

Τεχνικό Εγχειρίδιο
Έρευνας και Διάσωσης

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ

σε επιχειρήσεις κατάρρευσης κτιρίων



Κωνσταντίνος Π. Νίκας

Αθήνα 2020

Κωνσταντίνος Π. Νίκας

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ

σε επιχειρήσεις κατάρρευσης κτιρίων

Αθήνα 2020

Φωτογραφία εξωφύλλου:

GR/MUSAR2/THESS - 2η ΕΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, photo by: Konstantinos Toumparidis, 2018.

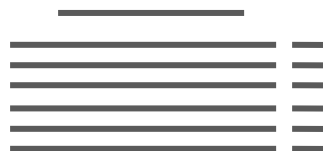


Κωνσταντίνος Π. Νίκας, 2020
konstantinos.nikas@gmail.com

© 2020, Κωνσταντίνος Π. Νίκας. Το έργο με τίτλο "Αντιστηρίξεις-Υποστυλώσεις σε επιχειρήσεις κατάρρευσης κτιρίων" από τον δημιουργό Κωνσταντίνος Π. Νίκας διατίθεται με την άδεια Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές . Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>

Για όσες φωτογραφίες χρησιμοποιήθηκαν από εξωτερική πηγή υπάρχει πλήρης αναφορά σε αυτή καθώς και έγγραφη άδεια των πνευματικών ιδιοκτητών τους για χρήση τους στο παρόν σύγγραμμα και ισχύουν τα οριζόμενα από τον νόμο περί πνευματικής ιδιοκτησίας.

Συγκεκριμένα για τις φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν από το φωτογραφικό αρχείο του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.), αυτές δεν αποτελούν ερμηνευτική επιστημονική τεκμηρίωση σε θέματα διάσωσης λόγω κατάρρευσης κτιρίων που αναφέρονται στο παρόν εγχειρίδιο και κατά συνέπεια ο Ο.Α.Σ.Π. δεν φέρει καμία ευθύνη για όσα αναγράφονται σε αυτό.



Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	1
Αντί προλόγου	7
1. Βασικές Έννοιες	11
1.1 Τα στοιχεία ενός κτιρίου	11
1.2 Παραδοσιακά κτίρια.....	14
1.3 Αντιστηρίξεις - Υποστυλώσεις	17
1.4 Είδη υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων	22
2. Κατακόρυφα Συστήματα Υποστύλωσης	25
2.1 Μεμονωμένοι μεταλλικοί στύλοι.....	26
2.1.1 Βασικές οδηγίες κατά την χρήση τους	27
2.2 Μεταλλικά συστήματα υποστύλωσης τύπου σκαλωσιάς	30
2.3 Μεμονωμένες ξύλινες δοκοί.....	32
2.3.1 Μέγιστο ύψος ξύλινων δοκών για υποστύλωση	32
2.4 Συστήματα ενός ξύλινου υποστυλώματος.....	35
2.4.1 Κατακόρυφη δοκός	37
2.4.2 Οριζόντια δοκός κεφαλής και βάσης	38

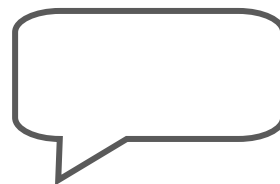
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2.4.3	Ξύλινες πλάκες σύνδεσης κατακόρυφων και οριζόντιων στοιχείων (Τσόντες σύνδεσης)	40
2.4.4	Σφήνες	44
2.4.5	Στάδια κατασκευής.....	47
2.5	Ξύλινα συστήματα πολλαπλών υποστυλωμάτων.....	53
2.5.1	Κατακόρυφες δοκοί.....	56
2.5.2	Οριζόντια δοκός κεφαλής και βάσης	58
2.5.3	Πλάκες σύνδεσης.....	59
2.5.4	Διαγώνιες και κεντρικοί δοκοί.....	62
2.5.5	Στάδια κατασκευής.....	64
2.6	Υποστύλωση τακαρίας.	71
2.6.1	Συμμετρική τοποθέτηση.....	74
2.6.2	Κεφαλή υποστύλωσης.....	75
2.6.3	Βάση υποστύλωσης.....	76
2.6.4	Ύψος υποστύλωσης	77
2.6.5	Συνολική αντοχή υποστυλώματος.	78
3.	Κεκλιμένα Συστήματα Υποστύλωσης	79
3.1	Κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1.	83
3.1.1	Κύριες δοκοί, δοκός κεφαλής και βάσης.	85
3.1.2	Διαγώνιες δοκοί.....	87
3.1.3	Πλάκες σύνδεσης.....	88
3.1.4	Στηρίγματα.....	90
3.1.5	Πέλμα βάσης.	91
3.1.6	Σύνδεση υποστυλωμάτων.	92

3.1.7	Στάδια κατασκευής κεκλιμένης υποστύλωσης Τύπου 1.....	94
3.2	Κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2.	98
3.2.1	Στάδια κατασκευής κεκλιμένης υποστύλωσης Τύπου 2.....	101
3.3	Κεκλιμένη τακαρία	106
4.	Συστήματα Αντιστήριξης	109
4.1	Αντιστήριξη με ξύλινες αντηρίδες ενιαίας βάσης.....	113
4.1.1	Κύρια δοκάρια (οριζόντιο, κατακόρυφο, αντηρίδα).....	115
4.1.2	Διαγώνια και οριζόντια βοηθητική δοκός.....	118
4.1.3	Πλάκες σύνδεσης	120
4.1.4	Στηρίγματα	123
4.1.5	Πέλμα βάσης	125
4.1.6	Σταθεροποίηση αντιστήριξης.....	126
4.1.7	Πολλαπλές αντηρίδες.....	127
4.1.8	Στάδια κατασκευής.....	130
4.2	Αντιστήριξη με ξύλινες αντηρίδες ιπτάμενου τύπου	137
4.2.1	Αντηρίδα	139
4.2.2	Κατακόρυφο δοκάρι.....	139
4.2.3	Οριζόντιες βοηθητικές δοκοί	140
4.2.4	Πλάκες σύνδεσης	141
4.2.5	Στήριγμα κορυφής.....	143
4.2.6	Έδραση (παπούτσι)	143
4.2.7	Πέλμα βάσης	146
4.2.8	Πολλαπλές αντηρίδες.....	146
4.2.9	Στάδια κατασκευής.....	147

4.3	Αντιστήριξη με οριζόντιες δοκούς.....	153
4.4	Αντιστήριξη πλαισίου με διαγώνιους συνδέσμους	159
5.	Υποστήριξη Ανοιγμάτων.....	163
5.1	Ξύλινα επί τόπου στοιχεία	166
5.2	Ξύλινα προκατασκευασμένα στοιχεία	173
5.3	Λοιπά συστήματα υποστήριξης	177
6.	Τρόποι υποσύλωσης - αντιστήριξης	179
6.1	Θέσεις υποσύλωσης - αντιστήριξης	180
6.2	Ο κανόνας του " Από το μεγάλο στο μικρό - Από έξω προς τα μέσα"	183
6.3	Αντιστήριξη τοιχοποιίας (κατακόρυφης ή υπό κλίση)	185
6.3.1	Τοίχοι με κατακόρυφες ρωγμές	186
6.3.2	Τοίχοι με χιαστί ρωγμές	194
6.3.3	Γωνίες τοιχοποιίας.....	197
6.3.4	Τοίχοι αντιστήριξης	199
6.4	Ισόγεια με πυλωτή - Μαλακοί όροφοι.....	202
6.5	Κολώνες - Το κρισιμότερο στοιχείου κτιρίου	206
6.6	Υποσύλωση μπαλκονιών	217
6.7	Πόρτες, παράθυρα	223
6.7.1	Αστοχίες τοιχοποιίας περιμετρικά του ανοίγματος.....	225
6.7.2	Παραμόρφωση ανοιγμάτων.....	228
6.8	Είσοδος διείσδυσης.....	229
6.9	Υποστυλώσεις στη διαδρομής διείσδυσης	233
6.9.1	Καταγραφή υποστυλώσεων	233
6.9.2	Δοκάρια	234

6.9.3	Πλάκες	241
6.9.4	Περιορισμένοι χώροι.....	245
6.9.5	Υποστύλωση κεκλιμένων πλακών	248
6.9.6	Αντιστήριξη τοίχων ή μπάζων κατά τη διαδρομή	249
6.10	Σφήνωση ασταθών κομματιών	251
7.	Υποστυλώσεις - Αντιστηρίξεις ανάλογα μορφή κατάρρευσης	253
7.1	Μορφή κατάρρευσης	253
7.2	Κατάρρευση τύπου V	254
7.3	Κατάρρευση τύπου A	260
7.4	Κεκλιμένη κατάρρευση	262
7.5	Κατάρρευση προβόλου	265
7.6	Ολική κατάρρευση ("pancake")	268
8.	Διαχείριση Πληροφορίας στο Πεδίο	271
8.1	Σημάδια κατάρρευσης	273
9.	Ανακατανομή Δυνάμεων στο Πεδίο της Κατάρρευσης	277
10.	Βιβλιογραφία.....	281



Αντί προλόγου

Η χώρα μας αποτέλεσε από την απαρχή της ιστορίας ένα σταυροδρόμι πολιτισμών και εμπορίου και μια γέφυρα που ενώνει την ανατολή με την δύση, εβρισκόμενη στο συναπάντημα τριών ηπείρων. Ταυτόχρονα όμως βρίσκεται και σε ένα σεισμικό σταυροδρόμι, με την Αφρικανική και την Ευρασιατική τεκτονική πλάκα να ανταγωνίζονται από κάτω της, δημιουργώντας ένα πλήθος ενεργών σεισμικών ρηγμάτων που διατρέχουν τον ελλαδικό χώρο, σχηματίζοντας το ενεργό ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου.

Έτσι λοιπόν ο σεισμός αποτέλεσε από την αρχαιότητα μια καθημερινότητα για τους κατοίκους της χώρας μας, με τους αρχαίους Έλληνες να τον τοποθετούν στην μυθολογία και τη θεολογία τους. Κατά τον επικρατέστερο μύθο η Θεά Αθηνά αντιμετώπισε τον αρχηγό των Γιγάντων Εγκέλαδο και τον νίκησε ρίχνοντας επάνω του την Σικελία. Έκτοτε ο Γίγαντας Εγκέλαδος προσπαθεί να ελευθερωθεί από την φυλακή του και σε αυτή του την προσπάθεια προκαλεί τους σεισμούς. Σύμφωνα με ένα άλλο μύθο, υπεύθυνος για τους σεισμούς, όπως για τις άλλες φυσικές καταστροφές, είναι ο Θεός Ποσειδώνας, ο οποίος χτυπώντας με την τρίαινά του την Γη, προκαλεί τις σεισμικές δονήσεις. Μάλιστα οι αρχαίοι είχαν δώσει μια σειρά από προσωνύμια στο Θεό της θάλασσας, για να περιγράψουν την ιδιότητά του αυτή, όπως ενοσίχθων (ο σείων τη γη), ενοσίγαιος, γαίας κινητήρ και σεισίχθων.

Σήμερα έχουμε κατανοήσει σε ένα μεγάλο βαθμό τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών, χωρίς αυτό όμως να μας έχει επιτρέψει να εξαλείψουμε τις καταστροφικές συνέπειες που αυτός έχει. Η καταστρεπτική επίδραση των σεισμών μάλιστα έχει ως ένα βαθμό ενταθεί, λόγω των διαρκώς αυξημένων απαιτήσεων του ανθρώπου για δημιουργία μεγαλύτερων και πολυπλοκότερων κατασκευών, που καλούνται να υποστηρίξουν τις δραστηριότητές του.

Η Πολιτεία, με διάφορους φορείς της, είναι υπεύθυνη για την πρόληψη των καταστρεπτικών συνεπειών ενός σεισμού, μέσω της αντισεισμικής προστασίας, ενώ είναι και υπεύθυνη για την αντιμετώπιση μιας τέτοιας καταστροφής, με κυριότερο επιχειρησιακό μηχανισμό της το Πυροσβεστικό Σώμα.

Οι πυροσβεστικοί υπάλληλοι, καλούνται σε ένα συμβάν σεισμού, να συμμετάσχουν σε μια σειρά επιχειρήσεων με διαφορετικές απαιτήσεις όπως την αντιμετώπιση των δευτερογενών σεισμικών επιπτώσεων (κατολισθήσεις, καταπτώσεις κ.ά.), την διαχείριση ή την υποβοήθηση μετακίνησης πληθυσμού, την διαδικασία προσωρινής στέγασης των πληγέντων και πολλά άλλα. Βασική όμως επιχειρησιακή τους ευθύνη είναι οι επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, με στόχο την εύρεση εγκλωβισμένων εντός κατεστραμμένων κτιρίων και τον ασφαλή απεγκλωβισμό τους από αυτό.

Το παρόν σύγγραμμα έρχεται να καλύψει ένα κενό της ελληνικής βιβλιογραφίας σε ένα πολύ σημαντικό κομμάτι των επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης, στις μεθόδους αντιστηρίξεων και υποστυλώσεων με τις οποίες εξασφαλίζουμε την επιχείρηση.

Η αντιστήριξη ή υποστύλωση μίας κατασκευής ή τμημάτων αυτής τα οποία έχουν υποστεί βλάβες λόγω ενός σεισμού ή οποιαδήποτε άλλης φυσικής ή ανθρωπογενούς αιτίας, είναι μία πολύπλοκη και πολυπαραγοντική διαδικασία που χρειάζεται μεγάλη προσοχή και εμπειρία, ενώ απαιτεί εξειδικευμένη γνώση των μηχανισμών αστοχίας αλλά και της στατικής συμπεριφοράς μίας κατασκευής. Η υποστύλωση ενός μικρού ανοίγματος, το οποίο μας εξασφαλίζει πρόσβαση σε εγκλωβισμένους, η υποστύλωση μιας πλάκας για την εξασφάλισή της έναντι μετακίνησης από ένα μετασεισμό, η υποστύλωση ενός τοίχου ή ενός μπαλκονιού δίπλα από τα οποία καλούμαστε να επιχειρήσουμε, είναι κάποια από τα παραδείγματα αντιστηρίξεων ή υποστυλώσεων που χρησιμοποιούμε σε μια επιχείρηση με σκοπό να μειώσουμε την ήδη μεγάλη επικινδυνότητα μιας τέτοιας επιχείρησης.

Η εργασία εφαρμογής αντιστηρίξεων και υποστυλώσεων, σε ευρεία κλίμακα αποτελεί βασική αρμοδιότητα θεσμοθετημένων οργάνων της πολιτείας όπως ο Ο.Α.Σ.Π. (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας) και οι Τεχνικές Υπηρεσίες των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης, αποτελούμενων από εξειδικευμένους μηχανικούς οι οποίοι, παρόντες στα σημεία των επιχειρήσεων, συνδράμουν την εργασία των σωστικών συνεργείων. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως ο Διασώστης του Πυροσβεστικού Σώματος είτε ως επικεφαλής είτε ως μέλος μιας διασωστικής ομάδας δεν πρέπει να γνωρίζει τις βασικές αρχές που διέπουν την χρήση των αντιστηρίξεων και των υποστυλώσεων καθώς υπάρχει η περίπτωση να κληθεί να εφαρμόσει κάποιες από αυτές τις τεχνικές είτε ως μέλος μιας ομάδας πρώτης απόκρισης που φτάνει στο σημείο, είτε γιατί η παρουσία ειδικών στο σημείο που εργάζεται δεν είναι δυνατή (μεγάλο πλήθος πεδίων κατάρρευσης, υψηλή επικινδυνότητα κ.ά.).

Το συγκεκριμένο εγχειρίδιο έχει στόχο να δώσει σε κάθε Πυροσβέστη-Διασώστη τα γνωστικά εργαλεία ώστε να επεμβαίνει σε ένα συμβάν ολικής κατάρρευσης ή μερικής αστοχίας κτιρίου, με την μέγιστη δυνατή ασφάλεια, τόσο για τον ίδιο όσο και για τον διασωζόμενο, να χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα εργαλεία με το βέλτιστο δυνατό τρόπο και να μπορεί να αξιολογεί τις επικινδυνότητες στο πεδίο εργασίας του και είτε να τις αίρει, μέσω κατάλληλων τεχνικών, είτε να τις περιορίζει έως ότου ολοκληρωθεί η επέμβαση του στο συμβάν.

Γράφτηκε δε, ώστε να είναι κατανοητό από μη ειδικούς αλλά ταυτόχρονα να περιέχει και όλη την αναγκαία πληροφορία για την εφαρμογή σωστών, ασφαλών και αποδοτικών υποστηρίξεων σε ένα πεδίο κατάρρευσης, και να αποτελέσει ένα βοηθητικό εργαλείο τόσο για τους συναδέλφους που εργάζονται σε μια πυροσβεστική βάρδια και θα κληθούν να αντιμετωπίσουν ένα συμβάν κατάρρευσης στα πρώτα του λεπτά, όσο και για τους επικεφαλής και τα μέλη των εξειδικευμένων ομάδων έρευνας και διάσωσης του Σώματος.

Εδώ θα ήθελα να όλους όσους έχουν προσφέρει, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, στην προσπάθεια συγγραφής του συγκεκριμένου εγχειριδίου και όλους όσους ανταποκρίθηκαν θετικά στη διάθεση φωτογραφικού υλικού που αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι για την αρτιότητα του παρόντος εγχειριδίου.

Τέλος το μεγαλύτερο κομμάτι αυτής της δουλειάς ανήκει σε όλους τους συναδέλφους πυροσβέστες που βοήθησαν, ακόμα και χωρίς να το γνωρίζουν, με συζητήσεις, απορίες και ιδέες, να στήσω βήμα-βήμα αυτό το βιβλίο και ελπίζω το αποτέλεσμα να είναι χρήσιμο σε αυτούς, που το έχουν κυρίως ανάγκη.

Δυστυχώς, για όλους μας, ο σεισμός είναι κάτι που δεν μπορούμε να εξασφαλίσουμε ότι δεν θα ξανασυμβεί. Μπορούμε όμως να εξασφαλίσουμε πως όταν συμβεί θα είμαστε λίγο πιο έτοιμοι και λίγο πιο προετοιμασμένοι, ώστε να αφήσουμε όσο το δυνατόν λιγότερα στην τύχη.

Και όπως λέμε **"Αχρείαστο να' ναι"...**

Νίκας Κωνσταντίνος

Αξιωματικός Π.Σ.

Πολιτικός Μηχανικός MSc

1

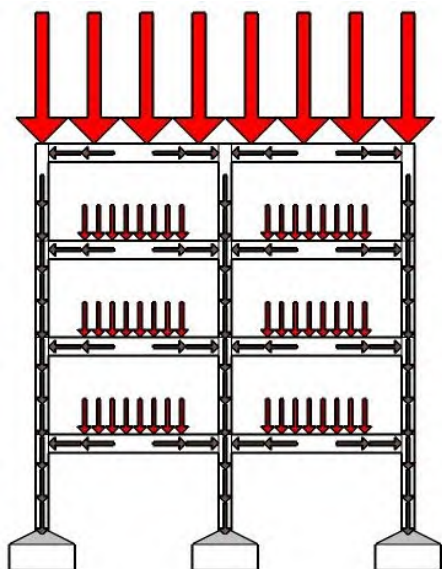
Βασικές Έννοιες

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε σε κάποια γενικά θεωρητικά στοιχεία, τα οποία απαιτούνται ώστε ο αναγνώστης να μπορέσει να παρακολουθήσει με μια σχετική ευκολία το συγκεκριμένο τεχνικό εγχειρίδιο. Σκοπός αυτού του κεφαλαίου δεν είναι ο αναγνώστης να φτάσει το επίπεδο ενός εξειδικευμένου επιστήμονα ή μηχανικού, αλλά να κατανοήσει κάποιους βασικούς τεχνικούς όρους και να αποκτήσει την απαιτούμενη βάση για να καταλάβει την φιλοσοφία πίσω από την κατασκευή και χρήση των αντιστηρίξεων και των υποστυλώσεων.

1.1 Τα στοιχεία ενός κτιρίου

Κάθε κατασκευή αποτελείται από διάφορα μέρη τα οποία ονομάζονται **στοιχεία του κτιρίου** ή αλλιώς στοιχεία της κατασκευής. Κάποια από αυτά τα στοιχεία είναι δευτερεύοντα για την λειτουργία ενός κτιρίου και τοποθετούνται για καθαρά λειτουργικούς λόγους. Τέτοια στοιχεία είναι για παράδειγμα οι εσωτερικοί τοίχοι, τα παράθυρα και οι πόρτες τα πατώματα κ.ά. και δεν κατασκευάζονται με σκοπό να μεταφέρουν βάρος, συνεπώς η απουσία του ή η πιθανή βλάβη σε αυτά δεν είναι κρίσιμη για την ευστάθεια του κτιρίου. Αυτά τα στοιχεία ονομάζονται **μη φέροντα**, επειδή ακριβώς δεν φέρουν φορτία (βάρη).

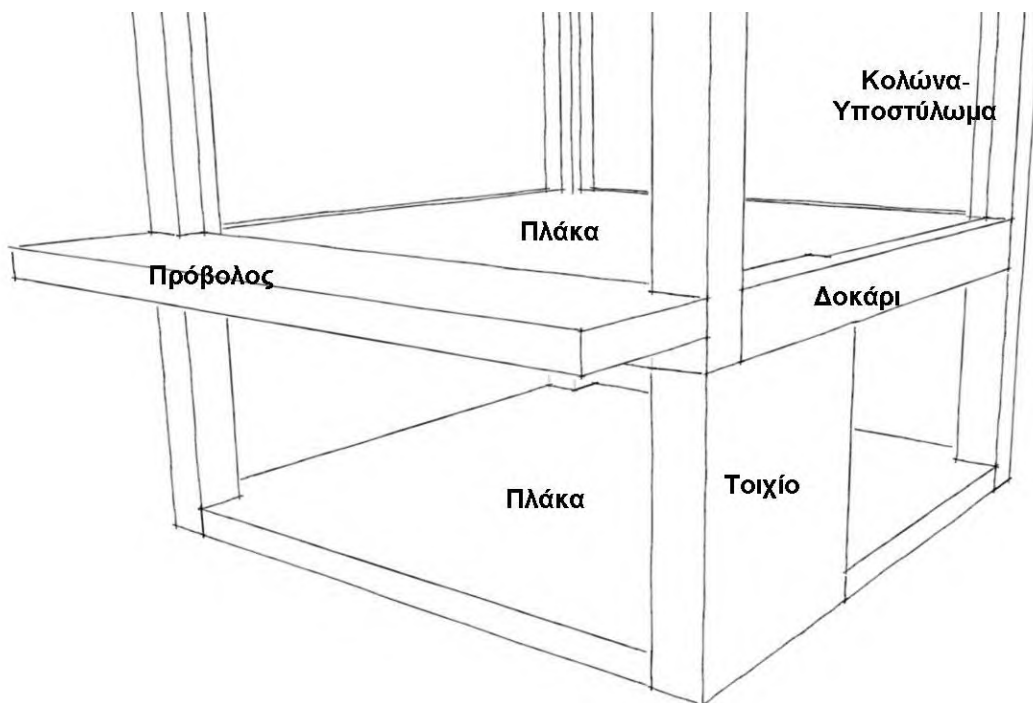
Αντίστοιχα υπάρχουν και τα στοιχεία μιας κατασκευής που είναι άκρως απαραίτητα ώστε το κτίριο να παραμένει στη θέση του και να αντέχει τα βάρη που υπάρχουν πάνω σε αυτό. Αυτά τα στοιχεία ονομάζονται **φέροντα στοιχεία** και εάν κάποιο από αυτά σπάσει ή απομακρυνθεί υπάρχει κίνδυνος όλο το κτίριο να καταρρεύσει.



Σχήμα 1-1. Μεταφορά των δυνάμεων στο έδαφος μέσω του φέροντος σκελετού.

Σε μια τυπική ελληνική κατασκευή από ωπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν αρμέ) φέροντα στοιχεία είναι οι πλάκες, τα δοκάρια, οι κολώνες, τα τοιχεία και τα θεμέλια. Κάποια από αυτά τα στοιχεία δέχονται και μεταφέρουν τα βάρη οριζόντια (δηλαδή παράλληλα με το έδαφος), όπως είναι οι πλάκες και γι'αυτό ονομάζονται **οριζόντια στοιχεία** ενώ τα υπόλοιπα δέχονται και μεταφέρουν βάρη κάθετα στο έδαφος τα οποία και ονομάζονται **κατακόρυφα στοιχεία** και τέτοια είναι οι κολώνες και τα τοιχεία.

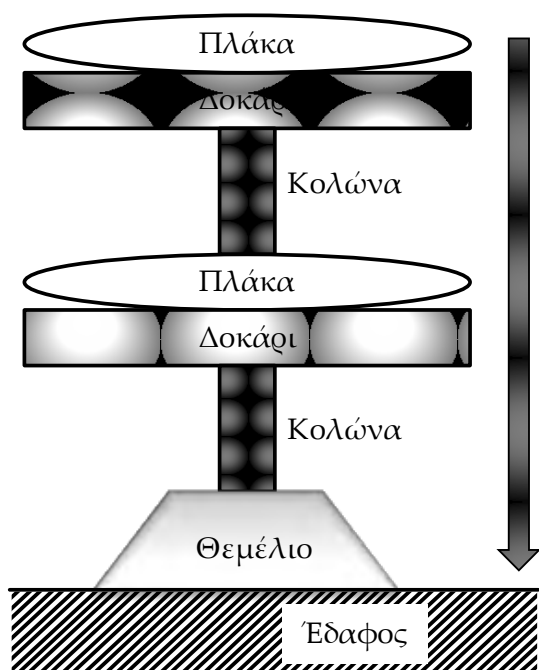
Όλα αυτά τα στοιχεία ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν ένα σύστημα στοιχείων, τον **φέροντα οργανισμό**, που βασικό του χαρακτηριστικό είναι να μεταφέρει τα βάρη του κτιρίου με ασφάλεια στο έδαφος (Σχήμα 1-2).



Σχήμα 1-2. Τα στοιχεία ενός φέροντος οργανισμού από ωπλισμένο σκυρόδεμα (πλάκες, δοκάρια, υποστυλώματα- κολώνες, τοιχεία).

Οι δυνάμεις που μεταφέρονται μέσω του φέροντα οργανισμού είναι το βάρος του ίδιου του κτιρίου, το βάρος των ατόμων που βρίσκονται μέσα σε αυτό, το βάρος των επίπλων και των λοιπών εσωτερικών στοιχείων αλλά και τυχαίες δυνάμεις όπως το χιόνι, ο άνεμος και φυσικά ο σεισμός.

Ανεξάρτητα από το είδος του φέροντα οργανισμού, δηλαδή από το εάν ο σκελετός είναι από ωπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλο ή χάλυβα, ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρονται τα βάρη προς το έδαφος είναι κοινός. Με τον ίδιο τρόπο τα βάρη συγκεντρώνονται στα οριζόντια στοιχεία (πλάκες, μπαλκόνια) και από εκεί μέσω των δοκαριών και των κολονών-υποστυλωμάτων οδηγούνται στο έδαφος.



Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε πως η διαδρομή μιας δύναμης ακολουθεί (σε γενικές γραμμές) τη διαδρομή που φαίνεται στο Σχήμα 1-3.

Η τοποθέτηση των υποστυλώσεων πρέπει πάντα να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η υποστήριξη κάθε στοιχείου να ακολουθεί την λογική της μεταφοράς των δυνάμεων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Με τέτοιο τρόπο, δηλαδή, που να μην διακόπτεται η συνέχεια του σκελετού και τα βάρη να ακολουθούν όσο το δυνατό την κανονική ροή προς το έδαφος.

Σχήμα 1-3. Τυπική διαδρομή δυνάμεων στα φέροντα στοιχεία ενός κτιρίου.

Αναφορικά με τα άλλα είδη κατασκευών, όπως είναι οι **μεταλλικές κατασκευές** και τα **ξύλινα κτίρια**, αν και παρουσιάζουν πολλές διαφορές, ακολουθούν την ίδια λογική με τα κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα

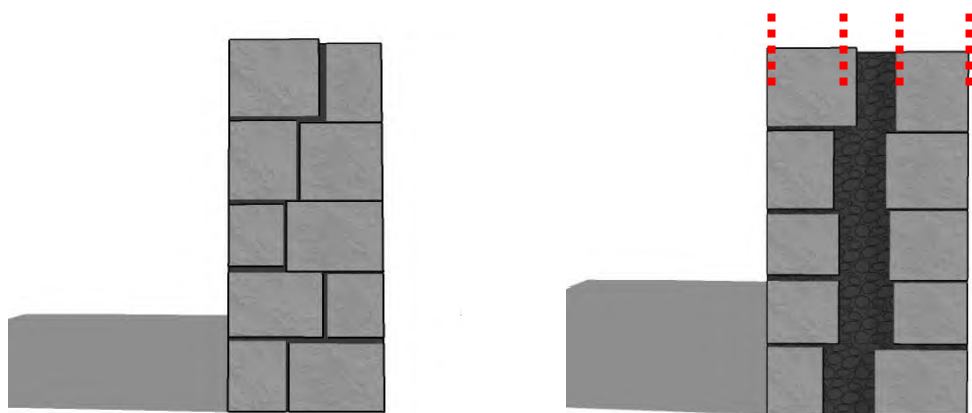
1.2 Παραδοσιακά κτίρια

Πέραν των τυπικών κατασκευών από ωπλισμένο σκυρόδεμα, υπάρχουν και κατασκευές με φέροντα στοιχεία από μέταλλο και ξύλο, τα οποία πέραν από τεχνικές διαφοροποιήσεις ακολουθούν σε γενικές γραμμές την ίδια λογική. Διαφοροποίηση παρατηρείται στα παραδοσιακά κτίρια, στα οποία συνήθως οι **περιμετρικοί τοίχοι παραλαμβάνουν και τα βάρη του κτιρίου**, οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις οι τοίχοι θεωρούνται φέροντες και θέλουν ιδιαίτερη προσοχή σε ένα συμβάν κατάρρευσης.

Αυτές οι κατασκευές είναι συχνές στην χώρα μας, αφού η παραδοσιακή οικοδομική ακολουθήσε αυτό τον τρόπο δόμησης και συναντώνται σε παραδοσιακούς οικισμούς αλλά και σε κτίρια κυρίως προ του 1950, με διάφορες παραλλαγές, σε πολλές περιοχές της Ελλάδας.

Σε αυτά τα κτίρια, οι τοίχοι συνεργάζονται με άλλα υλικά, όπως το ξύλο ή το μέταλλο, ώστε να σχηματιστούν τα οριζόντια δάπεδα και οι στέγες. Ανάλογα με το υλικό ή τον τρόπο δόμησης των τοίχων έχουμε διάφορες μορφές τοίχων. Όσο πιο καλά λαξευμένες οι πέτρες ενός τοίχου τόσο μεγαλύτερη σταθερότητα παρουσιάζει ενώ η απουσία συνδετικού υλικού κάνει τους τοίχους ακόμα πιο ευαίσθητους στην κατάρρευση.

Σημαντικό ρόλο παίζει και η στρώση του χτισίματος αφού ένας τοίχος μπορεί να είναι **συμπαγής ή στο εσωτερικό του να έχει κενό** το οποίο κάποιες φορές να είναι γεμισμένος με λάσπη (κονίαμα) (**δίστρωτος, τρίστρωτος**) (Σχήμα 1-4). Στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν κενό στο εσωτερικό, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο τοίχος να πέσει, είτε στο σεισμό, είτε σε ένα μετασεισμό, οπότε σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή (Φωτογραφία 1-1).



Σχήμα 1-4. Σχέδιο συμπαγούς τοίχου (αριστερά) και τοίχου με κενό (δεξιά).

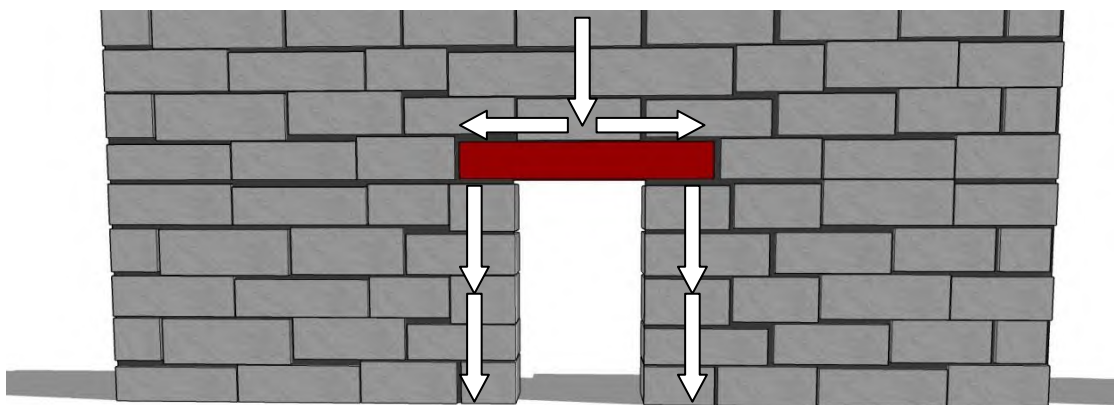


Φωτογραφία 1-1. Κατάρρευση δίστρωτης τοιχοποιίας (πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

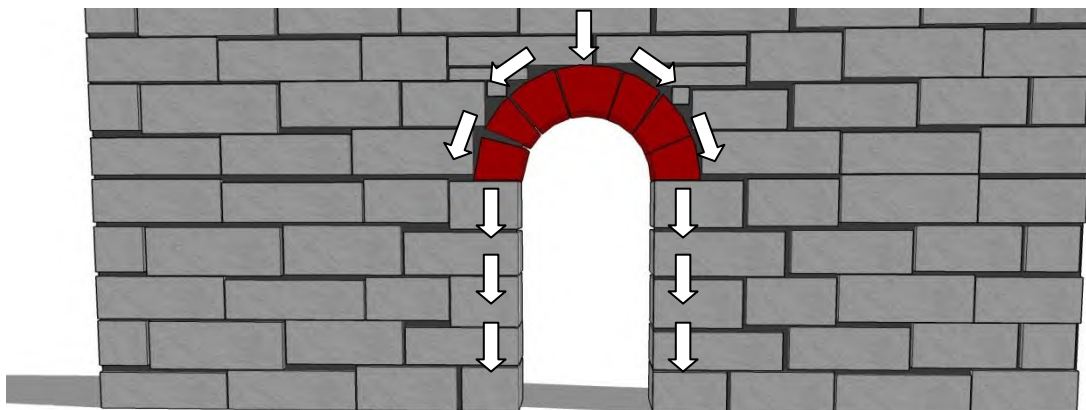
Τέλος, στις παραδοσιακές κατασκευές, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στα **ανοίγματα**, δηλαδή στις πόρτες και τα παράθυρα. Τα ανοίγματα σε αυτές τις κατασκευές στηρίζονται από μία μεγάλη πέτρα ή ένα μεγάλο ξύλινο δοκάρι που ονομάζεται **ανώφλι**. Αυτό παίρνει όλο το βάρος και κρατάει σταθερή μια πόρτα ή ένα παράθυρο και σε περίπτωση που σπάσει υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το άνοιγμα να καταρρεύσει και μαζί με αυτό όλος ο τοίχος.



Φωτογραφία 1-2. Οριζόντιο ξύλινο ανώφλι πόρτας (Ιερά Μονή Αγίας Τριάδας, Μετέωρα)



Σχήμα 1-5. Οριζόντιο μονολιθικό ανώφλι.



Σχήμα 1-6. Οριζόντιο τοξωτό ανώφλι.

1.3 Αντιστηρίξεις - Υποστυλώσεις

Όταν αναφερόμαστε σε προσωρινές αντιστηρίξεις και υποστυλώσεις ουσιαστικά αναφερόμαστε στα μέτρα που λαμβάνονται μετά την μερική ή ολική καταστροφή ενός κτιρίου ώστε να μειωθούν οι επικινδυνότητες του.

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τα μέτρα ασφαλείας που λαμβάνονται αμέσως μετά από μια βλάβη και τα οποία έχουν ως στόχο να αποφευχθούν περαιτέρω βλάβες, ανακουφίζοντας το κτίριο, ενώ ταυτόχρονα να μειώσουν τις επικινδυνότητες για του χρήστες του και για του περιοίκους. Τα μέτρα αυτά εκτελούνται τις πρώτες ώρες μετά από μια καταστροφή από συνεργεία των Ο.Τ.Α. ενώ σε αυτά περιλαμβάνονται και τα μικρής έκτασης μέτρα άρσης επικινδυνοτήτων που λαμβάνουν, σύμφωνα με τις υποδείξεις των ειδικών, τα συνεργεία έρευνας και διάσωσης κατά τις επιχειρήσεις απεγκλωβισμού. Η τελευταία αυτή κατηγορία είναι αυτή που για εμάς παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και σε αυτή θα προσπαθήσουμε να επικεντρωθούμε.

Από αυτά τα μέτρα έχουμε μικρή απαίτηση διάρκειας ζωής, συνήθως έως ότου ολοκληρωθούν οι επιχειρήσεις διάσωσης σε ένα βλαμμένο κτίριο και λόγω αυτού ακολουθούμε συγκεκριμένη μεθοδολογία και χρησιμοποιούμε συγκεκριμένα εργαλεία, τα οποία θα παρουσιασθούν αναλυτικά στο παρόν εγχειρίδιο.

Συγκεκριμένα οι αντιστηρίξεις και οι υποστυλώσεις που καλούμαστε ως μέλη σωστικών συνεργείων να κάνουμε είναι ουσιαστικά οι υποστηρίξεις μόνο των σημείων μιας κατασκευής (που έχει καταρρεύσει πλήρως ή μερικώς) στα οποία απαιτείται να εκτελέσουμε εργασίες έρευνας και διάσωσης, με σκοπό την μείωση των κινδύνων για εμάς και τους εγκλωβισμένους.

Τέτοια παραδείγματα είναι η υποστύλωση ενός παραθύρου ή μιας πόρτας από την οποία έχουμε πρόσβαση σε εγκλωβισμένους, η αντιστήριξη ενός βλαμμένου τοίχου από τον οποίο επιχειρούμε διείσδυση, η υποστύλωση μιας πλάκας κάτω από την οποία εργαζόμαστε κ.ά.

Το επόμενο στάδιο περιλαμβάνει την οργανωμένη καταγραφή και αξιολόγηση των βλαβών, την οργάνωση των συνεργείων υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων, τη διενέργεια

αυτοψίας και αντίστοιχα την ιεράρχηση των εργασιών με βάση την κρισιμότητα τους, έως ότου αξιολογηθεί το σύνολο των κατασκευών και εκπονηθούν οι τελικές μελέτες αποκατάστασης (ενίσχυσης ή επισκευής) των πληγέντων κτιρίων.



Φωτογραφία 1-3. Υποσύλωση γωνιακής κολώνας (1986, Σεισμός Καλαμάτα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

Το στάδιο αυτό είναι πιο χρονοβόρο από το πρώτο, διενεργείται αποκλειστικά από τα εξειδικευμένα και εξουσιοδοτημένα όργανα της Πολιτείας και έχει χαρακτήρα προσωρινού μέτρου με απαίτηση όμως διάρκειας τέτοιας, ώστε να εξασφαλίζεται η αρτιότητα του κτιρίου έως τις οριστικές επεμβάσεις σε αυτό. Γι'αυτό το λόγο, οι αντιστηρίξεις-υποσυλώσεις του σταδίου αυτού είναι συνήθως λεπτομερέστερα σχεδιασμένες και πληρέστερες από πλευράς υλικών, τεχνικών και διατάξεων.



Φωτογραφία 1-4. Υποστύλωση κολώνας με περίσφυξη (1999, Σεισμός Αθήνα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

Οι έννοιες της υποστύλωσης και της αντιστήριξης, πολλές φορές συγχέονται, όμως περιγράφουν μία εντελώς διαφορετική διαδικασία. Υποστύλωση πραγματοποιείται στις περιπτώσεις όπου ένα ή περισσότερα στοιχεία μιας κατασκευής (κολώνες, δοκάρια, πλάκες) έχουν υποστεί βλάβες. Με την **υποστύλωση** επιτυγχάνουμε:

- την ανακούφιση του στοιχείου που έχει υποστεί βλάβη (κολώνα, δοκάρι).
- την παραλαβή από την υποστύλωση της δύναμης που κανονικά θα παραλάμβανε το συγκεκριμένο στοιχείο.
- την αποφυγή μεγαλύτερης βλάβης στα στοιχεία της κατασκευής, που θα μπορούσε να οδηγήσει μέχρι και σε κατάρρευση.



Φωτογραφία 1-5. Υποσύλωση, μέσω περίσφιξης, κολώνας ισογείου (2018, GR/MUSAR2/THESS - 2η ΕΜΑΚ, Θεσσαλονίκη).

Η αντιστήριξη, από την άλλη, εφαρμόζεται όταν μία κατασκευή ή τμήματα αυτής παρουσιάζουν βλάβες θέτουν σε κίνδυνο την ευστάθεια όλου του κτιρίου ή τμήματος αυτού. Τέτοια παραδείγματα είναι οι αποκολλήσεις τοίχων, καθιζήσεις κ.ά. Με την **αντιστήριξη** επιτυγχάνουμε:

- την αποφυγή κατάρρευσης τμήματος του κτιρίου
- την αποφυγή ολικής κατάρρευσης του κτιρίου.
- τη βελτίωση της ευστάθειας του κτιρίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα εφαρμογής αντιστηρίξεων μετά τον σεισμό του 1996 στη Νίσυρο.



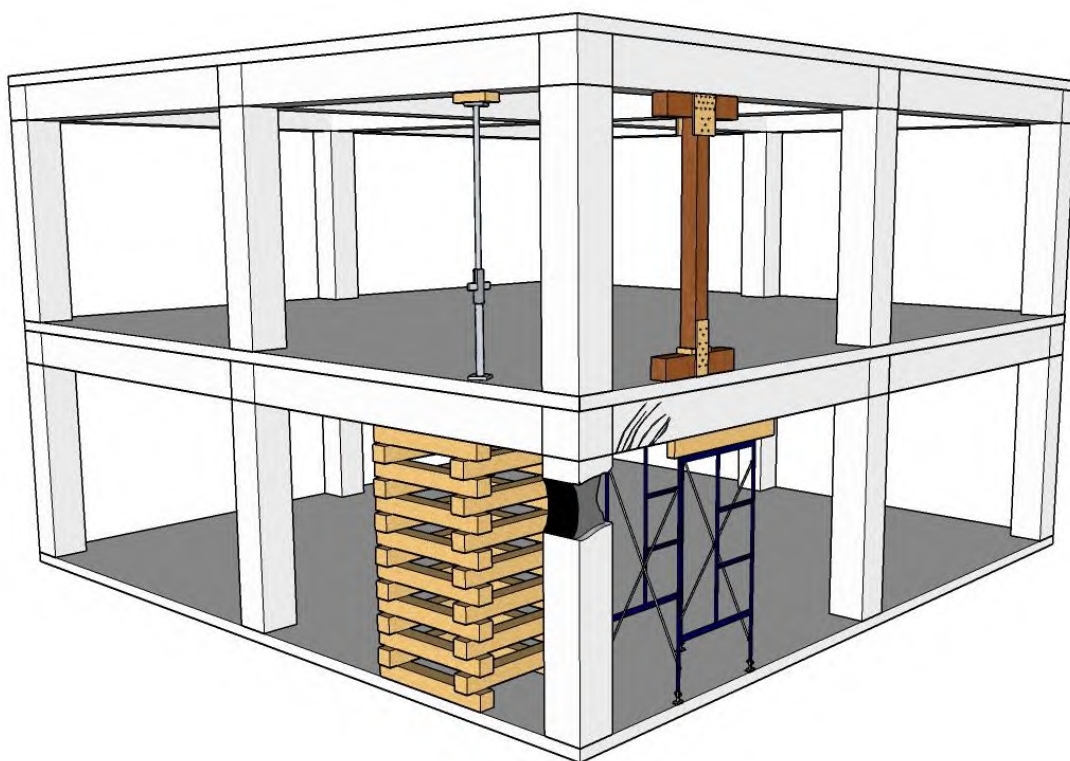
Φωτογραφία 1-6. Εφαρμογή αντιστηρίξεων για την αποφυγή κατάρρευσης τμημάτων τοιχοποιίας που έχουν αστοχήσει από σεισμό (1996, Σεισμός Νίσυρος, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

1.4 Είδη υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων

Γενικά τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τις αντιστηρίξεις και υποστυλώσεις είναι δυο ειδών, τα υδραυλικά μέσα, τα οποία είναι εξειδικευμένα για εφαρμογές αντιστηρίξεων και υποστυλώσεων και τα τυπικά μέσα που είναι εύκολο να βρεθούν στο πεδίο ή να έλθουν σε αυτό πολύ εύκολα.

Ως τυπικά υλικά θεωρούνται οι μεταλλικοί στύλοι, τα ικριώματα (τμήματα σκαλωσιών), οι μεταλλικές δοκοί διαφόρων διατομών και φυσικά η ξυλεία.

Τα συστήματα υποστήλωσης και αντιστήριξης, πέραν το εάν είναι ξύλινα, μεταλλικά ή υδραυλικά, χωρίζονται και ανάλογα με την υποστήριξη που προσφέρουν. Έτσι υπάρχουν τα **κατακόρυφα στοιχεία υποστήλωσης**, τα οποία παραλαμβάνουν τις κατακόρυφες δυνάμεις υποστηρίζοντας τμήματα της κατασκευής. Αυτά είναι τα υποστυλώματα που τοποθετούμε όταν θέλουμε να μεταφέρουμε τα βάρη από ένα σημείο της κατασκευής κατευθείαν στο έδαφος, κατακόρυφα, όπως δηλαδή λειτουργούν οι κολώνες ενός κτιρίου.



Σχήμα 1-7. Διάφορα κατακόρυφα συστήματα υποστήλωσης, με μεταφορά των βαρών προς τα κάτω.

Πέρα από τα κατακόρυφα υποστυλώματα υπάρχουν και τα **κεκλιμένα συστήματα υποστύλωσης**, τα οποία χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που χρειάζεται να υποστυλωθεί κάποιο στοιχείο το οποίο έχει κλίση. Κλασσικό παράδειγμα είναι τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που απαιτείται να πάρουμε το βάρος μίας σκάλας (κλιμακοστασίου) που έχει υποστεί βλάβες ή να υποστυλώσουμε μια πλάκα που έχει πάρει κλίση λόγω μερικής κατάρρευσης.



Φωτογραφία 1-7. Κεκλιμένη υποστύλωση (πηγή: *FRDDisaster International*)

Πέρα από τις περιπτώσεις της παραλαβής του βάρους κατακόρυφα, πολλές φορές απαιτείται να προστατευτεί και κάποιο στοιχείο του κτιρίου από οριζόντια μετακίνηση. Τέτοιες περιπτώσεις είναι κυρίως οι περιπτώσεις τοίχων, μαντρών κ.ά. στις οποίες θα πρέπει να εξασφαλίσουμε πως κατά την διάρκεια της επιχείρησης ο τοίχος δεν θα "τουμπάρει". Αυτό εξασφαλίζεται με τα **συστήματα αντιστήριξης**, τα οποία είναι είτε κεκλιμένα, είτε οριζόντια και έχουν ως βασικό στόχο την παραλαβή των οριζοντιών δυνάμεων και την αποφυγή πτώσης.



Φωτογραφία 1-8. Εφαρμογή συστήματος αντιστήριξης (1996, Σεισμός Νίσυρος, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

Ακόμα υπάρχει και μια ιδιαίτερη κατηγορία, η οποία αποτελεί ένα μείγμα των ανωτέρω ειδών, οι **υποστυλώσεις ανοιγμάτων**, που στο συγκεκριμένο εγχειρίδιο θα μελετηθεί ξεχωριστά λόγω της μεγάλης σημασίας της κατά την επιχείρηση έρευνας και διάσωσης. Οι υποστυλώσεις ανοιγμάτων τοποθετούνται σε ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες) με στόχο να εξασφαλιστεί πως αυτό, θα προσφέρει μια ασφαλή δίοδο στους διασώστες και θα αποτραπεί εκτενέστερη βλάβη στην κατασκευή, τουλάχιστον μέχρι να ολοκληρωθεί η επιχείρηση.

Οι παραπάνω διαφορετικές κατηγορίες βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία και ακολουθούν τους ίδιους τεχνικούς κανόνες κατασκευής και τοποθέτησης, όμως στο συγκεκριμένο εγχειρίδιο θα μελετηθούν ξεχωριστά, κυρίως για να μπορέσει ο αναγνώστης να κατηγοριοποιήσει εύκολα τα διαφορετικά συστήματα και την χρήση του.

2

Κατακόρυφα Συστήματα Υποστύλωσης

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα περιγράψουμε τα κατακόρυφα συστήματα υποστύλωσης και τον τρόπο που αυτά κατασκευάζονται στο πεδίο, ώστε να είναι ασφαλή και κυρίως αποδοτικά. Αποδοτικά ώστε να μπορούν να παραλάβουν τα αναγκαία βάρη και ασφαλή ώστε να μην σπάσουν και θέσουν σε κίνδυνο τις ζωές των διασωστών που επιχειρούν αλλά και των εγκλωβισμένων.

Οι πρακτικές που περιγράφονται στο παρόν εγχειρίδιο είναι μεγάλης σημασίας και θα πρέπει, όσο είναι δυνατόν, να ακολουθούνται, ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος των μελών μιας ομάδας διάσωσης κατά την επιχείρησή, η οποία είναι ήδη μια εξαιρετικά επικίνδυνη υπόθεση.

Όμως αυτό που θα πρέπει να σημειώσουμε, είναι πως πολλά από τα συστήματα υποστύλωσης-αντιστήριξης που περιγράφονται είναι πολύπλοκα στην κατασκευής τους και προϋποθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις, εξοπλισμό και υλικά.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, ακόμα και αν μια ομάδα έρευνας και διάσωσης δεν είναι σε θέση να κατασκευάσει τόσο πολύπλοκα συστήματα, θα πρέπει να γνωρίζει τις βασικές αρχές τους, ώστε να μπορεί να συνεργάζεται με τα συνεργεία υποστυλώσεων που θα βρίσκονται στο πεδίο, να ξέρει και να ελέγχει τα πιο επίφοβα σημεία ενός συστήματος και σε εξαιρετικές περιπτώσεις ανάγκης να έχει την δυνατότητα να διασφαλίσει με βασικούς τρόπους και απλές διαδικασίες την ασφάλεια του προσωπικού διάσωσης και των εγκλωβισμένων.

2.1 Μεμονωμένοι μεταλλικοί στύλοι

Η υποστύλωση με μεμονωμένους μεταλλικούς στύλους χρησιμοποιείται για την παραλαβή μικρών βαρών και κυρίως για μικρού ύψους υποστυλώσεις. Οι στύλοι είναι μεταβλητού ύψους και ρυθμιζόμενοι με μεταλλικό κοχλία. Αποτελούνται από δυο τμήματα ένα σταθερό και ένα κινητό.

Ανάλογα με τον τύπο του στύλου έχουμε και διαφορετικούς τρόπους μεταβολής του ύψους του. Έχουμε τους στύλους οι οποίοι αλλάζουν σε ύψος, με στην στροφή ενός μεταλλικού δακτυλίου που βρίσκεται επί του στύλου (Underpinning Jack), οι οποίοι είναι μικτότεροι σε ύψος και χρησιμοποιούνται κυρίως σε μικρά ανοίγματα (Φωτογραφία 2-1). Τα τυπικά ύψη που βρίσκουμε συνήθως, σε πλήρη ανάπτυξη, είναι από **40 εκατοστά έως και 1,50 μέτρα**, ενώ εξαιτίας του μικρού ύψους τους έχουν δυνατότητα να φέρουν βάρη έως **4 τόνων**. Στα άκρα τους φέρουν συγκολλημένες μεταλλικές πλάκες για καλύτερο πάτημα του στύλου και για καλύτερη κατανομή του βάρους που παραλαμβάνουν.

