριες απαιτήσεις-προϋποθέσεις οι οποίες θα παρατεθούν σαν γενικές αρχές των προσωρινών ενισχύσεων. Στην συνέχεια θα αναφερθούν οι διάφορες μέθοδοι προσωρινής ενίσχυσης παραθέτοντας τόσο κατασκευαστικές όσο και θεωρητικές λεπτομέρειες που τις διέπουν. Ύστερα θα γίνει ειδική αναφορά στους δυνατούς τρόπους σφήνωσης που αποτελούν ένα αναπόσπαστο και ιδιαίτερα κρίσιμο μέρος των υποστυλώσεων. Μετά από όλα αυτά θα παρατεθούν ορισμένα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη των προαναφερθέντων. Κλείνοντας την σύντομη αυτή περιληπτική ενότητα είναι υποχρέωση μας να επισημάνουμε ότι κύριοι οδηγοί μας για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής αποτέλεσαν :

α) Το τεχνικό εγχειρίδιο "Άρση Επικινδυνότητας, Προσωρινές Υποστυλώσεις -Αντιστηρίξεις", Αθήνα 2000 που εκδόθηκε από το Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόγνωσης και Πρόληψης των Σεισμών και τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας από κοινού με συγγραφείς τους: Χρ. Φρίγκα, Μ. Κυριαζή, Γ. Μαναράκη.

β) Το βιβλίο "Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό", 1978, ΕΜΠ.

γ) Το άρθρο των Γ.Γ. Πενελή και Α.Ι.Κάπου "Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα" στο σεμινάριο του ΤΕΕ "Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης ζημιών από του πρόσφατους σεισμούς", ΚΟΖΑΝΗ 1995.

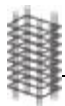
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά από έναν καταστροφικό σεισμό και αφού καταγραφεί το μέγεθος και το είδος των βλαβών στα διάφορα κτίρια, αποτελεί ανάγκη η λήψη άμεσων μέτρων προσωρινής ενίσχυσης των βλαμμένων από σεισμό κτιρίων. Αναλόγως με το είδος των βλαβών ενός κτιρίου καθορίζεται και το είδος της προσωρινής ενίσχυσης αυτού. Διακρίνονται δυο κύριες κατηγορίες ενίσχυσης:

- α) Υποστύλωση
- β) Αντιστήριξη

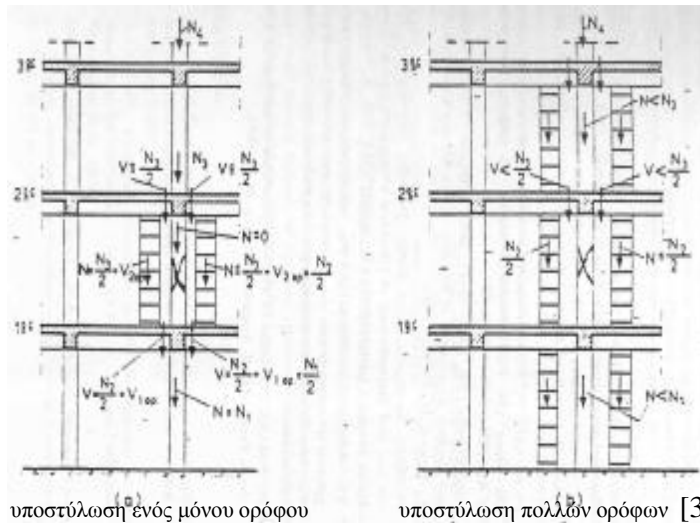
Η πρώτη περίπτωση συνίσταται σε δομήματα που έπαθαν σοβαρές ζημιές στα κατακόρυφα στοιχεία με απώτερο σκοπό την παραλαβή των κατακόρυφων φορτίων ενώ η δεύτερη αφορά δομήματα με προβλήματα ευστάθειας και ως απώτερο σκοπό έχει την παραλαβή των οριζόντιων φορτίων.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τις διάφορες μεθόδους υποστυλώσης και αντιστήριξης για τη προσωρινή ενίσχυση των βλαμμένων από σεισμό κτιρίων αφού όμως πρώτα αναφέρουμε κάποιες βασικές απαιτήσεις-προϋποθέσεις η ικανοποίηση των οποίων θα εξασφαλίσει κατά ένα μεγάλο μέρος την αποτελεσματική και ασφαλή, για τους εργαζόμενους των συνεργείων, ολοκλήρωση των υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων.



2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ-ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

α) Φέρων οργανισμός που υπέστη βλάβη λόγω σεισμού πρέπει να εξασφαλιστεί με προσωρινές υποστυλώσεις προς αποφυγή επιδείνωσης των ζημιών του ή πιθανή κατάρρευση του από ισχυρούς μετασεισμούς. [1]



β) Η υποστύλωση πρέπει να γίνεται κατ' αρχήν και οπωσδήποτε στον όροφο του βλαμμένου κατακόρυφου στοιχείου. Είναι όμως αναγκαίο να εξετάζεται κατά πόσο οι εκατέρωθεν δοκοί του κατακόρυφου βλαμμένου στοιχείου είναι σε θέση να φέρουν τα υπερκείμενα φορτία του στύλου υπό μορφή τέμνουσας και σε αρνητική περίπτωση η υποστύλωση πρέπει να επεκτείνεται σε περισσότερους ορόφους (διπλανό σχέδιο). [3]

Πρέπει βέβαια να τονισθεί ότι η υποστύλωση σε περισσότερους από έναν ορόφους ενώ συνίσταται ιδιαίτερα, είναι χρονοβόρα. [1]

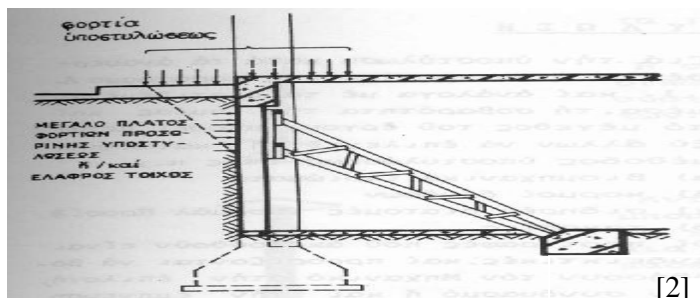
γ) Η υποστύλωση θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν σε μικρότερη απόσταση από το βλαμμένο στοιχείο (δηλ. 20-30 cm) αρκεί να μην δημιουργεί λειτουργικά προβλήματα κατά την εκτέλεση της οριστικής επέμβασης (επισκευής ή ενίσχυσης) στο στοιχείο αυτό. [1]

δ) Δίνεται προτεραιότητα στην υποστύλωση των κατακόρυφων στοιχείων του φορέα υποστυλώματα, τοιχία που υπέστησαν βλάβη. [1]