Ένας δεύτερος τύπος μεμονωμένων μεταλλικών στύλων είναι οι ρυθμιζόμενοι με βιδωτούς γρύλους και κοχλίες που είναι ενσωματωμένοι στον στύλο (Scaffolding Steel Props). Ο συγκεκριμένος τύπος έχει μεγαλύτερο ύψος ανάπτυξης, έως και **3 μέτρα**. Λόγω του μεγάλου του ύψους και της πιθανότητας να ανατραπεί ευκολότερα από τους κοχλιωτούς στύλους, μπορεί να φέρει φορτία έως **3 τόνων** (Φωτογραφία 2-2).



Φωτογραφία 2-1. Τυπικός μεταλλικός στύλος με κοχλιωτή ρύθμιση ύψους.



Φωτογραφία 2-2. Διάφορα είδη μεταλλικών στύλων με βιδωτούς γρύλους.

Μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίνεται πάντα όταν αυτοί τοποθετούνται σε πλήρη ανάπτυξη, αφού για μεγάλα ύψη δεν είναι εύκολο για τους στύλους να παραλάβουν βάρη ενώ υπάρχει περίπτωση να λυγίσουν ή και να "κλωσήσουν" σε περίπτωση που δεχτούν οριζόντια δύναμη.

Πλεονέκτημα των μεμονωμένων μεταλλικών στύλων είναι πως είναι πολύ εύκολοι στην τοποθέτηση τους και δεν χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις ή πρόσθετα υλικά. Ενώ είναι αρκετά ελαφρά στοιχεία και μπορούν με ευκολία να μεταφερθούν στο πεδίο και να εφαρμοστούν στις θέσεις που απαιτείται, ενώ είναι αρκετά εύκολο να βρεθούν στην αγορά, αφού δεν πρόκειται για εξειδικευμένα διασσωστικά εργαλεία αλλά για τυπικά υλικά οικοδομής.

2.1.1 Βασικές οδηγίες κατά την χρήση τους

Οι μεταλλικοί στύλοι, αν και είναι πολύ εύκολοι στη χρήση τους, υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην είναι αποδοτική, δηλαδή να μην προσφέρουν την απαιτούμενη υποστύλωση, ενώ πολλές φορές από λάθη ή απροσεξίες κατά την τοποθέτησή τους μπορεί να είναι και δυνητικά επικίνδυνοι. Καλό είναι λοιπόν να ακολουθούνται συγκεκριμένες οδηγίες όταν τους τοποθετούμε και το σημαντικότερο να τοποθετούνται πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις οδηγίες του κατασκευαστή τους (όπως ισχύει και για όλα τα υλικά και εργαλεία).

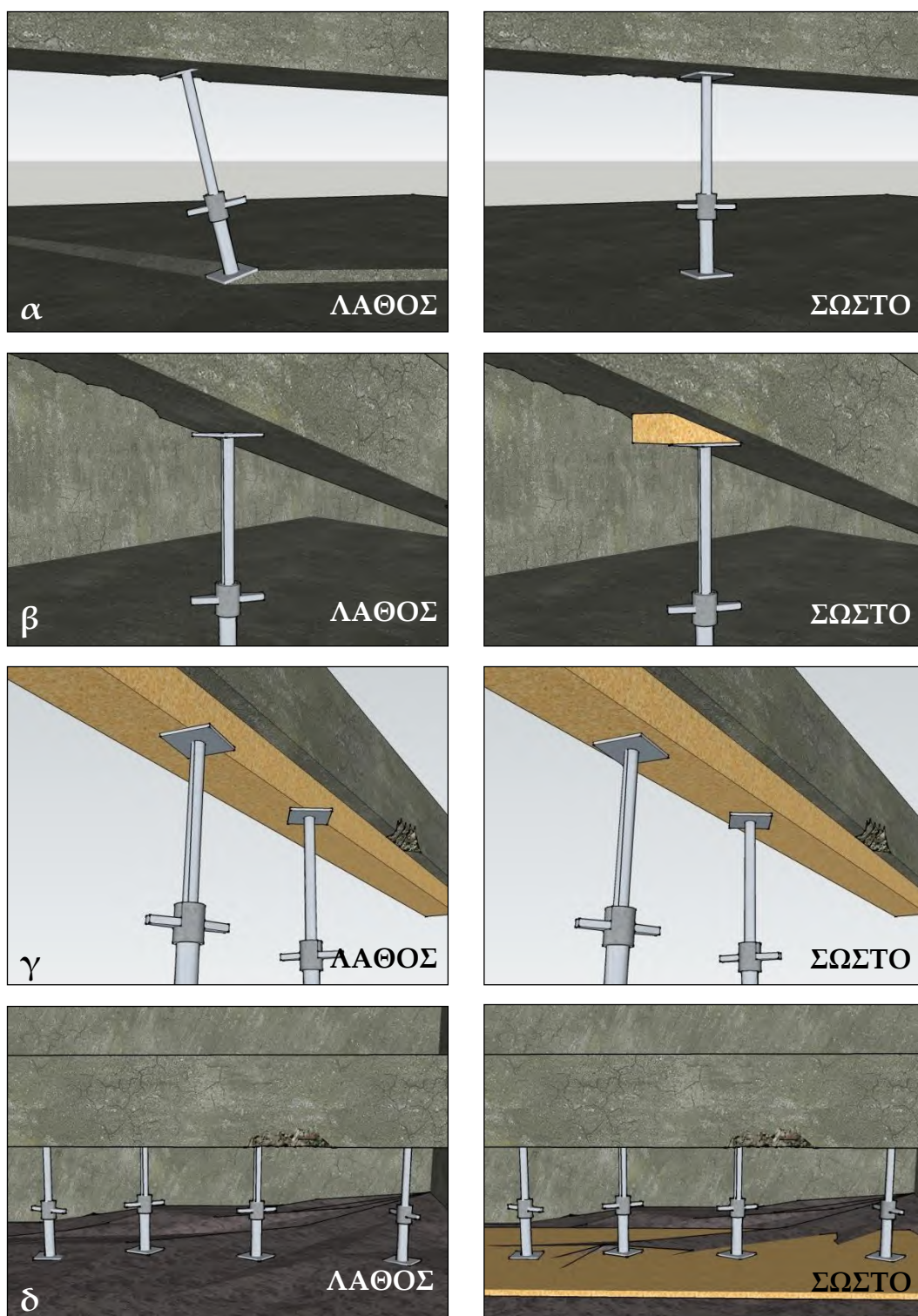
Συγκεκριμένα

- Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για υποστύλωση μεγάλου ύψους ανοιγμάτων, αλλά και για μεγάλου βάρους στοιχεία (συνήθως έως 3 μέτρα, το ύψος υποστύλωσης 2 μέτρων).
- Σύνηθες μέγιστο βάρος 3 με 4 τόνους ανάλογα τον τύπο τους (εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά από τον κατασκευαστή)
- Να τοποθετούνται όσο το δυνατό κατακόρυφα (Σχήμα 2-1α), για να μπορούν να φέρουν αυτά το βάρος με ασφάλεια χωρίς να "κλωσήσουν".
- Οι μεταλλικές πλάκες, στα άκρα τους, να εφάπτονται πλήρως στο έδαφος και στο στοιχείο που υποστηρίζουμε.
- Σε περίπτωση που χρειάζεται να υποστυλώσουμε μια κεκλιμένη πλάκα ή δοκάρι, τότε θα πρέπει η άνω πλάκα του μεταλλικού στύλου να διατηρείται οριζόντια με την τοποθέτηση μιας σφήνας (Σχήμα 2-1β).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ

- Να τοποθετούνται στο μέσο του στοιχείου που υποστυλώνουν και όχι στα άκρα και σε κάθε περίπτωση με τέτοιο τρόπο ώστε ο σωλήνας τους στύλου να βρίσκεται όλος κάτω από το στοιχείο. Αυτό δίνει μεγαλύτερη σταθερότητα στους στύλους και αποτρέπει από μια πιθανή αστοχία (Σχήμα 2-1γ).
- Να πατούν σε σταθερή επιφάνεια ώστε να μην υποχωρήσουν. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό και στην βάση τους έχουμε υλικό μικρής αντοχής όπως χώμα τότε πριν την τοποθέτησή τους θα πρέπει οπωσδήποτε να τοποθετούμε ένα ανθεκτικό υλικό (λαμαρίνες ή ξύλινες τάβλες πάχους μεγαλύτερου των 2 εκατοστών) (Σχήμα 2-1δ).

Αντιστηρίξεις υποστυλώσεις σε επιχειρήσεις κατάρρευσης κτιρίων



Σχήμα 2-1. Λανθασμένη (αριστερά) και σωστή (δεξιά) τοποθέτηση μεταλλικών στύλων.

2.2 Μεταλλικά συστήματα υποστύλωσης τύπου σκαλωσιάς

Πέρα από του μεμονωμένους στύλους, αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται και μεταλλικά βιομηχανικά κριώματα, οι επονομαζόμενες και **σκαλωσιές**. Τα συγκεκριμένα συστήματα παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα, αφού η συναρμολόγησή τους είναι απλή, γρήγορη και δεν απαιτεί πρόσθετα υλικά. Ταυτόχρονα είναι εύκολο να βρεθούν στην αγορά οικοδομικών υλικών στην οποία υπάρχουν σε πληθώρα.

Είναι ιδιαίτερα αποδοτικά στις περιπτώσεις που το τμήμα του κτιρίου που θέλουμε να υποστυλώσουμε έχει μεγάλο εύρος, όπως για παράδειγμα συμβαίνει σε πλάκες ή μπαλκόνια, όπου σε διαφορετική περίπτωση θα απαιτούνταν η χρήση μεγάλου αριθμού μεμονωμένων στύλων.

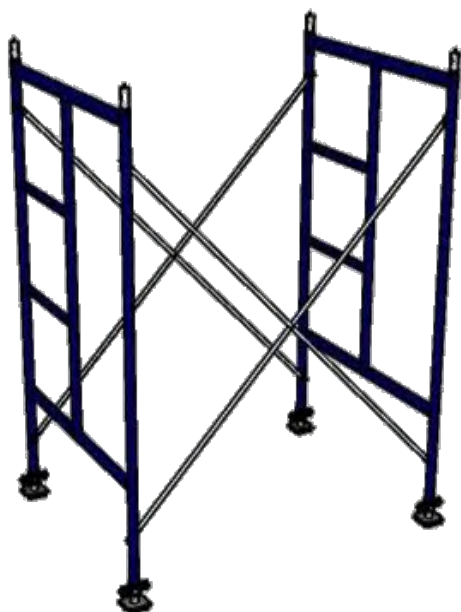
Και εδώ θα πρέπει να προσέχουμε ορισμένα στοιχεία, όταν χρησιμοποιούνται σκαλωσιές ως μέτρο προσωρινής υποστήριξης.

Το μέγιστο βάρος που μπορούν να παραλάβουν διαφέρει ανάλογα με τον τύπο και την διάταξη του, αλλά κυμαίνεται περίπου στους **8 τόνους**.

Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην κορυφή και στη βάση. Συγκεκριμένα στην κορυφή του θα πρέπει να τοποθετούνται μεταλλικές ή ξύλινες δοκοί οι οποίες εξασφαλίζουν πως το βάρος που καλείται να πάρει η σκαλωσιά, παραλαμβάνεται σωστά και σε όσο μεγαλύτερο εύρος είναι δυνατό, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγουμε την διάτρηση του υποστηριζόμενου στοιχείου από τις μεταλλικές δοκούς τις σκαλωσιές.

Αντίστοιχα στη βάση τους θα πρέπει να πατούν σε επιφάνεια μεγάλου εύρους και μεγάλης αντοχής.

Ακόμα θα πρέπει πάντα να τοποθετούνται οι διαγώνιες ράβδοι, ώστε να σταθεροποιείται το πλαίσιο της σκαλωσιάς και να αποφεύγεται η πιθανότητα μετακίνησης ή πτώσης.



Σχήμα 2-2. Ικρίωμα βιομηχανικού τύπου.

Η σφήνωση του, ώστε να μπορούν να παραλάβουν τα βάρη και να μην ανατραπούν, γίνεται μέσω μηχανικών και υδραυλικών γρύλων. Οι μηχανικοί γρύλοι είναι κοχλιωτοί ή βιδωτοί, αντίστοιχων αυτών που χρησιμοποιούνται στις μεμονωμένες μεταλλικές δοκούς και είναι οι πιο απλοί και διαδεδομένοι. Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις υποστύλωσης φορτίων έως 30 τόνων, οι οποίες και καλύπτουν το μεγαλύτερο φάσμα απαιτήσεων. Αντίστοιχα οι υδραυλικοί γρύλοι έχουν μεγαλύτερη αντοχή (έως 300 τόνοι), είναι όμως δυσκολότεροι να βρεθούν και χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις, όπου υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις.

Σε κάθε περίπτωση, όταν χρησιμοποιούνται σκαλωσιές για την προσωρινή υποστύλωση τμημάτων ενός κτιρίου, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως οι φθορές ή η ηλικία της σκαλωσιάς μειώνουν την αντοχή και κατά συνέπεια τη δυνατότητά να παραλαμβάνει τα απαιτούμενα βάρη.

2.3 Μεμονωμένες ξύλινες δοκοί

Τα ξύλινα στοιχεία χρησιμοποιούνται ευρέως για την κατασκευή συστημάτων αντιστήριξης και υποστήλωσης κατά τις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης σε πεδίο κατάρρευσης διότι έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Αυτά είναι:

- Υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητά τους στην αγορά και μπορεί εύκολα να βρεθούν όταν είναι αναγκαίο.
- Μεγάλη ποσότητα ξυλείας για χρήση σε υποστυλώσεις-αντιστηρίξεις μπορεί να μεταφερθεί στο πεδίο με απλά μέσα μεταφοράς.
- Είναι ελαφρά και μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα όπου απαιτείται κατά την επιχείρηση.
- Με χρήση ξύλινων στοιχείων μπορούμε εύκολα να κατασκευάσουμε οποιοδήποτε σύστημα υποστήριξης χρειαζόμαστε, στο επιθυμητό σχήμα και μέγεθος (με πλευρικές στηρίξεις, με πεπλατυσμένα πόδια, ενιαίο σύστημα επάλληλων δοκών κ.ά.)
- Για την επεξεργασία του χρειαζόμαστε απλά εργαλεία που είναι εύκολο να βρεθούν στο πεδίο (πριόνια, σφυριά, καρφιά)
- Το ξύλο είναι ιδανικό ως υλικό συστημάτων υποστήριξης, αφού δεν σπάει απότομα και μας προειδοποιεί για μια επερχόμενη αστοχία.

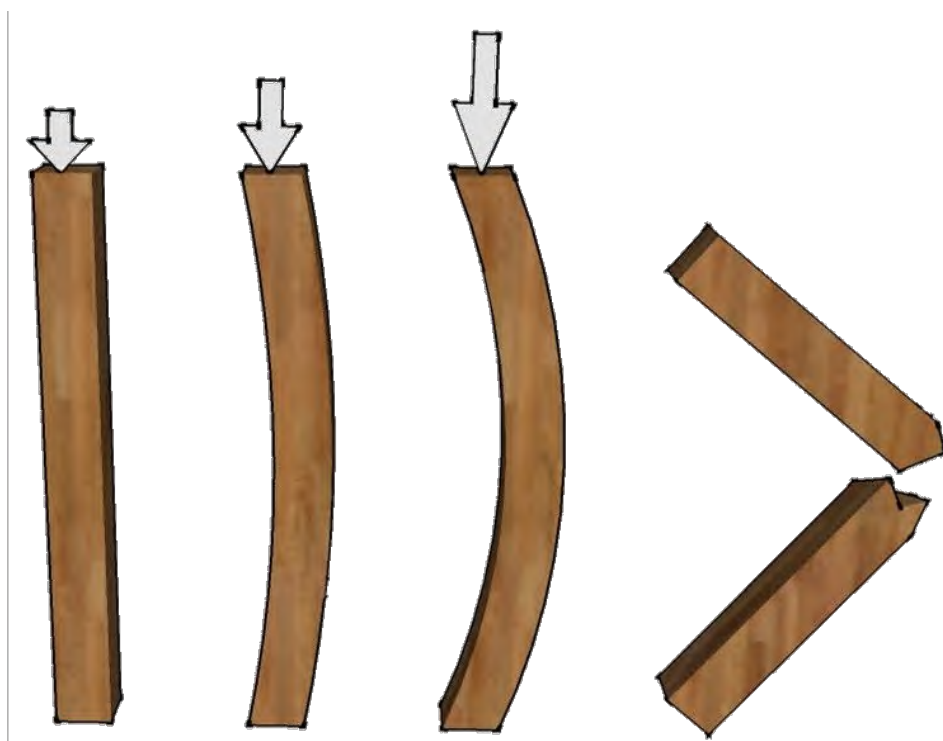
2.3.1 Μέγιστο ύψος ξύλινων δοκών για υποστήλωση

Το ξύλο είναι ένα υλικό με εξαιρετικά μεγάλες αντοχές και συνεπώς οι ξύλινες δοκοί δεν έχουν πρόβλημα να μεταφέρουν τα συνήθη φορτία υποστήριξης. Αν και οι αντοχές τους διαφέρουν ανάλογα με το είδος της ξυλείας και την κατάστασή της, ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα δοκάρι διαστάσεων 10x10 εκατοστά μπορεί να φέρει βάρος από 4 έως 6 τόνους ενώ αντίστοιχα ένα 30x30 εκατοστά έως και 30 τόνους.

Το πρόβλημα όμως ενός ξύλινου δοκαριού δεν είναι πόσο βάρος μπορεί να αντέξει σαν υλικό αλλά πόσο βάρος μπορεί ένα δοκάρι να παραλάβει πρωτού σπάσει. Πάσχουν δηλαδή από αυτό που στην γλώσσα των Μηχανικών ονομάζεται "λυγισμός".

Μια ξύλινη δοκός που δέχεται μια δύναμη κατά μήκος της δεν αντέχει, ξεκινάει να καμπυλώνεται στο μέσο της, κάνει κοιλιά και σπάει (Σχήμα 2-3). Αυτή η διαδικασία είναι με

απλά λόγια ο λυγισμός. Η αντοχή ενός ξύλινου δοκαριού λοιπόν είναι άμεσα συνδεδεμένη με το μήκος του. όσο μεγαλύτερο το μήκος του, τόσο μικρότερο βάρος μπορεί να μεταφέρει.



Σχήμα 2-3. Αστοχία ξύλινης δοκού σε λυγισμό.

Ως μέγιστο ύψος δοκού, ώστε ένα δοκάρι να είναι ασφαλές, ορίζεται περίπου 50 φορές την μικρότερη διάσταση, ενώ το επιθυμητό ύψος, ώστε μία δοκός να δίνει δείγματα αστοχίας και να μας προειδοποιεί πριν την κατάρρευσή της, θα πρέπει να είναι περίπου 25 φορές την ελάχιστη διάσταση¹. Δηλαδή για ένα δοκάρι διαστάσεων 10x10 εκατοστά το μέγιστο ύψος είναι 5 μέτρα και το επιθυμητό 2,5 μέτρα, ενώ αντίθετα για ένα ξύλινο δοκάρι διαστάσεων 30x30 εκατοστά το επιθυμητό ύψος είναι 7,5 μέτρα.

¹ US Department of Homeland Security (DHS), (S&T), (IDD), "Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques", 2011, BIPS 08,USA.

Πίνακας 1: Επιθυμητό ύψος ξύλινου δοκαριού ανάλογα με την διάστασή της διατομής του.

<i>Ελάχιστη διάσταση στύλου (εκατοστά)</i>	2	4	6	8	10
<i>Διάμετρος κυκλικού στύλου (εκατοστά)</i>					
<i>Επιθυμητό ύψος (Μέτρα)</i>	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

<i>Ελάχιστη διάσταση στύλου (εκατοστά)</i>	12	14	16	18	20
<i>Διάμετρος κυκλικού στύλου (εκατοστά)</i>					
<i>Επιθυμητό ύψος (Μέτρα)</i>	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0

<i>Ελάχιστη διάσταση στύλου (εκατοστά)</i>	22	24	30	40	50
<i>Διάμετρος κυκλικού στύλου (εκατοστά)</i>					
<i>Επιθυμητό ύψος (Μέτρα)</i>	5.5	6.0	7.5	10	12.5

Έτσι λοιπόν, όταν χρησιμοποιούμε ξύλινα δοκάρια για υποστυλώσεις πρέπει να έχουμε πάντα στο μυαλό μας τον χρυσό κανόνα του 25.

Το επιθυμητό ύψος πρέπει να είναι 25 φορές την ελάχιστη διάσταση της διατομής του ξύλινου δοκαριού. Αντίστοιχα για ένα συγκεκριμένο ύψος υποστύλωσης, πρέπει να επιλέξουμε δοκό με διάσταση τουλάχιστον το ύψος δια 25.

2.4 Συστήματα ενός ξύλινου υποστυλώματος

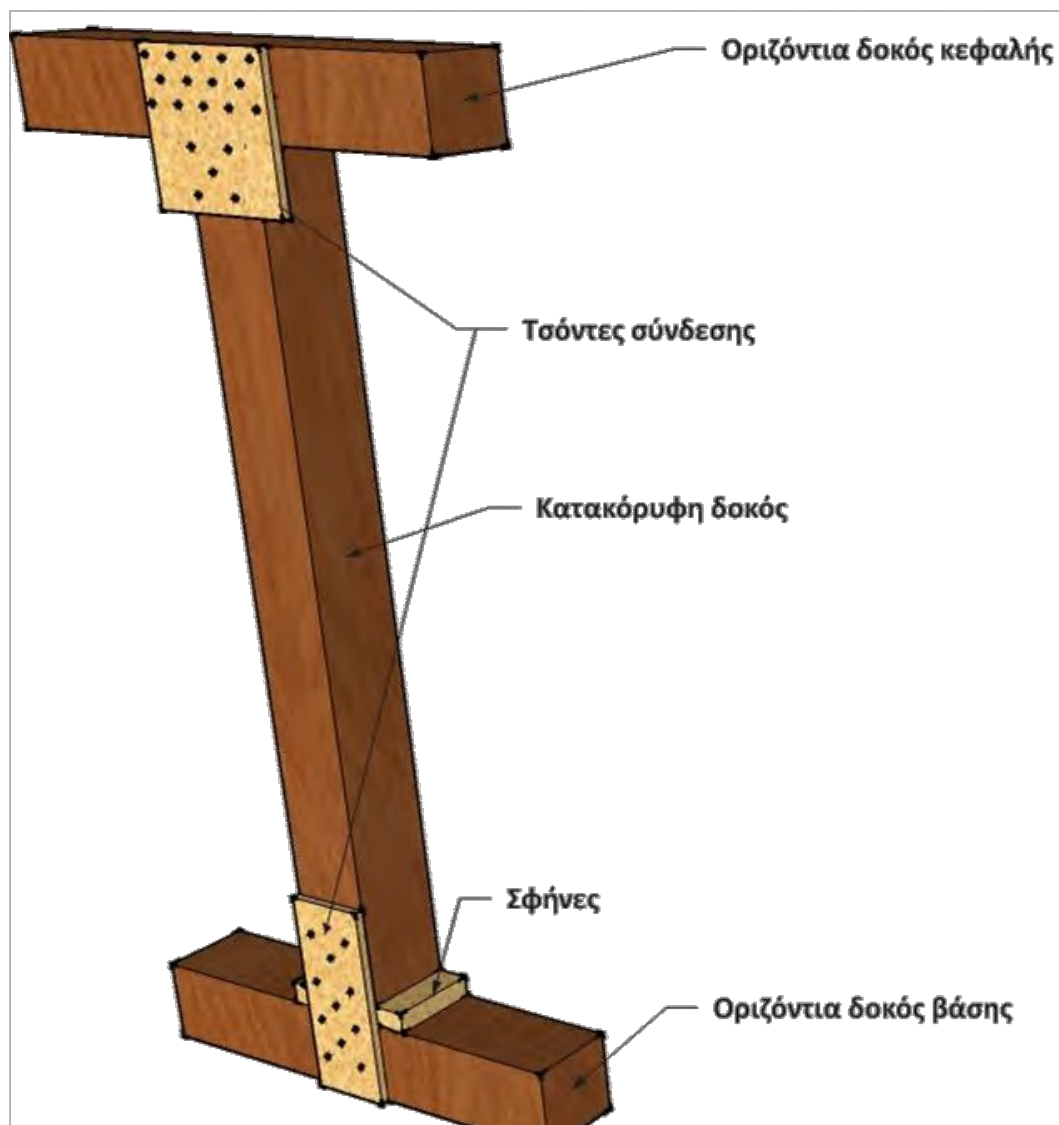
Οι μεμονωμένες ξύλινες δοκοί δεν ενδείκνυνται να χρησιμοποιούνται από μόνες τους ως υποστύλωση σε ένα πεδίο κατάρρευσης, γιατί εάν χρησιμοποιηθεί ένα μεμονωμένο ξύλο ως υποστύλωση, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να σπάσει, να “κλωσήσει”, να χάσει την στήριξή του στη βάση και να πέσει, είτε να σπάσει στην κεφαλή.

Για να αποφευχθούν όλα αυτά θα πρέπει να διαμορφώνεται ένα πιο ολοκληρωμένο σύστημα υποστύλωσης, ώστε να προσφέρει στην ξύλινη δοκό μεγαλύτερη ασφάλεια και να κάνει την υποστύλωση αποδοτικότερη. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να έχει οπωσδήποτε (πέραν της κατακόρυφης δοκού) μια διάταξη ώστε να παραλαμβάνει όσο καλύτερα γίνεται τα βάρη της οροφής, μία διάταξη για κατανομή των βαρών στη βάση καθώς και διατάξεις για σφήνωση και σύνδεση των παραπάνω στοιχείων μεταξύ τους.

Τα σημαντικότερα τμήματα αυτού τους συστήματος είναι:

1. Κατακόρυφη δοκός, η οποία είναι το βασικό στοιχείο που χρησιμοποιούμε για την υποστύλωση.
2. Οριζόντια δοκός κεφαλής για την ασφαλή παραλαβή των φορτίων.
3. Οριζόντια δοκός βάσης για την αποδοτική κατανομή των δυνάμεων στη βάση.
4. Ξύλινες πλάκες (τσόντες) για σύνδεση κατακόρυφων και οριζόντιων δοκών.
5. Σφήνες, για σφήνωση των στοιχείων στη θέση τους.

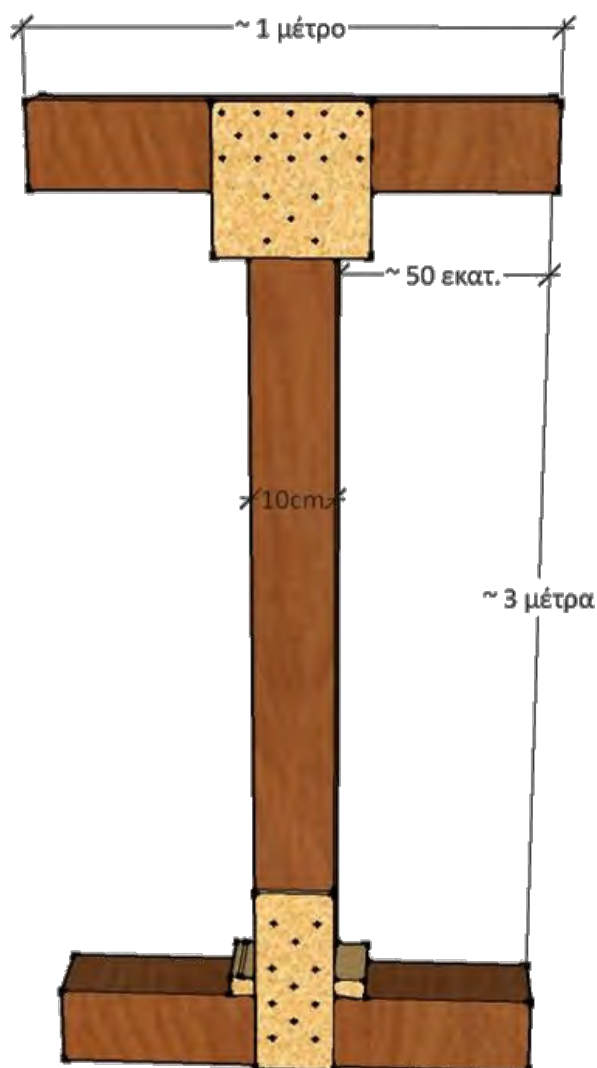
Παρακάτω παρουσιάζεται η μεθοδολογία κατασκευής των συγκεκριμένων συστημάτων υποστύλωσης, αλλά και τα προτεινόμενα μεγέθη και διαστάσεις των διαφόρων στοιχείων που τα αποτελούν, όπως προτείνονται από την αντίστοιχη διεθνή βιβλιογραφία.



Σχήμα 2-4. Τυπικό σύστημα υποστήλωσης με ένα κατακόρυφο ξύλινο υποστυλώμα.

2.4.1 Κατακόρυφη δοκός

Αυτά τα ξύλινα υποστυλώματα αποτελούνται από ένα μόνο κατακόρυφο δοκάρι που μεταφέρει τα βάρη. Η παραλαβή των βαρών γίνεται μέσω της οριζόντιας δοκού κεφαλής και στη συνέχεια οι δυνάμεις μεταφέρονται μέσω της οριζόντιας δοκού βάσης σε στέρεο έδαφος. Έτσι είναι σημαντικό οι διαστάσεις της κατακόρυφης δοκού να είναι τέτοια ώστε να μπορεί να παραλάβει το βάρος με ασφάλεια.



Σχήμα 2-5. Ύψος μεμονωμένου συστήματος, μήκος οριζόντιων δοκών και μήκος προεξοχής τους για κατακόρυφη δοκό διαστάσεων 10x10cm.

Σε ξύλινα συστήματα υποστύλωσης, ως κατακόρυφες δοκοί θα πρέπει να μπαίνουν ξύλα με ελάχιστη διάσταση διατομής 10 επί 10 εκατοστά.

Η συνολική αντοχή ενός τέτοιου συστήματος είναι μεγαλύτερη από την αντοχή ενός μεμονωμένου ξύλινου δοκαριού. Αυτό συμβαίνει γιατί η ύπαρξη των οριζοντίων δοκών κεφαλής και βάσης, καθώς και η μεταξύ τους σύνδεση αυξάνει το βάρος που μπορεί το σύστημα να παραλάβει. Αντίστοιχα ισχύει και για το μέγιστο ύψος του συστήματος υποστύλωσης και συγκεκριμένα να αναφέρουμε ότι για δοκό διαστάσεων 10x10cm το **μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος του συστήματος δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3m, περίπου** (Σχήμα 2-5).

Έτσι αν μια τετραγωνική μεμονωμένη δοκός διαστάσεων 10x10cm και ύψους 3m, έχει δυνατότητα να παραλάβει μέγιστο βάρος **200kg**, το αντίστοιχο σύστημα με κατακόρυφη δοκό διαστάσεων 10x10cm, ύψους 3m, δοκό κεφαλής,

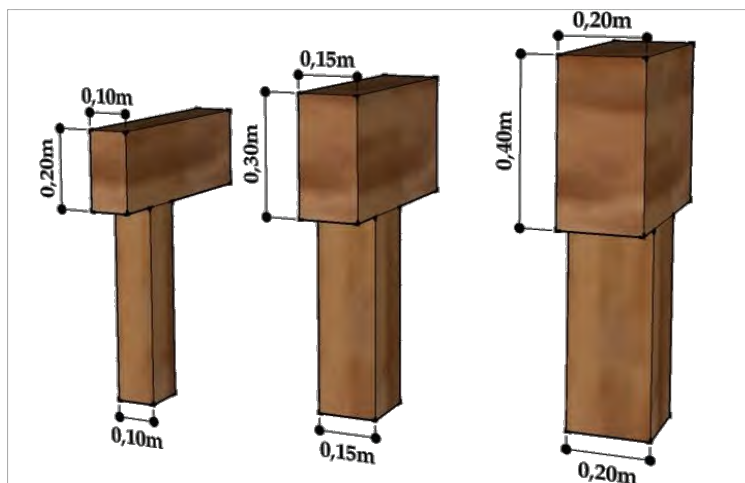
δοκό βάσης και τις αντίστοιχες συνδέσεις τους **μπορεί να παραλάβει τουλάχιστον 450kg**.

2.4.2 Οριζόντια δοκός κεφαλής και βάσης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι οριζόντιες δοκοί κεφαλής και βάσης συλλέγουν το βάρος από το στοιχείο που υποστυλώνουμε και το μεταφέρουν στο έδαφος.

Για να μην σπάσουν ή συνθλιβούν οι οριζόντιες δοκοί πρέπει να έχουν σημαντικό πάχος. Το προτεινόμενο πάχος των δοκών κεφαλής και βάσης θα πρέπει να είναι περίπου το διπλάσιο από το πλάτος τους και αντίστοιχα το διπλάσιο της διάστασης των κάθετων δοκαριών. Σε κάθε περίπτωση είναι επιθυμητό το ύψος των δοκών κεφαλής και βάσης να είναι μεγαλύτερο από το πλάτος, όταν αυτό είναι δυνατό.

Έτσι στην περίπτωση που οι κατακόρυφες δοκοί είναι διαστάσεων 10 επί 10 εκατοστά, το πλάτος των οριζοντίων δοκών θα πρέπει να είναι 10 εκατοστά ώστε να μπορεί να καρφωθεί στην ευθεία με τις κατακόρυφες δοκούς, αλλά το πάχος της είναι επιθυμητό να είναι περίπου διπλάσιο, δηλαδή 20 εκατοστά. Αντίστοιχα όταν έχω κατακόρυφες δοκούς 15 εκατοστά, το ύψος των οριζοντίων δοκών είναι επιθυμητό να είναι 30 εκατοστά και ούτω κάθε εξής (Σχήμα 2-6).



Σχήμα 2-6. Το ύψος των οριζοντίων δοκών είναι επιθυμητό να είναι περίπου διπλάσιο από το πλάτος τους, το οποίο είναι ίδιο με το πλάτος της κατακόρυφης δοκού.

Αντίστοιχα το μήκος τους πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μπορεί να παραλάβει τα βάρη και αρκετά μικρό ώστε να μην λυγίσει και σπάσει. Ακόμα όταν τοποθετούμε τις οριζόντιες δοκούς, θα πρέπει αυτές να προεξέχουν δεξιά και αριστερά των ακριανών κατακόρυφων δοκών, ώστε να δημιουργείται αυτό που στην οικοδομική ονομάζεται “καπέλο” ή “παπούτσι”.

Συγκεκριμένα, προτείνεται πως για κατακόρυφη δοκό διαστάσεων 10x10cm, το **μήκος των οριζοντίων δοκών κεφαλής και βάσης να είναι περίπου 1 μέτρο και αντίστοιχα να προεξέχουν περίπου 50 εκατοστά** εκατέρωθεν του κατακόρυφου υποστυλώματος (Σχήμα 2-5).

2.4.3 Ξύλινες πλάκες σύνδεσης κατακόρυφων και οριζόντιων στοιχείων (Τσόντες σύνδεσης)

Η σύνδεση όλων των ξύλινων κομματιών που αποτελούν ένα υποστύλωμα μεταξύ τους είναι ένα από τα σημαντικότερα πράγματα που θα πρέπει να γίνουν ώστε αυτό να μην σπάσει κάτω από το βάρος ενός στοιχείου. Η σύνδεση αυτή γίνεται είτε με κατάλληλα μεταλλικά εξαρτήματα είτε με χρήση ξύλινων λεπτών πλακών (τσόντες).

Τα μεταλλικά στοιχεία, που συνδέουν τις ξύλινες δοκούς μεταξύ τους, είναι μεταλλικές πλάκες διαφόρων διαστάσεων, πάχους και σχημάτων τα οποία βγαίνουν έτοιμα στο εμπόριο και τοποθετούνται με χρήση καρφιών ή ειδικών βιδών (Φωτογραφία 2-3). Τα παραπάνω στοιχεία και οι κανόνες τοποθέτησής τους δεν θα μας απασχολήσουν περισσότερο στο συγκεκριμένο εγχειρίδιο, αφού δεν είναι εύκολο να τα βρει κάποιος στο πεδίο κατά την επιχείρηση συνεπώς δεν έχουν μεγάλη εφαρμογή.

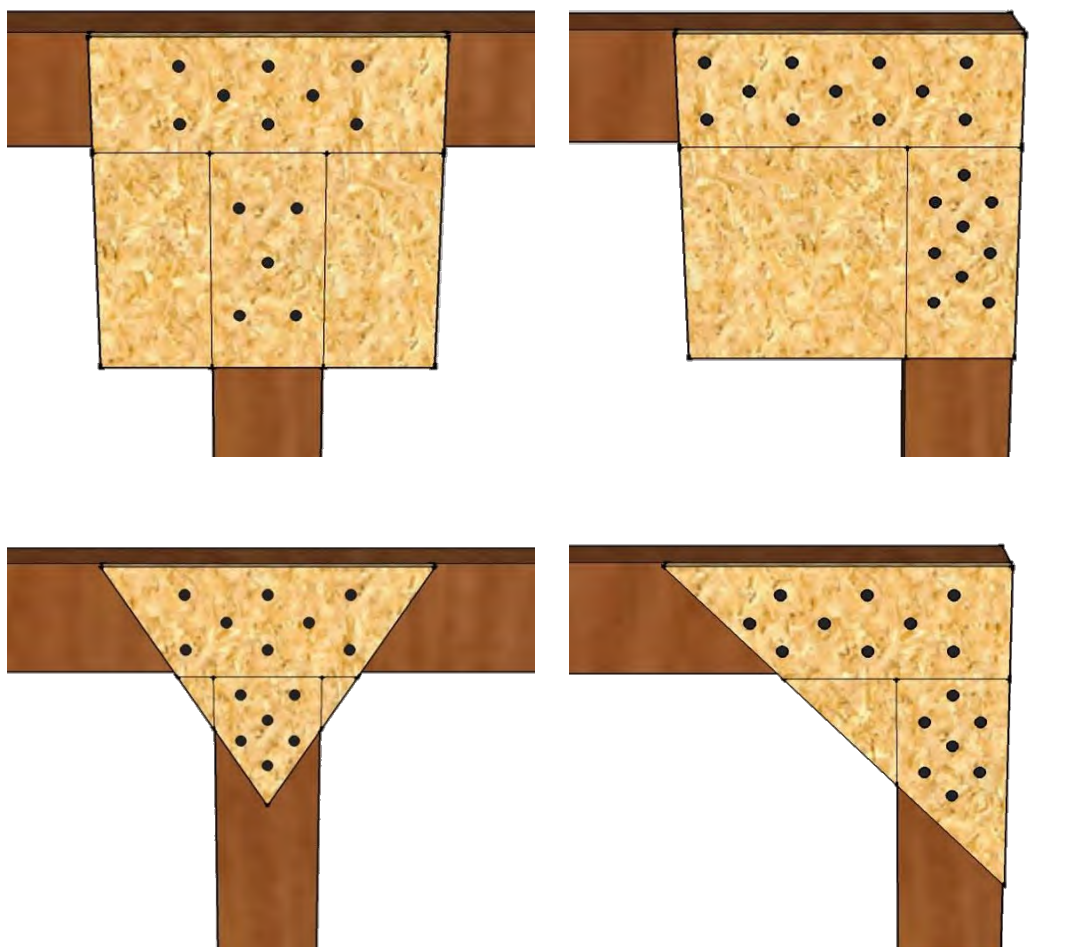
Τα πλέον διαθέσιμα υλικά για την σύνδεση των οριζοντίων και κατακόρυφων δοκών είναι οι πλάκες από ξύλο οι οποίες τοποθετούνται στην σύνδεση οριζοντίων και κατακόρυφων δοκαριών και καρφώνονται με κατάλληλη διάταξη καρφιών ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητά τους.

Οι ξύλινες πλάκες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως κόντρα πλακέ θαλάσσης, με ελάχιστο πάχος 2 εκατοστών ή ξύλινες πλάκες πάχους 5 εκατοστών. Οι πλάκες προτιμάται να είναι τετραγωνικές με διάσταση τουλάχιστον 30x30 εκατοστά ή τριγωνικές με διάσταση πλευράς τριγώνου τουλάχιστον 30 εκατοστά.

Οι τετραγωνικές πλάκες προτιμώνται για την σύνδεση ενδιάμεσων δοκών, ενώ οι τριγωνικές έχουν καλύτερη εφαρμογή στις περιπτώσεις όπου οι ακριανές δοκοί με τις οριζόντιες κάνουν γωνία χωρίς προεξοχή (παράδειγμα η υποστύλωση παραθύρων, όπως θα δούμε παρακάτω) (Σχήμα 2-7).

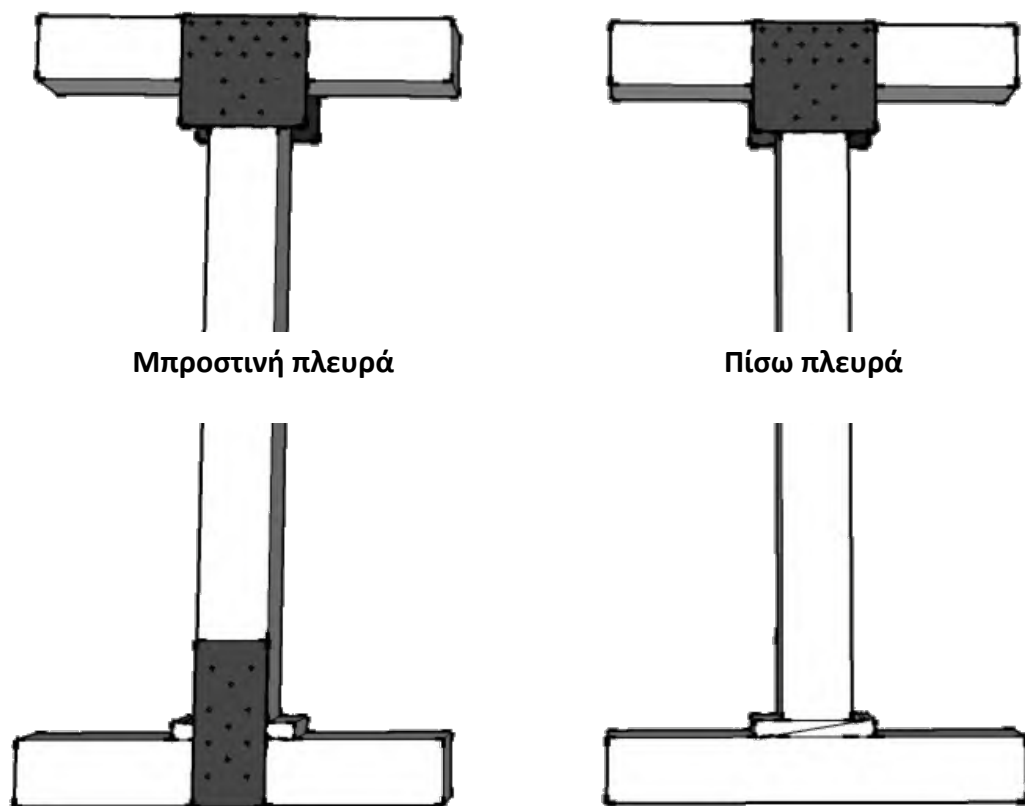


Φωτογραφία 2-3. Διάφορα είδη μεταλλικών συνδέσεων ξυλείας.



Σχήμα 2-7. Σύνθεση οριζοντίων και κατακόρυφων δοκαριών με ξύλινες πλάκες (τσόντες) (Επάνω: ορθογωνικές, Κάτω: τριγωνικές)

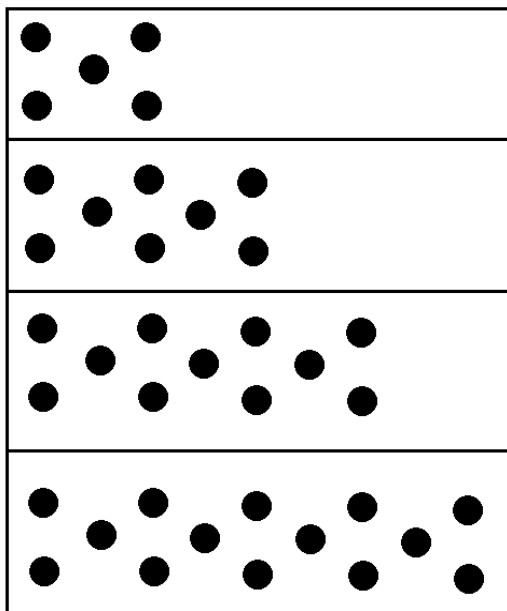
Για την περίπτωση συστήματος μεμονωμένου ξύλινου υποστυλώματος, είναι απαραίτητο να τοποθετούνται πλάκες σύνδεσης και στις δύο πλευρές στο πάνω μέρος του υποστυλώματος το οποίο είναι και πιο επίφοβο να σπάσει και κατ' ελάχιστον στη μία πλευρά στο κάτω μέρος αυτού (Σχήμα 2-8).



Σχήμα 2-8. Τοποθετούμε πλάκες σύνδεσης και στις δύο πλευρές στο πάνω τμήμα και τουλάχιστον μία στο κάτω.

Οι τσόντες τα δοκάρια μεταξύ τους αφού καρφωθούν σε καθένα δοκάρι ξεχωριστά, με καρφιά συγκεκριμένου μήκους. Τα καρφιά τοποθετούνται σε διάταξη **2-1 εναλλάξ** κατά μήκος του κάθε δοκαριού που υποστηρίζουν. Δηλαδή στο τμήμα της πλάκας που πατάει στο οριζόντιο δοκάρι, τα καρφιά τοποθετούνται κατά μήκος αυτού, όπως ομοίως γίνεται και στο τμήμα της πλάκας που πατάει στο κατακόρυφο δοκάρι. Ο τρόπος που τοποθετούνται τα καρφιά στις πλάκες σύνδεσης παρουσιάζεται ενδεικτικά στο Σχήμα 2-9.

Τα καρφιά, με τα οποία καρφώνονται οι συνδετικές πλάκες, θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο μεγέθους 8d ή 6,50 εκατοστών, για κάρφωμα πλάκας κόντρα πλακέ και αντίστοιχα τουλάχιστον 16d ή 9 εκατοστά σε μήκος όταν για σύνδεση με ξύλινη πλάκα πάχους 5 εκατοστών. Τα ελάχιστα καρφιά που θα πρέπει να τοποθετούνται σε κάθε τμήμα είναι 5 (2-1-2) και αντίστοιχα 8, 11, 14 και ούτω κάθε εξής, όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 2-9. Διατάξεις καρφώματος πλακών σύνδεση (Από επάνω προς τα κάτω 5, 8, 11 και 14 καρφιών)

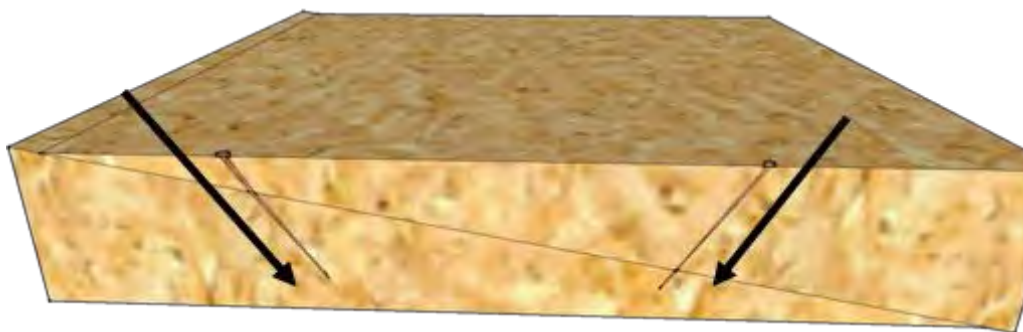
να είναι του ίδιου μεγέθους και περίπου της ίδιας κλίσης, η οποία θα πρέπει να είναι μικρότερη των 10 μοιρών (Σχήμα 2-10). Επιθυμητό είναι η ξυλεία των σφηνών να είναι ξερή, σε καλή κατάσταση και να μην έχει ρόζους, γιατί λόγω του μεγάλου φορτίου που παραλαμβάνουν και του μικρού μεγέθους τους, μπορεί πολύ εύκολα να σπάσουν.

2.4.4 Σφήνες

Τα κατακόρυφα δοκάρια θα πρέπει να σφηνώνονται τοποθετώντας ξύλινες ή πλαστικές σφήνες στη βάση τους, ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν με ασφάλεια να αναλάβουν το απαιτούμενο βάρος.

Για τη σφήνωση χρησιμοποιούνται τριγωνικές σφήνες, οι οποίες μπαίνουν ανάποδα η μία πάνω στην άλλη, και καρφώνονται μεταξύ τους με διαγώνια καρφιά.

Οι δύο σφήνες μπαίνουν στη θέση τους με κρούση, π.χ. με χρήση βαριοπούλας, κρατώντας την πάνω σφήνα σταθερή και χτυπώντας την κάτω σφήνα μέχρι να σφηνώσει σταθερά. Οι δύο σφήνες θα πρέπει

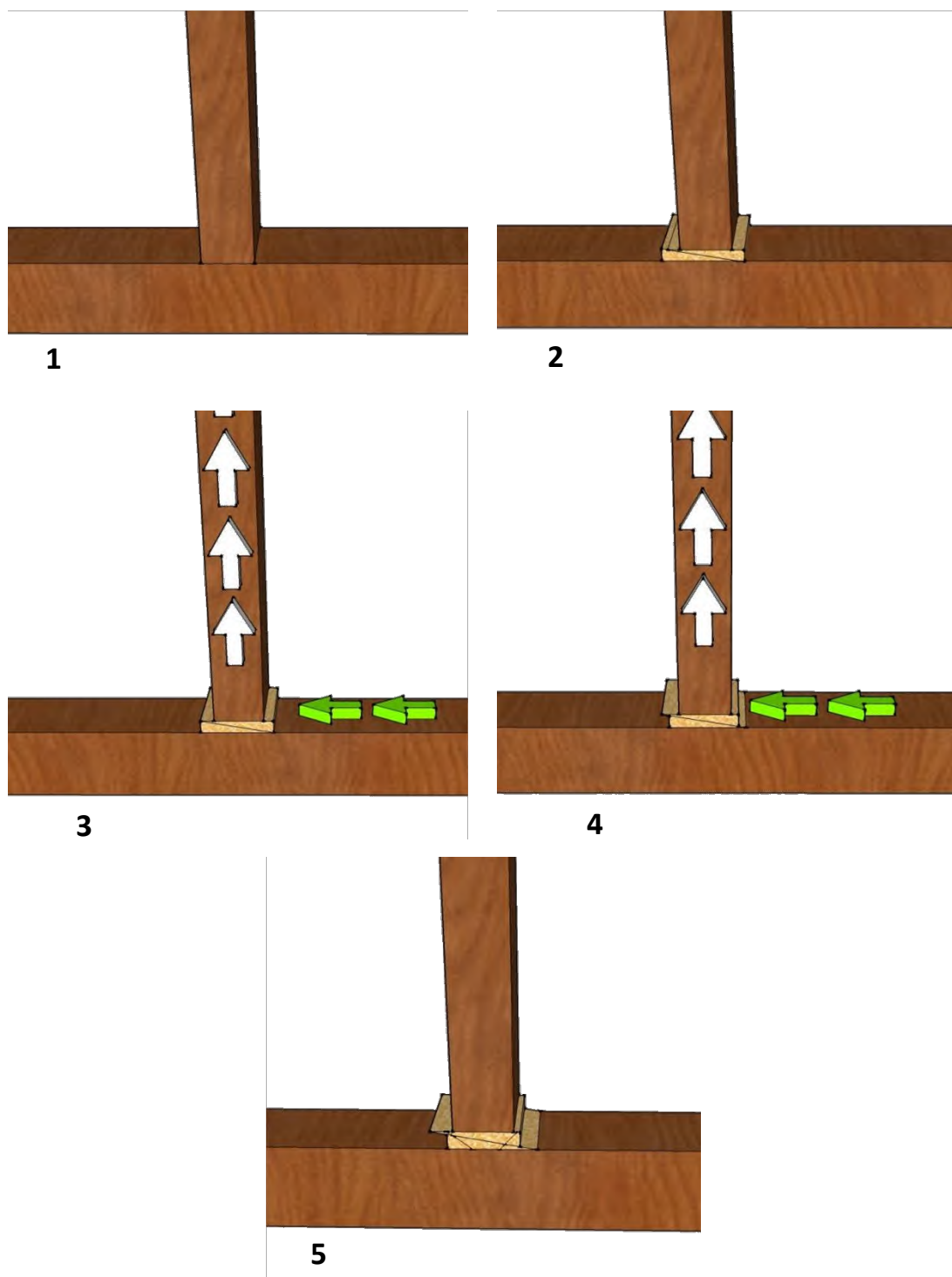


Σχήμα 2-10. Σταθεροποίησης των σφηνών με διαγώνια τοποθέτηση καρφιών, τα οποία περνούν και από τις δύο σφήνες.