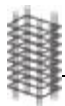
ε) Σε περιπτώσεις μεικτών κατασκευών, δηλαδή φέροντα οργανισμό από υποστυλώματα, δοκούς, πλάκες και τοιχοποιίες στην περίμετρο, τα άμεσα μέτρα συνίστανται κυρίως σε υποστυλώσεις πλακών, στεγών δεδομένο ότι οι βλάβες λόγω σεισμού παρατηρούνται στις τοιχοποιίες οι οποίες λόγω των δυσκαμψιών τους αναλαμβάνουν το σύνολο σχεδόν των σεισμικών φορτιών. [1]

στ) Στην περίπτωση που απαιτείται να επισκευαστούν περισσότερα από ένα υποστυλώματα, πρέπει η επισκευή ενίσχυση να γίνεται σταδιακά δηλαδή:

- ι) Κατάλληλη υποστύλωση όλων των βλαμμένων υποστυλωμάτων,
- ιι) Επισκευή-ενίσχυση ενός υποστυλώματος και μετά τη σκλήρυνση σταδιακή επισκευή-ενίσχυση των υπολοίπων υποστυλωμάτων. [2]



ζ) Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη μεταφορά στο έδαφος φορτιών από προσωρινή υποστύλωση στη περίπτωση ύπαρξης υπογείων. Όπως φαίνεται και στο σχήμα το τμήμα του φορτίου που μεταφέρεται στο έδαφος προκαλεί οριζόντιες ωθήσεις στη κατακόρυφη παρειά



του υπογείου με πιθανή εξέλιξη τη παραμόρφωση ή θραύση του αντίστοιχου τοίχου της παρειάς αυτής. Αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα έστω και μικρή υποχώρηση της υποστύλωσης η οποία θα οδηγήσει σε "χαλάρωση" της υποστύλωσης αδρανοποίηση της σφήνας και άρα αχρήστευση της υποστύλωσης. Συνεπώς θα υπάρξουν περιπτώσεις:

- ι) Που δε θα χρειάζεται η λήψη άλλων μέτρων,
- ιι) Που θα χρειαστεί η λήψη άλλων μέτρων προστασίας.

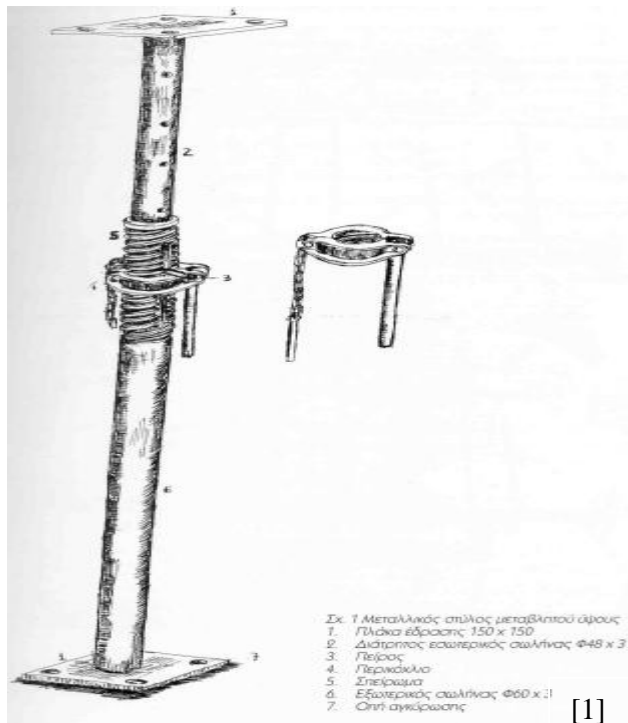
Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πρέπει τα συντρέχοντα δοκάρια που αναλαμβάνουν φορτία υπερκείμενης υποστύλωσης να υποστυλώνονται μέχρι το έδαφος του υπογείου. [2]

η) Δοθέντος ότι οι εργασίες υποστυλώσεως εμπεριέχουν υψηλό βαθμό κινδύνου για τους εργαζόμενους πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής τους στο έργο. Προς τούτο συνίσταται η επί τόπου λήψη γεωμετρικών στοιχείων και η προκατασκευή όλων των στοιχείων υποστυλώσεως μακριά από την προς υποστύλωση κατασκευή, ώστε τελικά οι εργασίες υποστυλώσεως να περιοριστούν μόνο σε συναρμολόγηση. [3]

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

Η έμπνευση για την παραλαβή των κατακόρυφων φορτίων με εφαρμογή της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από το μέγεθος του έργου, τη σοβαρότητα της ζημιάς και τα διατιθέμενα μέσα και μπορεί να γίνει με σίδηρο ή χονδροξυλεία.

A. ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΤΥΛΟΥΣ



Σε περίπτωση ανάγκης ανάληψης πολύ μικρών κατακόρυφων φορτίων ή σε περιπτώσεις πολύ ελαφρών ζημιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένοι μεταλλικοί στύλοι μεταβλητού ύψους. [1]

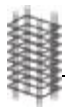
Η φέρουσα ικανότητα αυτών των στύλων είναι περίπου 2.0 tn και έχουν ύψος έως 3.0 m. [1]

Η σφήνωση τους γίνεται με ειδικούς βιδωτούς γρύλους που διαθέτει ο κάθε στύλος. [1]

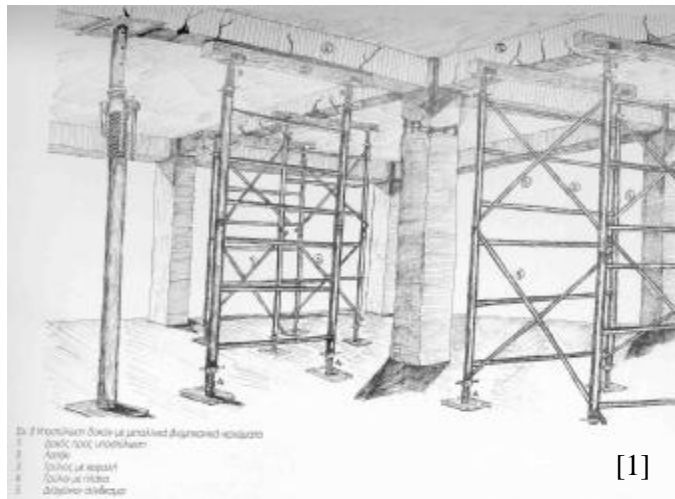
Το πλεονέκτημα της υποστύλωσης με αυτούς τους στύλους είναι ότι είναι εύκολη και ταχεία, όμως έχει μικρή φέρουσα ικανότητα και συνίσταται για περιπτώσεις ελαφρών ζημιών.

B. ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ

Τα βιομηχανικά ικριώματα συντίθενται από τυποποιημένα στοιχεία. Χρησιμοποιούνται σε προσωρινές υποστυλώσεις για τη παραλαβή μικρών κατακόρυφων φορτίων αρκετά όμως



εκτεταμένων π.χ. φορτιών πλακών ή σε περιπτώσεις ανακούφισης καμπτόμενων στοιχείων, π.χ. δοκών. [2]



Η φέρουσα ικανότητα των πύργων είναι 8 tn. [1]

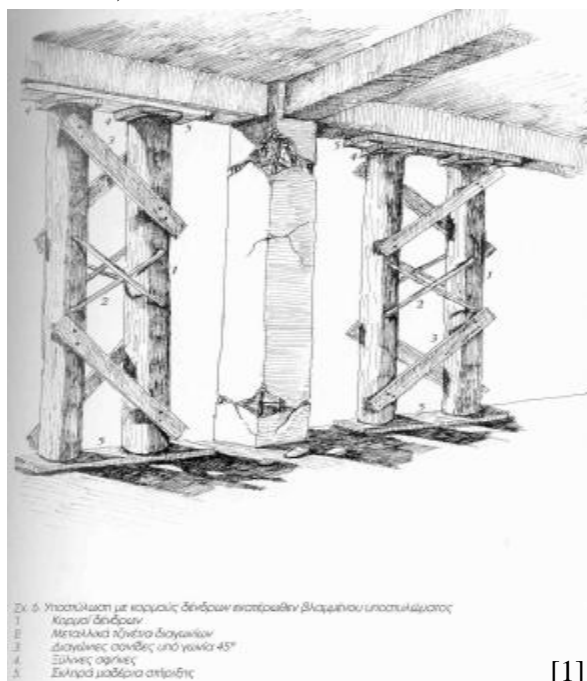
Η σφήνωση γίνεται εύκολα με τη βοήθεια ειδικών κοχλιών ενσωματωμένων στο στέλεχος κάθε ικρίωματος. [1]

Το πλεονέκτημα και αυτής της μεθόδου είναι ότι η συναρμολόγηση των πύργων είναι απλή και γρήγορη και μπορεί να γίνει από ανειδίκευτο εργατικό προσωπικό. [1]

Γ. ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ

Για τη παραλαβή κατακόρυφων φορτιών, προς ανακούφιση βλαμμένων στοιχείων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε κορμοί δέντρων είτε στύλοι είτε ξυλεία υπό μορφή τακαρίας. Οι στύλοι μπορούν να διανεμηθούν από Δ.Ε.Η., Ο.Τ.Ε., η ξυλεία τακαρίας από Ο.Σ.Ε., οι δε κορμοί δέντρων από τη δασική υπηρεσία της πληγείσας περιοχής ή τις Περιφέρειες που έχουν αρμοδιότητα υλοτόμησης δασών. [1]

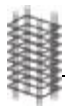
α) ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΣΤΥΛΟΥΣ-ΚΟΡΜΟΥΣ ΔΕΝΤΡΩΝ



Κατά την υποστήλωση με τη βοήθεια κορμών δέντρων θα πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον δυο κορμοί διαμέτρου 25-30cm εκατέρωθεν του βλαμμένου κατακόρυφου φέροντος στοιχείου.

Οι στύλοι-κορμοί πρέπει να είναι ευθύγραμμοι, μονοκόμματοι (όχι ματισμένοι), σταθερής διατομής, να προέρχονται από δέντρα τα οποία έχουν ξύλο υψηλής αντοχής σε θλίψη και να είναι υγιείς (χωρίς ρόζους και κουφάλες). [2]

Οι στύλοι-κορμοί κάθε ομάδας συνδέονται μεταξύ τους με τέσσερις τουλάχιστον σανίδες(πάχους 2cm και πλάτους 4cm) που καρφώνονται υπό γωνία 45⁰ και με μεταλλικά τζινέτια Φ10, τοποθετημένα ανά δύο χιαστί στο μέσον του ύψους των στύλων-κορμών. [1]



Η σύνδεση των στύλων-κορμών γίνεται για να επιτευχθεί η συνεργασιμότητα (μονολιθικότητα) αυτών οπότε η αύξηση της δυσκαμψίας της ενισχύσεώς μας και για τη μείωση των εγκάρσιων παραμορφώσεων που θα είχαν σαν αποτέλεσμα την αδρανοποίηση της σφήνωσης και άρα την αχρήστευση της προσωρινής ενίσχυσης.

Σκληρά μαδέρια πάχους 4cm και διαστάσεων 25*40 ικανά να εξασφαλίσουν το ανένδοτο της βάσης της υποστύλωσης τοποθετούνται στο άνω και κάτω μέρος κάθε στύλου-κορμού ή ανά ζεύγη κορμών διαστάσεων 25*80. [1]

Τοποθέτηση μαδεριών στήριξης σε περισσότερες της μίας στρώσης απαγορεύεται διότι οδηγεί στη δημιουργία της ευαίσθητης διεπιφάνειας μεταξύ των μαδεριών. Η σφήνωση κάθε στύλου-κορμού γίνεται με ξύλινες σφήνες από σκληρή ξυλεία μεταξύ μαδεριών και κορμών στο άνω μέρος, συνήθως (πιο εύκολα). Οι σφήνες καρφώνονται για εξασφάλιση του αμετακίνητου.

Για στύλους-κορμούς δέντρων διαμέτρου 25cm και ύψους 3.0m το επιτρεπόμενο φορτίο είναι 30tn/στύλο. [1]

Για μεγαλύτερο ύψος ή μικρότερη διάμετρο θα πρέπει να γίνει έλεγχος σε λυγισμό. Είναι η πιο εύκολη και η πιο ταχεία μέθοδος υποστύλωσης και μπορεί να γίνει και από μη ειδικευμένα άτομα.

β) ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΤΑΚΑΡΙΑ

Εφόσον είναι διαθέσιμοι ξύλινοι στρωτήρες σιδηροδρόμων ή άλλα ανάλογα είδη ξυλείας, η υποστύλωση μπορεί να γίνει με τακαρία.



[1]

Οι στρωτήρες τοποθετούνται σε στρώσεις εναλλάξ και εκατέρωθεν του βλαμμένου υποστυλώματος. Στο πάνω μέρος της τακαρίας εδράζονται πλατύπελμα σιδερένια διπλά ταυ, ώστε να επιτευχθεί η ομοιόμορφη μεταφορά φορτίου στη τακαρία. [1]

Η σφήνωση γίνεται ανάμεσα στη πάνω πλευρά του διπλού Ταυ και στην κάτω επιφάνεια των δοκών που "τρέχουν" στο βλαμμένο υποστύλωμα. [1]

Απαιτείται υπερβολικά μεγάλος αριθμός ξύλινων στρωτήρων που πολύ δύσκολα να εξευρεθούν σε μια σεισμόπληκτη περιοχή. Επίσης είναι χρονοβόρα μέθοδος υποστύλωσης και έχει μεγάλο κόστος.

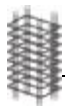
Το πλεονέκτημα της είναι ότι είναι ικανή η τακαρία να αναλάβει μεγάλα κατακόρυφα φορτία.