Η διαδικασία σφήνωσης που θα πρέπει να ακολουθείται έχει ως ακολούθως (Σχήμα 2-11):

- 1 Τοποθέτηση του κατακόρυφου δοκαριού στην θέση του (1).
- 2 Τοποθέτηση της κάτω και της πάνω σφήνας, κάτω από το κατακόρυφο δοκάρι (2).
- 3 Κρατώντας την κάτω σφήνα στη θέση της, χτυπάμε την πάνω σφήνα προς τα μέσα (3).
- 4 Αποτέλεσμα είναι η σταδιακή ανύψωση του κατακόρυφου δοκαριού, μέχρι αυτό να σφηνώσει στη θέση του (4).
- 5 Αφού το κατακόρυφο δοκάρι σφηνώσει επαρκώς, σταθεροποιούμε τις σφήνες, καρφώνοντάς τες όπως περιγράφηκε παραπάνω (5).

Κατά την διαδικασία θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή, ώστε κατά τη σφήνωση το ξύλινο δοκάρι να μην αποκλίνει από την κατακόρυφο, αλλά και συνεχώς να πατάει πλήρως στις σφήνες από κάτω της. Ακόμα θα πρέπει οι σφήνες να χτυπηθούν τόσο όσο να εξασφαλίζουν ικανοποιητική σφήνωση του δοκαριού αλλά όχι να σπάσουν από το υπερβολικό βάρος. Τέλος θα πρέπει κατά την διαδικασία να προσέχουμε ώστε να μην σπάσουν τμήματα των σφηνών ή του δοκαριού.



Σχήμα 2-11. Διαδικασία σφήνωσης των κατακόρυφων δοκών.

2.4.5 Στάδια κατασκευής

Τα συστήματα υποστύλωσης με ένα κατακόρυφο ξύλινο δοκάρι έχουν το πλεονέκτημα πως επειδή είναι μικρά και σχετικά ελαφριά, οπότε μπορούν να κατασκευαστούν κατά μεγάλο μέρος τους εκτός του σημείου που θα υποστυλώσουμε και να τοποθετηθούν σχεδόν έτοιμα στη θέση τους. **Ενδεικτικά αναφέρουμε πως ένα σύστημα υποστύλωσης ύψους 3 μέτρων ζυγίζει περίπου 60 κιλά.**

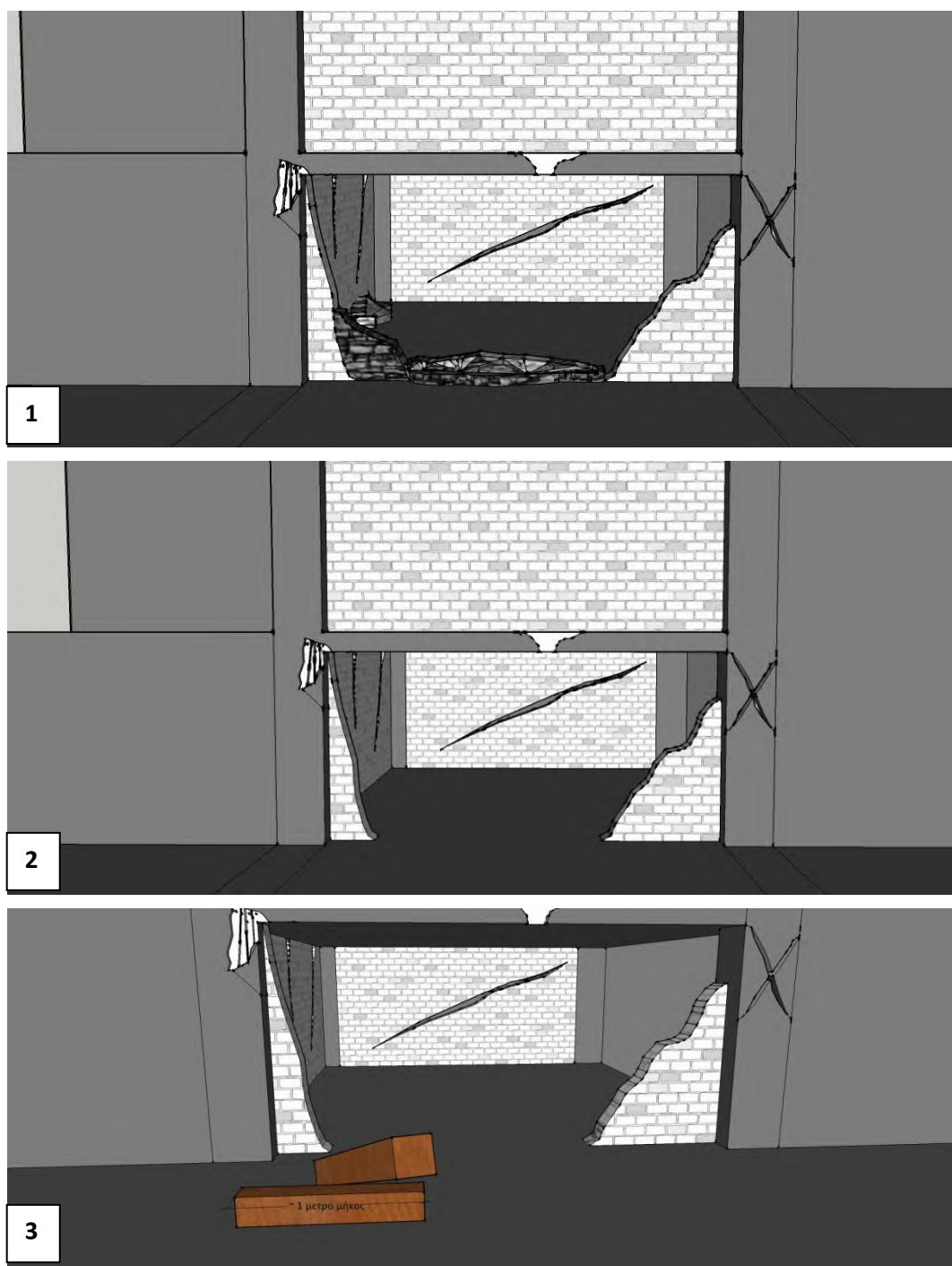
Σημαντικό είναι η κατασκευή του συστήματος υποστύλωσης να επιβλέπεται από εξειδικευμένο μηχανικό ή εκπαιδευμένο άτομο και το σύστημα να ελέγχεται ανά 12 ώρες, μετά από κάθε ισχυρό μετασεισμό ή μετά από κάθε σημαντική μετακίνηση φορτίου, ώστε να διαπιστώνονται πιθανά προβλήματα στην ευστάθεια του.

Αναλυτικά ο τρόπος κατασκευής συστήματος υποστύλωσης με μία κατακόρυφη δοκό είναι ο εξής:

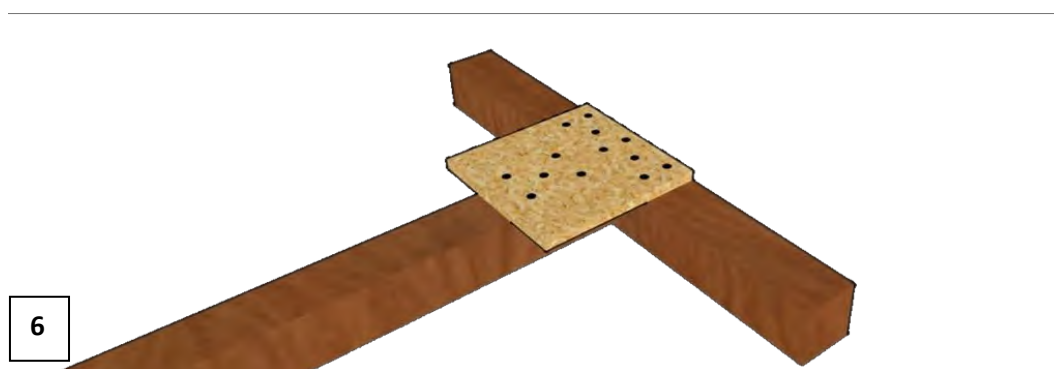
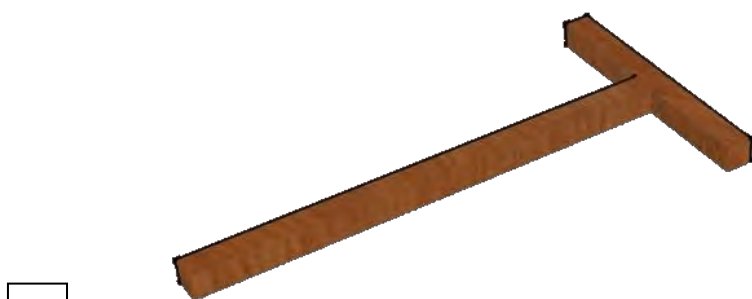
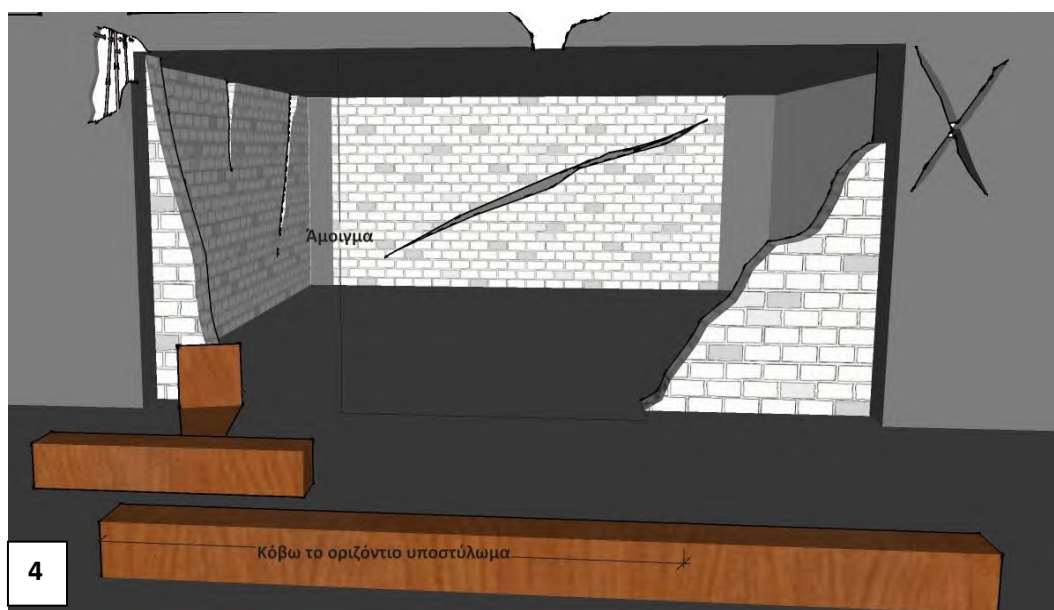
- 1 Επιλέγουμε το σημείο που απαιτείται να τοποθετήσουμε το υποστύλωμα - Σχήμα 2-12.1.
- 2 Καθαρίζουμε την περιοχή, όσο είναι δυνατό από μάζα και λοιπά υλικά (Σχήμα 2-12.2).
- 3 Κόβουμε δύο τετραγωνικά ξύλα σε μήκος περίπου 1 μέτρου, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως δοκοί κεφαλής και βάσης του υποστυλώματος (Σχήμα 2-12.3).
- 4 Μετράμε το άνοιγμα που θα πρέπει να υποστυλώσουμε και αντίστοιχα κόβουμε ένα τρίτο ξύλινο δοκάρι, ώστε να χρησιμοποιηθεί ως το κεντρικό (Σχήμα 2-12.4). Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε το κομμάτι που θα κόψουμε να είναι τόσο μεγάλο, ώστε χωράει στο άνοιγμα να μπει η δοκός κεφαλής και βάσης και οι σφήνες. *Για παράδειγμα αν έχω ένα άνοιγμα ύψους 2 μέτρων και οι οριζόντιες δοκοί κεφαλής-βάσης είναι πλάτους 10 εκατοστών η κάθε μία τότε το κατακόρυφο δοκάρι θα το κόψουμε σε μήκος κάτι λιγότερο από 1.80 μέτρα (2.00 μέτρα άνοιγμα-0.10 μέτρα δοκός κεφαλής-0.10 δοκός βάσης).*
- 5 Τοποθετούμε το κατακόρυφο δοκάρι στο μέσο της οριζόντιας δοκού (Σχήμα 2-12.5).
- 6 Καρφώνουμε με ξύλινες πλάκες σύνδεσης την κατακόρυφη με την οριζόντια δοκό (Σχήμα 2-12.6).
- 7 Γυρνάμε το σύστημα ανάποδα (Σχήμα 2-12.7) και καρφώνουμε με ξύλινες πλάκες σύνδεσης την κατακόρυφη με την οριζόντια δοκό και από την πίσω μεριά (Σχήμα 2-12.8).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ

- 8 Κρατάμε το σύστημα στο σημείο που θέλουμε να υποστυλώσουμε, με την οριζόντια δοκό στο πάνω μέρος (Σχήμα 2-12.9).
- 9 Τοποθετούμε την άλλη δοκό από κάτω από το σύστημα, με τέτοιο τρόπο ώστε το κατακόρυφο δοκάρι να βρίσκεται ακριβώς στο μέσο της οριζόντιας δοκού (Σχήμα 2-12.10).
- 10 Τοποθετούμε της σφήνες, σφηνώνουμε και τις καρφώνουμε στην θέση τους, όπως περιγράφεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2.4.4 (Σχήμα 2-12.11).
- 11 Καρφώνουμε με ξύλινες πλάκες σύνδεσης την κατακόρυφη με το κάτω δοκάρι (Σχήμα 2-12.12).
- 12 Ασφαλίζουμε το υποστύλωμα και ελέγχουμε την ευστάθειά του.

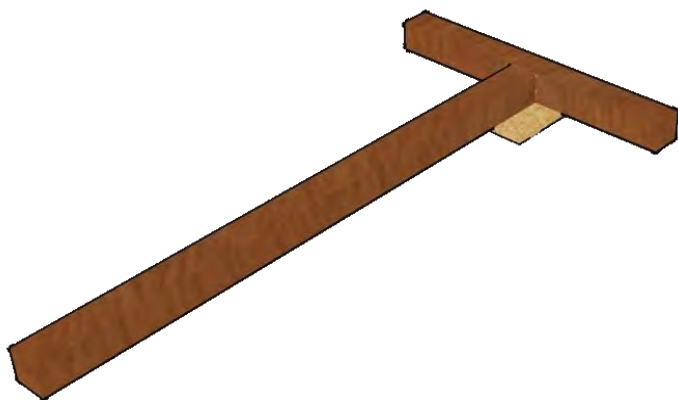


Σχήμα 2-12. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος μονού υποστυλώματος

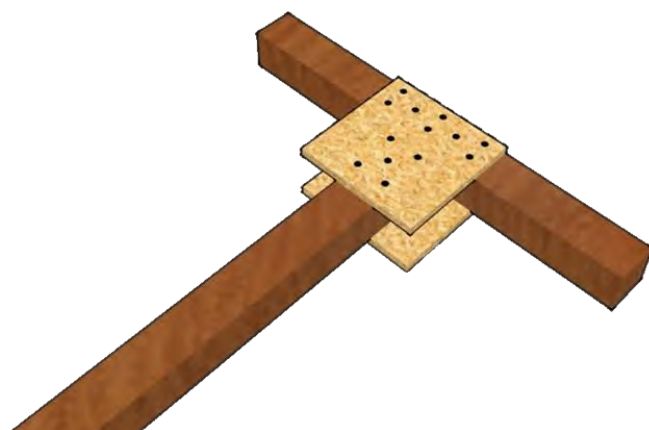


Σχήμα 2-12. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος μονού υποστυλώματος

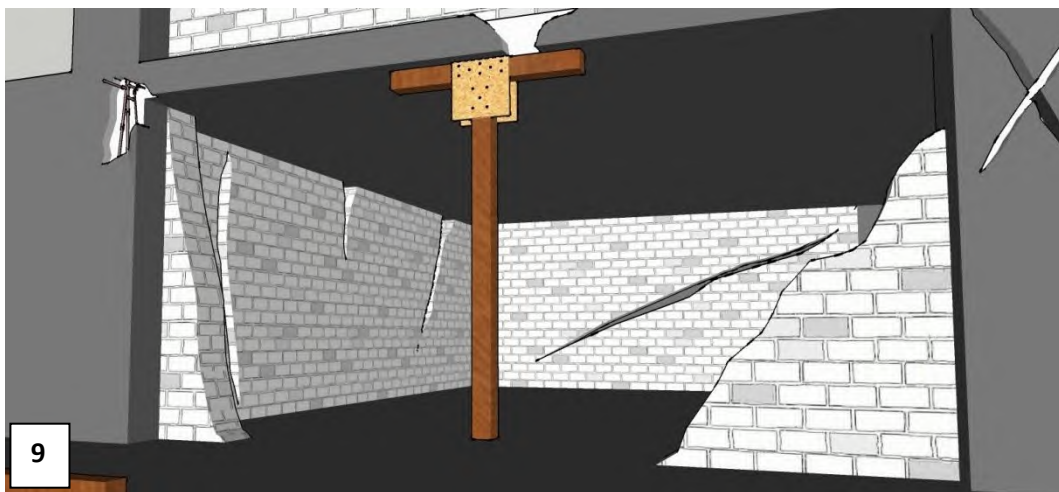
7



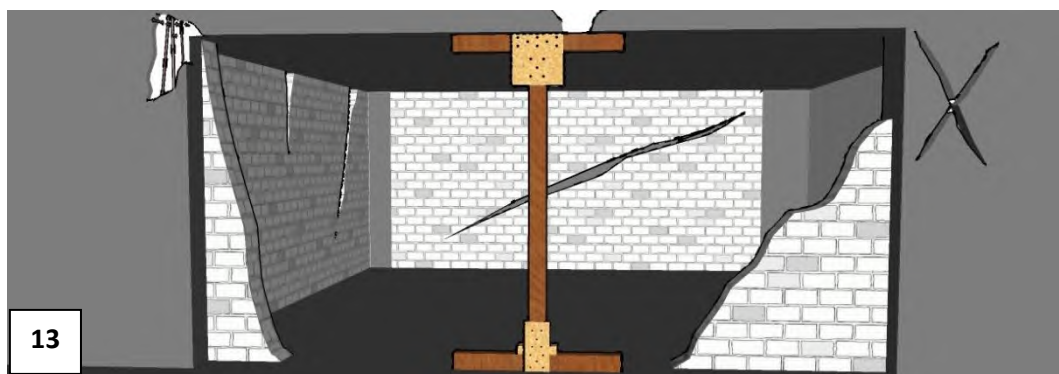
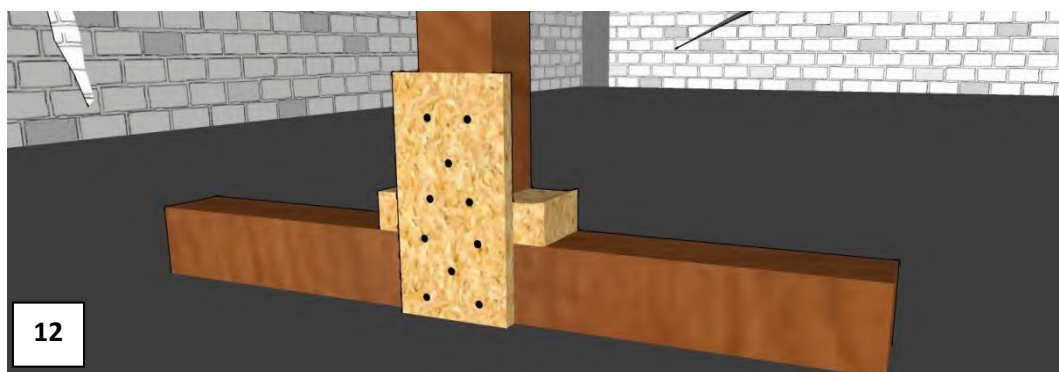
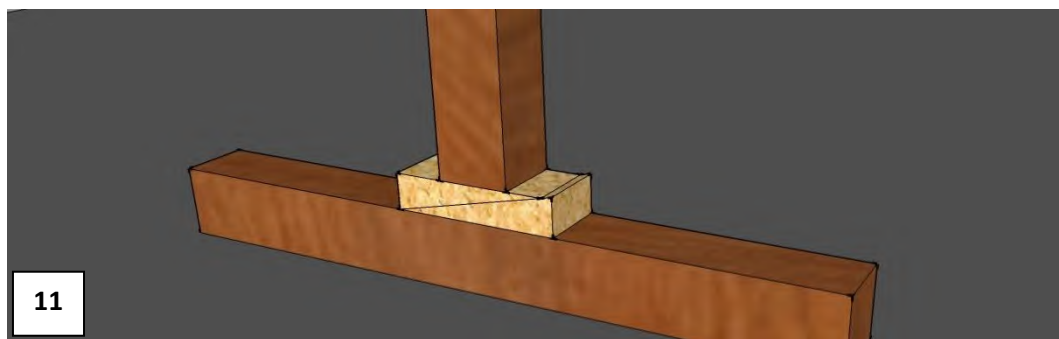
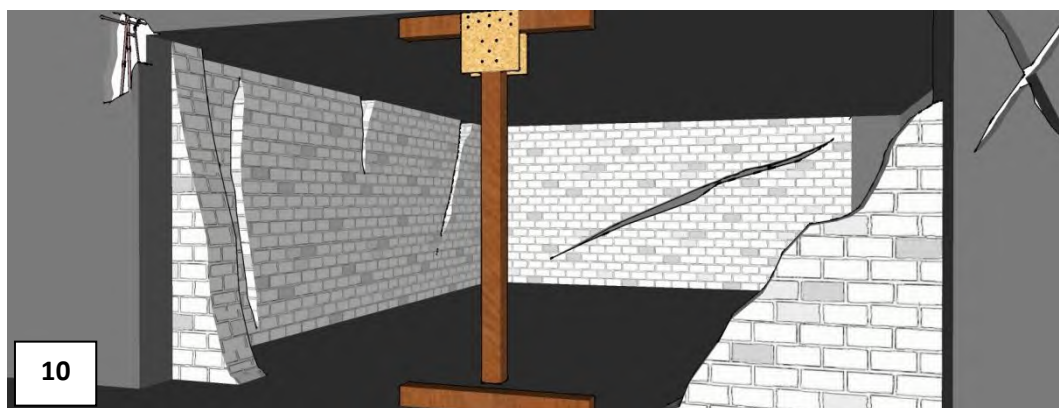
8



9



Σχήμα 2-12. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος μονού υποστυλώματος



Σχήμα 2-12. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος μονού υποστυλώματος

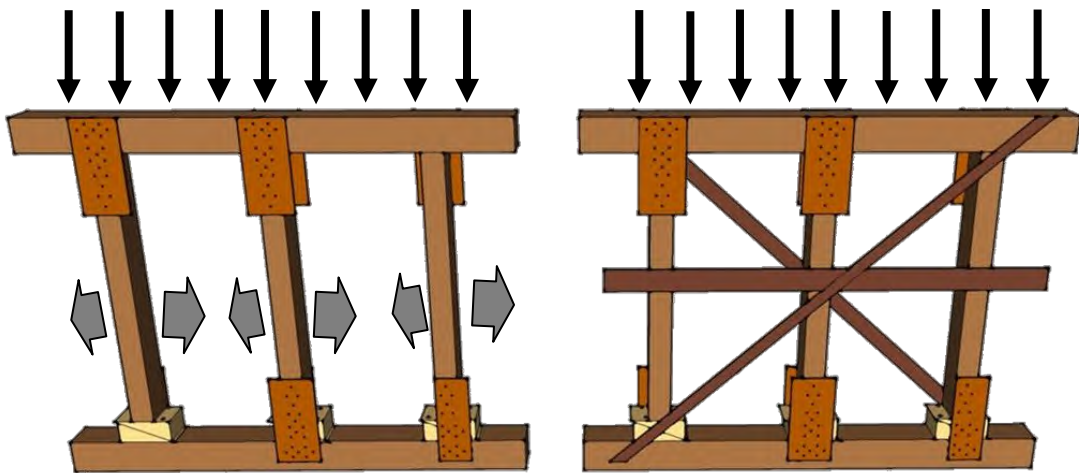
2.5 Ξύλινα συστήματα πολλαπλών υποστυλωμάτων

Ένα σύστημα υποστύλωσης με ένα ξύλινο δοκάρι χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που είτε έχω μικρό εύρος που χρειάζεται να υποστυλώσω, είτε όταν τα βάρη είναι μικρά. Σε περίπτωση που επιβάλλεται η παραλαβή μεγαλύτερων βαρών, είτε απαιτείται η υποστύλωση μεγαλύτερου εύρους περιοχή, χρησιμοποιούνται συστήματα υποστύλωσης με περισσότερες της μιας κατακόρυφες δοκούς.



Φωτογραφία 2-4. Υποστύλωση κολώνας ισογείου (1986, Σεισμός Καλαμάτα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.).

Σε γενικές γραμμές, για τα συστήματα πολλαπλών ξύλινων υποστυλωμάτων ισχύουν οι ίδιες οδηγίες με τα συστήματα μεμονωμένης ξύλινης δοκού. Διαφέρουν μόνο ως προς τη χρήση διαγώνιων δοκών και κεντρικής δοκού, οι οποίες τοποθετούνται για να συνδέσουν τις κατακόρυφες κολώνες μεταξύ τους, ώστε να μην παρουσιάζεται αστάθεια της υποστύλωσης (Σχήμα 2-13).



Σχήμα 2-13. Χρήση διαγώνιων δοκών και κεντρικής δοκού για ευστάθεια συστήματος

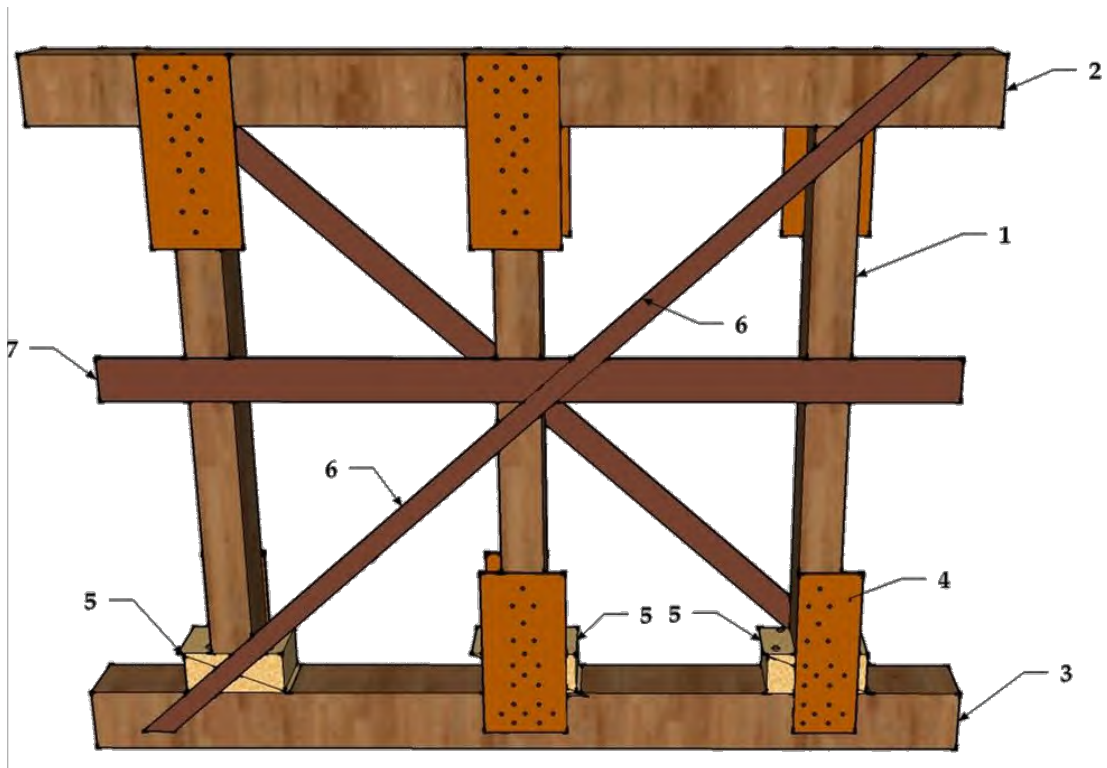
Για την παραλαβή των βαρών χρησιμοποιούνται κατακόρυφα δοκάρια ενώ για την εξασφάλιση πως το σύστημα μπορεί να παραλάβει και πλευρικές δυνάμεις χρησιμοποιούνται διαγώνια δοκάρια. Σε κάθε περίπτωση ένα σύστημα υποστήλωσης από κατακόρυφους και ξύλινους στύλους θα πρέπει να περιλαμβάνει μια οριζόντια δοκό στην κεφαλή και μια οριζόντια δοκό στην βάση επί των οποίων θα καρφώνονται τα κατακόρυφα και διαγώνια στοιχεία.

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να είναι καλά σφηνωμένα και καρφωμένα μεταξύ τους, ώστε το σύστημα να λειτουργεί ως σύνολο χωρίς να υπάρχει κίνδυνος τμήματά της να σπάσουν ή να φύγουν από την θέση τους.

Συγκεκριμένα ένα ξύλινο σύστημα κατακόρυφης υποστήλωσης αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

1. Κατακόρυφα δοκάρια.
2. Οριζόντια δοκός κεφαλής.
3. Οριζόντια δοκός βάσης.
4. Ξύλινες πλάκες (τσόντες).
5. Σφήνες.

6. Διαγώνια δοκάρια.
7. Κεντρική δοκός.



Σχήμα 2-14. Τυπικό σύστημα υποστύλωσης με πολλαπλά κατακόρυφα ξύλινα στοιχεία.

Για τις σφήνες ισχύουν όσα αναφέρθηκαν και στα συστήματα μεμονωμένων ξύλινων δοκών (Κεφάλαιο 2.4.4), ενώ παρακάτω παρουσιάζονται τα υπόλοιπα στοιχεία του συστήματος.

2.5.1 Κατακόρυφες δοκοί

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2.4.1 οι κατακόρυφες δοκοί έχουν ως κύριο έργο να παραλάβουν τα βάρη και να τα στείλουν με ασφάλεια στο έδαφος.

Σε ξύλινα συστήματα υποστήλωσης, ως κατακόρυφα δοκάρια θα πρέπει να μπαίνουν ξύλινοι στύλοι με ελάχιστη διάσταση διατομής 10 επί 10 εκατοστά.

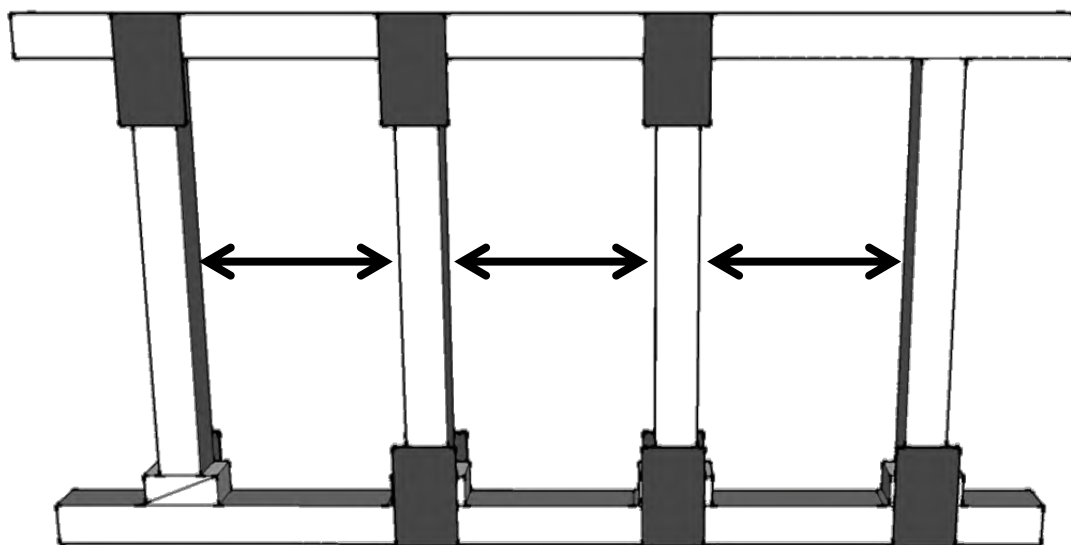
Κατά κανόνα προτιμούνται δοκοί διαστάσεων 10x10 και 15x15 εκατοστών, ενώ ένα σύστημα μπορεί να έχει από 3 έως 5 κατακόρυφες δοκούς. Μεγαλύτερος αριθμός από 5 κατακόρυφες δοκούς δεν ενδείκνυται γιατί μετά το σύστημα γίνεται πολύ βαρύ για να το κουβαλήσουν κάποιοι και σχετικά ασταθές.

Μια σημαντική παράμετρος είναι η μέγιστη απόσταση που θα τοποθετηθούν τα κατακόρυφα δοκάρια, αφού αν τοποθετηθούν πολύ κοντά θα χρειαστούμε περισσότερα ξύλα. Ακόμα η πυκνή τοποθέτηση των κατακόρυφων δοκαριών θα δημιουργήσει μικρά κενά μεταξύ τους με αποτέλεσμα το κλείσιμο της περιοχής που υποστυλώσαμε και την αδυναμία πρόσβαση διασωστών ή εξοπλισμού εντός αυτής.

Από την άλλη όμως αν τα κατακόρυφα δοκάρια τοποθετηθούν σε υπερβολικά μεγάλη απόσταση υπάρχει σοβαρός κίνδυνος το υποστυλώμα να κάνει "κοιλιά" μεταξύ τους και να σπάσει.

Η μέγιστη ασφαλής απόσταση μεταξύ των δοκών εξαρτάται από το ύψος της υποστυλώσεως και τη διατομή των στοιχείων. Για διατομή δοκών 10 επί 10 εκατοστά, η μέγιστη επιτρεπτή απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων δοκών είναι 1 μέτρο και 20 εκατοστά, ενώ για κολώνες διαστάσεων 15x15 εκατοστά η μέγιστη απόσταση είναι 1 μέτρο και 50 εκατοστά (Σχήμα 2-15).

Διάσταση δοκού (εκατοστά)	Μέγιστο ύψος (μέτρα)	Απόσταση των κατακόρυφων δοκών (μέτρα)	Αντοχή κάθε στύλου	
			Ύψος (μέτρα)	Αντοχή (τόνοι)
10x10	3,5	1,2	2,50	3,50
			3,00	2,00
			3,50	1,50
15x15	5,0	1,5	3,50	9,00
			4,50	5,00
			5,00	4,00
			6,00	3,50



Σχήμα 2-15. Απόσταση κατακόρυφων δοκαριών.

Το μέγιστο ύψος των δοκών επίσης εξαρτάται από την διατομή τους. Έτσι δοκοί 10x10 εκατοστών μπορούν να τοποθετηθούν σε μέγιστο ύψος 3.50 μέτρα και αντίστοιχα δοκοί διαστάσεων 15x15 εκατοστών, μπορούν να κατασκευαστούν έως 6 μέτρα.

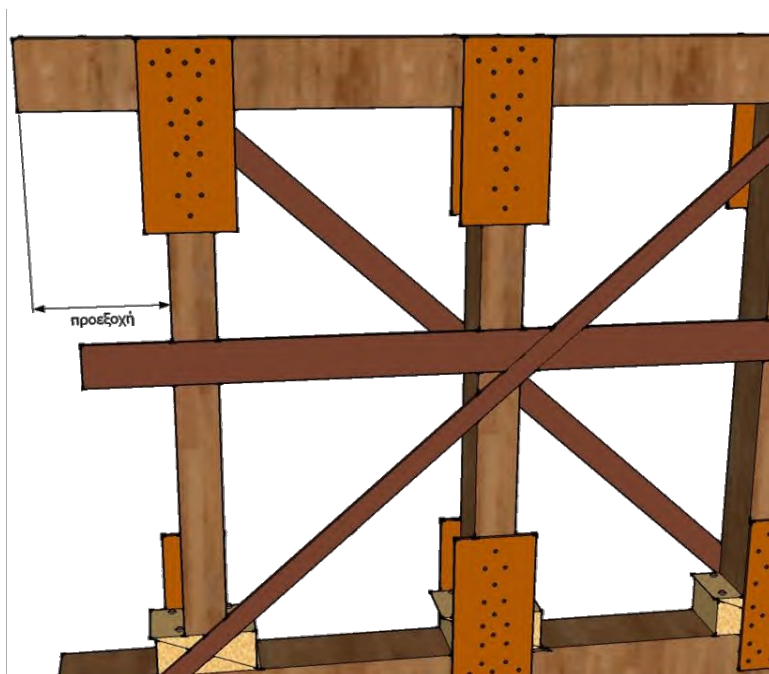
Ακόμα η αντοχή κάθε στύλου του συστήματος, εξαρτάται, όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαιο από το ύψος και την διατομή της δοκού.

2.5.2 Οριζόντια δοκός κεφαλής και βάσης

Ότι αναφέρθηκε και στα συστήματα μονού υποστυλώματος για τις οριζόντιες δοκούς κεφαλής και βάσης (Κεφάλαιο 2.4.2) ισχύει και εδώ.

Συγκεκριμένα το προτεινόμενο πάχος των δοκών κεφαλής και βάσης είναι περίπου το διπλάσιο από το πλάτος τους και αντίστοιχα το διπλάσιο της διάστασης των κάθετων δοκών. Επιπροσθέτως οι οριζόντιες δοκοί κεφαλής και βάσης πρέπει να προεξέχουν εκατέρωθεν των ακριανών στύλων.

Συγκεκριμένα, προτείνεται πως η προεξοχή των οριζοντίων δοκών θα πρέπει να είναι **κατά μέγιστο, η μισή από την απόσταση των κατακόρυφων δοκών**. Έτσι αν τοποθετήσουμε τις δοκούς σε απόσταση 1 μέτρου η προεξοχή θα είναι το μέγιστο 50 εκατοστά, για απόσταση δοκών 1 μέτρο και 20 εκατοστά η προεξοχή πρέπει να είναι έως 60 εκατοστά και ούτω καθεξής (Σχήμα 2-16).



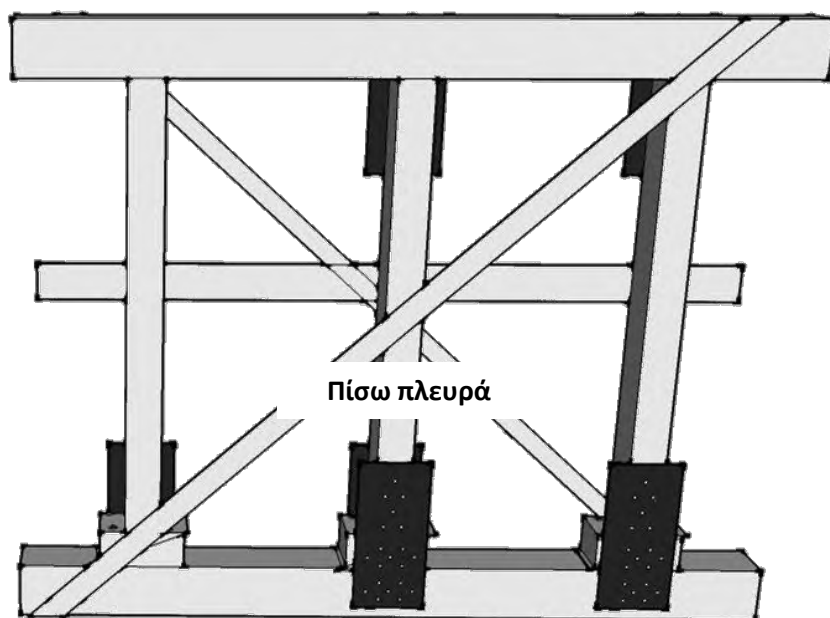
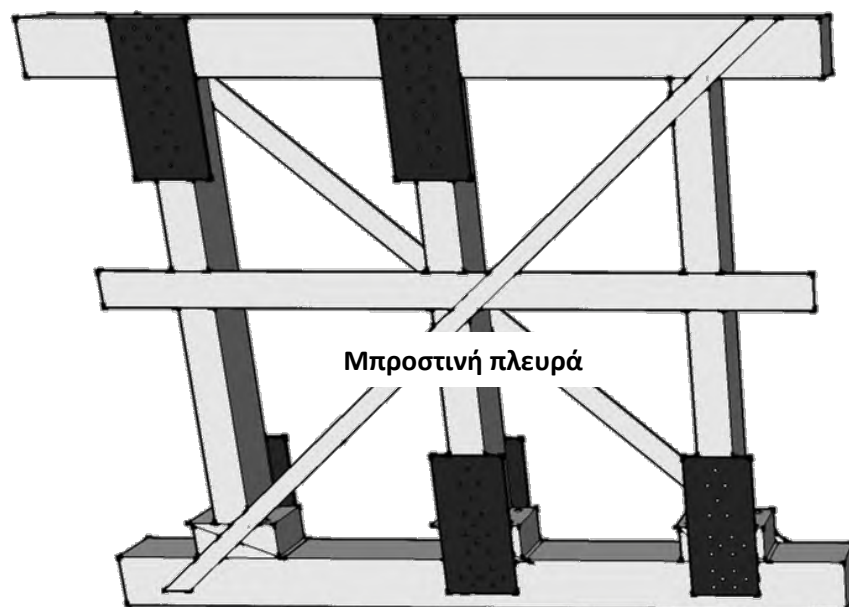
Σχήμα 2-16. Προεξοχή των οριζοντίων δοκών πέρα της ακραίας κατακόρυφης δοκού.

2.5.3 Πλάκες σύνδεσης

Όπως αναφέρθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο των συστημάτων μεμονωμένης δοκού, τα οριζόντια με τα κατακόρυφα στοιχεία του υποστυλώματος συνδέονται μεταξύ τους είτε με μεταλλικά εξαρτήματα σύνδεσης δοκών είτε με ξύλινες λεπτές πλάκες.

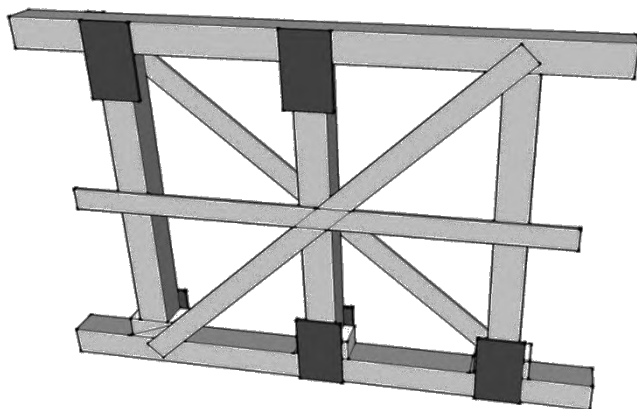
Οι ξύλινες πλάκες, που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι συνήθως κόντρα πλακέ θαλάσσης, με ελάχιστο πάχος 2 εκατοστών ή ξύλινες πλάκες ελάχιστου πάχους 5 εκατοστών, οι οποίες καρφώνονται ταυτόχρονα στην κατακόρυφη και στην οριζόντια δοκό, συνδέοντας τις σταθερά. Συνήθως χρησιμοποιούνται τετραγωνικές πλάκες με διάσταση τουλάχιστον 30x30 εκατοστά ή τριγωνικές με διάσταση πλευράς τριγώνου τουλάχιστον 30 εκατοστά,

Σε αντίθεση με όσα αναφέρθηκαν στα υποστυλώματα μονής δοκού, εδώ είναι αναγκαία η τοποθέτηση πλακών σύνδεσης **και στις δύο πλευρές του υποστυλώματος στη βάση και στην μία πλευρά του υποστυλώματος στην κορυφή**, ενώ τοποθετούνται σε όλα τα σημεία πλην των ακριανών δοκών στις οποίες τοποθετούνται οι διαγώνιες δοκοί (Σχήμα 2-17). Έτσι σε υποστύλωμα 3 δοκών έχω 6 πλάκες σύνδεσης (2 και 2 κάτω και 2 επάνω), σε υποστύλωμα 4 δοκών έχω 9 πλάκες σύνδεσης (3 και 3 κάτω και 3 επάνω) και σε υποστύλωμα 5 δοκών έχω 12 πλάκες σύνδεσης (4 και 4 κάτω και 4 επάνω) (Σχήμα 2-18).



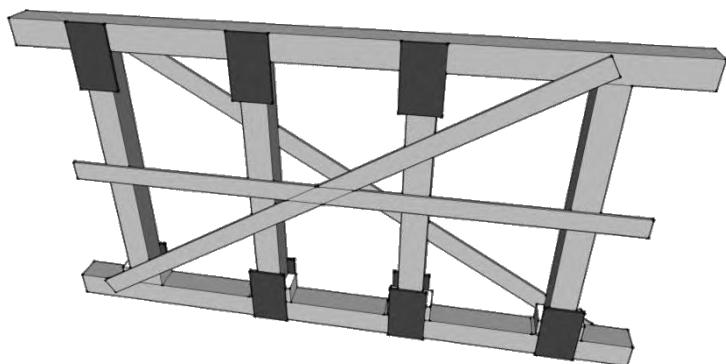
Σχήμα 2-17. Τοποθετούμε πλάκες σύνδεσης και στις δύο πλευρές στο κάτω τμήμα και τουλάχιστον στην μία πλευρά στο επάνω.

Ο τρόπος με τον οποίο οι πλάκες καρφώνονται, τα μεγέθη και η διάταξη των καρφιών είναι ίδια με τα όσα περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 2.4.3, για σύστημα μίας δοκού.



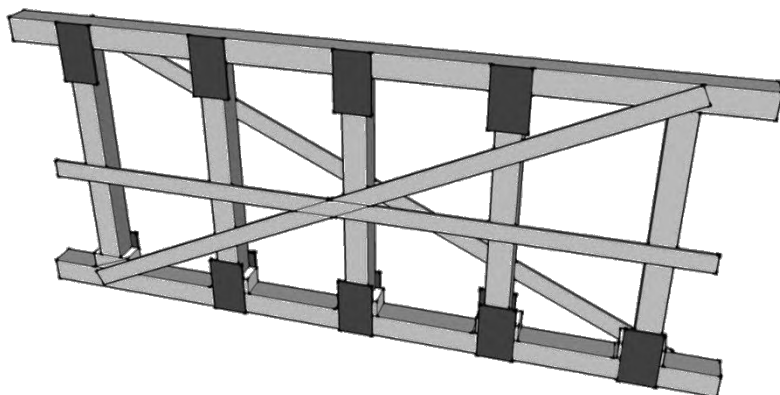
Σύστημα 3 δοκών

Πλάκες σύνδεσης: 6



Σύστημα 4 δοκών

Πλάκες σύνδεσης: 9



Σύστημα 5 δοκών

Πλάκες σύνδεσης: 12

Σχήμα 2-18. Τοποθέτηση και αριθμός πλακών σύνδεσης σε διάφορα είδη συστημάτων υποστύλωσης

2.5.4 Διαγώνιες και κεντρικοί δοκοί

Οι διαγώνιες δοκοί καθώς και η κεντρική οριζόντια δοκός χρησιμοποιούνται, όπως ήδη αναφέραμε, για να αυξήσουν την ακαμψία της υποστύλωσης δένοντας τα βασικά στοιχεία του συστήματος μεταξύ τους, βελτιώνοντας την ευστάθεια του υποστυλώματος.

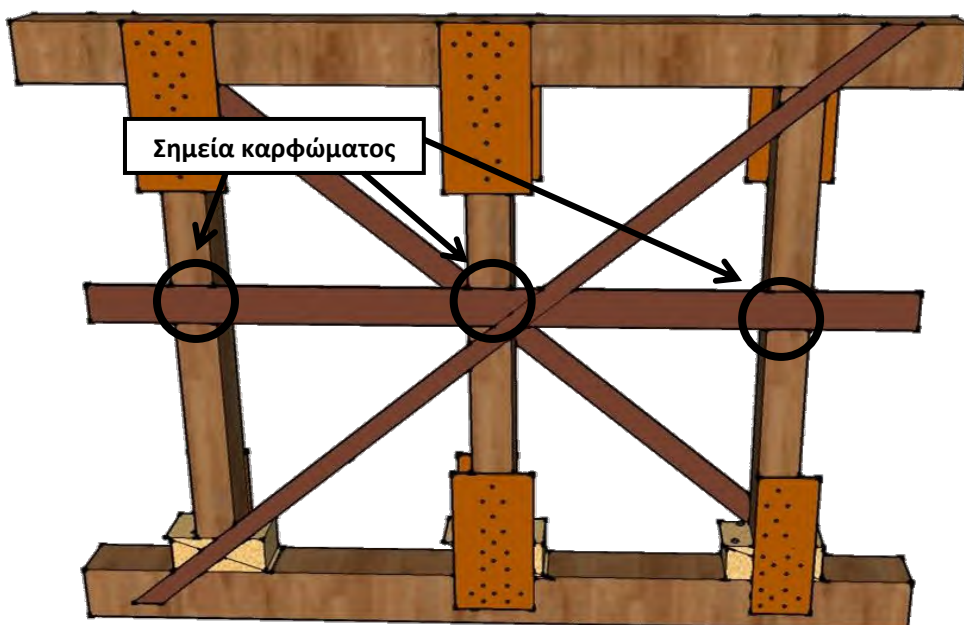
Το πρώτο στοιχείο που τοποθετείται είναι η κεντρική οριζόντια δοκός. Αυτή προτιμάται να είναι από κόντρα πλακέ ή ξύλο πάχους τουλάχιστον 2 εκατοστών, **έχει πλάτος 15 εκατοστά** και τοποθετείται στην μέση των κατακόρυφων δοκών. Το μήκος της πρέπει είναι τέτοιο ώστε πατάει σε όλους τους κατακόρυφους στύλους και να μένει και ένα μικρό περιθώριο περίπου 15 εκατοστών εκατέρωθεν. Η κεντρική δοκός καρφώνεται σε κάθε στύλο με τουλάχιστον 5 καρφιά 6,5 εκατοστών (Σχήμα 2-19).

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί πως χρήση της κεντρικής οριζόντιας δοκού εξαρτάται από το ύψος του συστήματος υποστύλωσης και για χαμηλού ύψους υποστυλώματα δεν είναι αναγκαία. Συγκεκριμένα ένας πρακτικός κανόνας είναι πως για συστήματα υποστύλωσης ύψους μικρότερο των 2 μέτρων δεν απαιτείται η τοποθέτηση κεντρικής δοκού².