Δ. ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΣΙΔΗΡΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

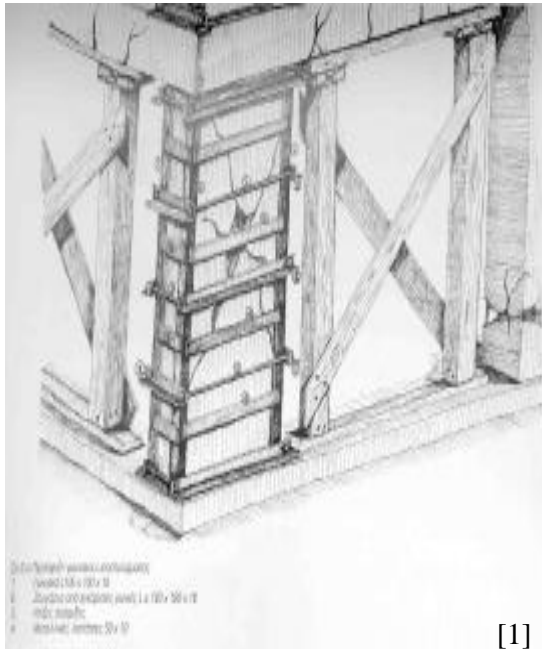
Οι σιδηρές διατομές χρησιμοποιούνται είτε για άμεση ενίσχυση του "σπασμένου" υποστυλώματος (περίσφιξη) είτε για τη δημιουργία μεταλλικών στύλων (υποστύλωση με κοιλοδοκούς). [1]

α) ΠΕΡΙΣΦΙΞΗ

Η μέθοδος της προσωρινής υποστύλωσης μέσω περίσφιξης του βλαμμένου κατακόρυφου φέροντος στοιχείου συνίσταται στις εξής περιπτώσεις:



- Όταν παρίστανται ανάγκη παραλαβής ενός τμήματος του αξονικού φορτίου του βλαμμένου υποστυλώματος. [1]
- Όταν υπάρχουν ελαφρές βλάβες στο υποστύλωμα που μπορεί να επισκευασθούν με ρητινενέσεις. [1]
- Όταν απαιτείται η αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος. [1]



[1]

Η διαδικασία που ακολουθείται σε αυτή τη μέθοδο έχει ως εξής:

Τοποθετούνται τέσσερα γωνιακά τουλάχιστον 100*100*10 στις τέσσερις γωνίες του βλαμμένου υποστυλώματος καθ' όλο του το ύψος. Έξω από τα γωνιακά αυτά και ανά 60cm τοποθετούνται ζευγάρια από εγκάρσιες γωνίες ($L \geq 120*120*12$) κατά τη μια και την άλλη διεύθυνση του υποστυλώματος εναλλάξ. Τα ζευγάρια των γωνιακών αυτών συσφίγγονται μεταξύ τους με μπουλόνια (προεντεταμένοι κοχλίες). Μετά από τη πρώτη αυτή σύσφιξη των μπουλονιών, συγκολλούνται ορθογωνικά κομμάτια χάλυβα πάνω στα κατακόρυφα γωνιακά (ανά 30-60cm) και ξανασφίγγονται τα μπουλόνια έτσι ώστε μέσω των γωνιακών και των λαπάτσων να επέλθει η τελική επιζητούσα περίσφιξη. [1,2]

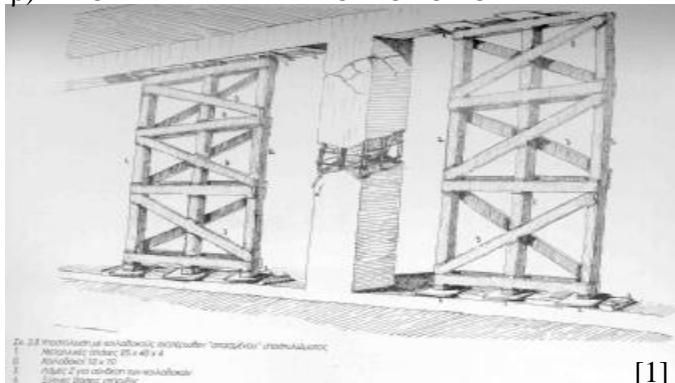
Κλειδί για την επιτυχία αποτελεί η δημιουργία πολύ ισχυρής τριβής μεταξύ των γωνιακών και του σκυροδέματος του βλαμμένου στοιχείου ικανή να μεταβιβάσει όλο ή μέρος του φορτίου στα γωνιακά της περίσφιξης. Η τριβή αυτή επιτυγχάνεται μέσω των κάθετων δυνάμεων που ασκούν οι λαπάτσες και τα μπουλόνια στα κατακόρυφα γωνιακά.

Η σφήνωση στο άνω μέρος γίνεται με λεπτά επίπεδα ελάσματα. [1]

Η προσωρινή αυτή υποστύλωση μπορεί να μετατραπεί σε μονιμότερη, αν ενσωματωθεί στη σκυροδέτηση της μόνιμης επισκευής-ενίσχυσης του βλαμμένου υποστυλώματος.

Η επιτρεπόμενη τάση χάλυβα, εφόσον χρησιμοποιηθεί χάλυβας εμπορίου, για τους υπολογισμούς μπορεί να ληφθεί ίση με $1000\text{kg}/\text{cm}^2$ ενώ ο συντελεστής τριβής δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερος από 0.4. [1]

β) ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗ ΜΕ ΚΟΙΛΟΔΟΚΟΥΣ Ή ΔΙΠΛΑ ΤΑΥ

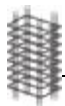


[1]

Ανάλογα με την βλάβη του υποστυλώματος

χρησιμοποιούνται πολλές φορές, κοιλοδοκοί ή διπλά ταυ αντί για χονδροξυλεία, για τη δημιουργία ξεχωριστών μεταλλικών υποστυλωμάτων εκατέρωθεν του βλαμμένου υποστυλώματος. [1]

Εκατέρωθεν του βλαμμένου κατακόρυφου φέροντος στοιχείου



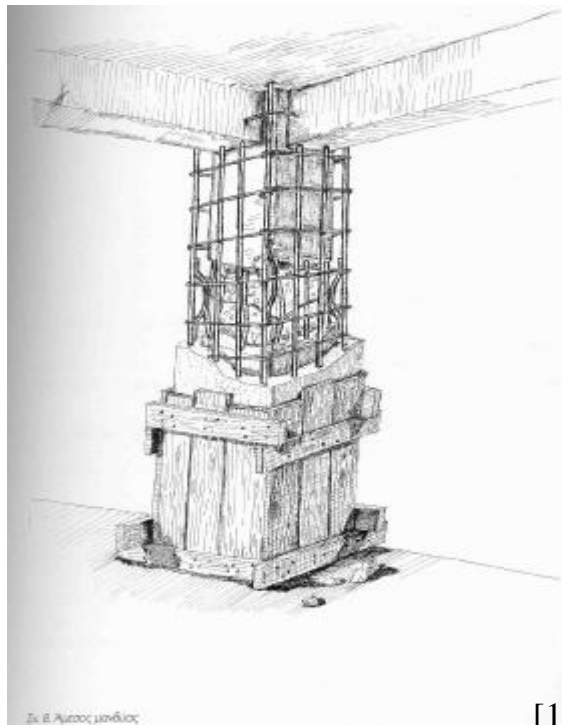
δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο ένα νέο υποστύλωμα σε απόσταση περίπου 30cm. Παράλληλα τοποθετείται σανίδωμα στήριξης διαστάσεων 25*40 και πάχους 4cm, τουλάχιστον, στο άνω και κάτω μέρος, ώστε να εξασφαλίζεται το ανένδοτο της στήριξης. [1]