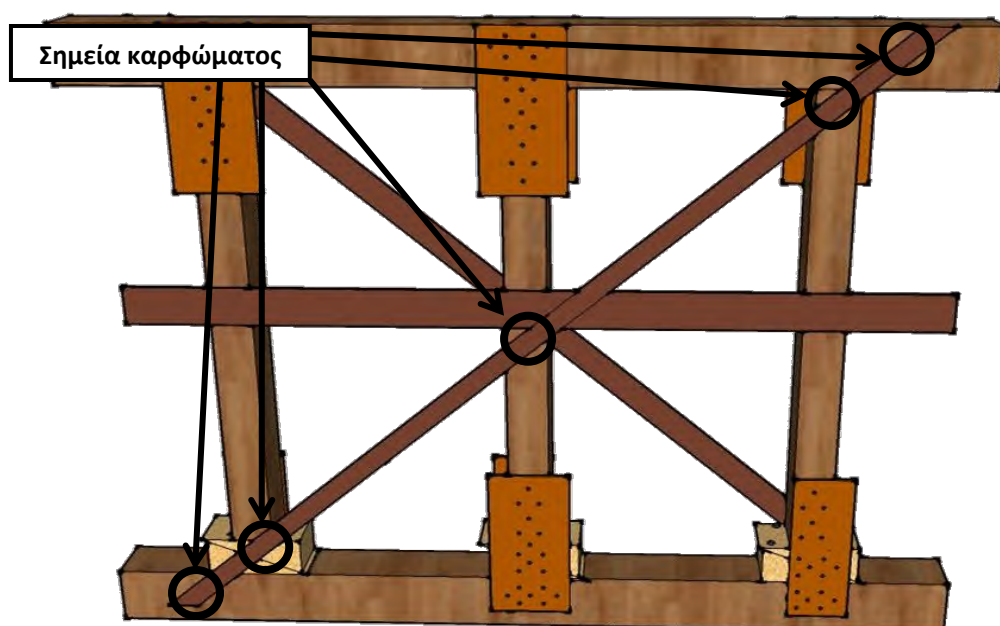
Σε κάθε περίπτωση αναφορικά με την τοποθέτηση ή όχι κεντρικής δοκού, όπως ισχύει και για τα υπόλοιπα στοιχεία που παρουσιάζονται στο παρόν εγχειρίδιο, κάθε περίπτωση είναι διαφορετική και αξιολογείται επί τόπου στο πεδίο με την βοήθεια εξειδικευμένου μηχανικού.

Οι διαγώνιες δοκοί τοποθετούνται σε κάθε περίπτωση και στις δύο πλευρές της υποστύλωσης. Ομοίως είναι από κόντρα πλακέ ή ξύλο πάχους τουλάχιστον 2 εκατοστών, με πλάτος 15 εκατοστά και μήκος τέτοιο ώστε να φτάνουν από την δοκό κεφαλής, να περνούν πάνω από κάθε κατακόρυφο στύλο και να καταλήγουν στην δοκό βάσης. Οι διαγώνιες δοκοί τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν Χ (η μια μπροστά και η άλλη πίσω) και καρφώνονται σε κάθε στοιχείο του υποστυλώματος (κατακόρυφα και οριζόντια δοκάρια) με τουλάχιστον 5 καρφιά μήκους 6,5 εκατοστών (Σχήμα 2-20).

² US Department of Homeland Security (DHS), (S&T), (IDD), "Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques", 2011, BIPS 08,USA.



Σχήμα 2-19. Κεντρική οριζόντια δοκός και σημεία καρφώματος της στους κατακόρυφους στύλους.



Σχήμα 2-20. Διαγώνιες δοκοί και σημεία καρφώματος της στους κατακόρυφους και οριζόντιους στύλους.

2.5.5 Στάδια κατασκευής

Σε αντίθεση με τα συστήματα υποστήλωσης με ένα μόνο κατακόρυφο στύλο, τα συστήματα πολλαπλών ξύλινων δοκαριών είναι αρκετά βαρύτερα, οπότε αποφεύγουμε την κατασκευή του εκτός θέσης και την μεταφορά τους στο σημείο υποστήλωσης. **Εδώ το σύστημα κατασκευάζεται στη θέση που θέλουμε να υποστυλώσουμε**, λαμβάνοντας όμως μέτρα για τη σωστή κατασκευή του και την ασφάλεια του προσωπικού.

Επειδή είναι σχετικά πολύπλοκα, απαιτούν υπομονή και σωστούς υπολογισμούς (μέτρημα, κόψιμο, τοποθέτηση) ώστε να γίνουν σωστά, ενώ ένας μέσος χρόνος κατασκευής, για προσωπικό με εμπειρία είναι περίπου 20 με 30 λεπτά.

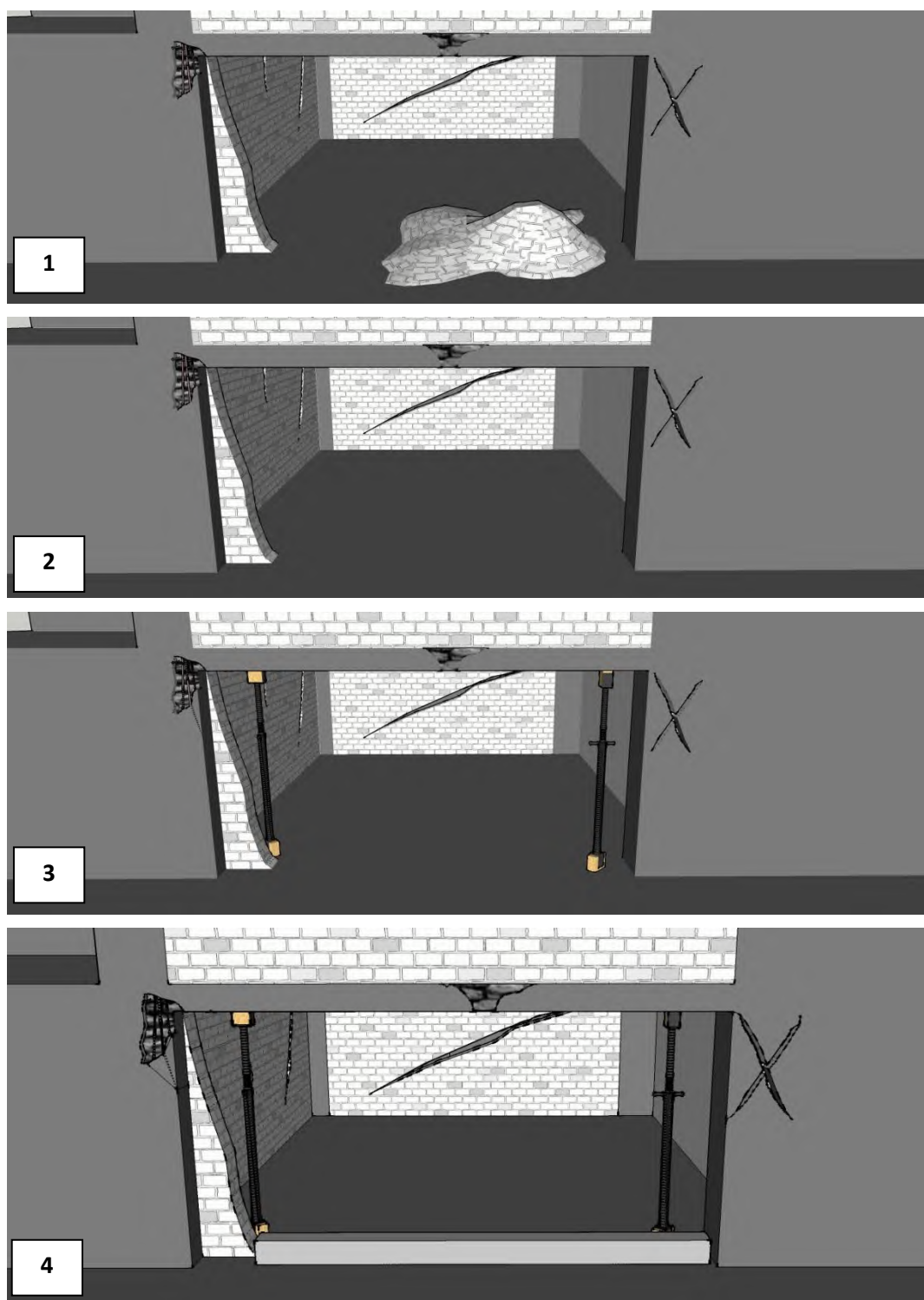
Σημαντικό είναι η κατασκευή του συστήματος υποστήλωσης να επιβλέπεται από εξειδικευμένο μηχανικό ή εκπαιδευμένο άτομο και το σύστημα να ελέγχεται ανά 12 ώρες, μετά από κάθε ισχυρό μετασεισμό ή μετά από κάθε σημαντική μετακίνηση φορτίου, ώστε να διαπιστώνονται πιθανά προβλήματα στην ευστάθεια του.

Αναλυτικά ο τρόπος κατασκευής συστήματος υποστήλωσης με πολλαπλές κατακόρυφες δοκούς είναι ο εξής:

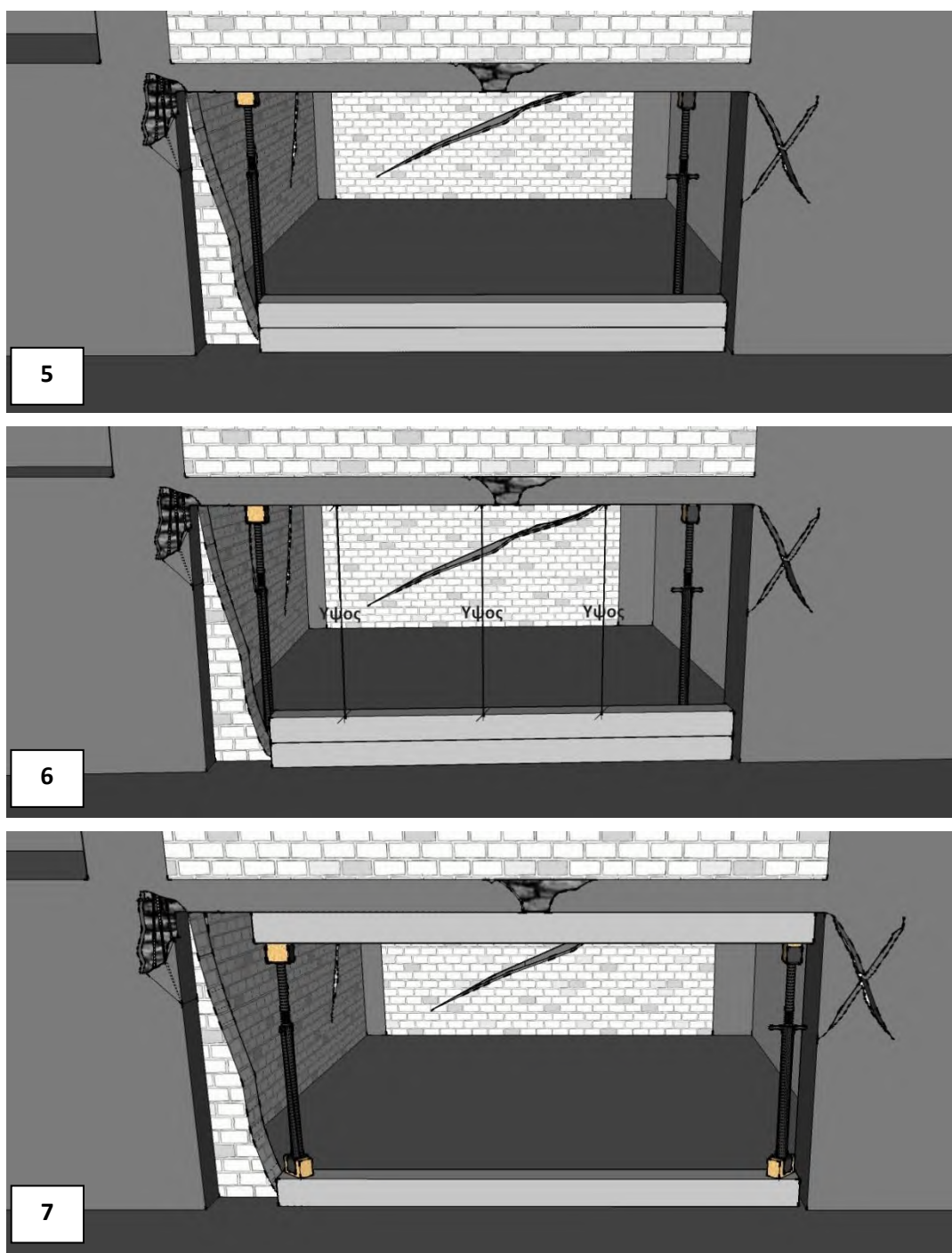
- 1 Επιλέγουμε το σημείο που απαιτείται να τοποθετήσουμε το σύστημα υποστήλωσης - Σχήμα 2-21.1.
- 2 Καθαρίζουμε την περιοχή, όσο είναι δυνατό, από μπάζα και λουπά υλικά, ώστε να μπορέσει να πατήσει η υποστήλωση - Σχήμα 2-21.2.
- 3 Όπου είναι δυνατόν τοποθετούμε προσωρινά υποστυλώματα για να μειώσουμε τον κίνδυνο κατά την εργασία - Σχήμα 2-21.3.
- 4 Απλώνουμε τη δοκό βάσης, ακριβώς κάτω από το σημείο που θα υποστυλώσουμε, ώστε να βρίσκεται παράλληλα με την θέση που θα τοποθετηθεί η δοκός κεφαλής. Να σημειωθεί πως τη δοκό βάσης την κόβουμε στο επιθυμητό μήκος, ανάλογα με τον αριθμό των κατακόρυφων δοκών (υπολογίζουμε περίπου 1.20 μετρά μεταξύ των κατακόρυφων στύλων και 60 εκατοστά εκατέρωθεν.) - Σχήμα 2-21.4.
- 5 Τοποθετούμε τη δοκό κεφαλής πάνω στη δοκό βάσης - Σχήμα 2-21.5.
- 6 Μετράμε την απόσταση από τη δοκό κεφαλής, μέχρι το σημείο που θα υποστυλώσουμε, σε τουλάχιστον 3 σημεία, και κόβουμε στο ανάλογο μήκος τις κατακόρυφες δοκούς υπολογίζοντας και το ύψος των σφηνών - Σχήμα 2-21.6.
- 7 Τοποθετούμε τη δοκό κεφαλής στη θέση που θα υποστυλώσει, την αλφαδιάζουμε με τη δοκό βάσης, ώστε να είναι παράλληλες, και την κρατάμε στη θέση της είτε με τα χέρια (πιο κουραστικό και επικίνδυνο) είτε

με προσωρινά υποστυλώματα, όπως τα μεταλλικά που είναι εύκολα και γρήγορα στην τοποθέτηση και στην αφαίρεση - Σχήμα 2-21.7.

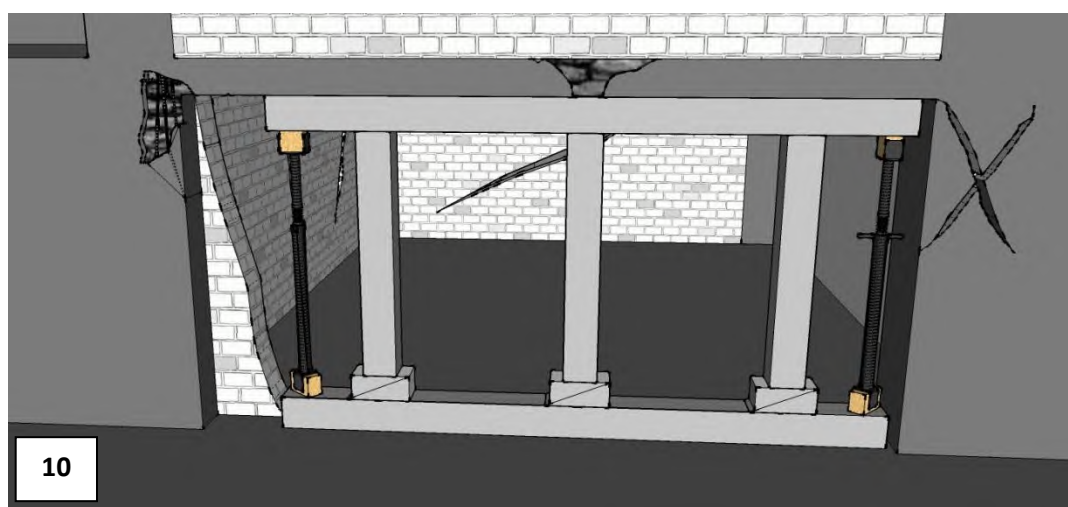
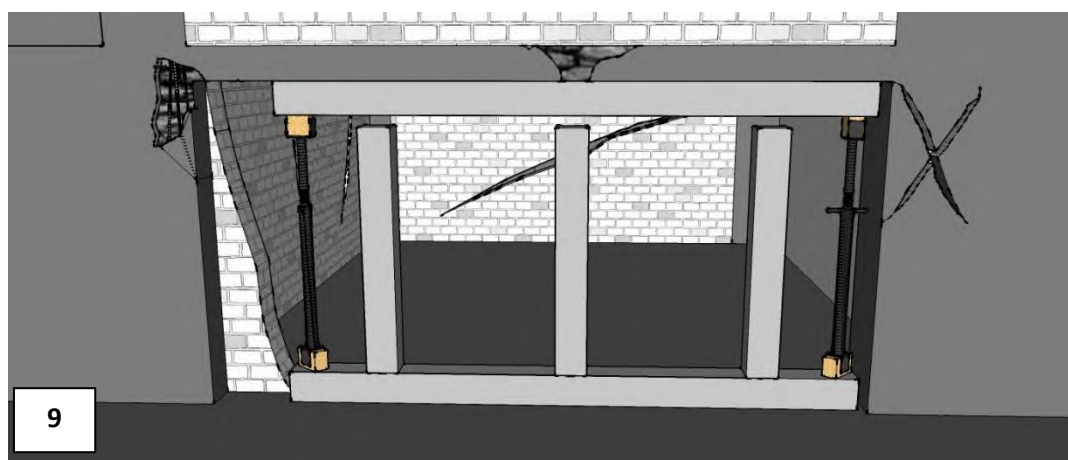
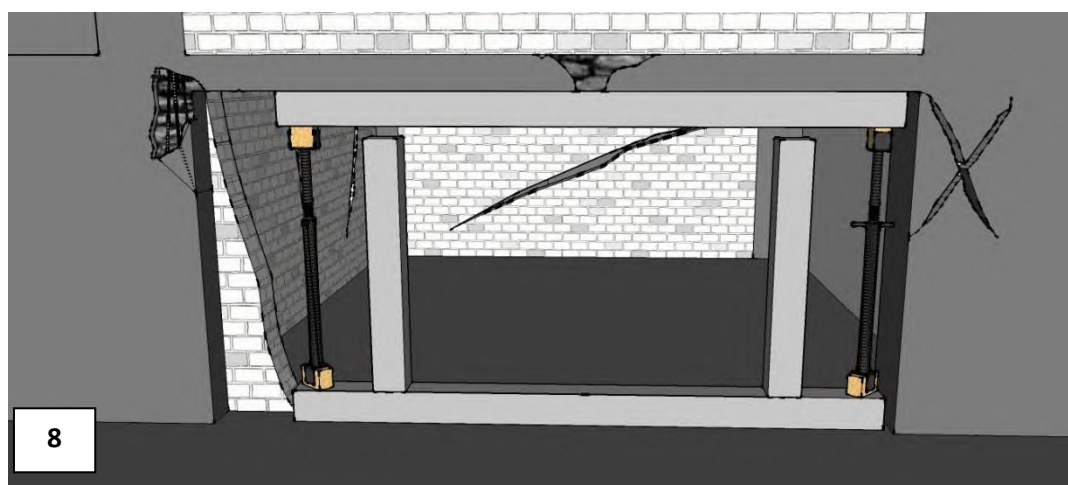
- 8 Αφού έχουμε κόψει τα κατακόρυφα υποστυλώματα στο κατάλληλο μέγεθος, τα τοποθετούμε στη θέση που θα μπουν, πάνω στη δοκό βάσης, ξεκινώντας από τα δύο ακριανά - Σχήμα 2-21.8 - (σε απόσταση 60 εκατοστών από τα άκρα) και συνεχίζοντας με τα ενδιάμεσα (με 1,20 μέτρα απόσταση μεταξύ τους) - Σχήμα 2-21.9.
- 9 Τοποθετούμε δύο σφήνες κάτω από κάθε κατακόρυφο στύλο και σφηνώνουμε, με την διαδικασία που αναπτύχθηκε αναλυτικά παραπάνω - Σχήμα 2-21.10.
- 10 Τοποθετούμε την οριζόντια κεντρική δοκό (για ύψος υποστυλώσης μεγαλύτερο των 2 μέτρων) και την καρφώνουμε σε κάθε κατακόρυφο στύλο - Σχήμα 2-21.11
- 11 Τοποθετούμε τις διαγώνιες δοκούς, εμπρός και πίσω χιαστί, και τις καρφώνουμε σε κάθε κατακόρυφο στύλο καθώς και στις οριζόντιες δοκούς κεφαλής και βάσης - Σχήμα 2-21.12.
- 12 Καρφώνουμε με ξύλινες πλάκες σύνδεσης τις οριζόντιες δοκούς κεφαλής και βάσης με τις κατακόρυφες δοκούς. Στη βάση καρφώνουμε πλάκες και στις δύο πλευρές του υποστυλώματος, ενώ στην κορυφή, μόνο στη μία - Σχήμα 2-21.13.
- 13 Ασφαλίζουμε το υποστυλωμα και ελέγχουμε την ευστάθειά του - Σχήμα 2-21.14.



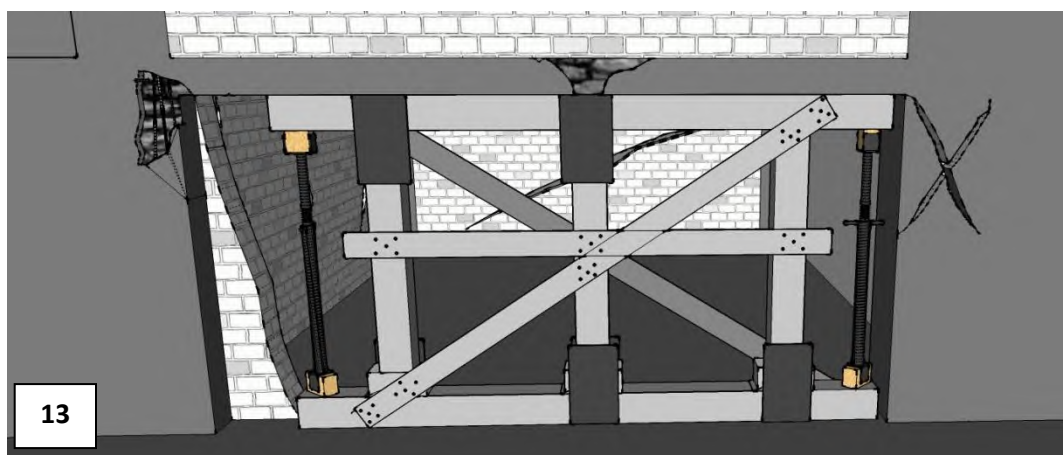
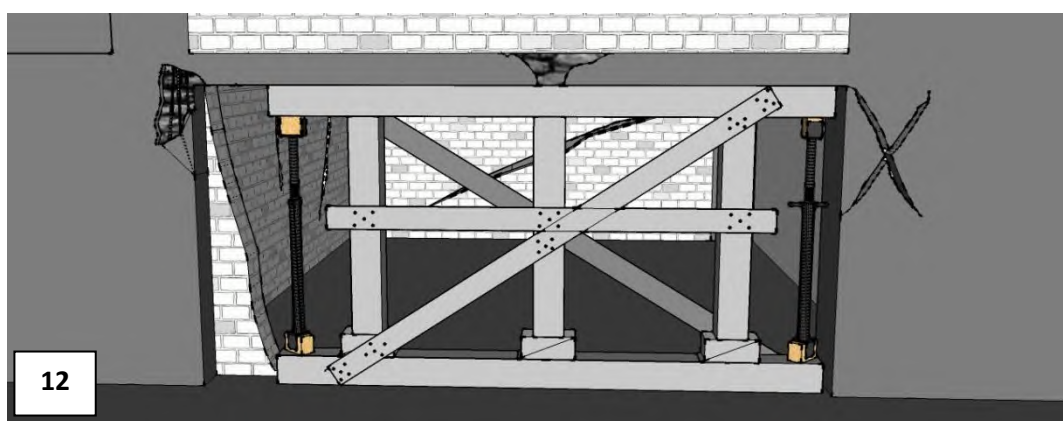
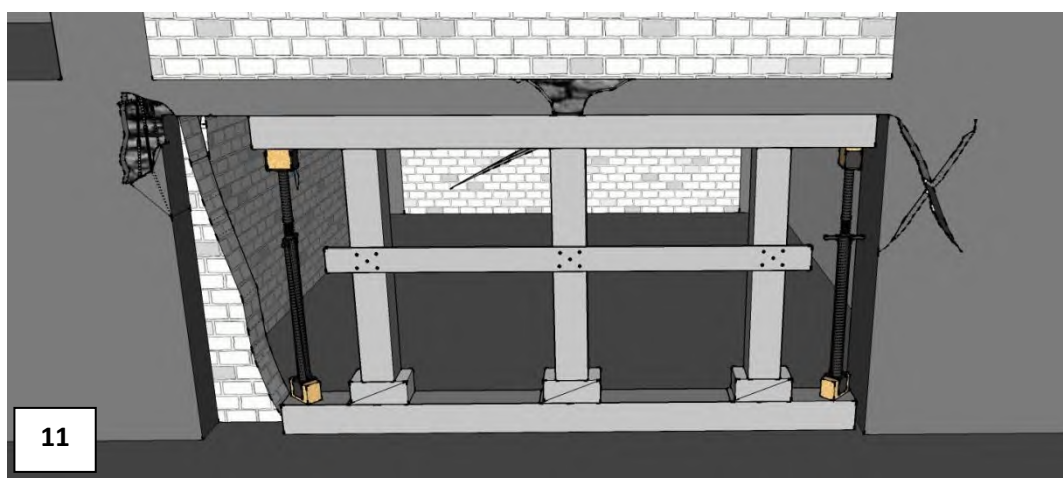
Σχήμα 2-21. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος πολλαπλών υποστυλωμάτων.



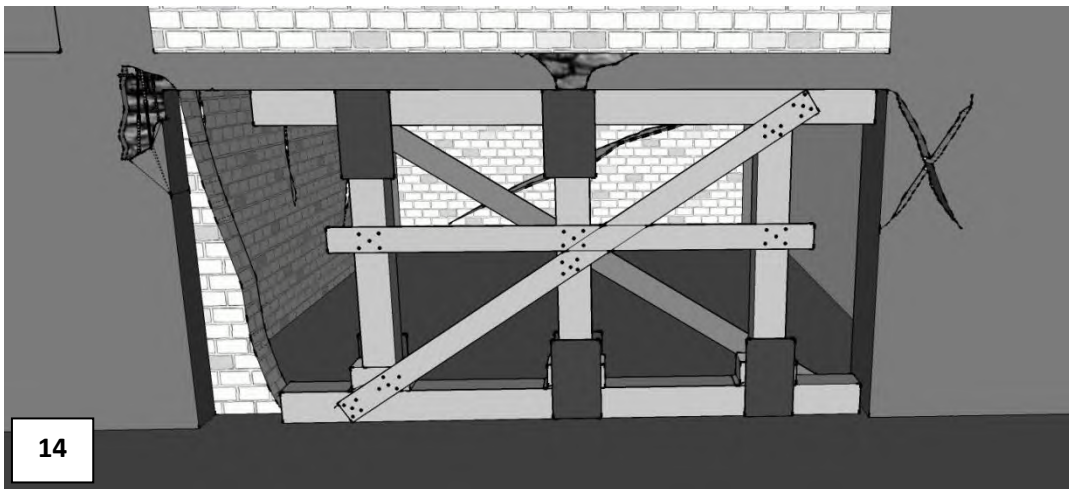
Σχήμα 2-21. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος πολλαπλών υποστυλωμάτων.



Σχήμα 2-21. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος πολλαπλών υποστυλωμάτων.



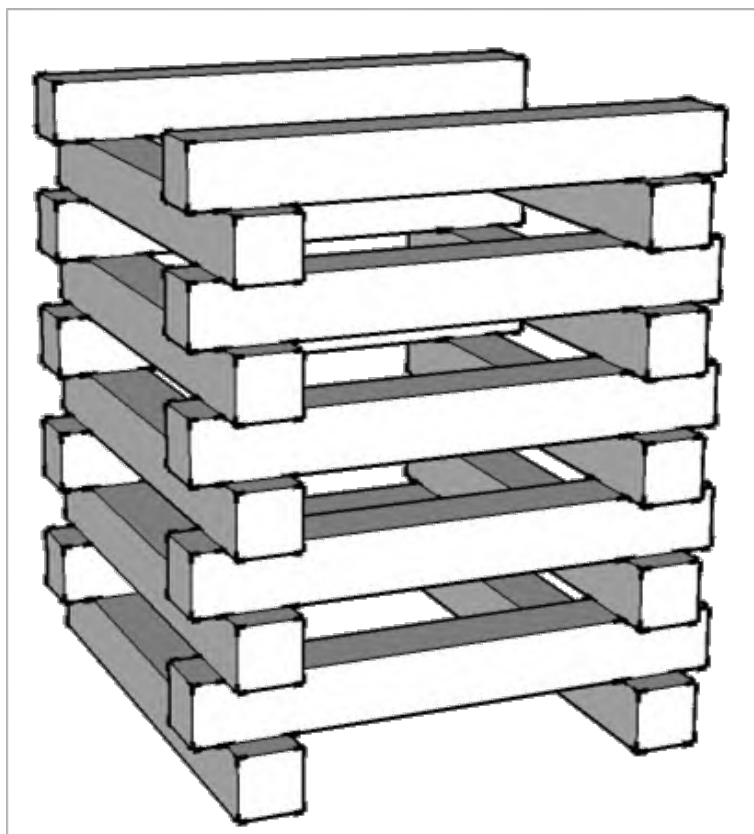
Σχήμα 2-21. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος πολλαπλών υποστυλωμάτων.



Σχήμα 2-21. Διαδικασία κατασκευής ξύλινου συστήματος πολλαπλών υποστυλωμάτων.

2.6 Υποστύλωση τακαρίας.

Πέρα από τις υποστυλώσεις που κατασκευάζονται από ξύλινα τμήματα τα οποία καρφώνονται μεταξύ τους υπάρχουν και τα συστήματα υποστύλωσης με τακαρία, στα οποία τοποθετούμε ξύλινες δοκούς σε στρώσεις εναλλάξ, η μία πάνω από την άλλη, και μέσω του βάρους τους αποκτούν στιβαρότητα και υποστηρίζουν το σπασμένο τμήμα του κτιρίου.



Σχήμα 2-22. Σύστημα υποστύλωσης τακαρίας.

Η υποστύλωση τακαρίας είναι από τις πλέον απλές υποστυλώσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις έρευνας και διάσωσης από σεισμό. Δεν απαιτεί εκτεταμένες ξυλουργικές εργασίες, όπως κοψίματα και καρφώματα, ενώ μια τέτοιου είδους υποστύλωση μπορεί να φτάσει σε αρκετά μεγάλο ύψος και να παραλάβει πολύ μεγάλα φορτία.

Ακόμα ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου υποστύλωσης είναι πως επειδή δεν έχει ξύλινα στοιχεία μεγάλου μήκους, είναι δύσκολο να σπάσει απότομα. Αντίθετα πιθανό

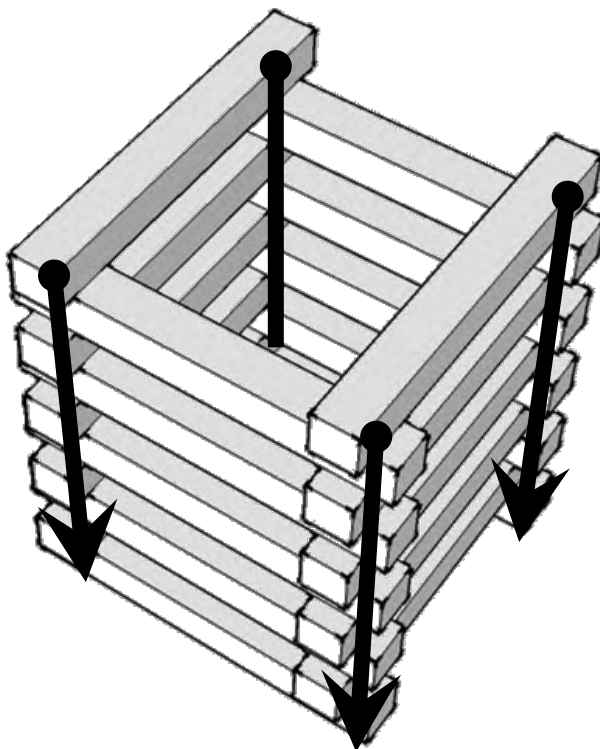
σπάσιμο της μπορεί να προκληθεί από την σύνθλιψη των δοκών, συνεπώς πριν σπάσει θα μας προειδοποιήσει εγκαίρως. Βασικό της μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί μεγάλη ποσότητα ξυλείας για να πραγματοποιηθεί, η οποία πολύ δύσκολα θα είναι διαθέσιμη σε ένα πεδίο κατάρρευσης.

Η υποστήλωση τακαρίας λειτουργεί μεταφέροντας το βάρος του υποστηριζόμενου στοιχείου από την μία δοκό στην άλλη. Συγκεκριμένα το βάρος περνάει από το σημείο που η κάθε ξύλινη δοκός ακουμπάει στην από κάτω της και από εκεί ούτω κάθε εξής μέχρι το έδαφος. Συνεπώς μια τυπική υποστήλωση τακαρίας, με δύο δοκούς σε κάθε επίπεδο, έχει 4 άξονες από όπου μεταφέρονται τα φορτία (Σχήμα 2-23).

Έτσι το υποστηριζόμενο στοιχείο θα πρέπει να βρίσκεται είτε απευθείας πάνω, είτε περίπου στο κέντρο βάρους των αξόνων αυτών. Σε περίπτωση που το υποστηριζόμενο στοιχείο δεν ακουμπά στους άξονες της τακαρίας ή στο μέσο της υποστήλωσης, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η υποστήλωση να σπάσει.



Φωτογραφία 2-5. Εκτεταμένη υποστήλωση τακαρίας για συγκράτηση οροφής ορυχείου (2020, “Wieliczka” Salt Mine, Wieliczka, Πολωνία).



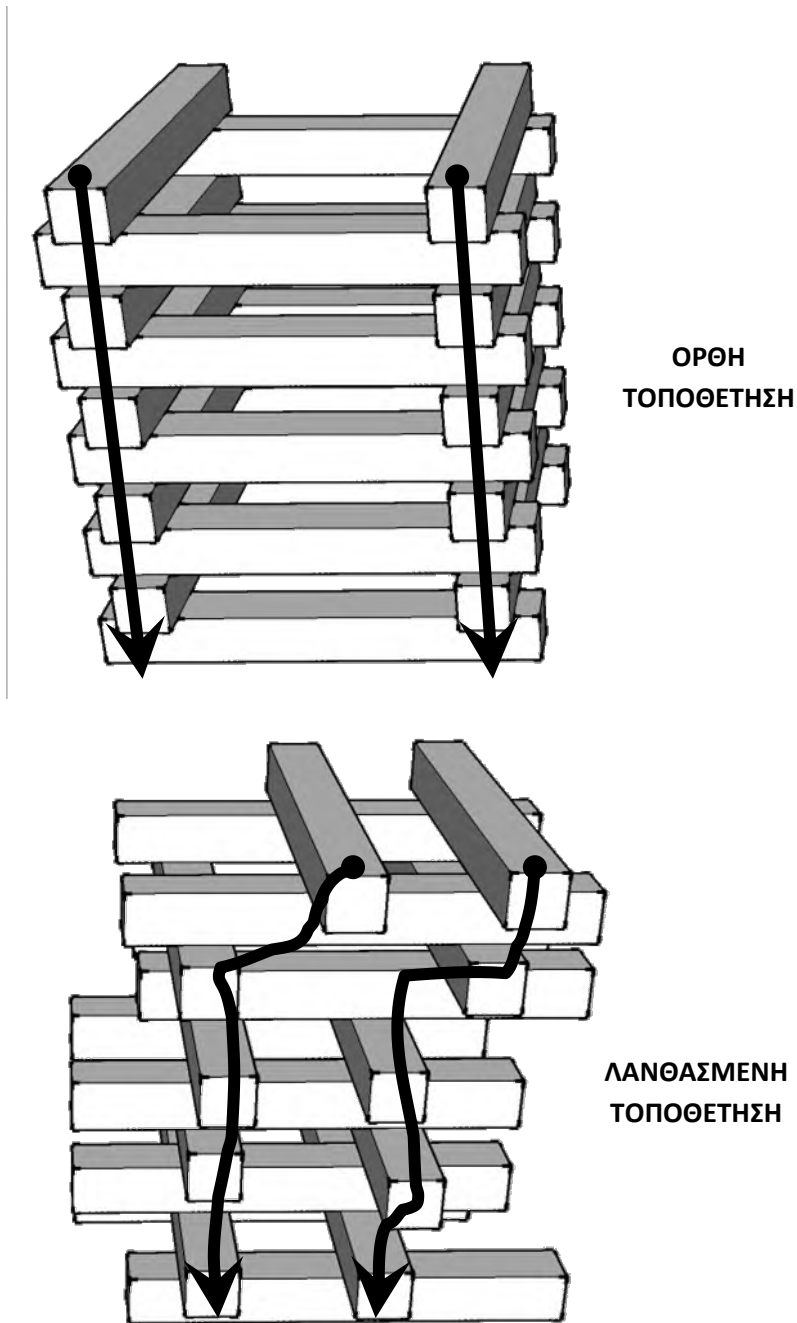
Σχήμα 2-23. Μεταφορά βάρους μέσω της υποστύλωσης τακαρίας (άξονες τακαρίας).

Οι ξύλινες δοκοί που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μιας τακαρίας πρέπει να είναι διαστάσεων 10 επί 10 εκατοστών, χωρίς αυτό βέβαια να αποκλείει και την χρήση μεγαλύτερης διατομής δοκών. Σημαντικό είναι κατά το στοίβαγμα των δοκών, να αφήνουμε μία προεξοχή σε κάθε δοκό τουλάχιστον 10 εκατοστά, ώστε ο άξονας να μην βρίσκεται στην άκρη και σπάσει.

Σε κάθε περίπτωση, όταν κατασκευάζουμε ένα υποστύλωμα τακαρίας θα πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι παρακάτω οδηγίες.

2.6.1 Συμμετρική τοποθέτηση

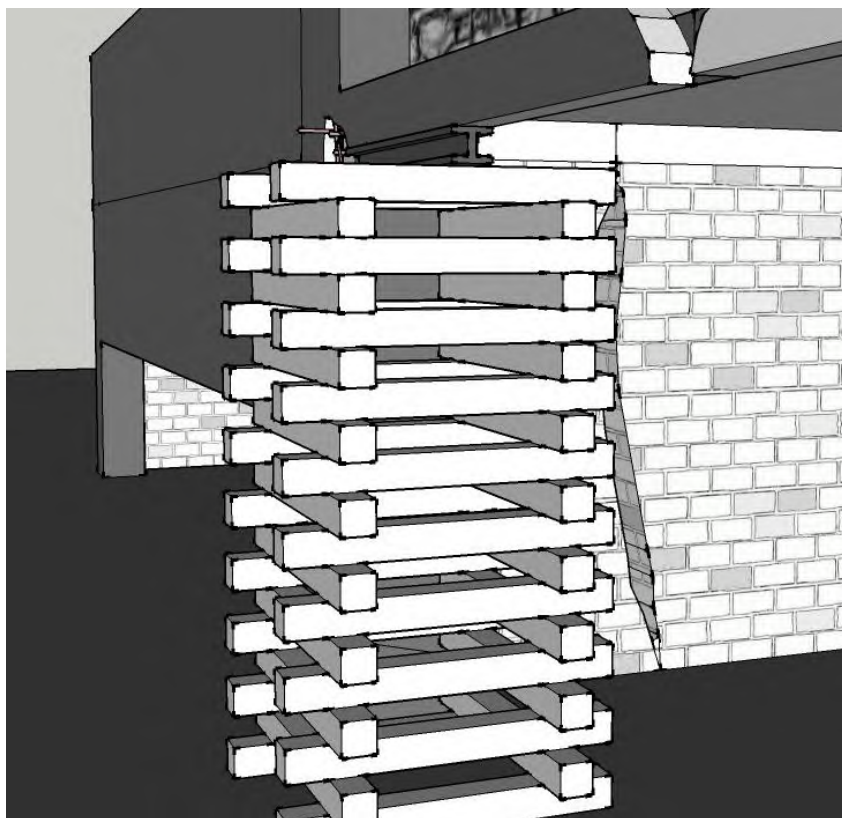
Οι δοκοί θα πρέπει να τοποθετούνται συμμετρικά η μία κάτω από την άλλη στην ίδια ευθεία, ώστε να μην διακόπτεται η διαδρομή μεταφοράς των βαρών (Σχήμα 2-24).



Σχήμα 2-24. Οι δοκοί θα πρέπει να τοποθετούνται συμμετρικά η μία κάτω από την άλλη ώστε να μην διακόπτεται η επαφή των δοκών.

2.6.2 Κεφαλή υποστύλωσης.

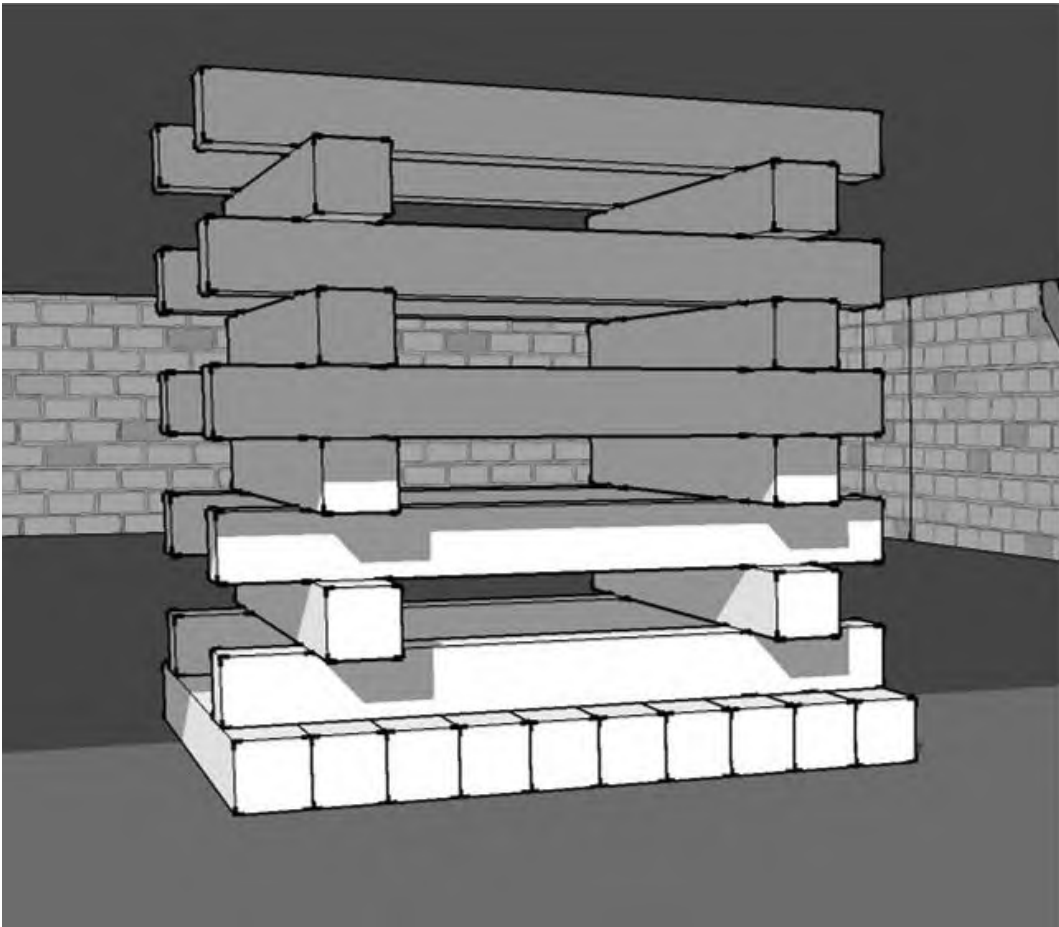
Η υποστύλωση με τακαρία θα πρέπει τοποθετείτε ώστε το βάρος να είναι στο κέντρο της υποστύλωσης και αν είναι δυνατό να πατάει στους άξονες της τακαρίας. Αυτό είναι εφικτό στις περιπτώσεις υποστύλωσης πλακών ή άλλων τέτοιων στοιχείων μεγάλου εύρους. Στις περιπτώσεις που υποστυλώνουμε δοκάρια, θα πρέπει να τοποθετούμε την υποστύλωση με τέτοιο τρόπο ώστε είτε το δοκάρι να πατάει σε δύο τουλάχιστον άξονες της τακαρίας. Αν αυτό δεν γίνεται φροντίζουμε να τοποθετήσουμε μία ξύλινη πλάκα στην κεφαλή της υποστύλωσης, η οποία θα μαζεύει τα φορτία και θα τα μεταφέρει στους άξονες. Ένας άλλος τρόπος να υποστυλώνουμε δοκάρια είναι στην κεφαλή της τακαρίας να τοποθετούμε δύο ισχυρές και άκαμπτες δοκούς, όπως μεταλλικά δοκάρια διπλού T, και μέσω αυτών να μεταφέρουμε το βάρος στους άξονες (Σχήμα 2-25).



Σχήμα 2-25. Χρήση μεταλλικών δοκών, στην κεφαλή της υποστύλωσης, σε περίπτωση υποστύλωσης γραμμικών στοιχείων (δοκαριών).

2.6.3 Βάση υποστήλωσης.

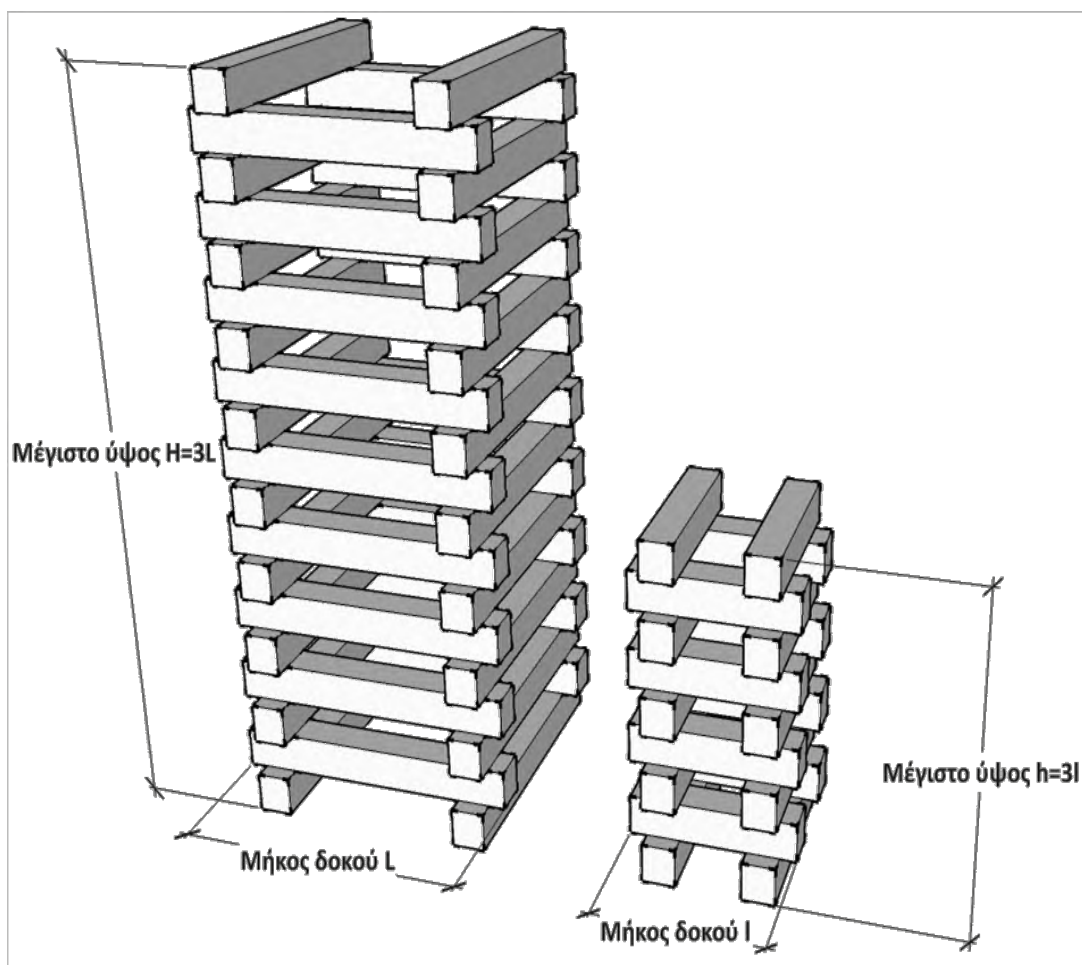
Επειδή όλα τα βάρη μεταφέρονται στο δάπεδο μέσω της βάσης της τακαρίας, θα πρέπει αυτή να έχει μεγάλη αντοχή ώστε να αντέξει. Αν η τακαρία πατάει σε έδαφος με μικρή αντοχή τότε υπάρχει σοβαρή περίπτωση να βουλιάξει ή να τουμπάρει. Για να μειώσουμε την πίεση που ασκείται στο δάπεδο, μπορούμε να αυξήσουμε την επιφάνεια της βάσης της, ώστε τα βάρη να κατανέμονται σε μεγαλύτερη επιφάνεια. **Αυτό το πετυχαίνουμε κάνοντας την βάση συνεχή, δηλαδή τοποθετώντας όχι μόνο δύο δοκάρια αλλά πολλά δοκάρια, το ένα κολλητά με το άλλο, ώστε να γίνει ένα ενιαίο σύνολο** (Σχήμα 2-26).



Σχήμα 2-26. Συμπαγής βάση υποστήλωσης με τακαρία, με πολλά ξύλινα δοκάρια, για σταθερότερη έδραση.

2.6.4 Ύψος υποστύλωσης

Το μέγιστο ύψος το οποίο μπορεί να φτάσει μια τακαρία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει 3 φορές το μήκος κάθε δοκαριού. Η παραπάνω οδηγία δεν είναι απόλυτα δεσμευτική, ενώ ο γενικός κανόνας λέει πως όσο μεγαλύτερο το μήκος του δοκαριού τόσο μεγαλύτερο ύψος υποστύλωσης μπορεί να κατασκευαστεί, συνεπώς τόσο μεγαλύτερου εύρους στοιχείο μπορεί να υποστυλώσουμε (π.χ. μία πλάκα) (Σχήμα 2-27).



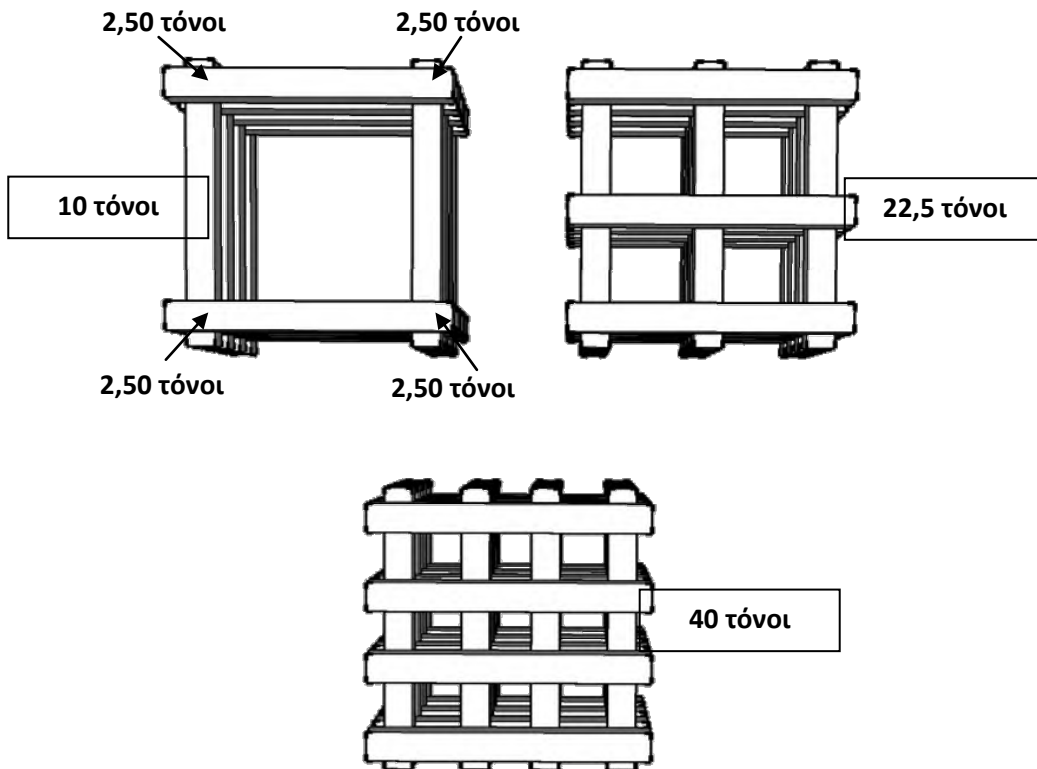
Σχήμα 2-27. Το μέγιστο ύψος υποστύλωσης τακαρίας, προτείνεται 3 φορές το μήκος των δοκών που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της.

2.6.5 Συνολική αντοχή υποστυλώματος.

Όπως αναφέραμε ήδη, τα βάρη από τα σπασμένα στοιχεία μιας κατασκευής, μεταφέρονται από την υποστύλωση στο δάπεδο μέσω των αξόνων που σχηματίζονται από τα σημεία επαφής των ξύλινων δοκών της τακαρίας. Έτσι το συνολικό βάρος το οποίο μπορεί να κρατήσει μια υποστύλωση με τακαρίες εξαρτάται από αυτούς τους άξονες.

Συγκεκριμένα θεωρούμε πως κάθε άξονας, κάθε δηλαδή σειρά σημείων επαφής των δοκών διαστάσεων 10x10 εκατοστών, μπορεί να μεταφέρει βάρος περίπου 2,5 τόνων. Έτσι μια τυπική υποστύλωση τακαρίας με δύο δοκούς ανά επίπεδο (4 σημεία επαφής - άξονες) μπορεί να μεταφέρει βάρος περίπου 10 τόνων.

Αντίστοιχα μια τακαρία με 3 δοκούς ανά επίπεδο έχει $3 \times 3 = 9$ σημεία επαφής (άξονες) και δυνατότητα μεταφοράς βάρους περίπου $9 \times 2,5$ τόνους = 22,5 τόνους, μια τακαρία με 4 δοκούς ανά επίπεδο και $4 \times 4 = 16$ άξονες δυνατότητα μεταφοράς βάρους περίπου $16 \times 2,5$ τόνους = 40 τόνους και ούτω κάθε εξής (Σχήμα 2-28).



Σχήμα 2-28. Μέγιστο βάρος που μπορεί να μεταφέρει μια υποστύλωση τακαρίας.

3

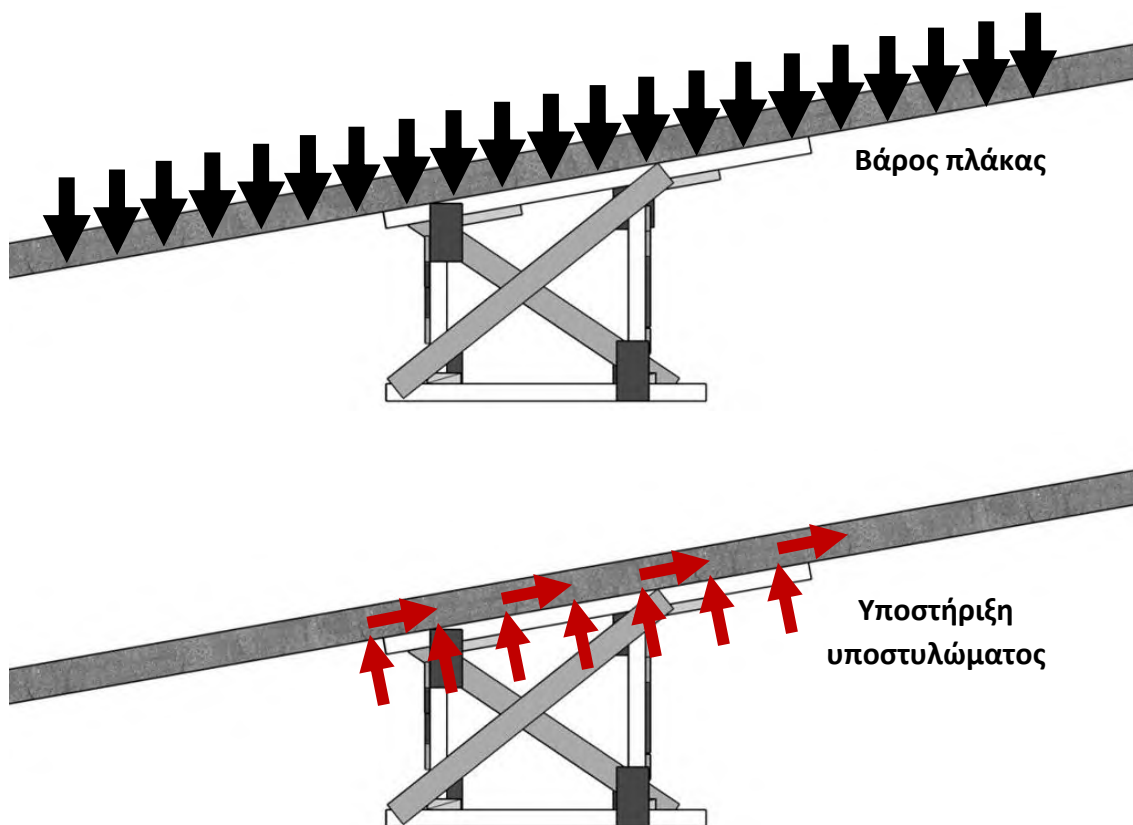
Κεκλιμένα Συστήματα Υποστύλωσης

Μια ιδιαίτερη κατηγορία υποστυλωμάτων είναι τα υποστυλώματα που χρησιμοποιούνται για την υποστήλωση κεκλιμένων επιφανειών ή κεκλιμένων στοιχείων. Τέτοιες διατάξεις κατασκευάζονται για να υποστηρίξουν στοιχεία τα οποία λόγω μερικής κατάρρευσης έχουν πάρει κλίση όπως πλάκες και δοκάρια, ενώ χρησιμοποιούνται ακόμα και για υφιστάμενα κεκλιμένα στοιχεία, όπως τα κλιμακοστάσια.



Φωτογραφία 3-1. Υποστύλωση κεκλιμένης πλάκας (πηγή: TEEX, Texas A&M Engineering Extension Service, url:<https://teex.org>)

Οι συγκεκριμένες υποστυλώσεις έχουν την λογική της μεταφοράς του βάρους στο έδαφος, όπως και οι τυπικές κατακόρυφες υποστυλώσεις, με την διαφορά πως εδώ λόγω κλίσης χρησιμοποιούνται και οι δυνάμεις της τριβής. Για να κατανοήσουμε τον τρόπο λειτουργίας των κεκλιμένων υποστυλώσεων θα δούμε το παράδειγμα μιας πλάκας η οποία έχει σπάσει στην μια της στήριξη και βρίσκεται υπό κλίση. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η κατασκευή μιας υποστυλώσεως η οποία θα παραλάβει το βάρος της πλάκας και θα την ανακουφίσει, αποτρέποντας την ολική της πτώση (Σχήμα 3-1).

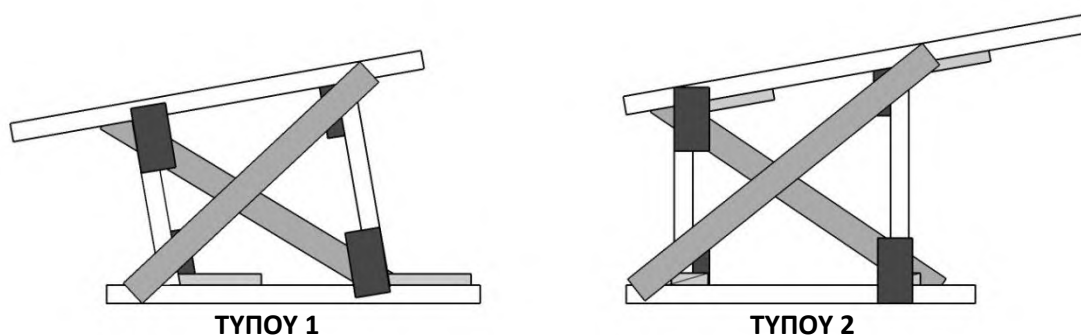


Σχήμα 3-1. Τρόπος υποστήριξης κεκλιμένων υποστυλωμάτων.

Ταυτόχρονα όμως θα πρέπει η συγκεκριμένη πλάκα να συγκρατηθεί και να μην γλιστρήσει προς την κατεύθυνση που έχει πέσει, έτσι η υποστύλωση θα πρέπει να λειτουργήσει και ως “φρένο”, χρησιμοποιώντας τις δυνάμεις της τριβής (Σχήμα 3-1).

Οι υποστυλώσεις που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους αντιστηρίξεις είναι κυρίως τριών ειδών και συγκεκριμένα:

- κεκλιμένες ξύλινες υποστυλώσεις Τύπου 1
- κεκλιμένες ξύλινες υποστυλώσεις Τύπου 2
- και κεκλιμένες τακαρίες



Σχήμα 3-2. Κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1 (αριστερά) και Τύπου 2 (δεξιά).

Τα κεκλιμένα ξύλινα υποστυλώματα κατασκευάζονται από ξύλινα μέρη με την ίδια λογική όπως και τα συστήματα κατακόρυφων υποστυλώσεων. Καρφώνονται δηλαδή μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργούν μία υποστύλωση τύπου “πύργου”, με κεκλιμένη άνω επιφάνεια, ώστε να έρχονται σε πλήρη επαφή με το στοιχείο που θα κληθούν να υποστυλώσουν. Κατασκευαστικά, έχουν επικρατήσει δύο τύποι υποστυλωμάτων, ανάλογα με την κατάσταση του στοιχείου που απαιτεί υποστύλωση.

Χαρακτηριστικό αυτής της μορφής υποστυλώσεων είναι πως τα ξύλινα δοκάρια που μεταφέρουν τα βάρη και αποτελούν το βασικότερο κομμάτι της υποστύλωσης είναι κάθετα στο στοιχείο που υποστυλώνεται, δηλαδή είναι κεκλιμένα. Αντίθετα στα υποστυλώματα Τύπου 2, όπου απαιτείται εξασφάλιση του συστήματος και από ολίσθηση, οι κύριες ξύλινες δοκοί είναι κατακόρυφες και κάθετες στο δάπεδο (**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της ναφοράς δεν βρέθηκε.**).

Συγκεκριμένα αν απαιτείται η υποστύλωση ενός κεκλιμένου στοιχείου που είναι συνδεδεμένο με την υπόλοιπη κατασκευή χρησιμοποιούνται υποστυλώσεις Τύπου 1, ενώ όταν απαιτείται η υποστύλωση στοιχείου που έχει αποκολληθεί πλήρως από τα υπόλοιπα στοιχεία του κτιρίου ενδείκνυται η κατασκευή υποστυλώσεων Τύπου 2, λόγω αλλαγής των απαιτήσεων παραλαβής φορτίων.

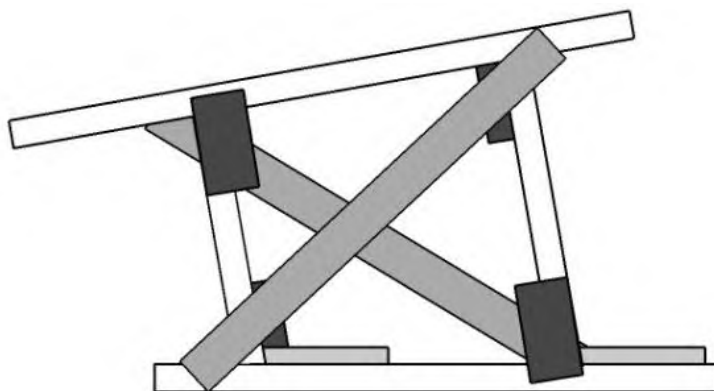
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα σημεία των βασικών αυτών υποστυλώσεων, καθώς και οδηγίες κατασκευής τους.

3.1 Κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1.

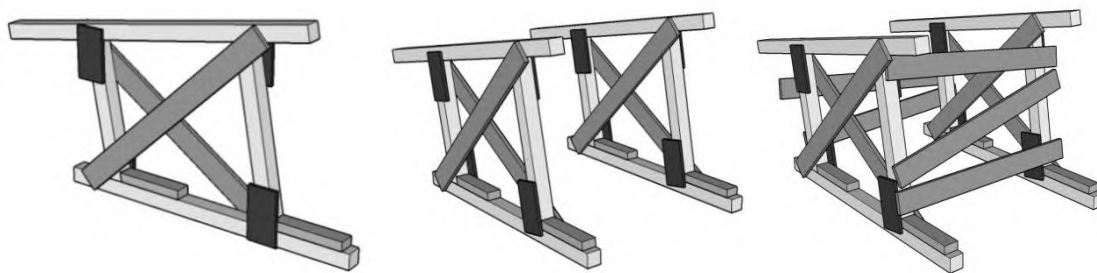
Οι κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1 χρησιμοποιούνται για την υποστήλωση κεκλιμένων τμημάτων του κτιρίου που βρίσκονται μερικώς σε επαφή με την υπόλοιπη κατασκευή και δεν έχουν αποκολληθεί πλήρως.

Ο παραπάνω τύπος υποστήλωσης προϋποθέτει πως δεν υπάρχει κίνδυνος το στοιχείο να γλιστρήσει από την θέση του, γιατί συνδέεται με την κατασκευή αλλά και γιατί μπορεί να έχει στη βάση του κάποιο βάρος που το διασφαλίζει (όγκος ερειπίων κ.τ.λ.). Αυτές οι περιπτώσεις είναι και οι πλέον συνήθεις στα πεδία καταρρεύσεων, αφού οι πλάκες οι οποίες συνήθως παίρνουν κλίση μετά από μια μερική κατάρρευση, παραμένουν συνδεδεμένες σε μια τους θέση με το υπόλοιπο κτίριο, διασφαλίζοντας τες, ως ένα βαθμό, από ολίσθηση.



Σχήμα 3-3. Κεκλιμένο υποστύλωμα Τύπου 1

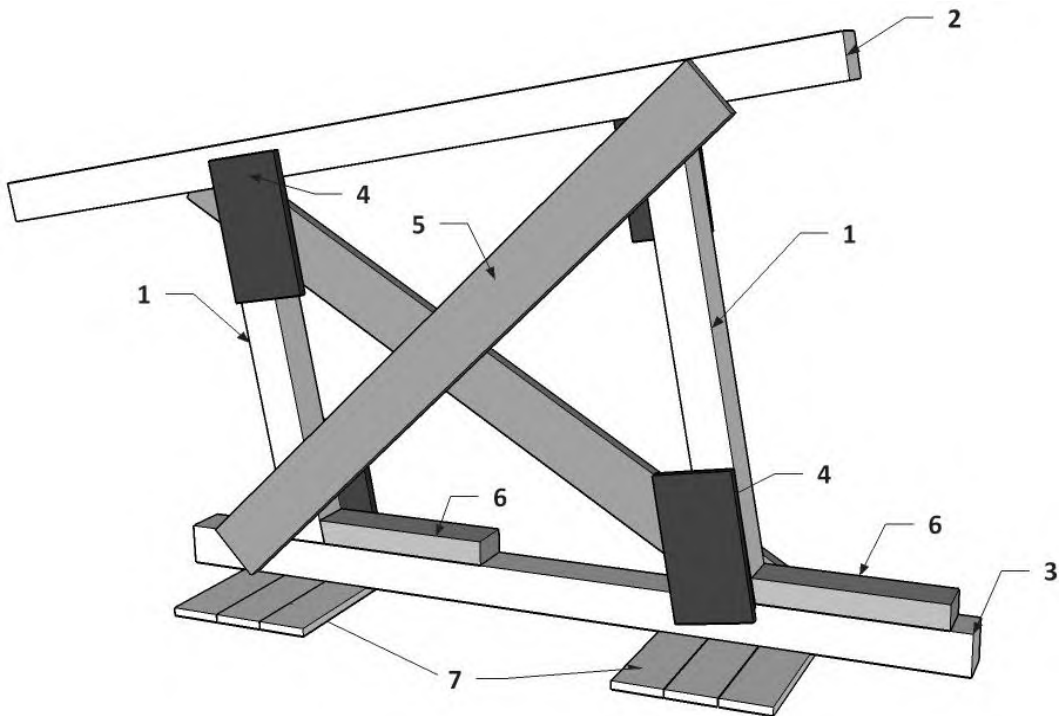
Συγκεκριμένα ένα ξύλινο σύστημα υποστήλωσης αποτελείται από τα ένα ζεύγος κεκλιμένων υποστυλώσεων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με δοκούς σχηματίζοντας ένα ενιαίο στοιχείο (Σχήμα 3-4).



Σχήμα 3-4. Συνδυασμός δύο κεκλιμένων υποστυλώσεων για κατασκευή του τελικού συστήματος.

Καθένα από τα κεκλιμένα υποστυλώματα αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Κύριες δοκοί.
2. Δοκός κεφαλής.
3. Δοκός βάσης.
4. Πλάκες σύνδεσης (τσόντες).
5. Διαγώνιες δοκοί.
6. Στηρίγματα.
7. Πέλμα βάσης.



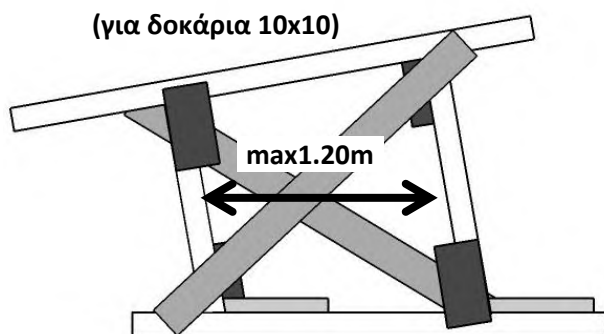
Σχήμα 3-5. Τυπική διάταξη κεκλιμένης υποστήλωσης Τύπου 1.

3.1.1 Κύριες δοκοί, δοκός κεφαλής και βάσης.

Όπως και στις ξύλινες κατακόρυφες υποστυλώσεις, έτσι και εδώ, τα βασικά ξύλινα τμήματα του συστήματος, δηλαδή τα κύρια δοκάρια, το δοκάρι κεφαλής και το δοκάρι βάσης είναι ξύλινες τετράγωνες δοκοί διαστάσεων κατ'ελάχιστον 10 επί 10 εκατοστά, ενώ κάποιες φορές μπορεί να χρησιμοποιηθούν και δοκάρια διάστασης 15 επί 15 εκατοστών ή μεγαλύτερα. Αναφορικά με το βάρος που μια τέτοια υποστύλωση μπορεί να μεταφέρει, **ενδεικτικά αναφέρουμε πως μια υποστύλωση αποτελούμενη από δοκάρια διαστάσεων 10x10 εκατοστά μπορεί να φέρει βάρος περίπου 10 τόνων**, μέγεθος όμως όχι απόλυτο αφού εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένης και της κλίσης του κεκλιμένου στοιχείου.

Εάν η απόσταση μεταξύ των κυρίων δοκαριών είναι πολύ μεγάλη η υποστύλωση δεν θα μπορέσει να παραλάβει τα βάρη και θα σπάσει. Συγκεκριμένα τα κύρια δοκάρια θα πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση μικρότερη ή ίση των **1.20 μέτρων για δοκάρια 10x10 εκατοστά και 1,50 μέτρα για δοκάρια 15x15 εκατοστά** (Σχήμα 3-6).

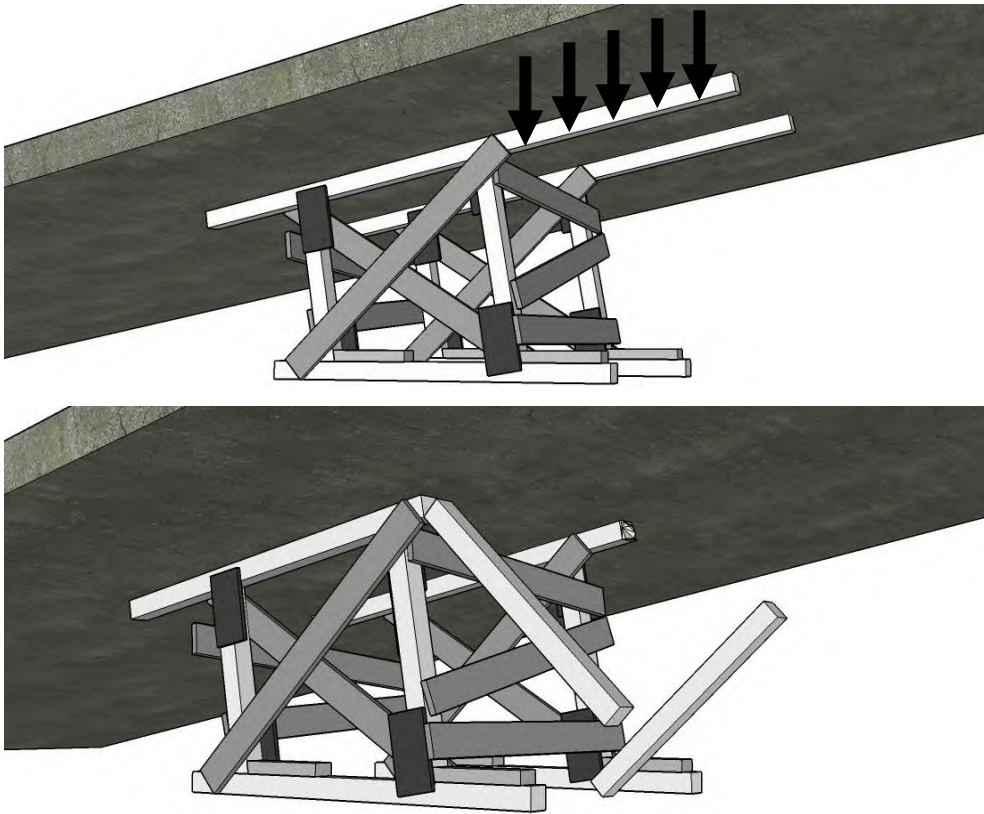
Οι κύριες δοκοί τοποθετούνται κάθετα στο δοκάρι κεφαλής και κεκλιμένα σε σχέση με το δοκάρι της βάσης, τα οποία θα πρέπει να είναι ίδιων διαστάσεων διατομής με τις κύριες δοκούς, ώστε το σύστημα να μπορεί να “κουμπώσει” σωστά. Η δοκός κεφαλής τοποθετείται



Σχήμα 3-6. Μέγιστη απόσταση κυρίων δοκών.

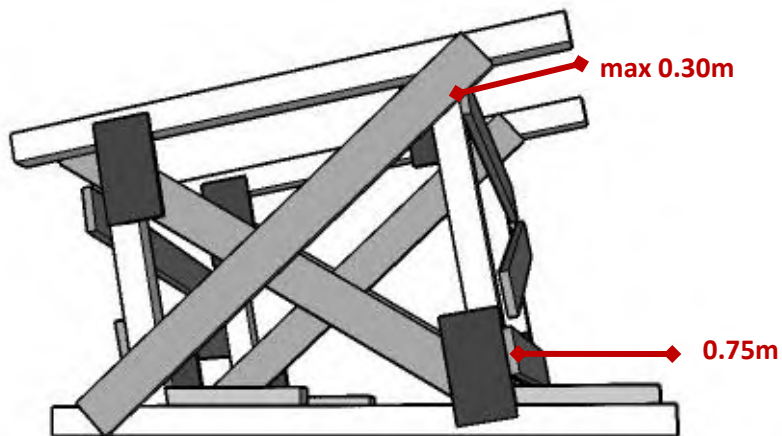
παράλληλα στο κεκλιμένο στοιχείο που υποστυλώνεται ενώ η δοκός βάσης τοποθετείται παράλληλα με το έδαφος.

Η δοκός κεφαλής δεν θα πρέπει να προεξέχει πολύ πέραν των κυρίων δοκών γιατί υπάρχει η περίπτωση να φορτιστεί τοπικά και να σπάσει κάτω από το βάρος ενός σπασμένου τμήματος της υπερκείμενης πλάκας (Σχήμα 3-7).



Σχήμα 3-7. Μεγάλη προεξοχή της πλάκας κεφαλής ή βάσης μπορεί να οδηγήσει σε σπάσιμο.

Η μέγιστη απόσταση που επιτρέπεται να προεξέχει η δοκός κεφαλής είναι 30 εκατοστά, ενώ αντίστοιχα η δοκός της βάσης θα πρέπει να προεξέχει περί τα 75 εκατοστά, ώστε να μπορούν να καρφωθούν και τα στηρίγματα, όπως θα δούμε και παρακάτω.



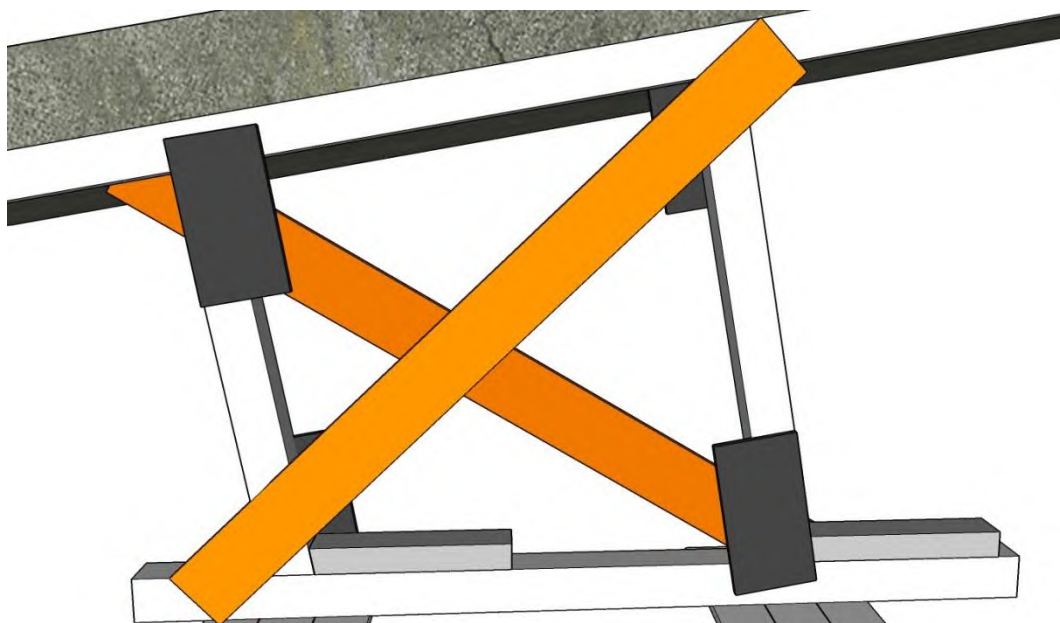
Σχήμα 3-8. Προεξοχή δοκών κεφαλής και βάσης.

3.1.2 Διαγώνιες δοκοί.

Για να γίνει το υποστύλωμα πιο άκαμπτο καρφώνεται σε κάθε πλευρά του από μία ξύλινη δοκός, η οποία τοποθετείται διαγώνια ώστε να πιάνει την μία κύρια δοκό στο επάνω μέρος της και την άλλη στο κάτω.

Η δοκός που χρησιμοποιείται είναι συνήθως ξύλινη “τάβλα”, μικρού πάχους και πλάτους κατ’ελάχιστο 15 εκατοστών, ενώ καρφώνεται με την κλασσική διάταξη καρφιών 2-1-2 εναλλάξ ώστε να πιάνει τόσο τις κύριες δοκούς όσο και τις δοκούς κεφαλής και βάσης.

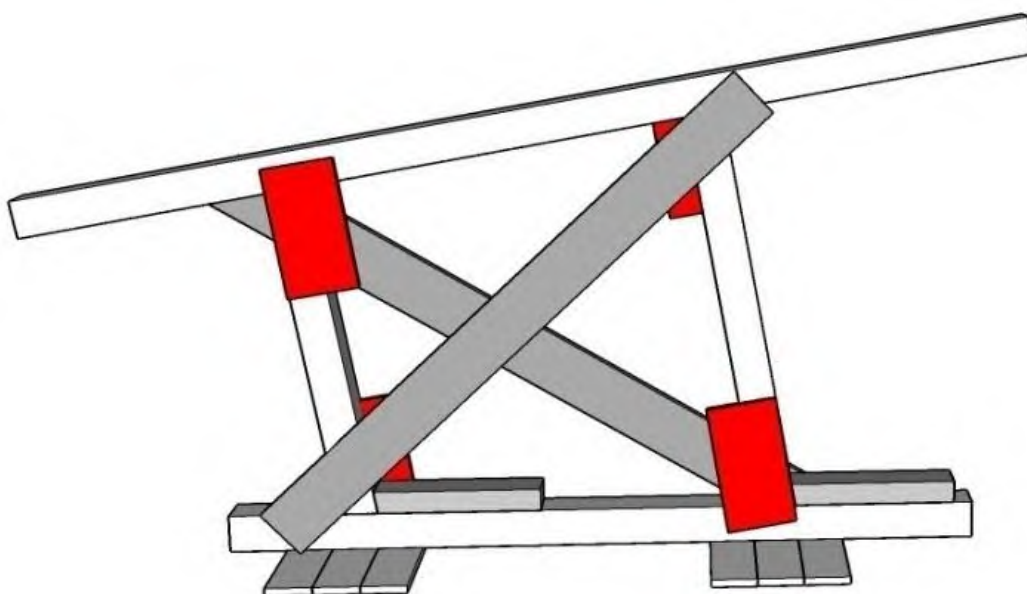
Όπως αναφέρθηκε, οι διαγώνιες δοκοί καρφώνονται τόσο στην μπροστά όσο και στην πίσω όψη του υποστυλώματος, με διαφορετική κατεύθυνση ώστε να σχηματίζουν ένα “X”.



Σχήμα 3-9. Διαγώνιες δοκοί σε σύστημα κεκλιμένης υποστύλωσης τύπου 1.

3.1.3 Πλάκες σύνδεσης.

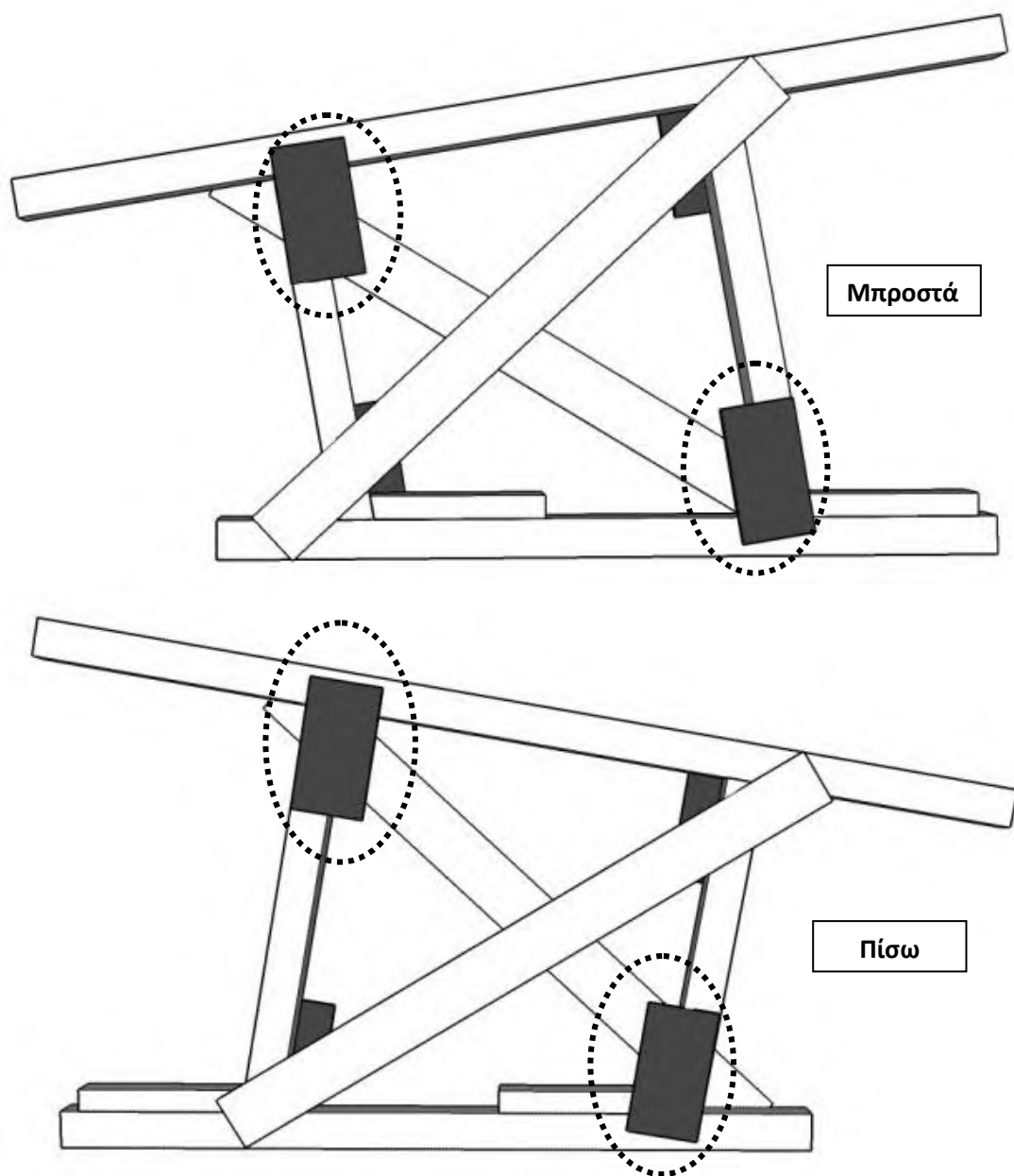
Οι πλάκες σύνδεσης χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τις κατακόρυφες στην κεφαλή και στη βάση με τις κύριες ξύλινες δοκούς του συστήματος. Η σύνδεση επιτυγχάνεται με κάρφωμα τους τόσο στις κύριες δοκούς όσο και στις κατακόρυφες αναγκάζοντας τες να αποκτήσουν μια ενιαία συμπεριφορά (Σχήμα 3-10).



Σχήμα 3-10. Πλάκα σύνδεσης δοκών.

Οι πλάκες σύνδεσης είναι από κόντρα πλακέ με ελάχιστο πάχος 2 εκατοστών ή από τυπική ξυλεία ελάχιστου πάχους 5 εκατοστών.

Οι πλάκες τοποθετούνται και στις δύο κύριες δοκούς, στη μεν μία στο επάνω μέρος και στην δε άλλη στο κάτω μέρος τους, ώστε στις άλλες γωνίες να τοποθετούνται τα διαγώνια δοκάρια, ενώ καρφώνονται και στις δύο όψεις κάθε υποστυλώματος (εμπρός και πίσω) αντιδιαμετρικά (Σχήμα 3-11). Για να λειτουργήσουν θα πρέπει να καρφωθούν και στα δύο μέλη τα οποία καλούνται να συνδέσουν, ενώ το κάρφωμά τους γίνεται με καρφιά σε κλασσική διάταξη 2-1-2 εναλλάξ.

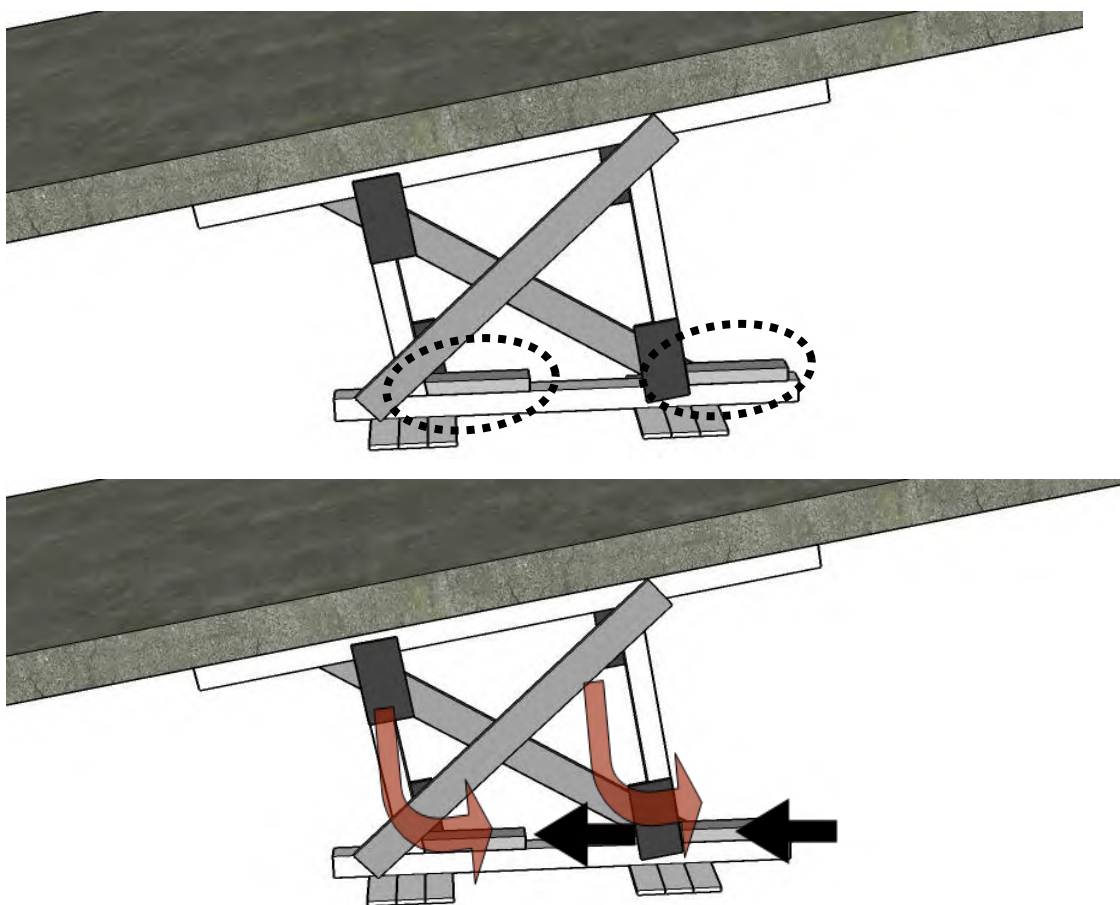


Σχήμα 3-11. Σημεία τοποθέτησης πλακών σύνδεσης.

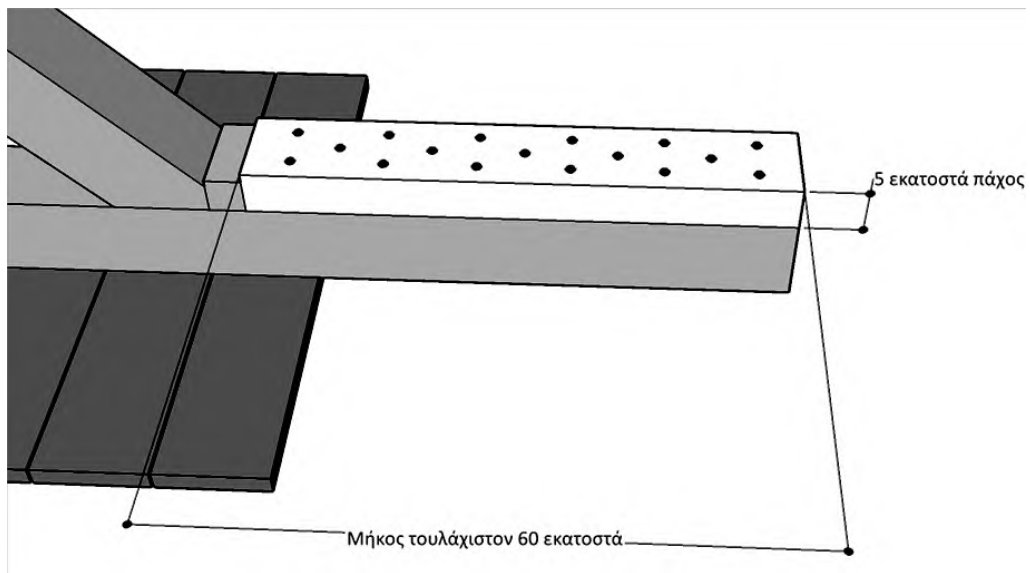
3.1.4 Στηρίγματα.

Τα στηρίγματα είναι ουσιαστικά ξύλινες πλάκες που κρατούν τις κεκλιμένες κύριες δοκούς στη θέση του και τις αποτρέπουν από το να γλιστρήσουν. Λειτουργούν δηλαδή ως ένα είδος φρένου που τοποθετείται στο σύστημα, γι' αυτό και μπαίνουν πάντα πίσω από τις κεκλιμένες δοκούς, στη βάση τους, προς την μεριά που αυτές πάνε να μετακινηθούν (Σχήμα 3-12).

Τα στηρίγματα είναι ξύλινα ορθογωνικά στοιχεία, επιθυμητού **πάχους 5 εκατοστών**, με πλάτος όσο το πλάτος των κυρίων δοκών τα οποία καρφώνονται σε αυτές με την χρήση καρφιών σε συγκεκριμένη διάταξη και το μήκος τους θα πρέπει να είναι το ελάχιστο 60 εκατοστά. Για το κάρφωμα του στηρίγματος χρησιμοποιούνται καρφιά σε διάταξη 2-1-2 εναλλάξ, με αποστάσεις μεταξύ κάθε σειράς καρφιών περίπου 5 εκατοστά.



Σχήμα 3-12. Τοποθέτηση στηριγμάτων στη βάση της υποστύλωσης.

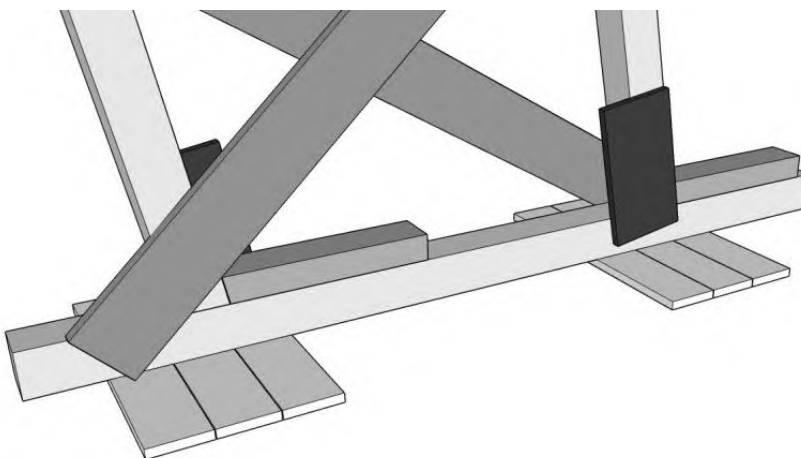


Σχήμα 3-13. Στήριγμα στη βάση του κεκλιμένου υποστυλώματος.

3.1.5 Πέλμα βάσης.

Το πέλμα βάσης είναι μικρού πάχους ξύλινες πλάκες που τοποθετούνται κάτω από το υποστύλωμα, όταν αυτό πατάει σε μαλακό έδαφος, για να μην βουλιάξει από το βάρος του στοιχείου που υποστυλώνεται.

Είναι προτιμητέο να μπαίνουν κάτω ακριβώς από τις κύριες κεκλιμένες δοκούς, ενώ μια επιθυμητή διάσταση είναι 45 επί 45 εκατοστά.

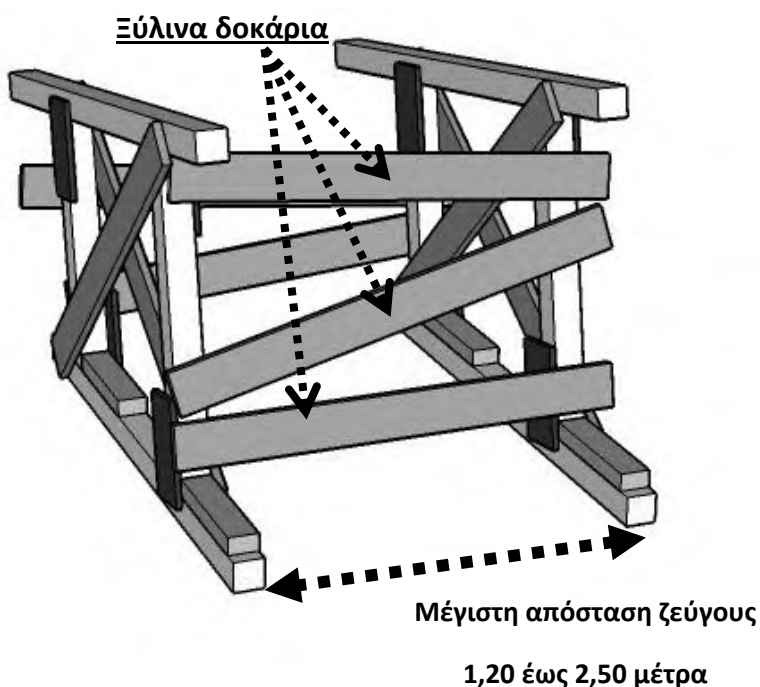


Σχήμα 3-14. Πέλματα βάσης.

3.1.6 Σύνδεση υποστυλωμάτων.

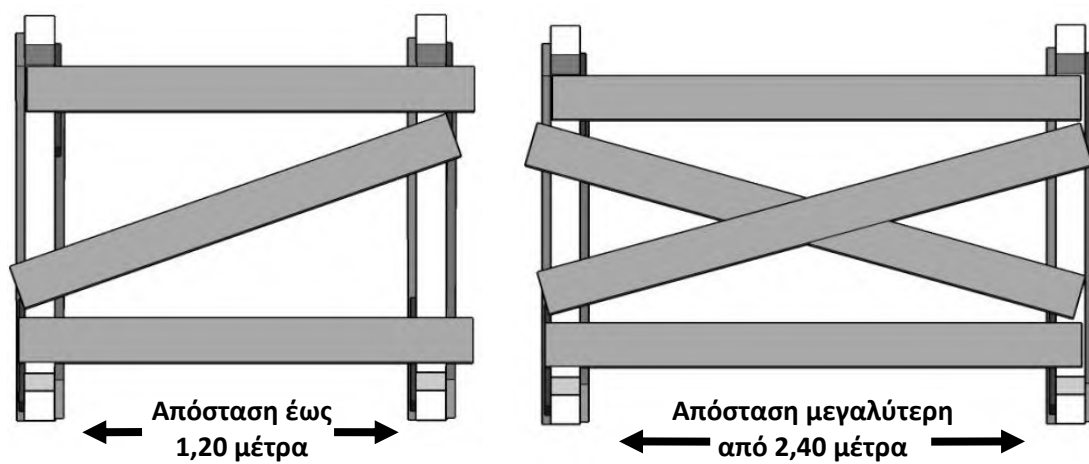
Τα κεκλιμένα υποστυλώματα συνδέονται κατά ζεύγη, ώστε να σχηματίσουν ένα πιο ευσταθές σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει στοιχεία μεγάλης επιφάνειας όπως είναι οι πλάκες, αλλά και να μην είναι εύκολη η ανατροπή του σε περίπτωση οριζόντιας δύναμης, όπως ο σεισμός.

Τα δύο υποστυλώματα του ζεύγους τοποθετούνται σε απόσταση από 1.20 έως 2.40 μέτρα και καρφώνονται μεταξύ τους με ξύλινα δοκάρια, μικρού πάχους (σανίδες), πλάτους τουλάχιστον 15 εκατοστών.



Σχήμα 3-15. Απόσταση τοποθέτησης κεκλιμένων υποστυλωμάτων.

Όταν τα ζεύγη των υποστυλώσεων τοποθετούνται σε απόσταση έως 1.20 μέτρα τότε συνδέονται με τρία δοκάρια ανά μέτωπο, δύο οριζόντια και ένα διαγώνιο, ενώ όταν η απόστασή τους είναι μεγαλύτερη του 1,20 και έως 2,40 μέτρα τότε τοποθετούνται τέσσερα συνδετικά στοιχεία, δύο οριζόντια και δύο διαγώνια χιαστί, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί.

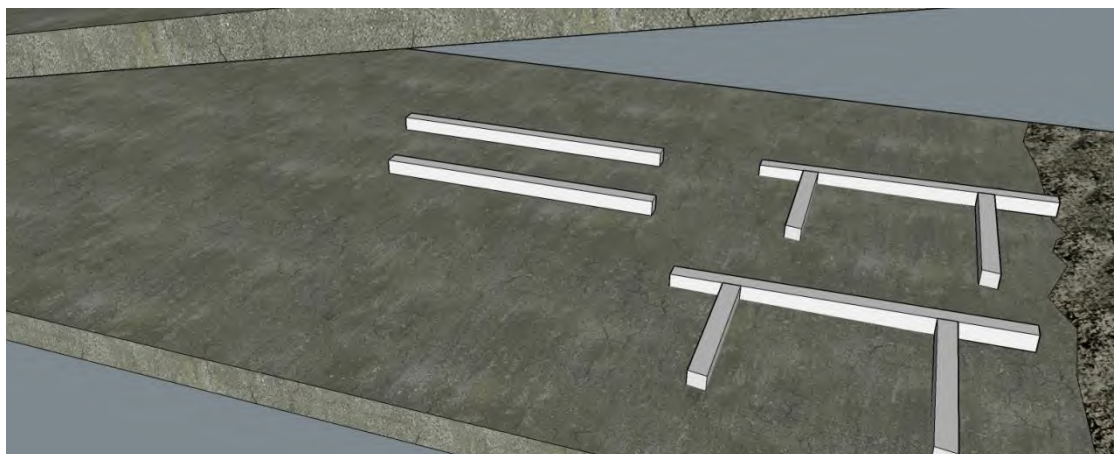


Σχήμα 3-16. Δέσιμο υποστυλωμάτων με καρφωτά διαγώνια δοκάρια.