Η σφήνωση γίνεται με ξύλινες σφήνες στο άνω μέρος μεταξύ πέλματος κοιλοδοκού και σανιδώματος στήριξης.

Για πολύ σοβαρές βλάβες πρέπει να υποστυλωθούν όλες οι δοκοί που συντρέχουν στο βλαμμένο υποστύλωμα.

E. ΑΜΕΣΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ

Η μέθοδος του άμεσου μανδύα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις υποστυλωμάτων με εκτεταμένες βλάβες. Βλάβες που δημιουργούν προβλήματα στην ευστάθεια του κτιρίου. Επίσης χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή όταν οι εργασίες σφήνωσης θα ελλόχευαν κινδύνους τόσο για τη κατασκευή όσο και για τους εργαζόμενους λόγω της ανάγκης επιβολής κρουστικών φορτίων.



Κατά τη μέθοδο αυτή χυτεύεται μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος είτε τοπικά είτε καθ' όλο το ύψος του υποστυλώματος. [1]

Προηγείται της τοποθέτησης του οπλισμού του μανδύα, εκτράχυνση, καθαρισμός και πλύσιμο της επιφάνειας του σκυροδέματος του υποστυλώματος, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συνοχή και αντίσταση τριβής γίνεται.

Ακολουθεί αποκάλυψη του υπάρχοντος κατακόρυφου οπλισμού του υποστυλώματος έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί ο νέος οπλισμός του μανδύα με αυτόν μέσω συγκολλήσεων. [1]

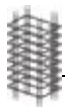
Χρησιμοποιούνται ισχυροί και πυκνοί συνδετήρες που το δέσιμό τους για τον εσωτερικό και εξωτερικό κλωβό διατάσσονται εναλλάξ προς αποφυγή συγκέντρωσης πολύ υψηλών τάσεων σε μεμονωμένα σημεία.

Η σκυροδέτηση γίνεται κατά τμήματα ύψους 50-60cm και το πάχος μανδύα είναι 4-15cm.

Χρησιμοποιούνται τσιμέντα ταχείας πήξεως ή έτοιμα τσιμεντοκονιάματα τα οποία αναπτύσσουν υψηλές αντοχές ευθύς αμέσως και λόγω της υδαρότητας τους, συμπληρώνουν με ασφάλεια τον ξυλότυπο χωρίς δονητή. [1]

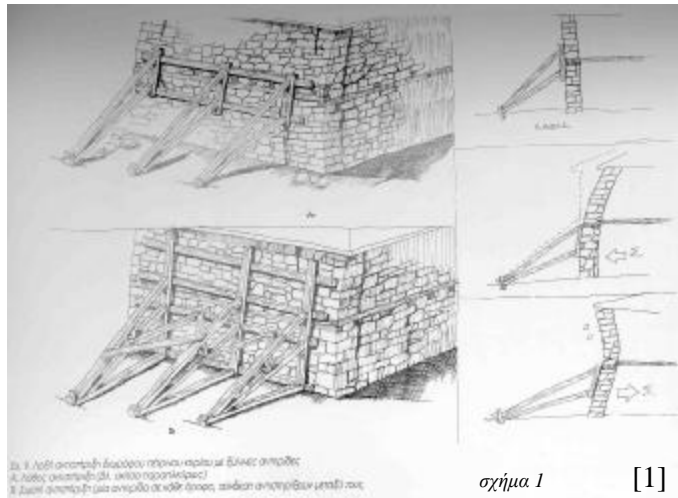
4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Η εξασφάλιση βλαμμένης κατασκευής σε οριζόντια φορτία είναι αναγκαία, ιδιαίτερα σε κατασκευές με εύκαμπτους ορόφους λόγω της έντονης μεταβολής της δυσκαμψίας καθ' ύψος. Οι οριζόντιες δυνάμεις αναπτύσσονται είτε λόγω απόκλισης του κτιρίου από τη κατακόρυφο είτε λόγω θραύσης κατακόρυφων στοιχείων είτε λόγω υποχώρησης της θεμελίωσης.



Η παραλαβή οριζόντιων φορτίων γίνεται με διάφορες μεθόδους που θα αναλυθούν παρακάτω.

A) ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ (ΛΟΞΗ)

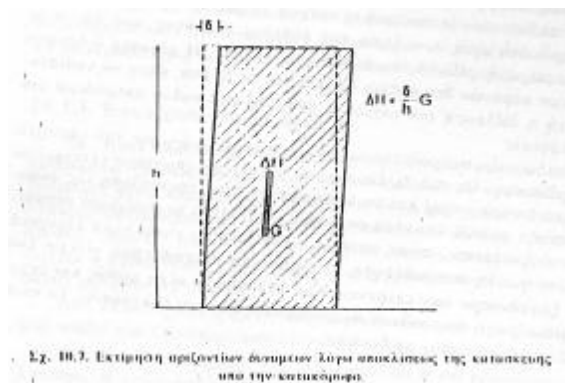


σχήμα 1 [1]

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο συνηθισμένη και συνήθως χρησιμοποιείται χονδροξυλεία.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής όπως φαίνεται και από το σχήμα 1 θα πρέπει να προσέχουμε ιδιαίτερα τα εξής:

- Να γίνεται καλή αγκύρωση των αντηρίδων στο έδαφος για παραλαβή των οριζόντιων ωθήσεων. [1]
- Το κατακόρυφο σκέλος της αντηρίδας να συνδέεται με το κτίριο για να αποφεύγεται σχετική ολίσθηση. [1]
- Να διασφαλίζεται το κεκλιμένο σκέλος της κατασκευής της αντηρίδας από λυγισμό, είτε κάθετα είτε στο επίπεδο του, μέσω κατάλληλων συνδέσμων. [1]
- Τουλάχιστον μια αντηρίδα ανά όροφο ώστε να παραλαμβάνεται το βάρος του ορόφου. [1]
- Σύνδεση των κατακόρυφων στοιχείων μεταξύ τους με οριζόντιους συνδέσμους.