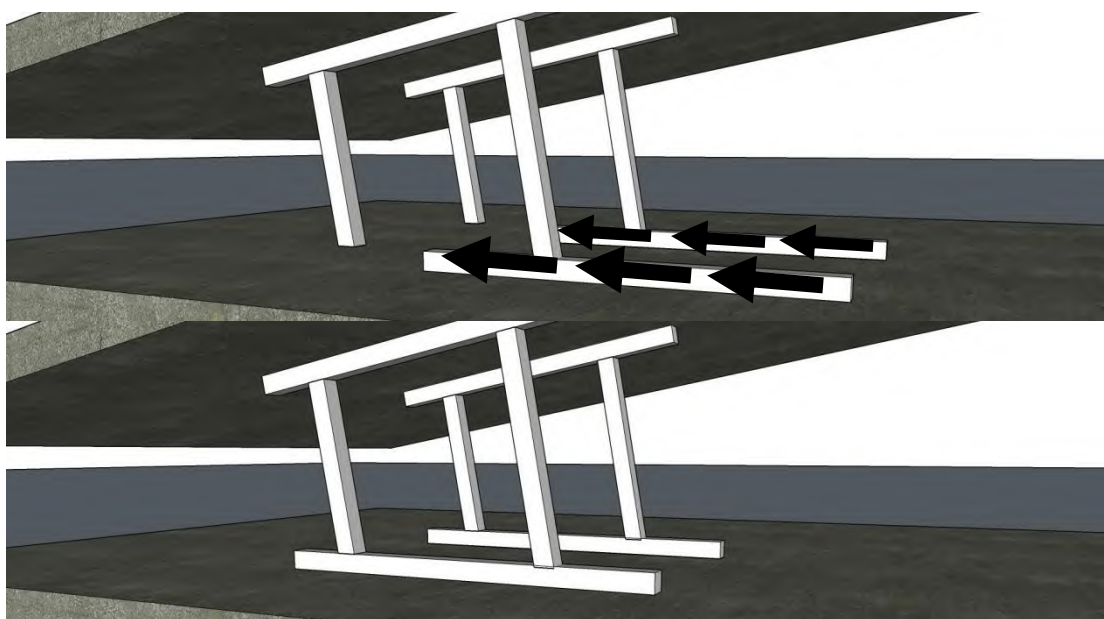
3.1.7 Στάδια κατασκευής κεκλιμένης υποστήλωσης Τύπου 1.

Αναλυτικά τα στάδια κατασκευής ενός ξύλινου συστήματος αντιστήριξης με αντηρίδες, ενιαίας βάσης, έχει ως εξής:

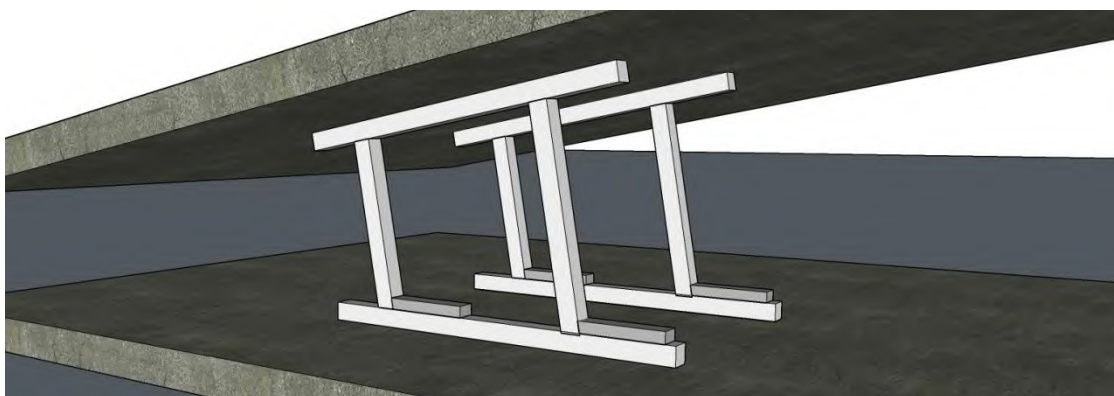
- 1 Επιλέγουμε το σημείο υποστήλωσης και καθορίζουμε το μήκος και το πλάτος της υποστήλωσης, καθώς και τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι κύριες δοκοί.
- 2 Κόβουμε στο μήκος την δοκό βάσης και τη δοκό κεφαλής. Σε περίπτωση που το υποστήλωμα θα πατήσει σε μαλακό έδαφος δεν ξεχνάμε να τοποθετήσουμε κάτω από την δοκό βάσης τα πέλματα.
- 3 Μετράμε και κόβουμε τις κύριες δοκούς στο κατάλληλο μήκος και τις καρφώνουμε στη δοκό κεφαλής (Σχήμα 3-17 α).
- 4 Σύρουμε την δοκό βάσης κάτω από τις κύριες δοκούς έως αυτές να σφηνώσουν και καρφώνουμε (Σχήμα 3-17 β).
- 5 Τοποθετούμε τα στηρίγματα στη βάση όπως παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3.1.4. (Σχήμα 3-17 γ).
- 6 Στερεώνουμε τη δοκό βάσης στο δάπεδο με βέργες ωπλισμού διαμέτρου τουλάχιστον Φ25 (2,5 εκατοστά), μήκους περίπου 90 εκατοστών. Η στερέωση θα γίνεται τρυπώντας τόσο την δοκό βάσης όσο και το δάπεδο στο οποίο αυτή πατάει και στην συνέχεια τοποθετώντας στην οπή την ράβδο. Κατ'ελάχιστο θα πρέπει να τοποθετούνται δύο σίδερα ανά δοκάρι (Σχήμα 3-17 δ).
- 7 Μετράμε το απαιτούμενο μήκος των διαγώνιων δοκών, τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική πλευρά του υποστηλώματος. Κόβουμε και τοποθετούμε τις διαγώνιες δοκούς, ώστε να πατάνε στις κύριες δοκούς, στη δοκό κεφαλής και στη δοκό βάσης (Σχήμα 3-17 ε).
- 8 Καρφώνουμε τις πλάκες σύνδεσης (τσόντες) στις αντίθετες πλευρές από όπου έχουμε τοποθετήσει τις διαγώνιες δοκούς (Σχήμα 3-17 στ).
- 9 Συνδέουμε τα δύο υποστηλώματα μεταξύ τους καρφώνοντας οριζόντιες και διαγώνιες δοκούς όπως παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 3.1.6. (Σχήμα 3-17 ζ).



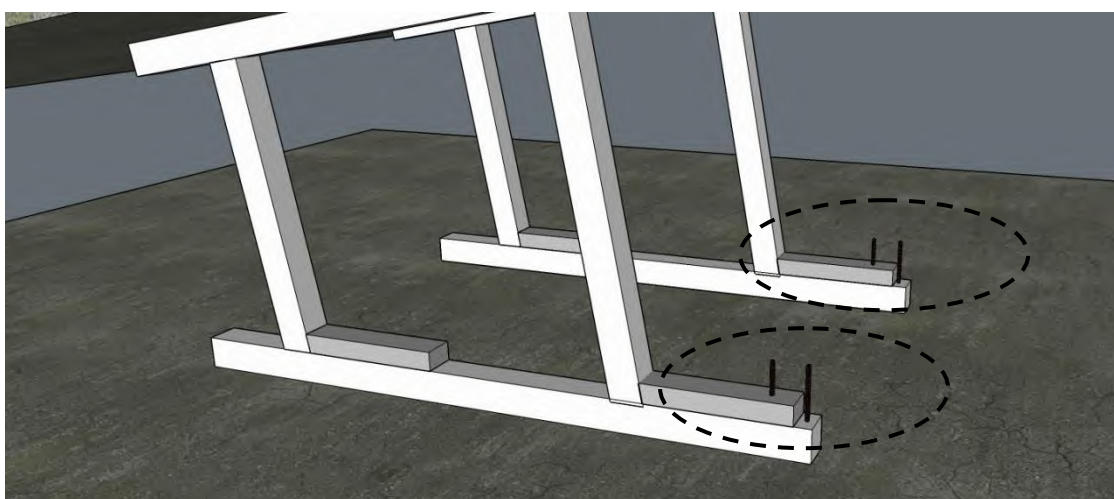
Σχήμα 3-17 α. Κάρφωμα των κύριων δοκών στη δοκό κεφαλής.



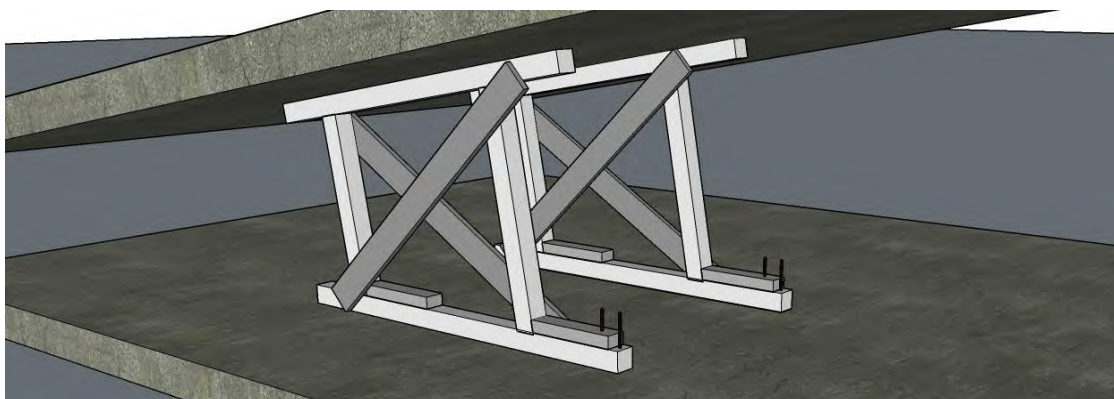
Σχήμα 3-17 β. Τοποθέτηση των δοκών βάσης κάτω από τις κύριες δοκούς έως αυτές να σφηνώσουν.



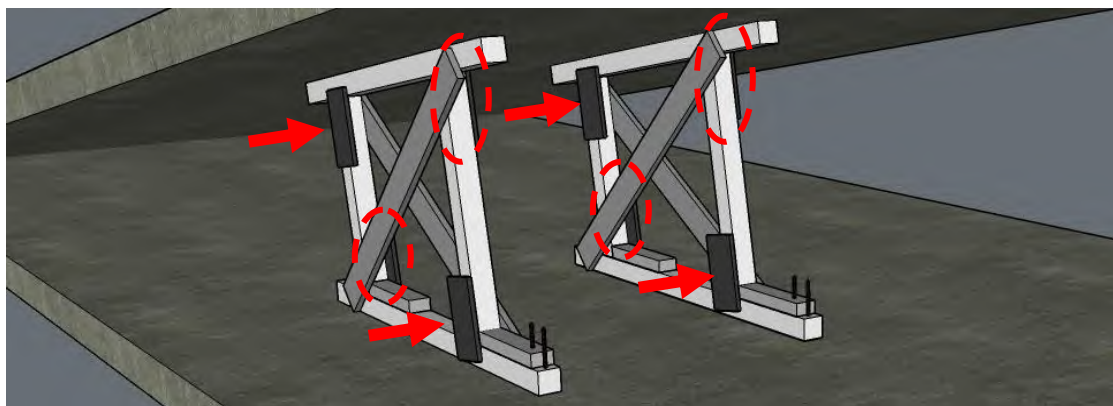
Σχήμα 3-17 γ. Τοποθέτηση των στηριγμάτων στη δοκό βάσης.



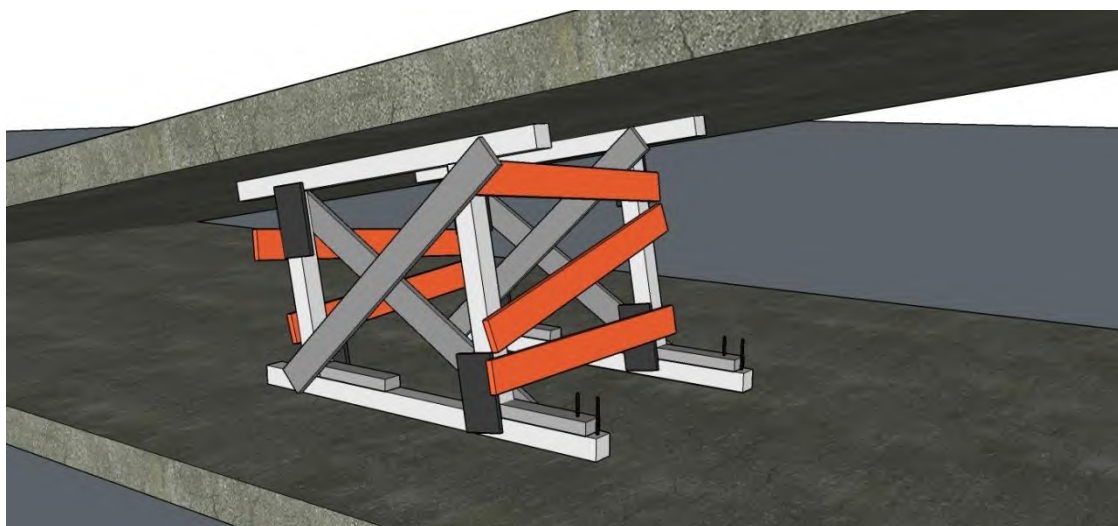
Σχήμα 3-17 δ. Ασφάλιση των υποστυλώσεων από ολίσθηση με τοποθέτηση ράβδων ωπλισμού.



Σχήμα 3-17 ε. Τοποθέτηση διαγώνιων δοκών.



Σχήμα 3-17 στ. Κάρφωμα πλακών σύνδεσης (τσόντες) στις συνδέσεις των κυρίων δοκών με τις δοκούς βάσης και κεφαλής, στα σημεία που δεν υπάρχουν διαγώνιες δοκοί.

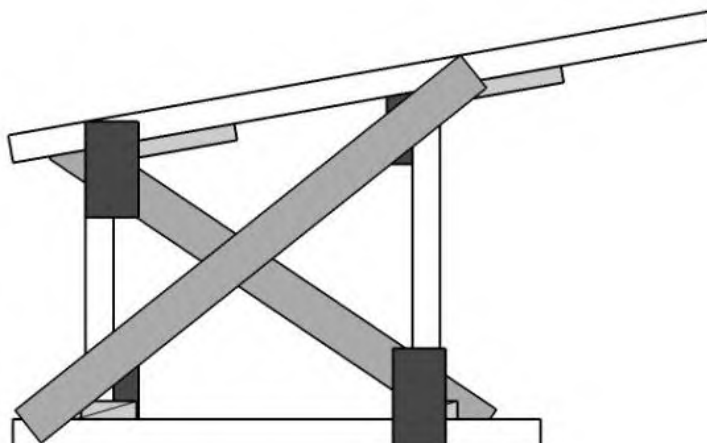


Σχήμα 3-17 ζ Σύνδεση των δυο υποστυλώσεων μεταξύ τους με ξύλινες τάβλες.

3.2 Κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2.

Οι κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2 χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που κάποιο τμήμα της κατασκευής έχει καταρρεύσει πλήρως, **χωρίς να βρίσκεται συνδεδεμένο με κάποιο τμήμα του υπόλοιπου κτιρίου**. Σε αυτές τι περιπτώσεις επιβάλεται το υποστύλωμα να κρατάει το βάρος του στοιχείου αλλά ταυτόχρονα και να το “φρενάρει”, να μην το αφήνει δηλαδή να γλυστρήσει.

Στις κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2 τα βασικά δοκάρια τοποθετούνται κάθετα στο έδαφος, ώστε να είναι αποδοτικότερη η μεταφορά των βαρών και αυξημένη η αντοχή του υποστυλώματος.



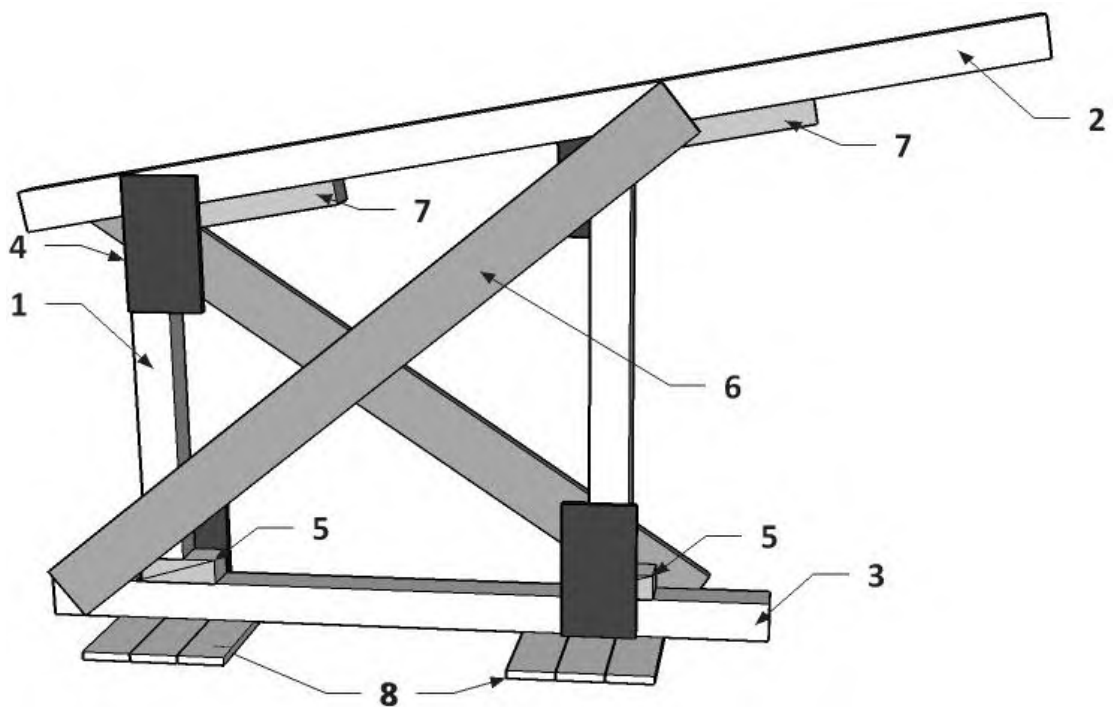
Σχήμα 3-18. Κεκλιμένο υποστυλωμα Τύπου 2

Οι κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2, έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά και κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο με τις κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1 που περιγράφηκαν παραπάνω.

Οι διαφορές των δύο τύπων, πέρα από το ότι οι υποστυλώσεις στην Τύπου 2 είναι κατακόρυφες, είναι πολύ μικρές και αφορούν κυρίως τον τρόπο λειτουργίας του και την δημιουργία τριβής μεταξύ υποστύλωσης και κεκλιμένου στοιχείου. Και οι δύο τύποι υποστυλώσεων αποτελούνται από δοκούς κεφαλής, βάσης και κύριες δοκούς που συνδέονται μεταξύ τους με πλάκες σύνδεσης, ενώ και οι υποστυλώσεις Τύπου 2 κατασκευάζονται σε ζευγάρι, όπως είδαμε και αντίστοιχα στην υποστύλωση Τύπου 1 (Κεφάλαιο 3.1.6).

Συγκεκριμένα οι υποστυλώσεις Τύπου 2 αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία (Σχήμα 3-19):

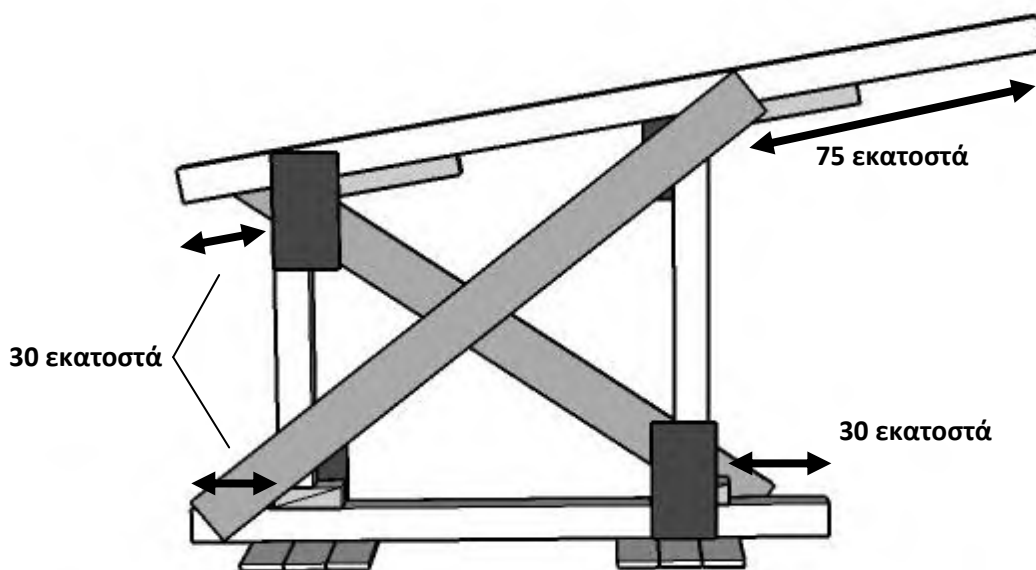
1. Κύριες δοκοί.
2. Δοκός κεφαλής.
3. Δοκός βάσης.
4. Πλάκες σύνδεσης (τσόντες).
5. Σφήνες.
6. Διαγώνιες δοκοί.
7. Στηρίγματα.
8. Πέλμα βάσης.



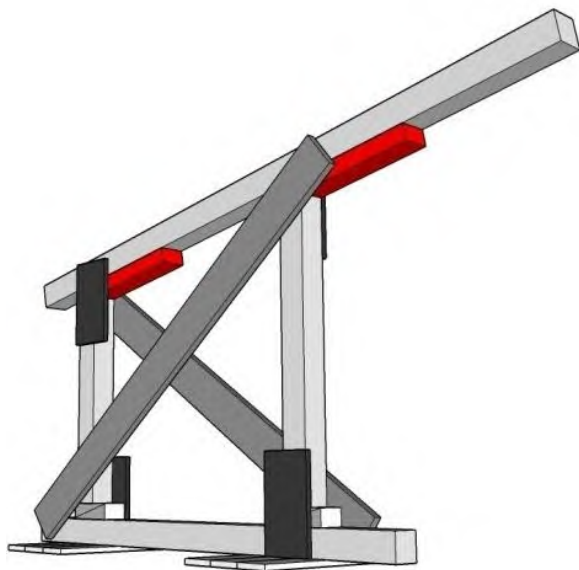
Σχήμα 3-19. Τυπική διάταξη κεκλιμένης υποστύλωσης Τύπου 2.

Τα χαρακτηριστικά των δοκών κεφαλής και βάσης, αλλά και των κύριων δοκών των υποστυλωμάτων είναι όμοια με τα όσα αναφέρθηκαν στις υποστυλώσεις τύπου 1, με διαφορά στο μήκος προεξοχής των δοκών κεφαλής, όπου εδώ είναι μεγαλύτερες. Οι δοκοί κεφαλής στις υποστυλώσεις Τύπου 2 έχουν μεγαλύτερη προεξοχή γιατί καρφώνονται στο στοιχείο που υποστυλώνουμε, ώστε να εξασφαλίσουμε ότι το στοιχείο δεν θα γλιστρήσει και γιατί πάνω σε αυτές τοποθετούνται τα στηρίγματα που την συγκρατούν.

Έτσι στις κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2, το μήκος προεξοχής της δοκού κεφαλής πρέπει να είναι περίπου 75 εκατοστά, ώστε να χωράει το στήριγμα αλλά και τα καρφιά που θα τοποθετηθούν για τη στερέωση του, ενώ η προεξοχή στα υπόλοιπα άκρα υπολογίζεται περίπου στα 30 εκατοστά.



Σχήμα 3-20. Προεξοχές δοκών κεφαλής και βάσης στα κεκλιμένα υποστυλώματα Τύπου 2.



Σχήμα 3-21. Τοποθέτηση στηριγμάτων σε κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 2.

Μία άλλη διαφορά είναι πως στις υποστυλώσεις Τύπου 2 τα στηρίγματα τοποθετούνται στην δοκό κεφαλής και όχι στη δοκό βάσης, αφού η δοκός κεφαλής είναι πιο πιθανόν να μετακινηθεί. Από την άλλη το μήκος των στηριγμάτων καθώς και ο τρόπος κάρφωσής τους παραμένει ο ίδιος με αυτόν που περιγράφηκε παραπάνω στις κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1.

Αναφορικά με τις διαγώνιες δοκούς, τις πλάκες σύνδεσης καθώς και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται δύο υποστυλώσεις ώστε να σχηματιστεί ένα ενιαίο σύστημα κεκλιμένης υποστυλώσεως ισχύουν ακριβώς όσο αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, στις κεκλιμένες υποστυλώσεις Τύπου 1.

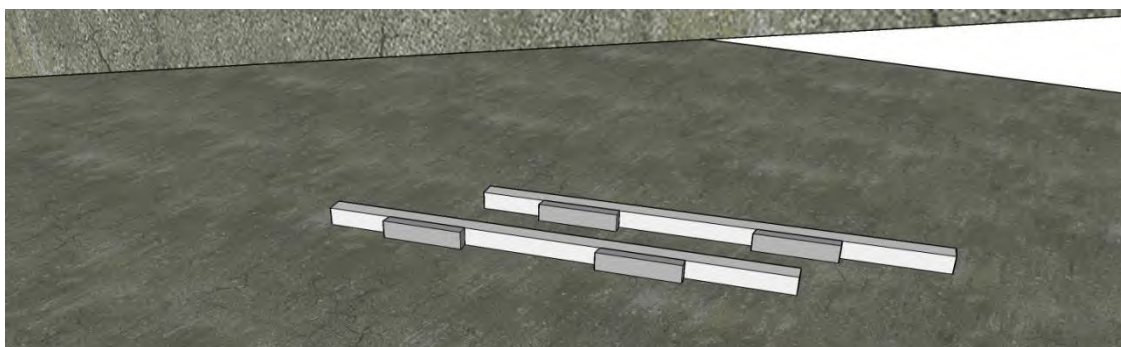
Ας δούμε όμως αναλυτικά τα βήματα κατασκευής μιας κεκλιμένης υποστυλώσεως Τύπου 2.

3.2.1 Στάδια κατασκευής κεκλιμένης υποστυλώσεως Τύπου 2.

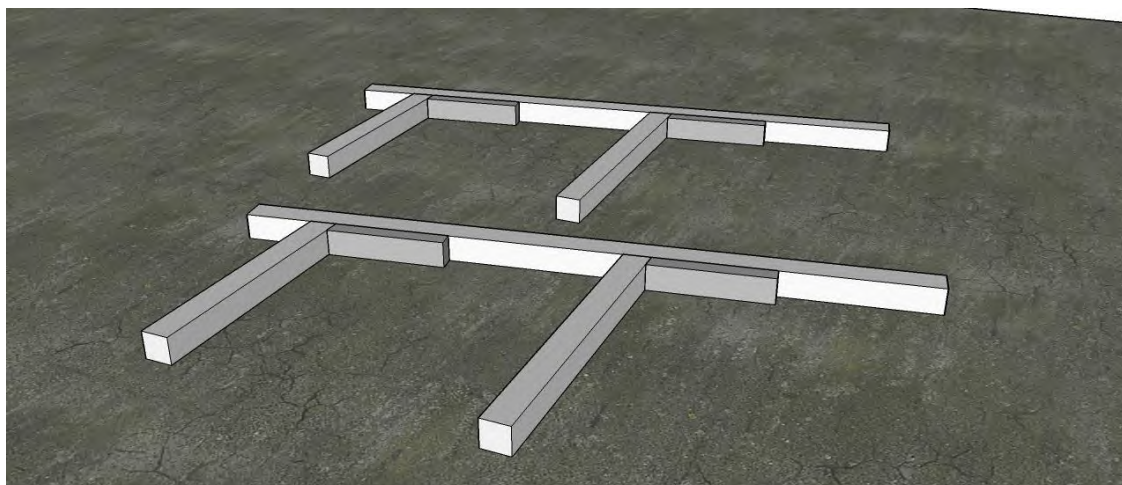
Αναλυτικά τα στάδια κατασκευής ενός ξύλινου συστήματος αντιστήριξης με αντηρίδες, ενιαίας βάσης, έχει ως εξής:

- 1 Επιλέγουμε το σημείο υποστυλώσεως και καθορίζουμε το μήκος και το πλάτος της υποστυλώσεως, καθώς και τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι κύριες δοκοί.
- 2 Κόβουμε στο μήκος την δοκό βάσης και τη δοκό κεφαλής. Σε περίπτωση έδρασης επί εδάφους δεν ξεχνάμε να τοποθετούμε κάτω από την δοκό βάσης τα πέλματα.
- 3 Καρφώνουμε τα στηρίγματα στο κάτω μέρος της δοκού κεφαλής, για να αποφύγουμε την μετέπειτα κάρφωσή τους και τη διατάραξη του πεδίου (Σχήμα 3-22 α).
- 4 Μετράμε και κόβουμε τις κύριες δοκούς στο κατάλληλο μήκος και τις καρφώνουμε στη δοκό κεφαλής (Σχήμα 3-22 β).

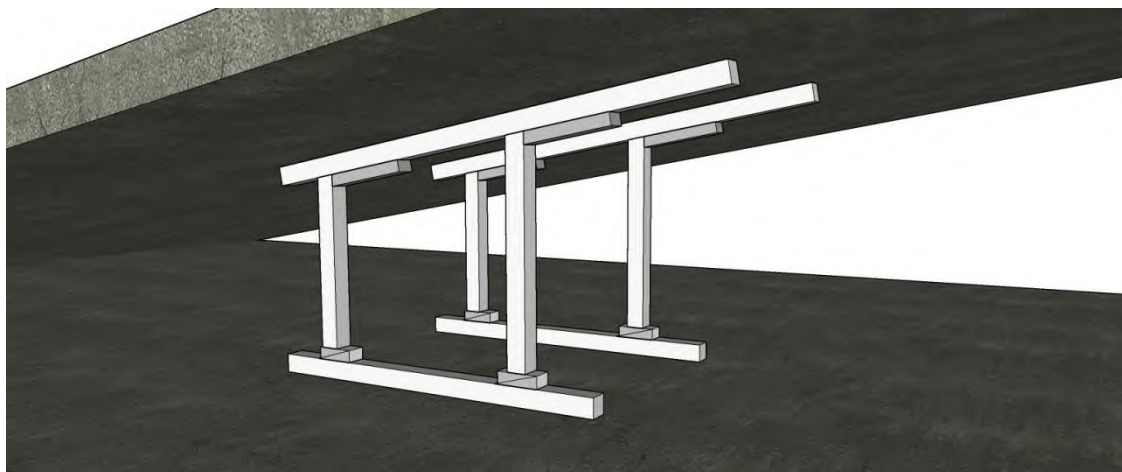
- 5 Σύρουμε τις δοκούς βάσης κάτω από τις κύριες δοκούς έως αυτές να σφηνώσουν και καρφώνουμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή οι κύριες δοκοί είναι κατακόρυφες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ξύλινες σφήνες, για καλύτερη σφήνωση των δοκών (Σχήμα 3-22 γ).
- 6 Στερεώνουμε τη δοκό κεφαλής καλά στο υποστηριζόμενο στοιχείο, είτε με χρήση σφηνών είτε με τοποθέτηση ράβδων ωπλισμού που περνούν από οπή που ανοίγεται εντός της δοκού και του υποστηριζόμενου στοιχείου (Σχήμα 3-22 δ).
- 7 Μετράμε το απαιτούμενο μήκος των διαγώνιων δοκών, τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική πλευρά του υποστυλώματος. Κόβουμε και τοποθετούμε τις διαγώνιες δοκούς, ώστε να πατάνε στις κύριες δοκούς, στη δοκό κεφαλής και στη δοκό βάσης (Σχήμα 3-22 ε).
- 8 Καρφώνουμε τις πλάκες σύνδεσης (τσόντες) στις αντίθετες πλευρές από όπου έχουμε τοποθετήσει τις διαγώνιες δοκούς (Σχήμα 3-22 στ).
- 9 Συνδέουμε τα δύο υποστυλώματα μεταξύ τους καρφώνοντας οριζόντιες και διαγώνιες δοκούς όπως παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 3.1.6. (Σχήμα 3-22 ζ).



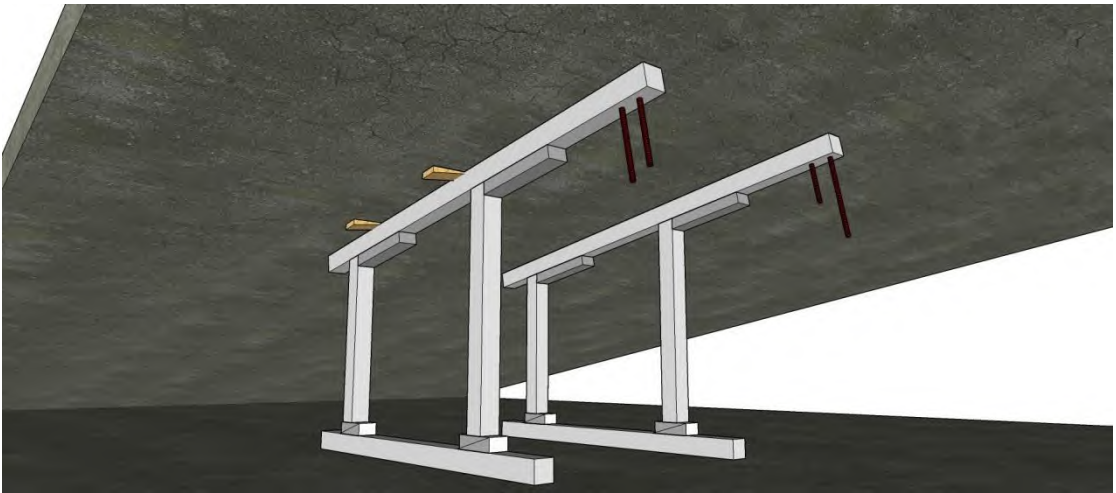
Σχήμα 3-22 α. Καρφώνουμε τα στηρίγματα στις δοκούς κεφαλής.



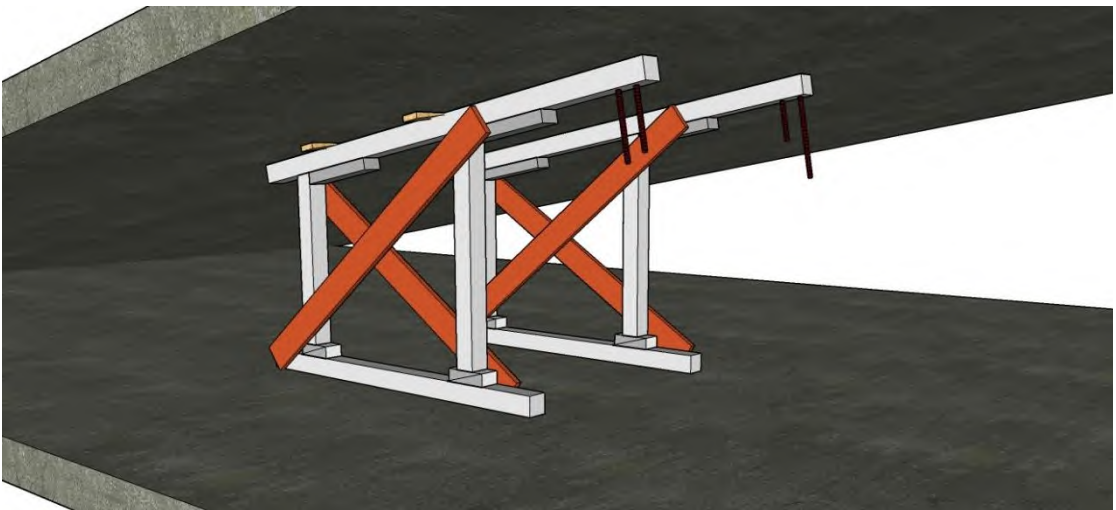
Σχήμα 3-22 β. Τοποθέτηση των κύριων δοκών.



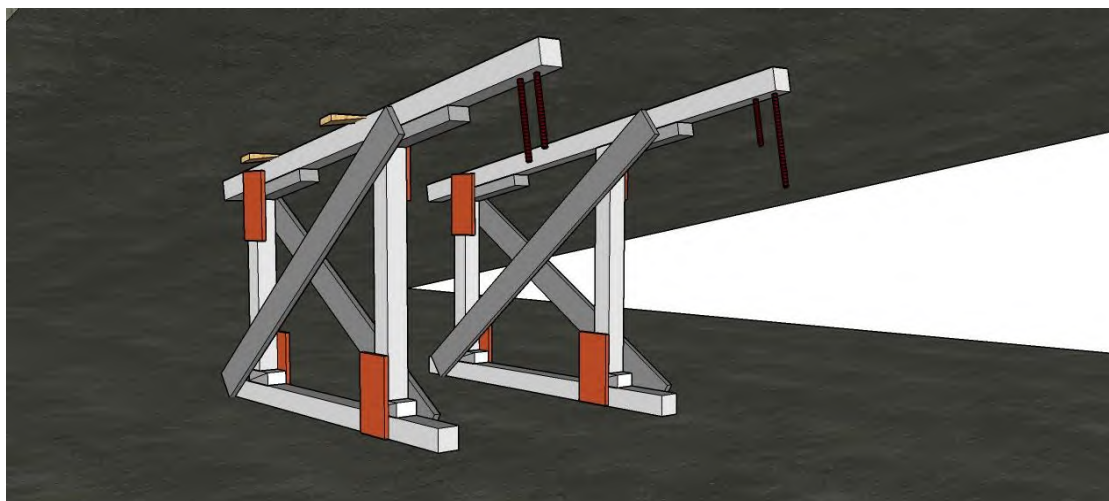
Σχήμα 3-22 γ. Σφήνωση της δοκού βάσης.



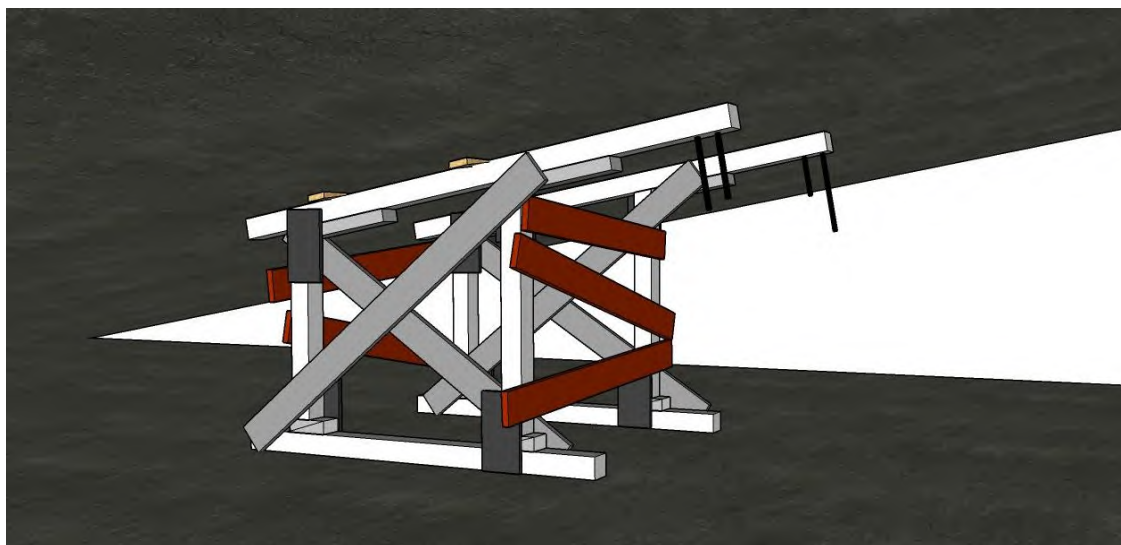
Σχήμα 3-22 δ. Στερεώνουμε τη δοκό κεφαλής με το υποστηριζόμενο στοιχείο με σφήνες ή/και μεταλλικές ράβδους.



Σχήμα 3-22 ε. Καρφώνουμε τις διαγώνιες δοκούς στις κατάλληλες θέσεις.



Σχήμα 3-22 στ. Δένουμε με τις ξύλινες τσόντες τις δοκούς μεταξύ τους.

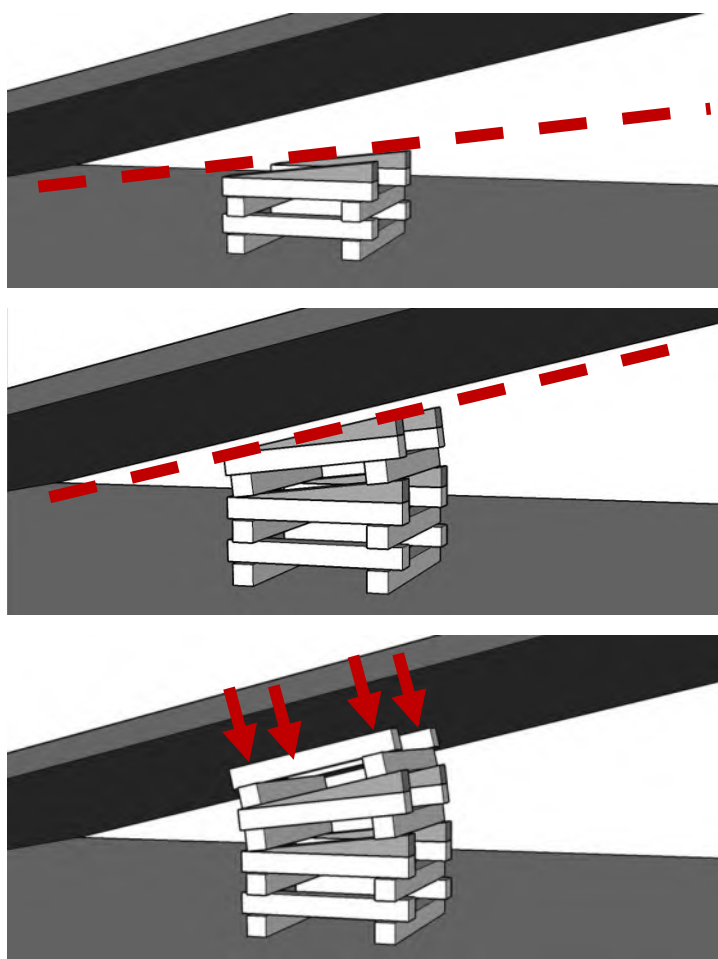


Σχήμα 3-22 ζ. Συνδέουμε τις δύο υποστυλώσεις με χρήση ξύλινων δοκών.

3.3 Κεκλιμένη τακαρία

Συνήθως οι τακαρίες χρησιμοποιούνται για υποστήλωση οριζόντιων στοιχείων, γιατί ο τρόπος κατασκευής τους, με στοίβαξη ξύλινων δοκαριών, δημιουργεί μια οριζόντια επιφάνεια. Σε περιπτώσεις που απαιτείται να υποστηλωθεί ένα κεκλιμένο στοιχείο θα πρέπει η κεφαλή της υποστήλωσης να αλλάξει κλίση ώστε να είναι παράλληλη με το στοιχείο που θα πρέπει να υποστηρίξουμε. Η αλλαγή αυτή της κλίσης επιτυγχάνεται με την χρήση σφηνών αντί της χρήση απλών ξύλινων δοκαριών σε κάποια από τα επίπεδα της τακαρίας.

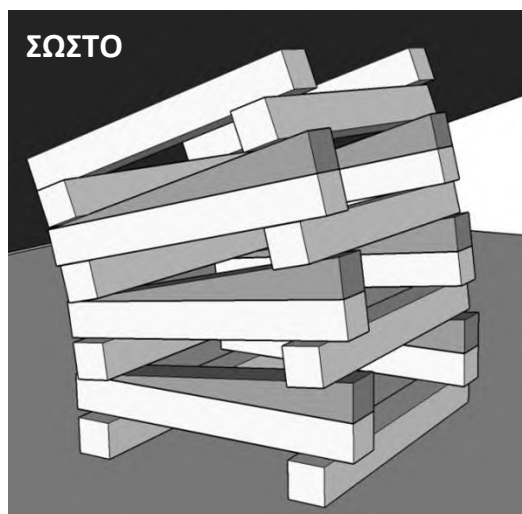
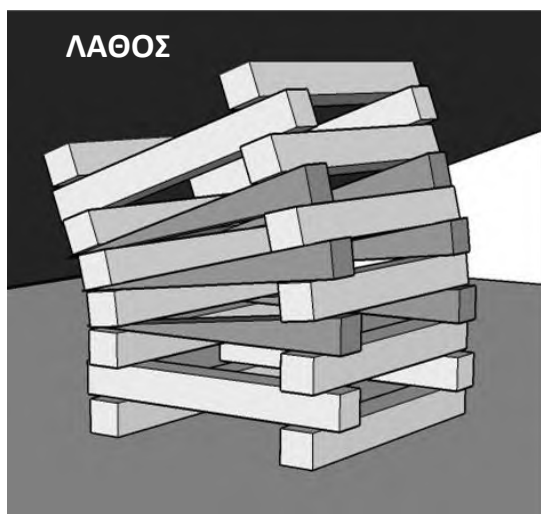
Συγκεκριμένα, κατά την κατασκευή της τακαρίας, σταδιακά, προσθέτουμε σειρές δοκών, όπως και στην κατακόρυφη, ενώ σε διάφορα επίπεδα τοποθετούμε σφήνες ώστε να αυξήσουμε την κλίση. Τοποθετούμε τόσες σειρές σφηνών, όσες χρειάζεται ώστε η κεφαλή της τακαρίας να αποκτήσει την ίδια κλίση με το κεκλιμένο στοιχείο που θα υποστηλώσουμε. (Σχήμα 3-23).



Σχήμα 3-23. Βήματα κατασκευής κεκλιμένης υποστήλωσης τακαρίας.

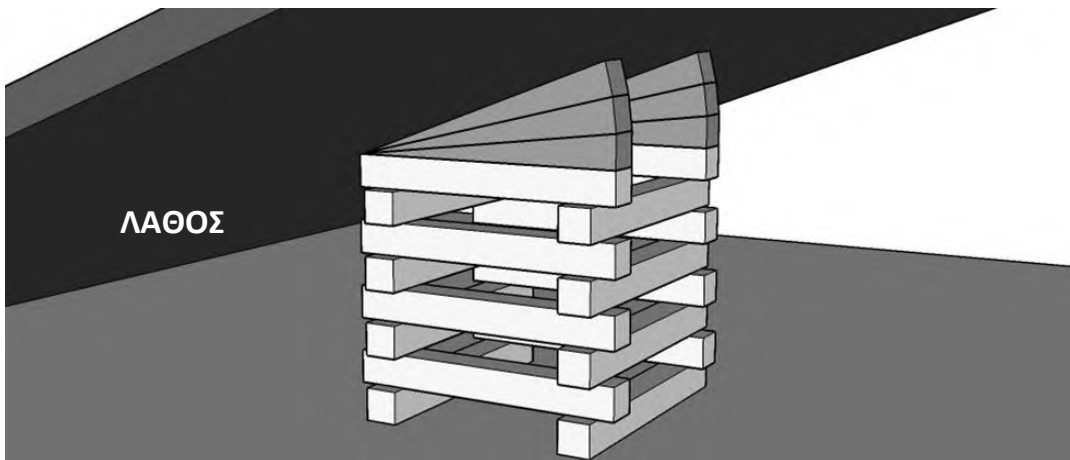
Προσοχή θα πρέπει να δίνουμε στα παρακάτω βήματα όταν κατασκευάζουμε μια τέτοιου είδους υποστήλωση:

- Οι σφήνες τοποθετούνται πάντα πάνω σε ξύλινα δοκάρια που έχουν κατεύθυνση προς το κεκλιμένο στοιχείο και όχι παράλληλα σε αυτό. Έτσι πατάνε σε όλο το εύρος τους πάνω σε δοκάρια αποκτώντας μεγαλύτερη ευστάθεια και αντοχή. Σε περίπτωση που δεν ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας, είναι πιθανό το σπάσιμο της σφήνας και η αστοχία όλου του συστήματος (Σχήμα 3-24).



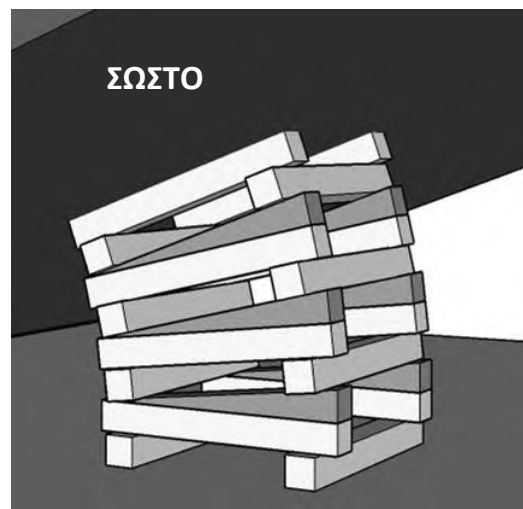
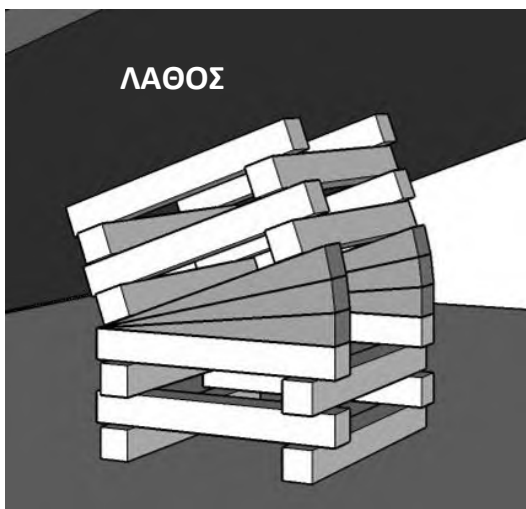
Σχήμα 3-24. Πάντα τοποθετούμε τις σφήνες, ώστε να πατούν πλήρως σε ένα ξύλινο δοκάρι, με κατεύθυνση κάθετα στο υποστηριζόμενο στοιχείο.

- Οι σφήνες που τοποθετούμε πρέπει να έχουν τις ίδιες διαστάσεις με τις ξύλινες δοκούς, ώστε να πατάνε σε αυτές σε όλο το εύρος τους και να προσφέρουν μεγαλύτερη ευστάθεια στο σύστημα.
- Ποτέ δεν τοποθετούμε πάνω από δύο σφήνες στο ίδιο επίπεδο, ενώ είναι επιθυμητό αν η κλίση δεν πετυχαίνεται με μία σειρά σφηνών, να προσθέσουμε άλλη σειρά σφηνών σε άλλο επίπεδο της υποστήλωσης (Σχήμα 3-25).



Σχήμα 3-25. Αποφεύγουμε την τοποθέτηση άνω των δύο συνεχόμενων σφηνών.

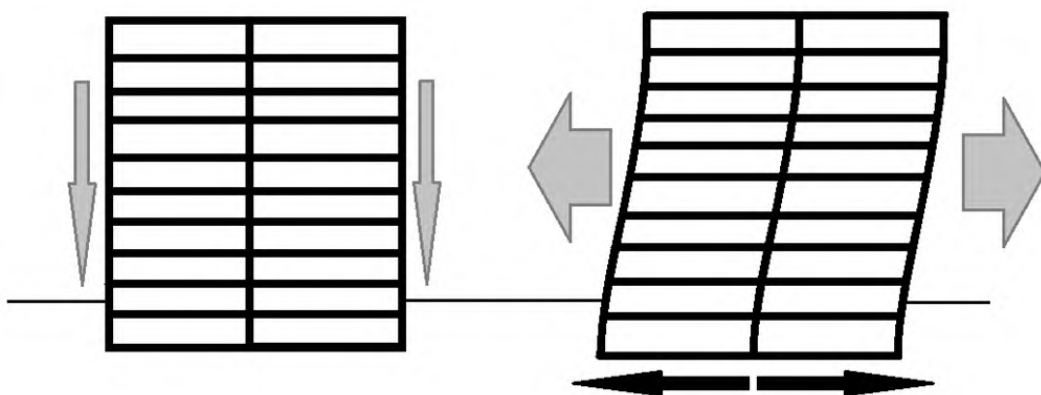
- Προσπαθούμε η αλλαγή κλίσης της υποστύλωσης να γίνεται σταδιακά κατά ύψος και όχι απότομα διότι αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα η περιοχή στην οποία γίνεται η απότομη αλλαγή κλίσης να είναι ασταθής (Σχήμα 3-26).



Σχήμα 3-26. Αποφεύγουμε την απότομη αλλαγή κλίσης. Η κλίση αλλάζει σταδιακά κατά ύψος.

Συστήματα Αντιστήριξης

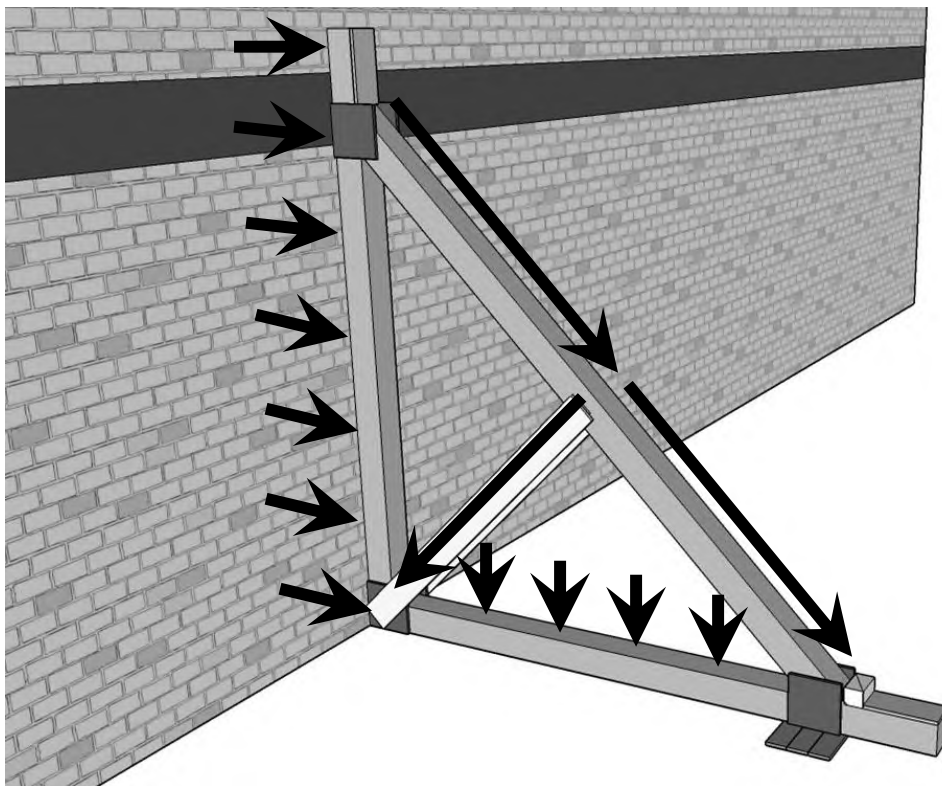
Πέρα από τις κατακόρυφες δυνάμεις που μεταφέρονται σε μια κατασκευή από το βάρος της, κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, αναπτύσσονται σε ένα κτίριο και οριζόντιες δυνάμεις. Η οριζόντια κίνηση στην οποία υποβάλλεται μια κατασκευή είναι πολύ επικίνδυνη, αφού πολύ εύκολα μπορεί να προκαλέσει πτώση τοίχων, τοιχίων, βλάβες στις κολώνες, ακόμα και κατάρρευση όλης της κατασκευής.



Σχήμα 4-1. Οριζόντιες δυνάμεις που αναπτύσσονται στην κατασκευή λόγω του σεισμού.

Για να περιοριστεί μια τέτοια οριζόντια μετακίνηση, ειδικά σε κτίρια που έχουν πληγεί από σεισμό και είναι ήδη ευαίσθητα, χρησιμοποιούμε κατά τις επιχειρήσεις συστήματα αντιστήριξης. Τα συστήματα αντιστήριξης Όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο, τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για να αντιστηρίξουν τοίχους, αλλά πολύ συχνά χρησιμοποιούνται ώστε να αυξήσουν την ευστάθειας της κατασκευής στο σύνολό της, ειδικά εάν πρόκειται για μικρά κτίρια.

Ο πλέον χρησιμοποιούμενος τρόπος αντιστήριξης είναι η κατασκευή **αντηρίδων**, τεχνική η οποία χρησιμοποιείται στην αρχιτεκτονική και οικοδομική από την αρχαιότητα. Η διαδικασία με την οποία οι αντηρίδες βοηθούν στην ευστάθεια ενός στοιχείου βασίζεται στην μεταφορά των δυνάμεων από το στοιχείο στο έδαφος, μέσω λοξών δοκών (Σχήμα 4-2). Έτσι επιτυγχάνεται η μεταφορά τόσο οριζοντίων όσο και κατακόρυφων δυνάμεων.



Σχήμα 4-2. Αντιστήριξη με ξύλινες αντηρίδες, ενιαίας βάσης.

Στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης χρησιμοποιούνται 3 διαφορετικά είδη αντιστήριξης αντηρίδων, οι αντηρίδες ενιαίας βάσης, οι "ιπτάμενου" τύπου αντηρίδες και οι αντηρίδες μεικτής βάσης, τύποι οι οποίοι θα παρουσιαστούν και στο παρόν εγχειρίδιο.



Φωτογραφία 4-1. Αντιστήριξη με αντηρίδες μεικτής βάσης (2019, GR/MUSAR1/ATH - 1η ΕΜΑΚ, Αθήνα).

Πέρα από τις αντιστηρίξεις αντηρίδων, συχνά χρησιμοποιούνται οι αντιστηρίξεις με οριζόντιες δοκούς, που χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις όπου δεν έχουμε πολύ χώρο (τοιχοί σε στενούς δρόμους, εκσκαφές κλπ) και έτσι για την ευστάθειά του χρησιμοποιώ μια διπλανή, ευσταθή κατασκευή καθώς.



Φωτογραφία 4-2. Κατασκευή πολύπλοκου συστήματος αντιστήριξης με αντηρίδες (πηγή: USAR Belgium).

Παρακάτω, θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τα χαρακτηριστικά, τον τρόπο κατασκευής και χρήσης των βασικών συστημάτων αντιστήριξης, **αλλά θα πρέπει να επισημάνουμε πως τα συστήματα αντιστήριξης με αντηρίδες είναι αρκετά πολύπλοκα συστήματα, απαιτούν μεγάλο όγκο ξύλινων στοιχείων αλλά κυρίως είναι δύσκολα στην κατασκευή τους και απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις, συνεπώς θα πρέπει να επιβλέπονται από άτομο με ειδικές γνώσεις και εμπειρία.**

4.1 Αντιστήριξη με ξύλινες αντηρίδες ενιαίας βάσης

Η αντιστήριξη με αντηρίδες ενιαίας βάσης είναι από τις πλέον ευσταθείς αντιστηρίξεις. Η λειτουργία τους βασίζεται στην κατασκευή ενός ορθού τριγώνου, που οι κάθετες πλευρές του ακουμπούν στο αντιστηριζόμενο στοιχείο και στο έδαφος, ενώ η διαγώνια πλευρά μεταφέρει τα βάρη από το στοιχείο προς το έδαφος. Το τρίγωνο που κατασκευάζεται αποτελεί ένα από τα πλέον ευσταθή σχήματα, ειδικά σε περιπτώσεις οριζοντίων δυνάμεων.

Η αντιστήριξη με αντηρίδες ενιαίας βάσης είναι αρκετά ευσταθείς αφού η αντιστήριξη πατάει πλήρως στο έδαφος. Αυτό βέβαια προϋποθέτει πως η περιοχή δίπλα στην αντιστήριξη είναι ελεύθερη από μπάζα, ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί η ενιαία βάση και από την άλλη, πως το έδαφος είναι αρκετά μεγάλης αντοχής, ώστε να μην βουλιάξει.

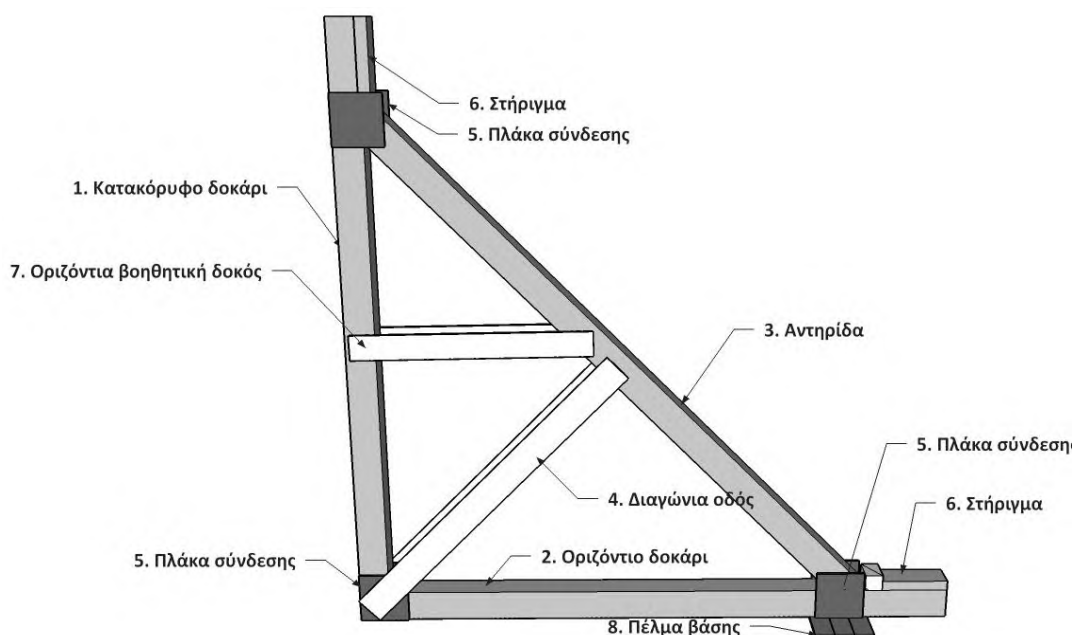
Σε περίπτωση που στο δάπεδο που πατάει η αντιστήριξη έχουμε χαλαρό και μικρής αντοχής έδαφος τότε ξεκινούν τα προβλήματα στην εφαρμογή του συγκεκριμένου τύπου αντιστήριξης.



Φωτογραφία 4-3. Εφαρμογή εκτεταμένου συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης (2018, EuModex, GR/MUSAR1/ATH - 1η ΕΜΑΚ, Austria/Eisenerz).

Η συγκεκριμένη αντιστήριξη αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στοιχεία:

1. Κατακόρυφο δοκάρι.
2. Οριζόντιο δοκάρι.
3. Αντηρίδα.
4. Διαγώνια δοκός.
5. Πλάκες σύνδεσης.
6. Στήριγμα.
7. Οριζόντια βοηθητική δοκός.
8. Πέλμα βάσης.



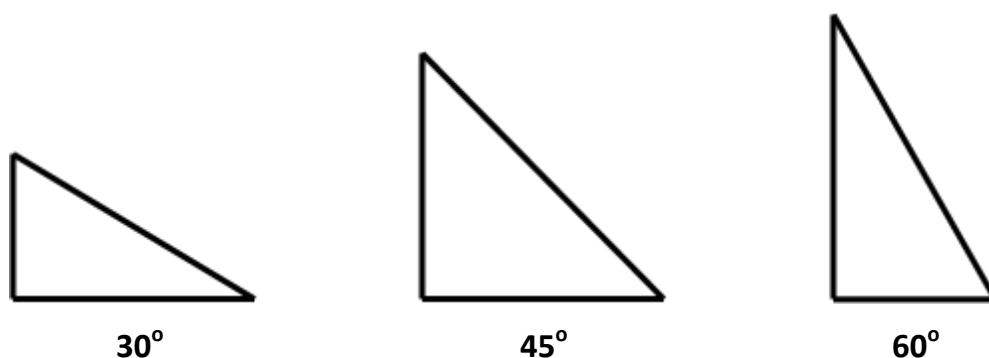
Σχήμα 4-3. Στοιχεία αντιστήριξης με ξύλινες αντηρίδες ενιαίας βάσης.

Η δυνατότητα του συστήματος να μεταφέρει φορτία εξαρτάται από το πλήθος των αντηρίδων και συγκεκριμένα ένα σύστημα **αντιστήριξης έχει δυνατότητα να μεταφέρει οριζόντια βάρη της τάξης των 1100 κιλά ανά αντηρίδα, για δοκό διαστάσεων 10x10 εκατοστών** και περίπου 1600 κιλά ανά αντηρίδα, για δοκό διαστάσεων 15x15 εκατοστών.

4.1.1 Κύρια δοκάρια (οριζόντιο, κατακόρυφο, αντηρίδα)

Όπως και στις ξύλινες υποστυλώσεις, έτσι και εδώ τα βασικά ξύλινα τμήματα του συστήματος, δηλαδή το κατακόρυφο δοκάρι, το οριζόντιο δοκάρι και η αντηρίδα είναι ξύλινες τετράγωνες δοκοί διαστάσεων κατ'ελάχιστον 10 επί 10 εκατοστά, ενώ κάποιες φορές μπορεί να χρησιμοποιηθούν και δοκάρια διάστασης 15 επί 15 εκατοστών ή μεγαλύτερα.

Τα συστήματα αντηρίδων κατασκευάζονται ώστε η γωνία που σχηματίζει το οριζόντιο δοκάρι και η αντηρίδα να είναι μεταξύ 30° και 60° , αφού μεταξύ αυτών των γωνιών εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία του συστήματος λόγω γεωμετρίας. Όσο μικρότερη η γωνία τόσο ευσταθέστερο είναι το σύστημα αλλά ταυτόχρονα τόσο μεγαλύτερος χώρος χρειάζεται για την κατασκευή του, ενώ οι συνήθεις γωνίες που κατασκευάζονται τα συστήματα αντιστήριξης είναι με κλίση 45° και 60° (Σχήμα 4-4).



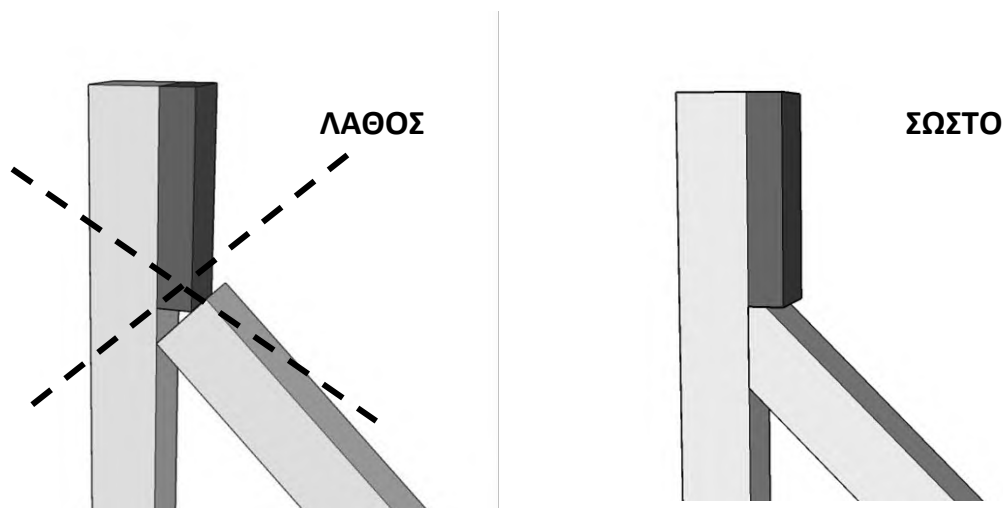
Σχήμα 4-4. Γωνίες τοποθέτησης αντηρίδων.

Για να υπολογίσουμε το μήκος των δοκών που θα χρησιμοποιήσουμε, πρώτα πρέπει να ορίζουμε το ύψος στο οποίο θα φτάσει η αντιστήριξη. Αφού ξέρουμε το ύψος της αντιστήριξης μπορούμε ανάλογα με την γωνία που θα επιλέξουμε να υπολογίσουμε τα μήκη της οριζόντιας δοκού και της διαγώνιας αντηρίδας και τις κόβουμε ανάλογα. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι για σύστημα γωνίας 30° , για κατακόρυφο δοκάρι 1 μέτρου το οριζόντιο είναι 1.73 μέτρα και η αντηρίδα 2 μέτρα. Για σύστημα γωνίας 45° , για κατακόρυφο δοκάρι 1 μέτρου το οριζόντιο είναι 1 μέτρο και η αντηρίδα 1.41 μέτρα και για σύστημα γωνίας 60° , για κατακόρυφο δοκάρι 1 μέτρου, το οριζόντιο είναι 0,58 μέτρα και η αντηρίδα 1.15 μέτρα (Πίνακας 2).

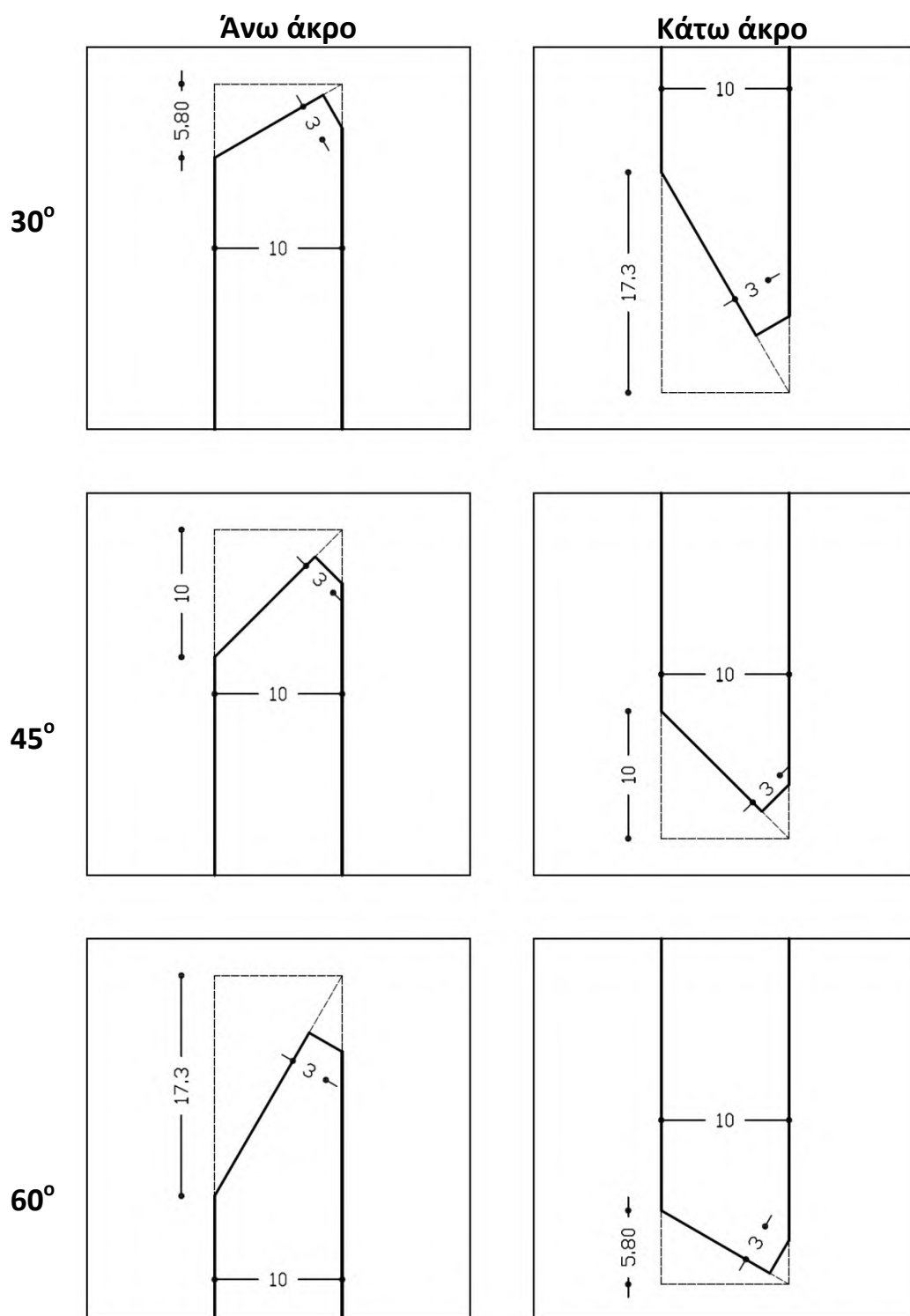
Πίνακας 2: Μήκη δοκών ανάλογα με την γωνία αντιστήριξης.

Γωνία αντιστήριξης	Ύψος κατακόρυφου δοκαριού (μέτρα)	Μήκος οριζόντιας δοκού (μέτρα)	Μήκος αντηρίδας (μέτρα)
30°	1,00	1,73	2,00
45°	1,00	1,00	1,41
60°	1,00	0,57	1,15

Η αντηρίδα θα πρέπει να κοπεί στα άκρα, με τέτοιο τρόπο ώστε να πατήσει ακριβώς πάνω στην κατακόρυφη και την οριζόντια δοκό, ενώ ταυτόχρονα να ακουμπήσει ακριβώς πάνω στα στηρίγματα. Αν δεν γίνει αυτό το κόψιμο, τότε η αντηρίδα δεν θα εφάπτεται πλήρως με τις υπόλοιπες δοκούς και θα σπάσει στα άκρα της (Σχήμα 4-5).

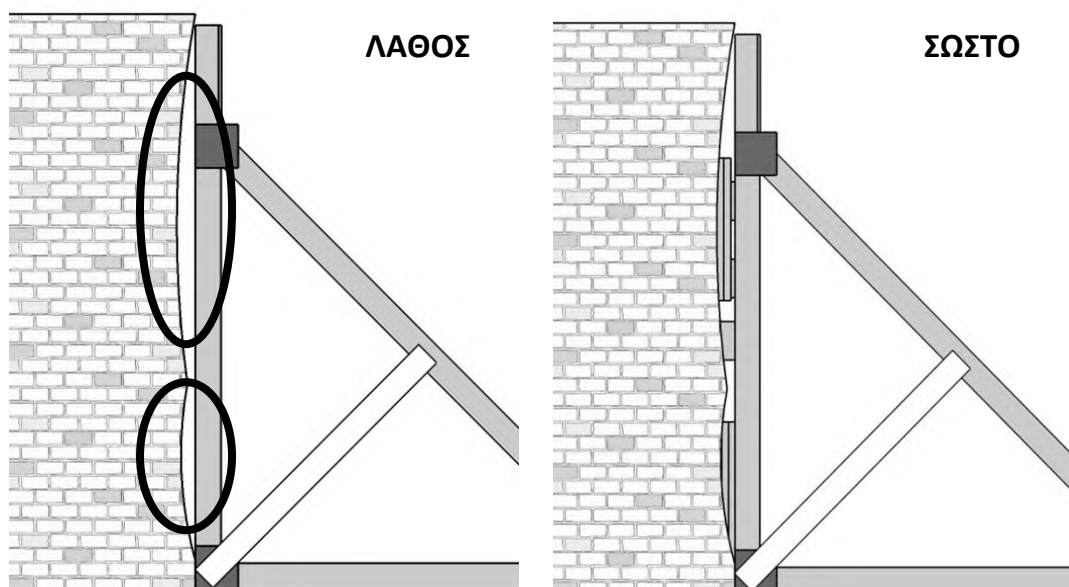
**Σχήμα 4-5.** Λανθασμένο και σωστό πάτημα της αντηρίδας στο κατακόρυφο στοιχείο.

Για να πατάει σωστά η αντηρίδα θα πρέπει σε κάθε άκρο να γίνουν δύο τομές, μία παράλληλη με την κατακόρυφη ή την οριζόντια δοκό και η άλλη κάθετη σε αυτή. **Η κάθετη τομή θα γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αφήνει ένα κάθετο τμήμα περίπου 3 εκατοστών στην αντηρίδα.** Αναλυτικά οι τομές στα άκρα κάθε αντηρίδας ανάλογα με την διάσταση της και την κλίση του συστήματος παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα.



Σχήμα 4-6. Τομές στα άκρα της αντηρίδας, για διάφορες γωνίες κλίσης συστήματος, ώστε να εφάπτεται στα κατακόρυφα και οριζόντια δοκάρια.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η καλή εφαρμογή της κατακόρυφης δοκού στον τοίχο που θέλουμε να αντιστηρίξουμε. Εάν δεν υπάρχει πλήρη επαφή του τοίχου με το σύστημα τότε σε μία πιθανή μετακίνηση από έναν μετασεισμό, ο τοίχος θα κινηθεί ελεύθερα (έστω και σε πολύ μικρό εύρος) και θα χτυπήσει επάνω στην αντιστήριξη με αποτέλεσμα να σπάσει (Σχήμα 4-7). Συνεπώς θα πρέπει κάθε στιγμή να εξασφαλίζουμε όσο το δυνατό καλύτερη εφαρμογή της αντιστήριξης πάνω στο στοιχείο, ακόμα και με την χρήση ξύλινων πλακών ή δοκών που θα χρησιμοποιούνται σαν ένα είδους σφήνωσης.



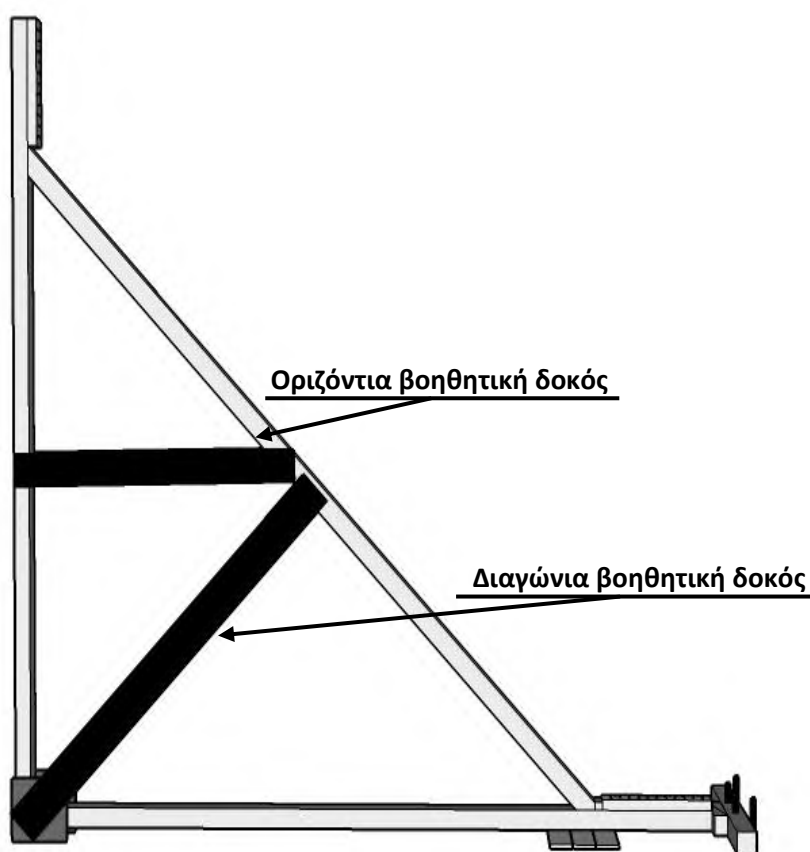
Σχήμα 4-7. Η πλήρης επαφή της αντιστήριξης με το αντιστηριζόμενο στοιχείο είναι βασική προϋπόθεση για την αποδοτική λειτουργία της.

4.1.2 Διαγώνια και οριζόντια βοηθητική δοκός

Για να γίνει η αντιστήριξη πιο ανθεκτική πρέπει να τοποθετείται μία διαγώνια δοκός η οποία να καρφώνεται στη βάση της αντιστήριξης (στο σημείο που η κατακόρυφη δοκός συναντά την οριζόντια) και στο μέσο περίπου της αντηρίδας. Ένας γενικός κανόνας είναι πως χρησιμοποιείται σε αντηρίδες με μήκος μεγαλύτερο των 3 μέτρων, ώστε αυτές να μην κάνουν "κουλιά" λόγω του βάρους.

Η διαγώνια διάταξη μπορεί να είναι ξύλινη “τάβλα”, μικρού πάχους (π.χ. έως 5 εκατοστών) πλάτους περίπου 15 εκατοστών, ενώ καρφώνεται με την κλασσική διάταξη καρφιών 2-1-2 εναλλάξ.

Από την άλλη η οριζόντια βοηθητική δοκός δεν απαιτείται σε ένα τυπικό σύστημα αντιστήριξης. Είναι ξύλο λεπτού πάχους, όπως η διαγώνια δοκός, και πλάτους 15 εκατοστών και τοποθετείται στις περιπτώσεις που ο τοίχος που θα αντιστηρίξουμε είναι πολύ σπασμένος, ώστε να αυξηθεί η δυνατότητα της αντιστήριξης να παραλάβει οριζόντια φορτία. Όπου χρησιμοποιείται, καρφώνεται στο μέσο της αντηρίδας και στο μέσο της κατακόρυφης δοκού.



Σχήμα 4-8. Διαγώνια και οριζόντια βοηθητική δοκός σε ένα σύστημα αντιστήριξης με αντηρίδες.

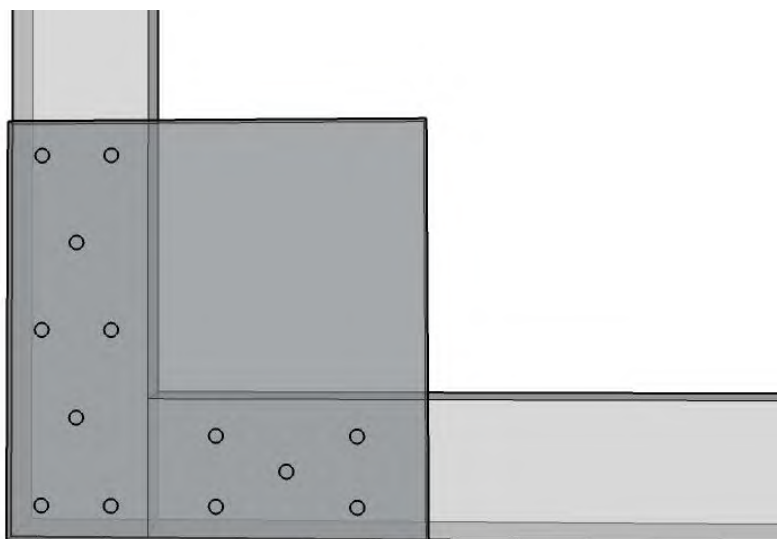
4.1.3 Πλάκες σύνδεσης

Για τις πλάκες σύνδεσης ισχύουν τα όσα περιγράφηκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο των υποστυλώσεων (Κεφάλαιο 2.4.3). Χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τις κύριες δοκούς μεταξύ τους (οριζόντια, κατακόρυφη και αντηρίδα) και καρφώνονται επάνω στα σημεία που συναντώνται οι δοκοί.

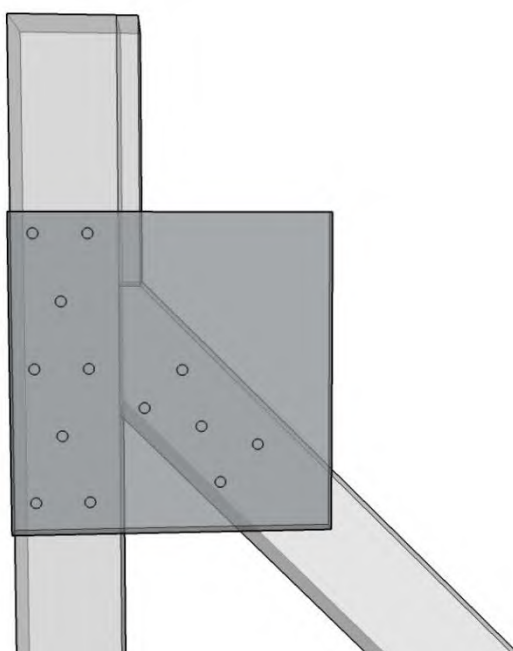
Οι πλάκες αυτές, όπως είδαμε και παραπάνω είναι είτε από κόντρα πλακέ με ελάχιστο πάχος 2 εκατοστών ή από τυπική ξυλεία ελάχιστου πάχους 5 εκατοστών. Προτιμητέο είναι να είναι ορθογώνιου σχήματος με πλάτος 30 εκατοστά, για περίπτωση αντιστήριξης με δοκούς διαστάσεων 10x10 εκατοστά.

Σε ένα τυπικό σύστημα αντηρίδων έχω τρεις πλάκες συνδέσεις. Μία που συνδέει την οριζόντια με την κατακόρυφη δοκό και μία για της σύνδεση της αντηρίδας με την οριζόντια και την κατακόρυφη δοκό αντίστοιχα. Για να λειτουργήσουν θα πρέπει να καρφωθούν και στα δύο μέλη τα οποία καλούνται να συνδέσουν, ενώ το κάρφωμά τους γίνεται με καρφιά σε κλασσική διάταξη 2-1-2 εναλλάξ. Συγκεκριμένα τοποθετείται μια πλάκα σύνδεσης στο κάτω μέρος του συστήματος, εκεί όπου συναντώνται η οριζόντια και η κατακόρυφη δοκός. Η πλάκα τοποθετείται έτσι ώστε να καλύπτει στο ένα άκρο της τις δύο δοκούς και καρφώνεται με 8 καρφιά στην κατακόρυφη δοκό και με 5 καρφιά στην οριζόντια δοκό κατ' ελάχιστο (Σχήμα 4-9).

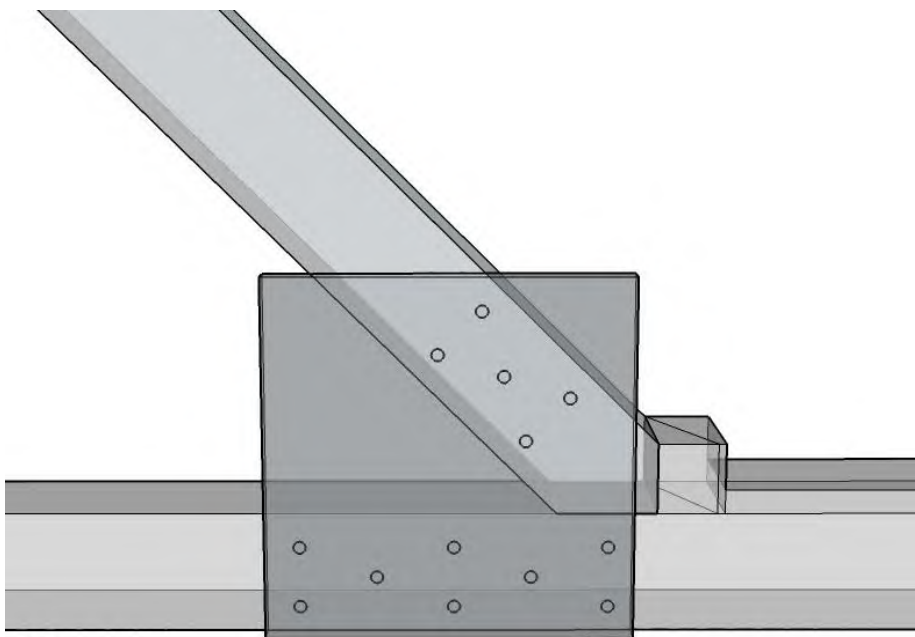
Ομοίως τοποθετούνται πλάκες σύνδεσης στις θέσεις όπου η κεκλιμένη αντηρίδα συναντά την κατακόρυφη και την οριζόντια δοκό. Και στις δύο περιπτώσεις η πλάκα τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να καρφώνεται στην αντηρίδα με τουλάχιστον 5 καρφιά και στην κατακόρυφή ή την οριζόντια δοκό με τουλάχιστον 8 καρφιά, πάντα σε διάταξη 2-1-2 εναλλάξ, όπως έχουμε ήδη δει. Αναλυτικά η τοποθέτηση των πλακών σύνδεσης, η διάταξη και ο αριθμός των καρφιών παρουσιάζονται σε σχήματα παρακάτω(Σχήμα 4-10 και Σχήμα 4-11).



Σχήμα 4-9. Πλάκα σύνδεσης οριζόντιας και κατακόρυφης δοκού.

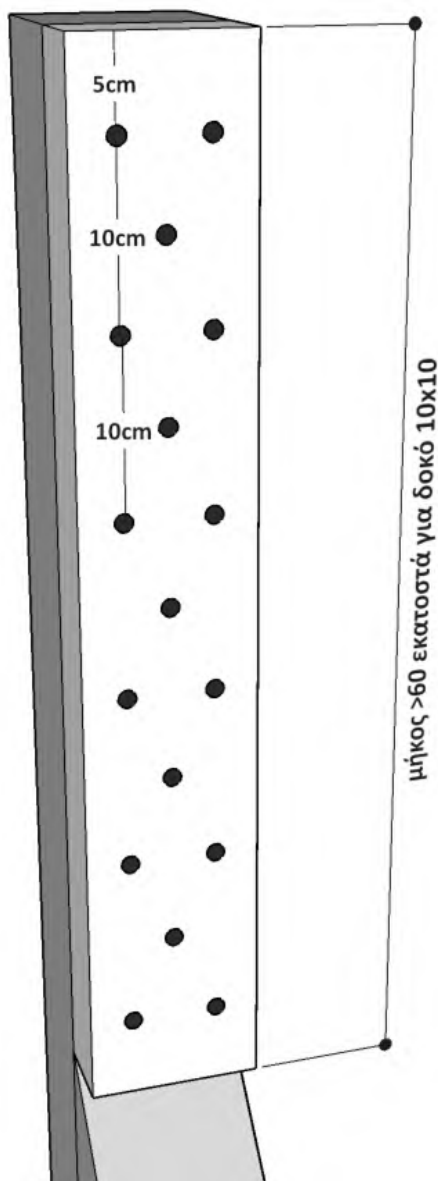


Σχήμα 4-10. Πλάκα σύνδεσης κατακόρυφης δοκού και αντηρίδας.



Σχήμα 4-11. Πλάκα σύνδεσης οριζόντιας δοκού και αντηρίδας.

4.1.4 Στηρίγματα

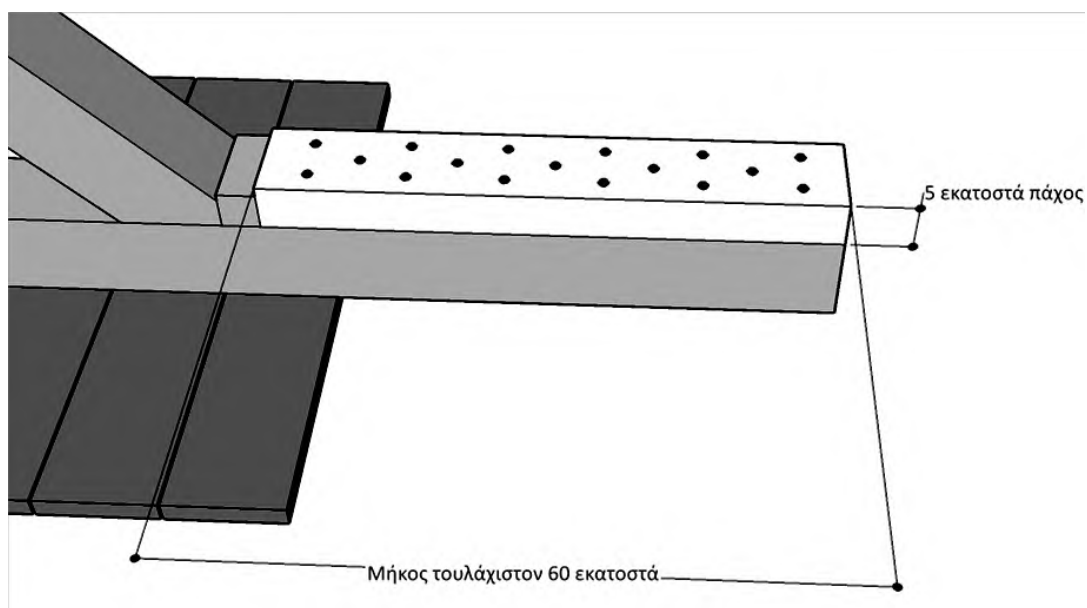


Σχήμα 4-12. Καρφωμένο στήριγμα στην κορυφή της αντηρίδας. Στο παρόν παρουσιάζεται και η κλασσική διάταξη των καρφιών 2-1-2.

Τα στηρίγματα τοποθετούνται στην κορυφή και την βάση του συστήματος και συγκεκριμένα στα άκρα της αντηρίδας ώστε να την εξασφαλίσουν από πιθανή μετακίνησή της προς τα κάτω ή προς τα πάνω. Με απλά λόγια, τα στηρίγματα χρησιμοποιούνται σαν “φρένο” για να μην αφήσουν το σύστημα να γλιστρήσει.

Τα στηρίγματα είναι ξύλινα ορθογωνικά στοιχεία, επιθυμητού **πάχους 5 εκατοστών**, με πλάτος όσο το πλάτος των κυρίων δοκών τα οποία καρφώνονται σε αυτές με την χρήση καρφιών σε συγκεκριμένη διάταξη.

Συγκεκριμένα σε περίπτωση συστήματος με γωνία 45° χρησιμοποιείται στην κορυφή της αντηρίδας στήριγμα μήκους τουλάχιστον 60 εκατοστών, ενώ σε περίπτωση συστήματος με γωνία 60° στήριγμα μήκους τουλάχιστον 75 εκατοστών (Σχήμα 4-12). Αντίστοιχα στην βάση της αντηρίδας χρησιμοποιείται στήριγμα μήκους τουλάχιστον 60 εκατοστών σε κάθε περίπτωση (Σχήμα 4-13). Για το κάρφωμα του στηρίγματος στις δοκούς χρησιμοποιούνται καρφιά σε διάταξη 2-1-2 εναλλάξ, όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο με αποστάσεις μεταξύ κάθε σειράς περίπου 5 εκατοστά (Σχήμα 4-12).



Σχήμα 4-13. Στήριγμα στη βάση της αντηρίδας.

Πίνακας 3: Μήκη και πάχη στηριγμάτων.

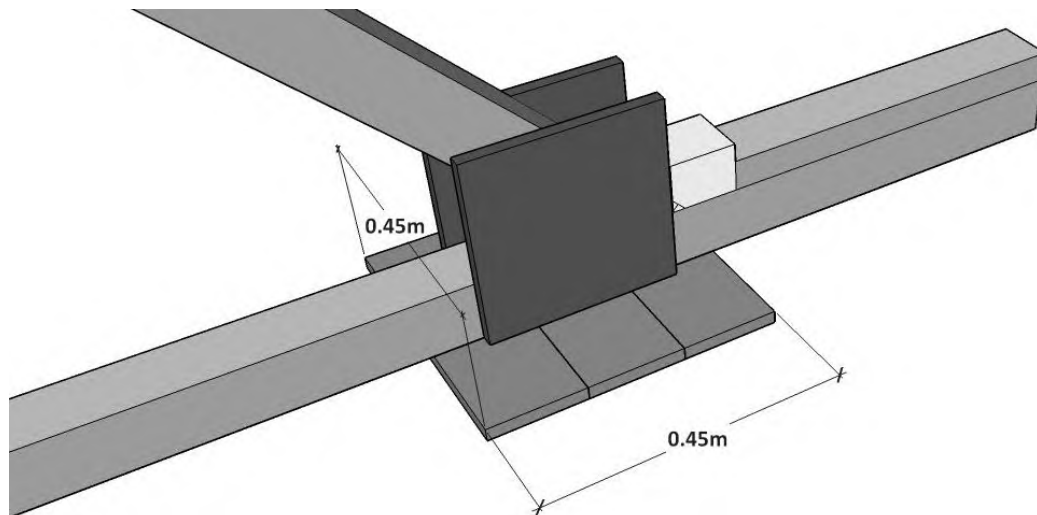
Γωνία αντιστήριξης	Στήριγμα	Ελάχιστο μήκος στηρίγματος (εκατοστά)	Ελάχιστο πάχος στηρίγματος (εκατοστά)
30°	Κορυφής	60	5
	Βάσης	60	5
45°	Κορυφής	60	5
	Βάσης	60	5
60°	Κορυφής	75	5
	Βάσης	60	5

4.1.5 Πέλμα βάσης

Το πέλμα βάσης είναι μια σειρά από μικρού πάχους ξύλινες πλάκες οι οποίες τοποθετούνται κάτω από το σημείο που η αντηρίδα συναντά το οριζόντιο δοκάρι. Σκοπός τους είναι να αποτελέσουν ένα είδους "θεμελίου" το οποίο θα αποτρέψει το συγκεκριμένο σημείο από το να σπάσει λόγω μετακίνησης προς τα κάτω.

Τοποθετούνται σε αυτή την θέση, αφού το σημείο που η αντηρίδα πατάει στο οριζόντιο δοκάρι είναι το σημείο που μεταφέρονται όλες οι δυνάμεις του συστήματος, συνεπώς είναι το πιο ευαίσθητο σημείο της κατασκευής. Η χρήση του πέλματος θεωρείται απαραίτητη όταν κάτω από την αντιστήριξη υπάρχει χώμα, το οποίο έχει μικρές αντοχές.

Για την κατασκευή του μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είτε ξύλινες πλάκες είτε πλάκες από κόντρα πλακέ θαλάσσης. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί κόντρα πλακέ με πάχος μικρότερο των 5 εκατοστών τότε η διαστάσεις του πέλματος θα πρέπει να είναι κατά ελάχιστο 90 x 45 εκατοστά, ενώ αντίστοιχα για ξύλινες πλάκες με πάχος μεγαλύτερο των 5 εκατοστών το πέλμα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 45 x 45 εκατοστά (Σχήμα 4-14).

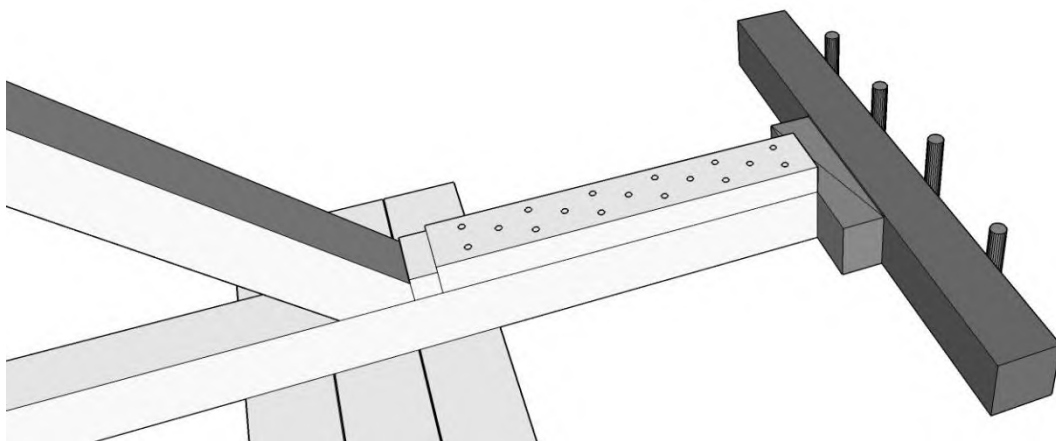


Σχήμα 4-14. Διαστάσεις και τοποθέτηση πέλματος βάσης.

4.1.6 Σταθεροποίηση αντιστήριξης

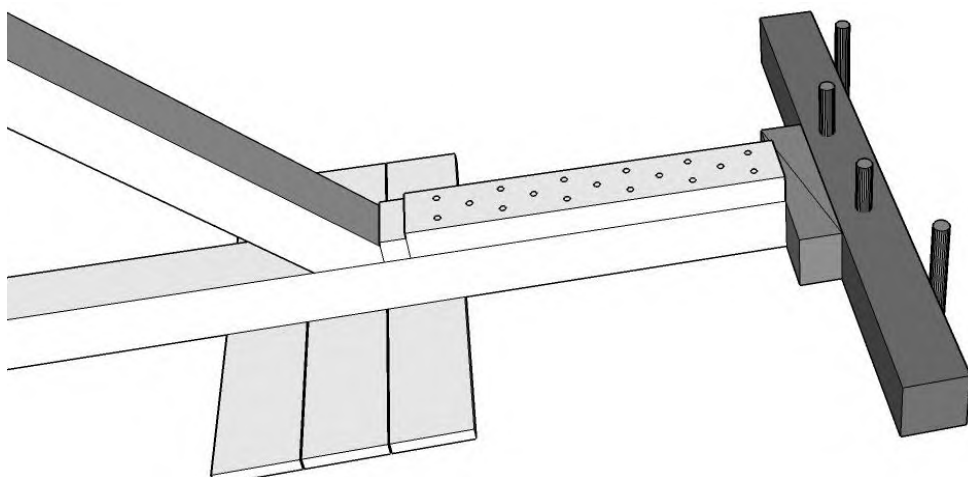
Σε κάποιες περιπτώσεις, όταν τα βάρη είναι μεγάλα ή περιμένουμε έντονους μετασεισμούς, υπάρχει η πιθανότητα, λόγω του βάρους, όλη η αντιστήριξη να μετακινηθεί. Για να αποφεύγουμε μία τέτοια περίπτωση είναι επιθυμητό να τοποθετείται στο κάτω άκρο του συστήματος μια πρόσθετη ασφάλεια που να αποτρέπει μια μετακίνηση.

Αυτό το πετυχαίνουμε τοποθετώντας πασσαλάκια στο άκρο του συστήματος τα οποία αντιστέκονται σε μία πιθανή μετακίνηση. Στο άκρο της αντιστήριξης τοποθετούμε ένα ξύλινο δοκάρι (διάστασης συνήθως 10 επί 10 εκατοστά), το οποίο σφηνώνεται με το σύστημα μέσω σφηνών και δίπλα σε αυτό καρφώνονται 4 πασσαλάκια διαστάσεων τουλάχιστον 90 εκατοστών (Σχήμα 4-15). Τα πασσαλάκια μπορεί να είναι είτε από ξύλο με διάμετρο τουλάχιστον 2,50 εκατοστά, είτε και μεταλλικά, όπως για παράδειγμα χαλύβδινες ράβδοι οπλισμού.



Σχήμα 4-15. Τυπική σταθεροποίηση άκρου αντιστήριξης.

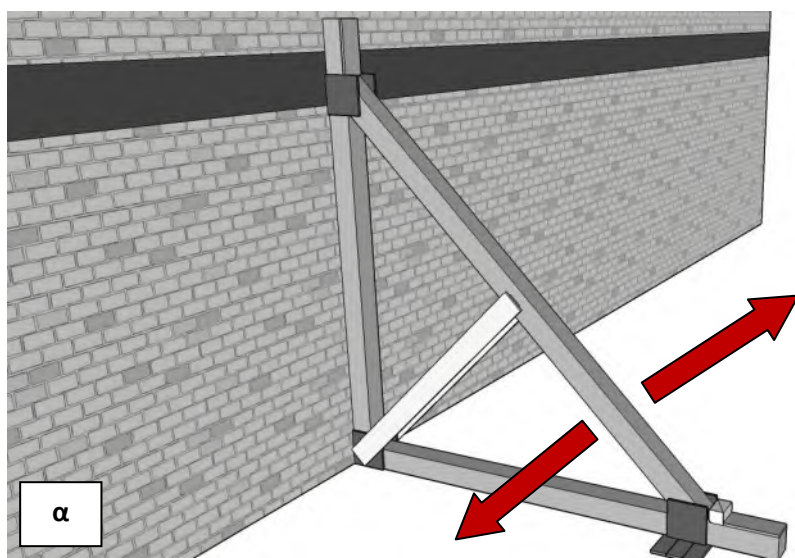
Σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες δοκοί για την κατασκευή του συστήματος αντιστήριξης (παράδειγμα δοκάρια 15 επί 15 εκατοστά), επειδή έχουμε μεγαλύτερο βάρος είναι επιθυμητό κάποιοι από τους πασσάλους να καρφώνονται στο έδαφος περνώντας μέσα από το ακριανό δοκάρι, ώστε να υπάρχει καλύτερη πάκτωση του συστήματος (Σχήμα 4-16).



Σχήμα 4-16. Σταθεροποίηση άκρου αντιστήριξης σε περίπτωση μεγάλου βάρους αντιστήριξης.