σχήμα 2 [3]

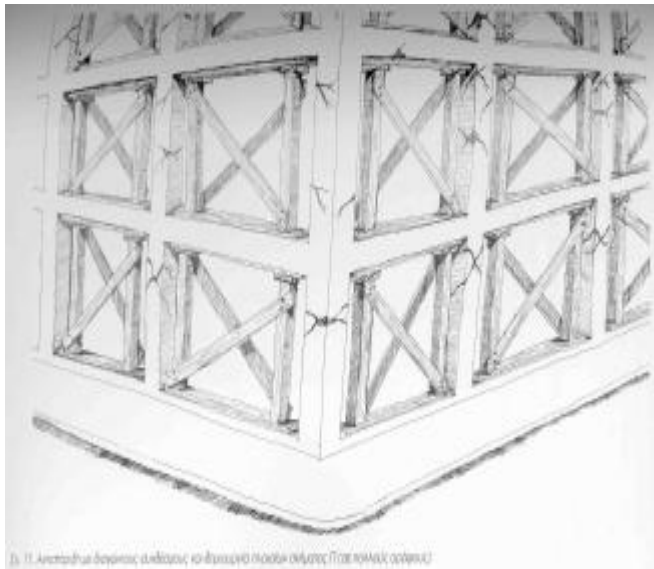
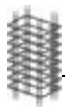
Οι οριζόντιες δυνάμεις που καλείται να παραλάβει το σύστημα των αντηρίδων, εφόσον είναι μικρές οι αποκλίσεις από τη κατακόρυφο, δεν είναι πολύ μεγάλες και υπολογίζονται προσεγγιστικά εύκολα από τη σχέση(σχήμα 2):

$$\Delta h = \delta * G / h [3]$$

Όπου: δ/h η απόκλιση από τη κατακόρυφο
 G το συνολικό κατακόρυφο φορτίο του έργου εκτιμώμενο για κοινά κτιριακά έργα με παραδοχή 1.00-1.20 tn/m² κτισμένης επιφάνειας ορόφου [3]

B) ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΔΙΑΓΩΝΙΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν δεν είναι εύκολη η αντιστήριξη με αντηρίδες λόγω έλλειψης χώρου. Το υλικό που χρησιμοποιούνται και εδώ είναι η χονδροξυλεία ή σπανιότερα χάλυβας (γωνιακά, διπλά ταυ).



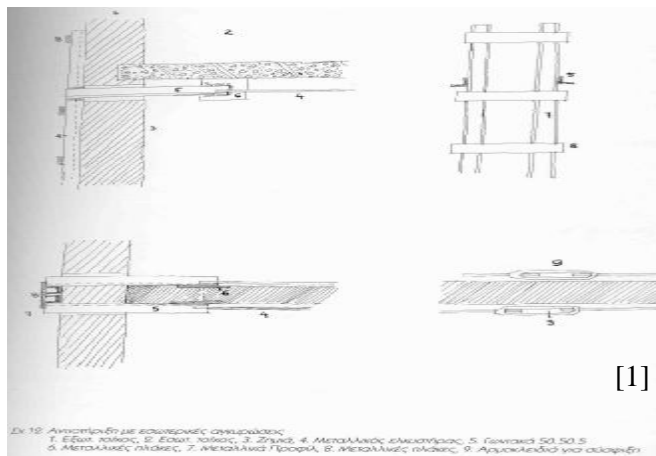
Εν. 11. Αντιστήριξη διαγώνιας αγκύρωσης κήφισμένου πλάτους (ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΟΡΘΩΣΗΣ)

Η χρησιμοποίηση διαγώνιων στοιχείων στο επίπεδο των πλαισίων που δημιουργούνται από δοκούς και υποστύλωματα, επιτρέπει αφενός μεν τη μερική μεταφορά φορτίων σε στοιχεία που δεν έχουν αστοχήσει, αφετέρου δε παρεμποδίζει τις πλευρικές παραμορφώσεις. [1]

Είναι σκόπιμο οι συνδέσεις αυτές να γίνονται στη περίμετρο της οικοδομής και σε ζεύγη για κάθε μία από τις διευθύνσεις των αξόνων συμμετρίας της οικοδομής, δηλαδή τα πλαίσια αυτά να διατάσσονται με τη λογική των τοιχωμάτων ακαμψίας. [1]

Οι χιαστοί ράβδοι πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους- στο σημείο τομής τους- για την εξασφάλισή τους έναντι λυγισμού. [1]

Γ) ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ



Εν. 18. Αντιστήριξη με εσωτερικές αγκυρώσεις
1. Εξωτερικός τοίχος, 2. Εσωτερικός τοίχος, 3. Στρώμα, 4. Μεταλλικός ενισχυτής, 5. Γωνιακό 50,50,5
6. Μεταλλικές πλάκες, 7. Μεταλλικός Γροφιά, 8. Μεταλλικές πλάκες, 9. Αρμολογία για αλληλεπίδραση

Στην περίπτωση μεικτών κατασκευών (πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρουσες τοιχοποιίες από πλινθοδομές) για τη συγκράτηση τοίχων που αποκλίνουν από τη κατακόρυφο ή εξωτερικών τοίχων που έχουν αποκολληθεί, χρησιμοποιούνται μεταλλικές αγκυρώσεις οι οποίες προεντείνονται με αρμοκλείδες. [1]

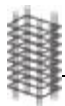
Δ) ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ Η ΔΑΚΤΥΛΙΟΥΣ

Σε περιπτώσεις απόκλισης από τη κατακόρυφο λόγω απωθητικών δυνάμεων τόξου χρησιμοποιούνται προεντεταμένοι μεταλλικοί δακτύλιοι ή προεντεταμένοι ελκυστήρες ανάλογα εάν πρόκειται για τρούλους ή για τόξα ή και θόλους. [1]

5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΦΗΝΩΣΗΣ

Η διαδικασία της σφήνωσης στις υποστύλωσεις αποτελεί κρίσιμο στοιχείο. Εξαιτίας της (ορθής) σφήνωσης επιτυγχάνεται η ολική ή μερική μεταβίβαση των φορτίων από το βλαμμένο στοιχείο του δομήματος στο σύστημα υποστύλωσης.

Η σφήνωση επιτυγχάνεται με τις εξής μεθόδους:

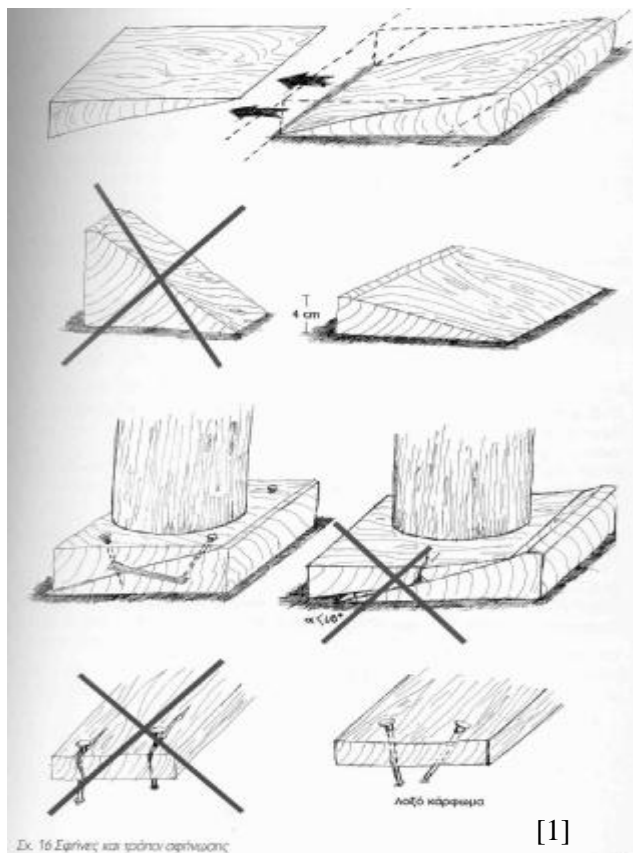


Κοτζαμπασάκης Εμμανουήλ – Γληγόρης Κωνσταντίνος

- Με ξύλινες δίδυμες σφήνες.
- Με γρούλους.

Α) ΞΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ

Όταν η επιβολή κρουστικού φορτίου δε θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των μελών του συνεργείου και της ίδιας της ενισχυόμενης κατασκευής, τότε οι ξύλινες σφήνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη της σφήνωσης και είναι εκείνες οι οποίες θα αναλάβουν τις θλιπτικές δυνάμεις. [1]



Οι δυο σφήνες πρέπει να έχουν ακριβώς την ίδια γωνία α η οποία πρέπει να είναι $\alpha \leq 10^\circ$ (προς αποφυγή σχετικής ολίσθησης μεταξύ των σφηνών), ενώ το πάχος της μίας, αυτής που εισάγεται με κρούση, πρέπει να είναι λίγο μικρότερο από το πάχος της δεύτερης, ώστε να αποφεύγεται η καμπτική καταπόνηση της εισαγόμενης σφήνας κατά τη διαδικασία σφήνωσης.[1]

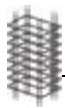
Οι σφήνες πρέπει να είναι από ξερή ξυλεία, να μην έχουν ρόζους και να "εξασφαλίζονται" έναντι ολίσθησης είτε με λοξά καρφιά και μεταλλικά τζινέτια ή με άλλον τρόπο.[1]

Όταν η υποστύλωση γίνεται σε έναν μόνο όροφο, πρέπει να γίνεται έλεγχος σε διατμητική καταπόνηση στις διατομές τ-τ μεταξύ παρειάς υποστυλώματος και σημείου εφαρμογής του φορτίου σφήνωσης.[1]

Εάν από τον έλεγχο αποδειχθεί ότι δεν είναι εφικτή η σφήνωση ολόκληρου του φορτίου μπορούν εναλλακτικά να δοθούν οι εξής λύσεις:

α) Εκτιμάται μήπως οι υπερκείμενοι τοίχοι πλήρωσης μπορούν να μεταφέρουν τμήμα του φορτίου σφήνωσης απευθείας από τους πάνω ορόφους προς την υποκείμενη υποστύλωση, χωρίς ένταση της δοκού όπου γίνεται η σφήνωση. [1] Βέβαια είναι δύσκολη η εκτίμηση αυτή και εξαρτάται και από το βαθμό καταστροφής των τοιχοπληρώσεων αυτών.

β) Επέκταση των υποστυλώσεων στους παραπάνω ορόφους. Η επέκταση αυτή οπωσδήποτε μετριάζει τη διατμητική καταπόνηση στις διατομές τ-τ εκατέρωθεν του βλαμμένου στοιχείου και δημιουργεί ευνοϊκότερη κατάσταση στο πρόβλημα της κατανομής των φορτίων του στα μη βλαμμένα στοιχεία. [1]



γ) Εφαρμογή μερικής σφήνωσης στις υποστυλώσεις, οπότε μέρος του θλιπτικού φορτίου να συνεχίσει να καταπονεί το βλαμμένο κατακόρυφο στοιχείο. [2]

δ) Εφαρμογή του άμεσου μανδύα. [1]

Γενικά, κρίνεται αναγκαίο όπως η σφήνωση εφαρμόζεται σιγά-σιγά και προσεκτικά και να παρακολουθείται η συμπεριφορά των δοκών στις θέσεις σφήνωσης.

Επίσης ο περιοδικός έλεγχος της κατάστασης των σφηνώσεων, ιδίως μετά από σεισμούς, είναι απαραίτητος.

B) ΓΡΥΛΟΙ

Οι γρύλοι είναι τριών ειδών:

- Μηχανικοί
- Υδραυλικοί
- Επίπεδοι

Οι γρύλοι χρησιμοποιούνται στη περίπτωση που τα φορτία είναι σημαντικά και εξασφαλίζουν πιο ομοιόμορφη φόρτιση και αποφόρτιση απ' ό,τι οι ξύλινες σφήνες. [1]

- Για τη περίπτωση των υδραυλικών γρύλων απαραίτητα εξαρτήματα θεωρούνται οι αντλίες λαδιού και ένα χειριστήριο για τη περίπτωση χρησιμοποίησης πολλών αντλιών μαζί. [1]

- Οι επίπεδοι γρύλοι είναι συνήθως τηλεχειριζόμενοι. Η συμπίεση τους γίνεται με νερό ή λάδι. [1]



Σκ. 17. Μηχανικός - υδραυλικός γρύλος [1]



Σκ. 18. Επίπεδοι γρύλοι (συνήθως μεζυλάκια) [1]

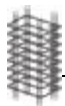
Εφόσον θελήσουμε να έχουμε μόνιμη διατήρηση της παραμόρφωσης του γρύλου, μπορεί να γίνει εισπίεση τσιμεντοπολτού, «στραγγάλισμα» της πίεσης και τελική (αργή) σκλήρυνση του τσιμεντοπολτού. [2]

Οι γρύλοι πρέπει να έχουν ικανοποιητική επιφάνεια έδρασης, ανάλογα με το διαβιβαζόμενο φορτίο, ώστε να αποκλείεται ο κίνδυνος να ενδώσει ή να υποστεί διάτρηση η βάση. Επίσης η επιφάνεια αυτή θα πρέπει να είναι ανάλογη και με το ύψος του γρύλου, ώστε να εξασφαλίζεται ο γρύλος έναντι ανατροπής.

Όπως στη περίπτωση των σφηνών έτσι και σε αυτή των γρύλων θα πρέπει προτού προβούμε στη διαδικασία σφήνωσης με γρύλους να ελέγχεται η επάρκεια αντοχής του κτιρίου για της δυνάμεις σφήνωσης που θα ασκηθούν.

Κάτι τέτοιο πρέπει να γίνεται ώστε να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των συνεργείων που θα εργασθεί για την υποστύλωση. [2]

Προς τη κατεύθυνση της ασφάλειας του συνεργείου οδηγεί και η επιβολή των φορτίων σφήνωσης με τηλεχειρισμό υδραυλικού συστήματος από απόσταση ασφαλείας εκτός του κτιρίου. [1]



6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρώτο συμπέρασμα που αβίαστα και λογικά προκύπτει από την μελέτη των προσωρινών υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων είναι ότι είναι αναγκαίες και ότι η ορθή ολοκλήρωση τους προϋποθέτει τόσο γνώση του θεωρητικού υπόβαθρου του Πολιτικού Μηχανικού όσο και γνώση των δυνατοτήτων που η τεχνολογία προσφέρει.

Ειδικότερα είναι απαραίτητο να λάβει υπόψη του, ο υπεύθυνος για την υπό μελέτη ενίσχυση, την τήρηση των βασικών αρχών υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων που παρατέθηκαν και με βάση αυτές και τη βλάβη του δομήματος (και κάποιους άλλους παράγοντες που αναφέρθηκαν στη περίπτωση) να σχεδιάσει τον τρόπο προσωρινής ενίσχυσης του κτιρίου.

Από τις αναφερθείσες στην εργασία μεθόδους υποστυλώσεως, η μέθοδος με στύλους-κορμούς δέντρων είναι η πιο εύκολη, η πιο ταχεία, έχει τη δυνατότητα να αναλάβει σημαντικά θλιπτικά φορτία και μπορεί να γίνει και από μη εξειδικευμένα άτομα. Τα πλεονεκτήματα της αυτά τη καθιστούν και την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη.

Για ελαφρές ζημίες κατακόρυφων στοιχείων ενδείκνυται η χρήση μεταλλικών μεμονωμένων στύλων. Είναι απλή, γρήγορη μέθοδος ενίσχυσης και δεν προϋποθέτει την ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού.

Για τη παραλαβή εκτεταμένων ομοιόμορφων κατακόρυφων φορτίων, η πιο αποτελεσματική λύση είναι η χρήση μεταλλικών βιομηχανικών ικριωμάτων.

Σε περίπτωση που η αύξηση πλαστιμότητας των υποστυλωμάτων και άρα και του κτιρίου κριθεί επιβεβλημένη (κάτι που είναι ιδιαίτερα σύνηθες τα τελευταία χρόνια, λόγω του τρόπου σχεδιασμού των κτιρίων που βασίζεται στην ενδοτική συμπεριφορά αυτών) τότε η χρήση σιδηρών διατομών είναι η ενδεδειγμένη και προσφέρει την επιθυμητή περίσφιξη. Είναι μια μέθοδος που απαιτεί χρόνο και την εκτέλεση των εργασιών από ειδικευμένα άτομα, αλλά τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ευρέως εξαιτίας του παραπάνω λόγου.

Στην περίπτωση ανάγκης παραλαβής μεγάλων κατακόρυφων φορτίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοιλοδοκοί ή διπλά ταυ από σίδηρο. Τα μεταλλικά υποστυλώματα μπορούν να συναρμολογηθούν μακριά από το κτίριο και εξασφαλίζουν την ανάληψη πολύ μεγάλων κατακόρυφων φορτίων που πιθανόν μέθοδοι που χρησιμοποιούν χονδροξυλεία να μην μπορούσαν να εξασφαλίσουν.

Τέλος εφόσον η ευστάθεια του κτιρίου τίθεται σε κίνδυνο με τη χρήση κρουστικών φορτίων για τη σφήνωση, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του άμεσου μανδύα.

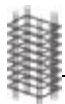
Από τις αναφερθείσες στη εργασία μεθόδους αντιστήριξης η πιο διαδεδομένη είναι η αντιστήριξη με αντηρίδες η οποία όμως προϋποθέτει την ύπαρξη χώρου.

Εφόσον υπάρχει έλλειψη χώρου ανατρέχουμε στη μέθοδο αντιστήριξης με διαγώνιους συνδέσμους.

Τέλος στη περίπτωση προβλημάτων ευστάθειας σε μεικτές κατασκευές χρησιμοποιείται η μέθοδος αντιστήριξης με εσωτερικές αγκυρώσεις ενώ στη περίπτωση παρομοίων προβλημάτων σε θόλους, τόξα ή τρούλους χρησιμοποιούνται ελκυστήρες ή δακτύλιοι.

Όσον αφορά τη σφήνωση θα μπορούσε κανείς να πει ότι αποτελεί αν όχι το κρισιμότερο, σίγουρα από τα πιο κρίσιμα στοιχεία των υποστυλώσεων. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε ούτε η σφήνωση να αστοχήσει, ούτε η υποστύλωση να παραμορφωθεί και άρα η σφήνωση να χαλαρώσει. Διότι στις παραπάνω δύο περιπτώσεις η υποστύλωση καταστρέφεται, καθίσταται αδρανής με όλα τα πιθανά επακόλουθα. Η σφήνωση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μέσω ξύλινων σφηνών είτε μέσω γρύλων.

Από όλα τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι η προσωρινή ενίσχυση κτιρίων βλαμμένων από σεισμό είναι αναγκαία και σε πολλές περιπτώσεις σωτήρια, όσον αφορά απώλειες ανθρωπίνων ζωών.



Είναι φανερό επίσης ότι η διαδικασία υποστύλωσης-αντιστήριξης απαιτεί για να τελεστεί ορθά συντονισμό και ταχύτητα δράσης που είναι πολύ δύσκολο να εξασφαλιστούν κατά την περίοδο που επικρατεί μετά από έναν καταστροφικό σεισμό. Γι' αυτό το λόγο αποτελεί επιτακτική ανάγκη οι υπεύθυνοι φορείς να έχουν λάβει μέτρα προσεισμικά και προς αυτήν την κατεύθυνση κινούνται τα τελευταία χρόνια.

Η Ελλάδα είναι μια σειсмоγενής χώρα και επειδή μια σεισμική δόνηση δεν είναι δυνατόν να αποτραπεί (τουλάχιστον όχι ακόμη) είναι αναγκαίο να μάθουμε να μετριάζουμε τις συνέπειες από έναν σεισμό και να μάθουμε παράλληλα να αντιμετωπίζουμε τις προκύπτουσες συνέπειες.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ "ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ: ΑΡΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΩΝ, ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ – ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ", ΑΘΗΝΑ 2000.

2. ΕΜΠ, " ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ", 1978.

3. ΑΡΘΡΟ ΤΩΝ Γ.Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ ΚΑΙ Α.Ι. ΚΑΠΠΟΣ " ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ", ΣΤΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ " ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΡΟΣΦΑΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ", ΤΕΕ ΚΟΖΑΝΗ 1995.