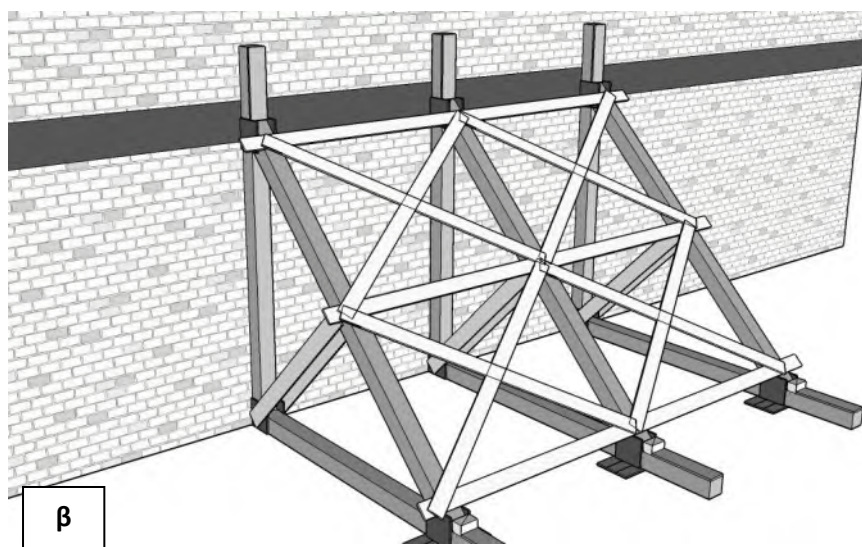
4.1.7 Πολλαπλές αντηρίδες

Η αντιστήριξη με αντηρίδες προσφέρει ικανοποιητική υποστήριξη ενός κατακόρυφου στοιχείου από το να ανατραπεί. Όμως επειδή ο σεισμός όσο και οι μετασεισμικές δονήσεις δεν έχουν αποκλειστικά μία κατεύθυνση θα πρέπει να εξασφαλίσουμε και την πιθανότητα ανατροπής του ίδιου του συστήματος αντιστήριξης (Σχήμα 4-17-α).



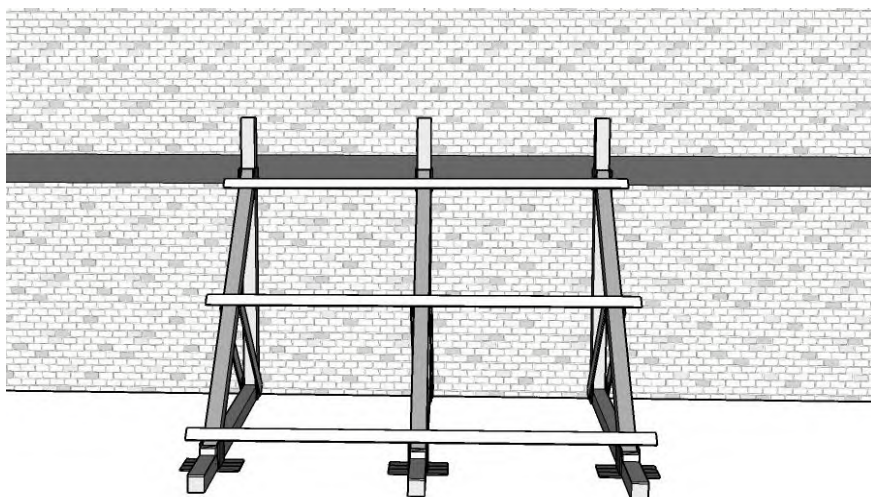
Σχήμα 4-17. Η μεμονωμένη αντηρίδα παρουσιάζει κίνδυνο ανατροπής εκτός επιπέδου, σε αντίθεση με το σύστημα πολλαπλών αντηρίδων.

Για να αποφύγουμε αυτόν τον κίνδυνο, σπάνια χρησιμοποιούμε στο πεδίο μία μόνο αντηρίδα, αντίθετα κατασκευάζουμε συστήματα πολλαπλών αντηρίδων τα οποία δεν επιτρέπουν στην αντιστήριξη να ανατραπεί αλλά αυξάνουν και την αντοχή της σε βάρος (Σχήμα 4-17-β).



Σχήμα 4-17. Η μεμονωμένη αντηρίδα παρουσιάζει κίνδυνο ανατροπής εκτός επιπέδου, σε αντίθεση με το σύστημα πολλαπλών αντηρίδων.

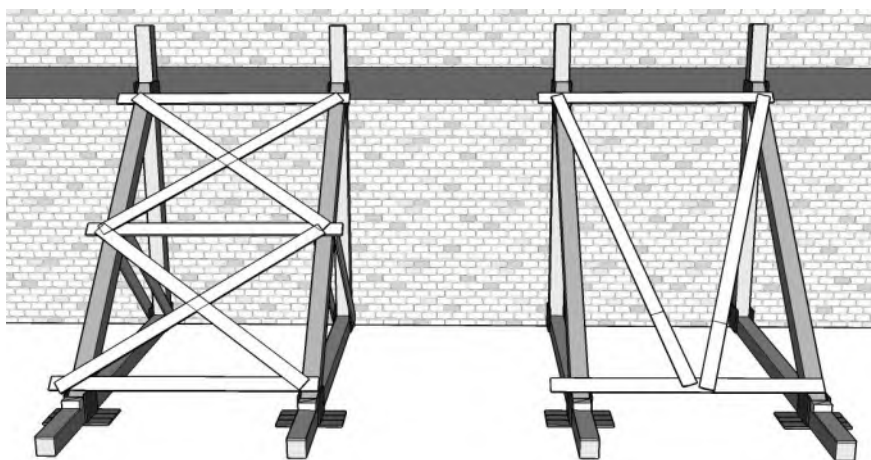
Η σύνδεση των μεμονωμένων αντηρίδων γίνεται με οριζόντια και χιαστί δοκάρια. Κατ' ελάχιστον καρφώνουμε δύο οριζόντια δοκάρια, ένα στην κορυφή των αντηρίδων και ένα στη βάση, ενώ καρφώνουμε και ένα στην μέση στις περιπτώσεις όπου έχει χρησιμοποιηθεί διαγώνια ή οριζόντια βοηθητική δοκός στην (για αντηρίδες με μήκος μεγαλύτερο των 3 μέτρων) (Σχήμα 4-18).



Σχήμα 4-18. Οριζόντια δοκάρια σύνδεσης αντηρίδων. Από ένα στην κορυφή και στη βάση και ένα στο μέσο όταν έχουν χρησιμοποιηθεί οριζόντιες ή διαγώνιες βοηθητικές δοκοί.

Τα χιαστί δοκάρια καρφώνονται στα σημεία σύνδεσης των οριζοντίων δοκών με τις αντηρίδες και μπορεί να είναι καρφωμένα σε σχήμα X ή σε διάταξη V όταν δεν έχω ενδιάμεση οριζόντια δοκό (Σχήμα 4-19).

Η απόσταση μεταξύ των αντηρίδων μπορεί να είναι περίπου 2 μέτρα ή και μικρότερη αν απαιτείται από τις περιστάσεις, ενώ τα δοκάρια που χρησιμοποιούνται είναι μικρού πάχους, έως 5 εκατοστά, και το πλάτος των δοκαριών προτιμάτε να είναι μεγαλύτερο των 15 εκατοστών για συνήθη αντιστήριξη.



Σχήμα 4-19. Διαγώνια δοκάρια σύνδεσης πολλαπλών αντηρίδων σε διάταξη X και V.

4.1.8 Στάδια κατασκευής

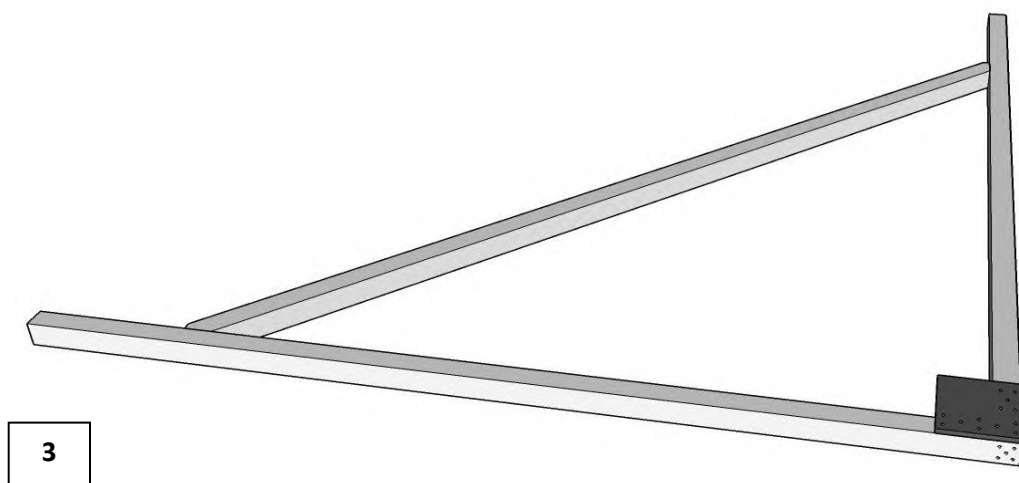
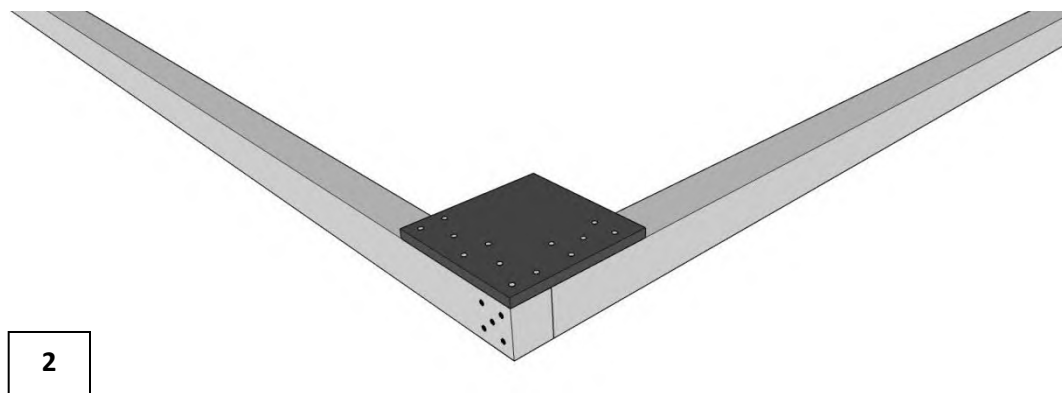
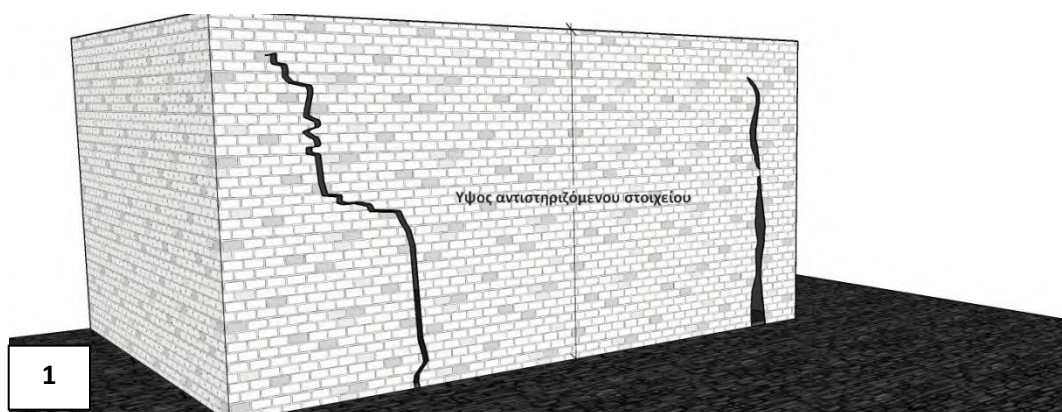
Επειδή οι αντιστηρίξεις τοποθετούνται κοντά σε σημεία της κατασκευής που έχουν υποστεί εκτεταμένες βλάβες και είναι επίφοβα να πέσουν, όπως για παράδειγμα οι τοίχοι, επιλέγουμε να τις κατασκευάσουμε σε ασφαλές σημείο, μακριά από το πεδίο κατάρρευσης και να μονταριστούν τοποθετηθούν στην τελική του θέση στη συνέχεια. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να δουλεύουμε όσο το δυνατό λιγότερο κοντά στα επικίνδυνα σημεία της κατασκευής αλλά ταυτόχρονα όμως δημιουργείται και πρόβλημα κατά την μεταφορά και την τοποθέτηση της αντιστήριξης εξαιτίας του μεγάλου βάρους που μπορεί να έχει.

Αναλυτικά τα στάδια κατασκευής ενός ξύλινου συστήματος αντιστήριξης με αντηρίδες, ενιαίας βάσης, έχει ως εξής:

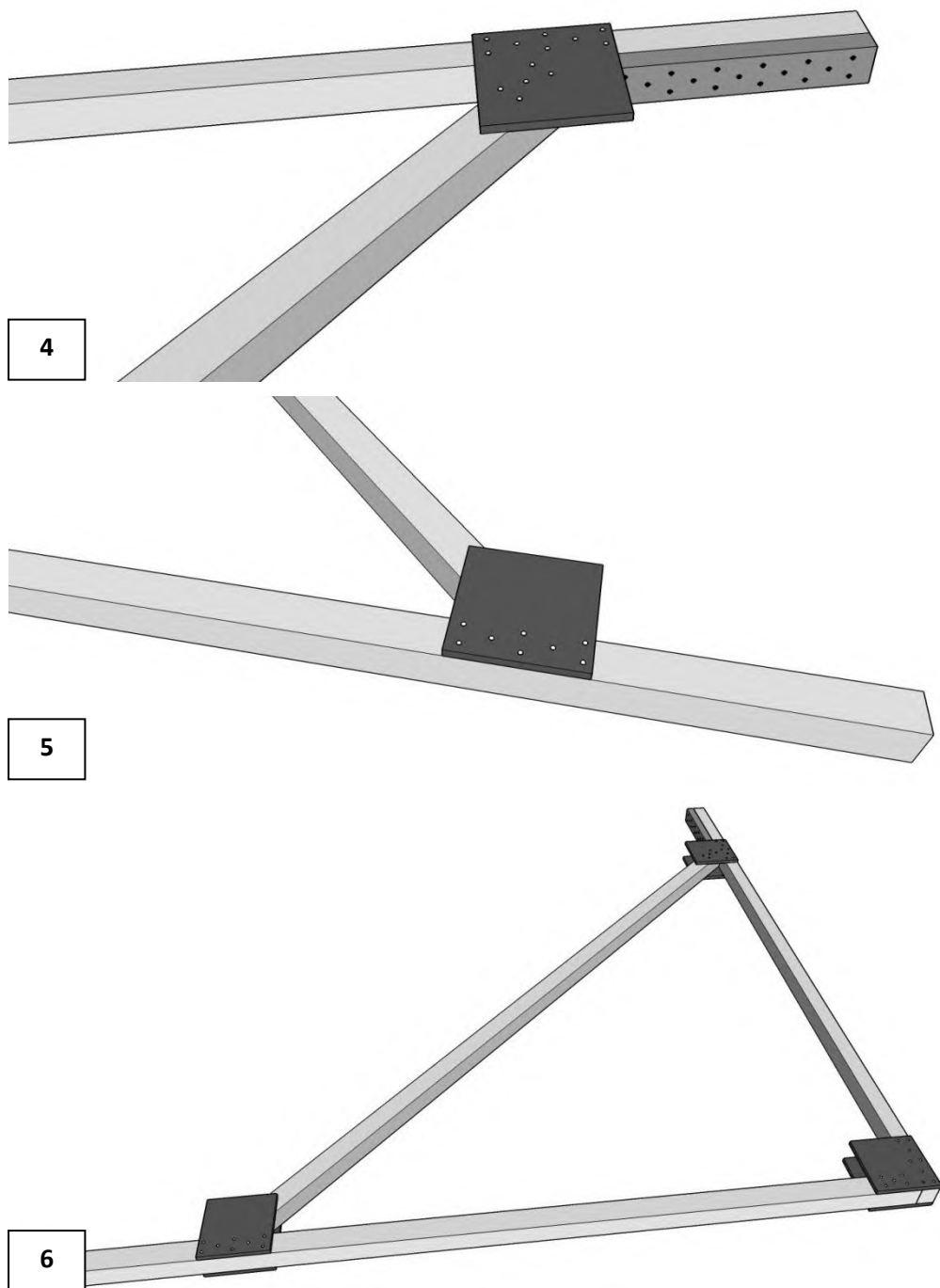
- 1 Επιλέγουμε το σημείο που απαιτείται να τοποθετήσουμε την αντιστήριξη και ταυτόχρονα το ύψος που θα έχει το σύστημα, σε σχέση με το αντιστηριζόμενο στοιχείο (Σχήμα 4-20- 1).
- 2 Εάν η περιοχή δεν είναι καθαρή από μπάζα ή λοιπά υλικά, σκεφτόμαστε το ενδεχόμενο κατασκευής αντιστήριξης με αντηρίδες ιπτάμενου τύπου (Κεφάλαιο 4.2)
- 3 Επιλέγουμε την κλίση της αντιστήριξης και με βάση αυτή κόβουμε στο κατάλληλο μήκος το κάθετο και το οριζόντιο δοκάρι, καθώς και την αντηρίδα. Δεν ξεχνάμε πως η κατακόρυφη και οριζόντια δοκός κόβονται κατά τουλάχιστον 60 εκατοστά μεγαλύτερες έτσι ώστε να τοποθετηθούν στα άκρα τα στηρίγματα, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Ομοίως στα άκρα της αντηρίδας κάνουμε τομές ώστε να υπάρχει πλήρης επαφή της με την κατακόρυφη και οριζόντια δοκό (**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**).
- 4 Καρφώνουμε την κατακόρυφη δοκό με το οριζόντιο δοκάρι και ασφαλίζουμε την σύνδεσή τους καρφώνοντας μια πλάκα σύνδεσης στη μία πλευρά (Σχήμα 4-20- 2).
- 5 Τοποθετούμε την αντηρίδα, στις κατάλληλες θέσεις επί των δοκών και καρφώνουμε (Σχήμα 4-20- 3).
- 6 Τοποθετούμε το στηρίγμα στην κορυφή και καρφώνουμε την πλάκα σύνδεσης κορυφής, στην αντηρίδα και στο κατακόρυφο δοκάρι (Σχήμα 4-20- 4).
- 7 Καρφώνουμε την πλάκα σύνδεσης στη βάση, αλλά μόνο στην αντηρίδα και όχι στην οριζόντια δοκό, αφού ίσως χρειαστούν μικροδιορθώσεις κατά την τελική ρύθμιση της αντιστήριξης (Σχήμα 4-20- 5).
- 8 Γυρνάμε το σύστημα ανάποδα και καρφώνουμε πλάκες σύνδεσης (τσόντες) και στην άλλη μεριά. **Προσοχή, την κάτω τσόντα την καρφώνουμε μόνο στην οριζόντια δοκό και όχι στην αντηρίδα, για να μπορέσουμε να κάνουμε μικροδιορθώσεις εάν απαιτηθεί** (Σχήμα 4-20- 6).
- 9 Με προσοχή τοποθετούμε την αντιστήριξη στην τελική της θέση εξασφαλίζοντας ότι τοποθετείται κατακόρυφα (Σχήμα 4-20- 7). Πρέπει να

εξασφαλίζεται πάντα η πλήρης επαφή του κατακόρυφου δοκαριού με τον τοίχο, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σφήνες για να επιτυγχάνεται αυτή η επαφή.

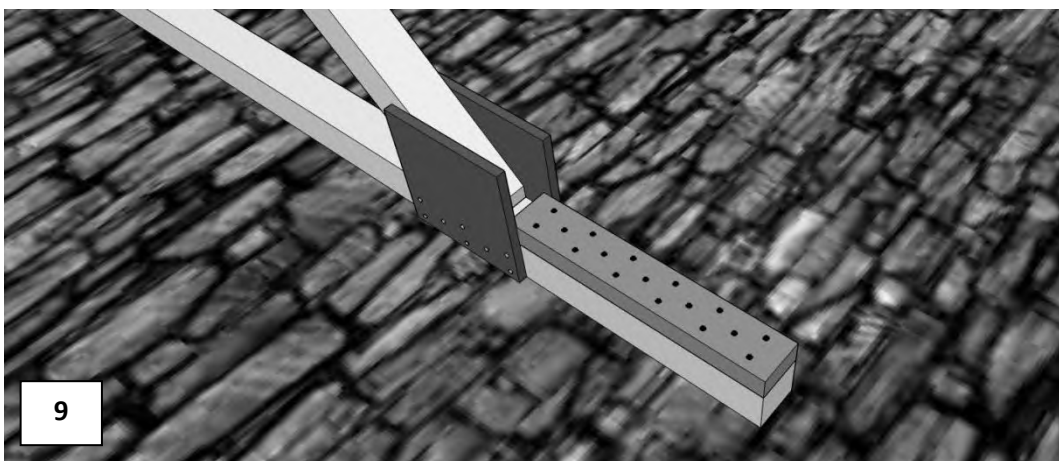
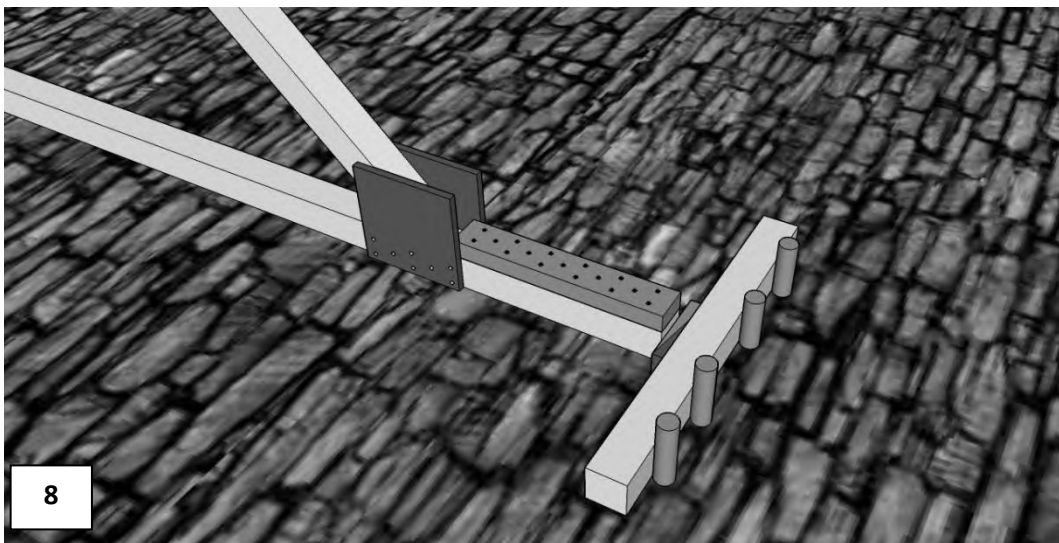
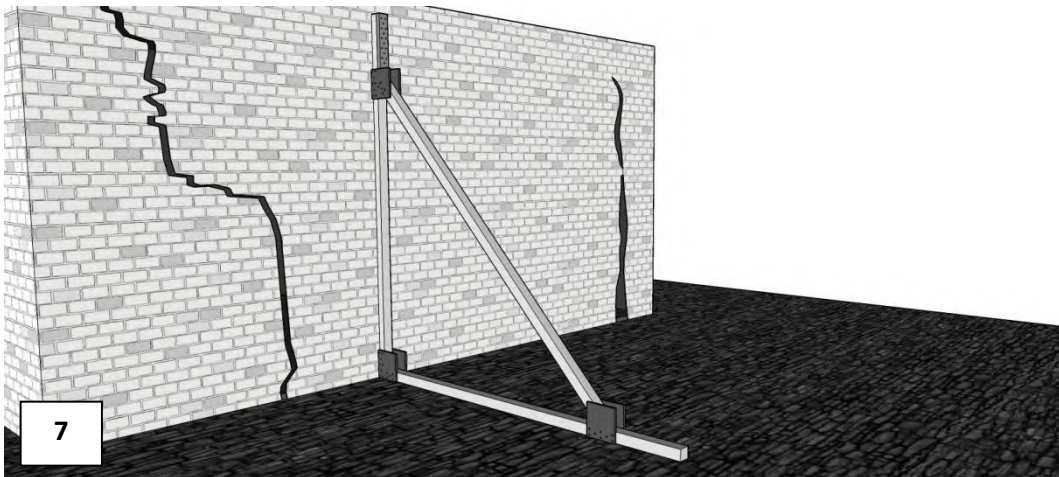
- 10 Καρφώνουμε το κάτω στηρίγμα αφήνοντας πάντα χώρο για την τελική τοποθέτηση των σφηνών (Σχήμα 4-20- 8).
- 11 Αγκυρώνουμε τη βάση της αντιστήριξης με πασσαλάκια. Συγκεκριμένα τοποθετούμε ένα ξύλινο δοκάρι, διαστάσεων ίδιων με τις διαστάσεις του δοκαριού βάσης και ικανό μήκος, κάθετα σε αυτό και το ασφαλίζουμε τοποθετώντας 4 πασσάλους στο άκρο του (Σχήμα 4-20- 9).
- 12 Στη συνέχεια τοποθετούμε σφήνες μεταξύ του στηρίγματος βάσης και της αντηρίδας και σφηνώνουμε το σύστημα ελαφρώς. Καρφώνουμε την κάτω πλάκα σύνδεσης με την αντηρίδα, αφού πλέον έχουμε κάνει τις οριστικές ρυθμίσεις και τα στοιχεία της αντιστήριξης είναι επαρκώς σφηνωμένα και στην τελική τους θέση (Σχήμα 4-20- 10).
- 13 Καρφώνουμε τις διαγώνιες βοηθητικές δοκούς, στην περίπτωση που η αντηρίδα έχει μήκος πάνω από 3 μέτρα, καθώς και την οριζόντια βοηθητική δοκό σε περίπτωση αντιστήριξης πολύ σπασμένου τοίχου (Σχήμα 4-20- 11).
- 14 Κατασκευάζουμε με την παραπάνω διαδικασία όσα άλλα συστήματα αντιστήριξης απαιτούνται ώστε να σχηματίσουμε το σύστημα πολλαπλών αντηρίδων (Σχήμα 4-20- 12).
- 15 "Δένουμε" τις αντηρίδες μεταξύ τους καρφώνοντας οριζόντιες δοκούς στην κορυφή και στη βάση τους, αλλά και στο κέντρο στην περίπτωση που έχουμε χρησιμοποιήσει βοηθητικές δοκούς στα μεμονωμένα συστήματα (Σχήμα 4-20- 13).
- 16 Καρφώνουμε τα διαγώνια δοκάρια στις αντηρίδες σε σχήμα Χ ή V, και ολοκληρώνουμε την κατασκευή του συστήματος (Σχήμα 4-20- 14).



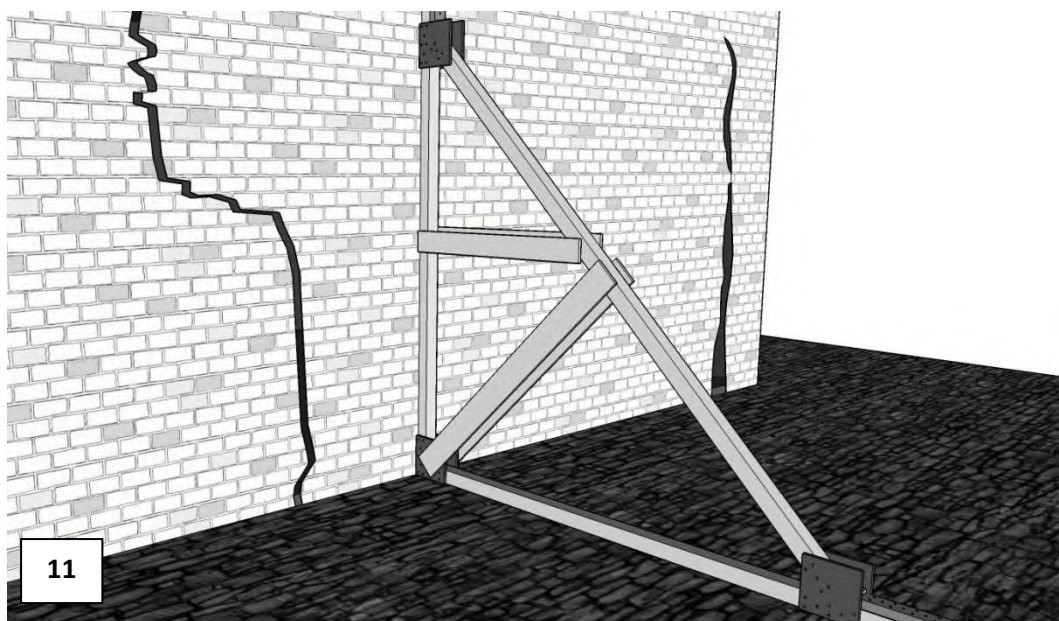
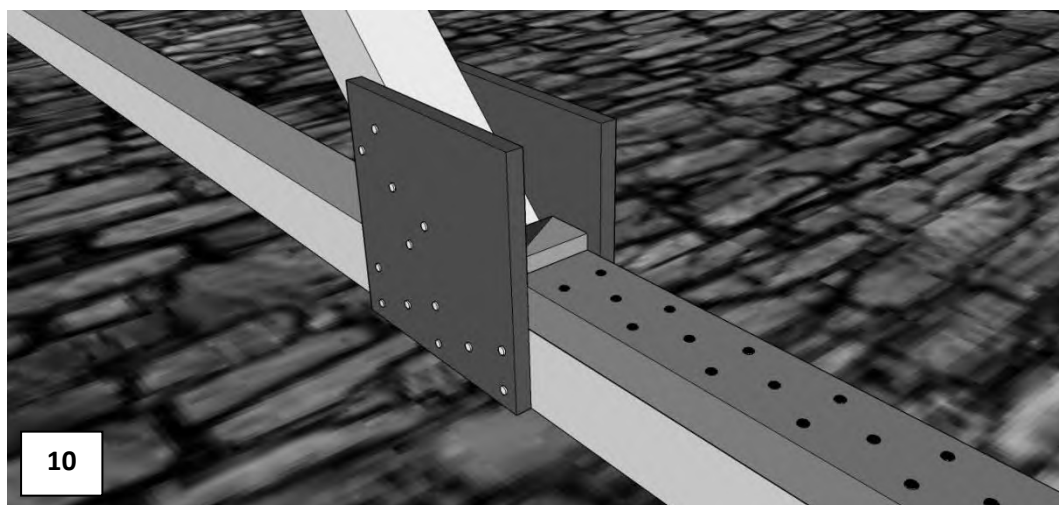
Σχήμα 4-20. Στάδια κατασκευής συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης.



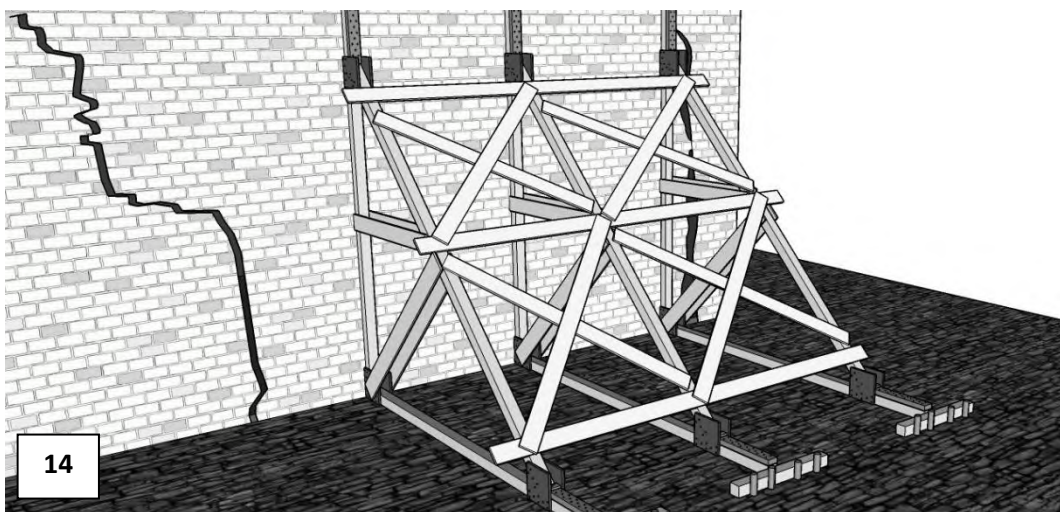
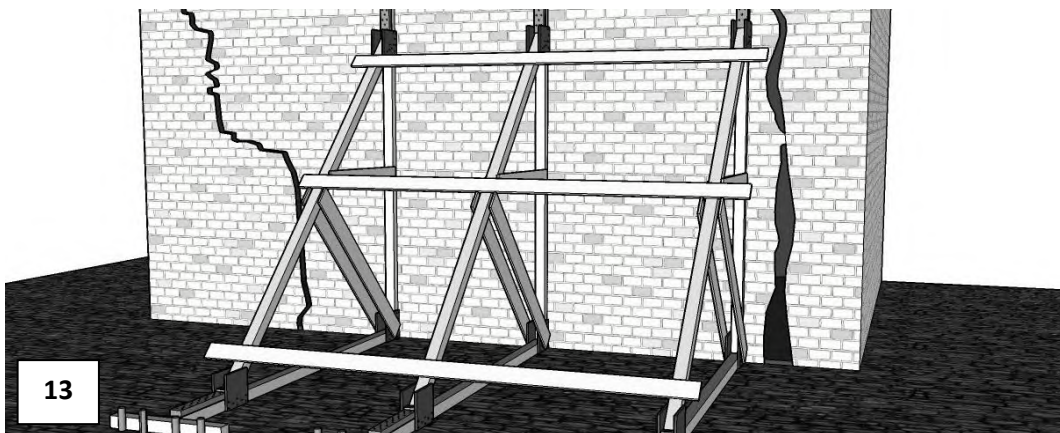
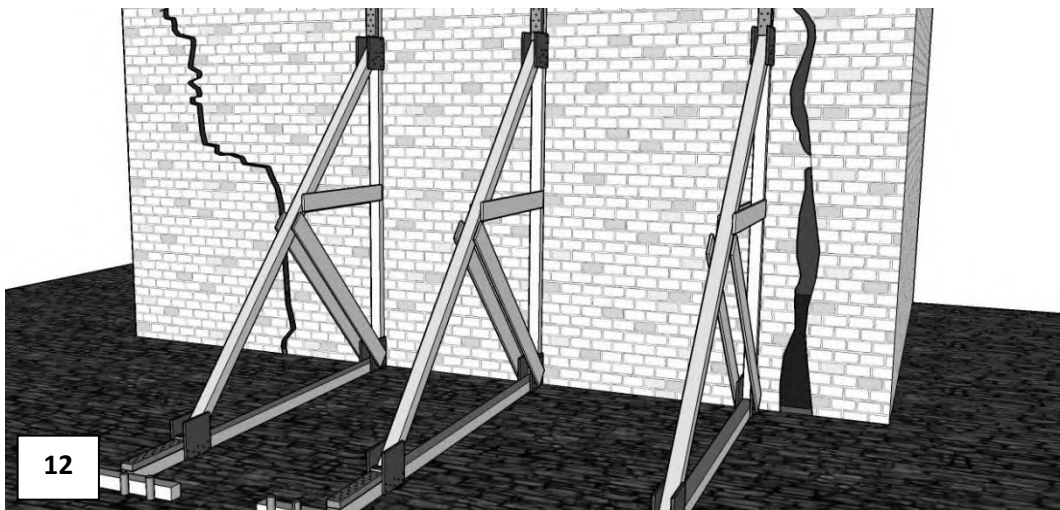
Σχήμα 4-20. Στάδια κατασκευής συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης.



Σχήμα 4-20. Στάδια κατασκευής συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης.



Σχήμα 4-20. Στάδια κατασκευής συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης.



Σχήμα 4-20. Στάδια κατασκευής συστήματος αντιστήριξης ενιαίας βάσης.

4.2 Αντιστήριξη με ξύλινες αντηρίδες ιπτάμενου τύπου

Βασική διαφορά της αντιστήριξης ιπτάμενου τύπου με τις αντηρίδες ενιαίας βάσης είναι ότι στις αντηρίδες ιπτάμενου τύπου το τρίγωνο της αντιστήριξης δεν πατάει πλήρως στο έδαφος αλλά τοποθετείται σε ύψος, ενώ στο έδαφος καταλήγει μόνο ένα μικρό πέλμα, το οποίο και στηρίζει όλη την κατασκευή.



Φωτογραφία 4-4. Αντιστήριξη με αντηρίδες ιπτάμενου τύπου , για σταθεροποίηση σήραγγας (2019, EuModex, GR/MUSAR2/THESS - 2η ΕΜΑΚ, Bulgaria/Montana)

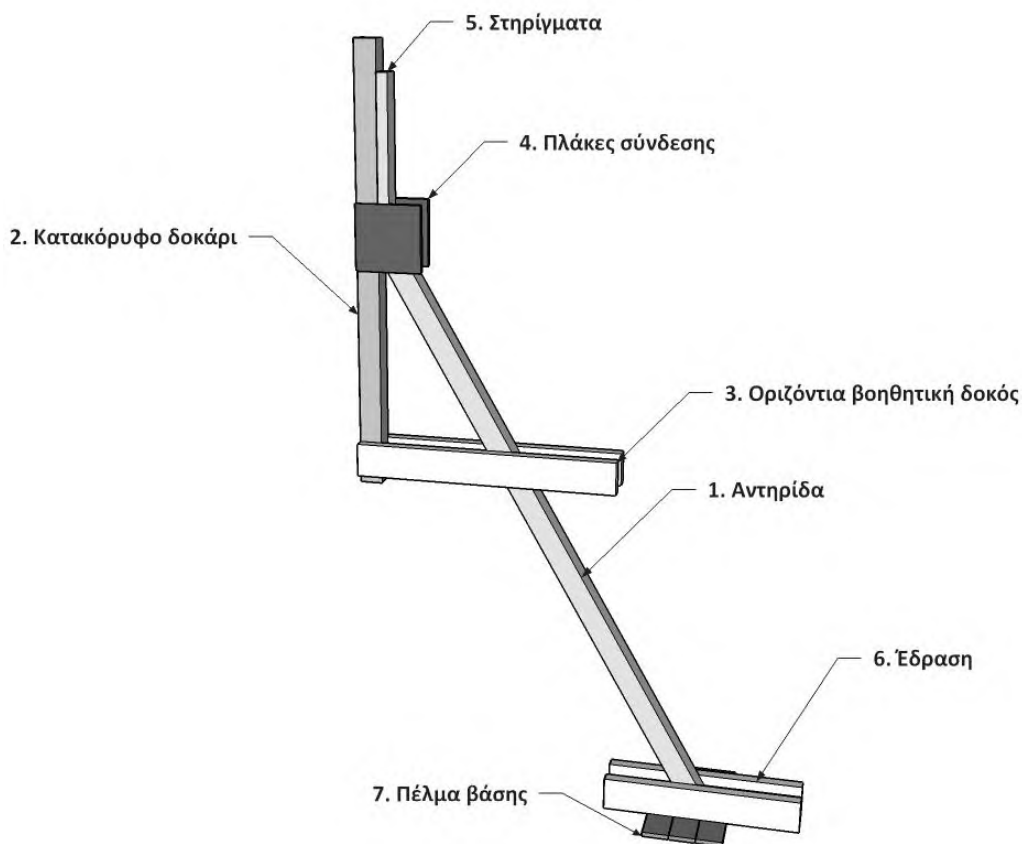
Η αντιστήριξη με αντηρίδες ιπτάμενου τύπου είναι οι ευκολότερες στην κατασκευή αφού απαιτούν μικρό όγκο ξύλινων στοιχείων, έχουν μικρότερο βάρος από τις αντίστοιχες αντηρίδες ενιαίας βάσης και απαιτούν λιγότερο χρόνο για την κατασκευή τους. Επειδή δεν έχουν ενιαία τριγωνική βάση αλλά αντίθετα πατάνε στο έδαφος σε πολύ μικρό μήκος και μακριά από την αντιστήριξη, είναι ιδανικές για τοποθέτηση δίπλα σε τοίχους που στη βάση τους έχουν συγκεντρωμένα μπάζα και ερείπια.

Όμως το βασικό μειονέκτημά τους είναι πως δε έχουν δυνατότητα ανάληψης μεγάλων βαρών και λόγω του μικρού εύρους θεμελίωσής τους είναι ασταθείς. Χαρακτηριστικά

αναφέρουμε πως η δυνατότητα ανάληψης οριζοντίων βαρών είναι της τάξης των **450 κιλών**. Έτσι αποφεύγεται να χρησιμοποιούνται ως μοναδικές αντιστηρίξεις και προτιμάται να τοποθετούνται ως προσωρινά στηρίγματα μέχρι την τοποθέτηση ενός μόνιμου συστήματος ή ως συμπληρωματικές αντιστηρίξεις σε σημεία που έχει χρησιμοποιηθεί ήδη άλλου τύπου αντιστήριξη.

Η συγκεκριμένη αντιστήριξη αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στοιχεία:

1. Αντηρίδα.
2. Κατακόρυφο δοκάρι.
3. Οριζόντια βοηθητική δοκός.
4. Πλάκες σύνδεσης.
5. Στηρίγματα.
6. Έδραση (παπούτσι).
7. Πέλμα βάσης.



Σχήμα 4-21. Τμήματα αντιστήριξης με αντηρίδα ιπτάμενου τύπου.

4.2.1 Αντηρίδα

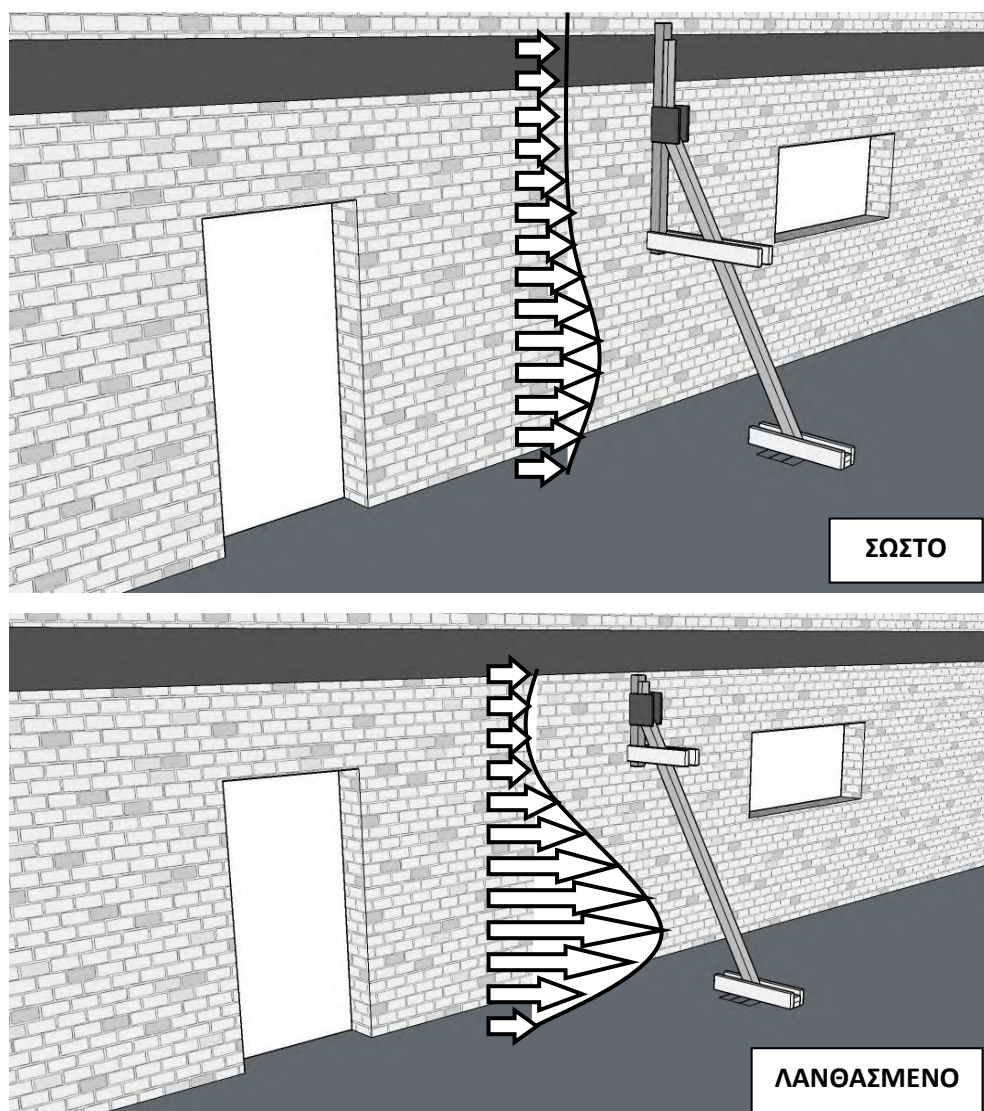
Για την αντηρίδα επιλέγονται συνήθως ξύλινα στοιχεία με ελάχιστες διαστάσεις 10 επί 10 εκατοστά, ενώ η κλίση της είναι από 30° έως 60° από το έδαφος. Για τον τρόπο τοποθέτησής της, τα μήκη της αλλά και τα λοιπά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά ισχύουν και εδώ όσα αναφέρθηκαν στην περίπτωση της αντιστήριξης με αντηρίδες ενιαίας βάσης (Κεφάλαιο 4.1.1).

4.2.2 Κατακόρυφο δοκάρι

Το κατακόρυφο δοκάρι είναι ένα από τα βασικότερα στοιχεία του συστήματος αντιστήριξης, αφού αυτό συγκρατεί τον τοίχο και μέσω αυτού μεταφέρονται οι δυνάμεις στο υπόλοιπο σύστημα.

Είναι και αυτό ξύλινο δοκάρι με διατομή ίδιων διαστάσεων με την αντηρίδα, ενώ το μήκος του επιλέγεται να είναι περίπου στα **2 μέτρα**, ώστε να υπάρχει καλή επαφή με το αντιστηριζόμενο στοιχείο. Σε περίπτωση που το μήκος του είναι μικρότερο τότε δεν θα μπορεί να αντιστηρίξει επαρκές τμήμα του τοίχου, με αποτέλεσμα το σύνολο της αντιστήριξης να υπολειπουργεί, συνεπώς υπάρχει σοβαρός κίνδυνος αστοχίας.

Κατά την τοποθέτηση της αντιστήριξης στον τοίχο, λόγω της χαμηλής ευστάθειας που παρουσιάζει το εν λόγω σύστημα αντιστήριξης, είναι επιθυμητό να καρφώνεται το κατακόρυφο δοκάρι επάνω στον τοίχο, ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή επαφή του με αυτόν, αλλά ταυτόχρονα το σύστημα να είναι όσο το δυνατό περισσότερο σταθερό.

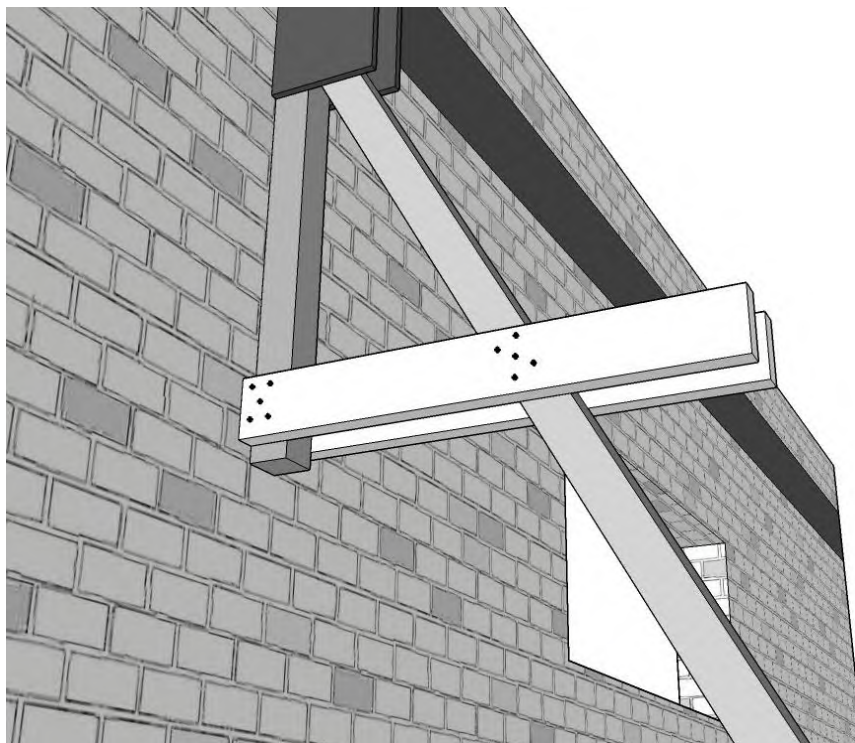


Σχήμα 4-22. Το κατακόρυφο δοκάρι πρέπει να έχει επαρκές μήκος για σωστή λειτουργία της αντιστήριξης

4.2.3 Οριζόντιες βοηθητικές δοκοί

Οι οριζόντιες βοηθητικές δοκοί καρφώνονται στο κατακόρυφο δοκάρι και στην αντηρίδα, ώστε να δέσουν την αντιστήριξη δημιουργώντας ένα ευσταθές τρίγωνο το οποίο μεταφέρει με ασφάλεια τις δυνάμεις προς το έδαφος. Τα στοιχεία αυτά είναι ξύλινες σανίδες, πάχους περίπου 5 εκατοστών και πλάτους 15 εκατοστών, ενώ το μήκος τους είναι τουλάχιστον 90 εκατοστά και τοποθετούνται στο χαμηλότερο τμήμα του κατακόρυφου δοκαριού. Καρφώνονται και στις δύο πλευρές της αντιστήριξης με καρφιά σε διάταξη 2-1-2,

όπως έχουμε δει και παραπάνω, με 5 καρφιά στην κατακόρυφη δοκό και 5 καρφιά στην αντηρίδα (Σχήμα 4-23).



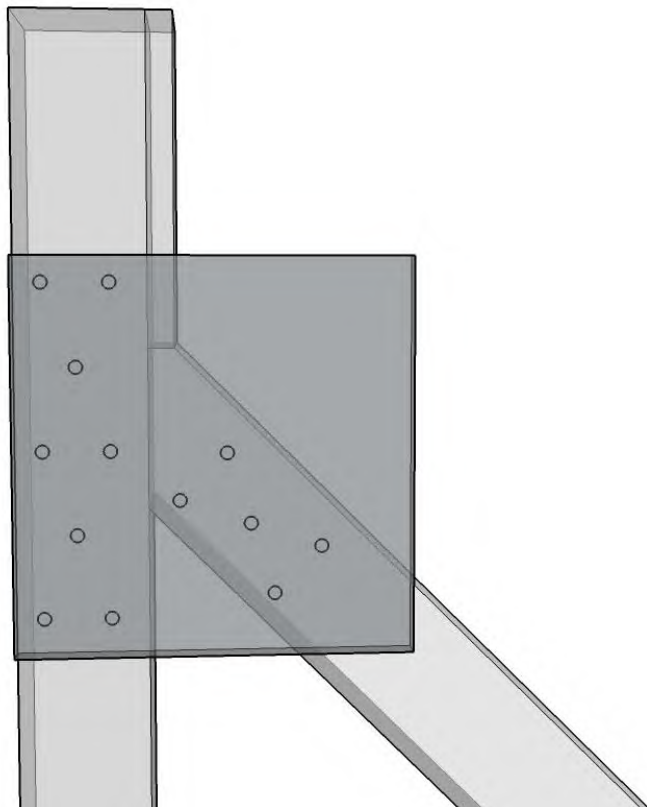
Σχήμα 4-23. Οριζόντια βοηθητικά στοιχεία.

4.2.4 Πλάκες σύνδεσης

Για τις πλάκες σύνδεσης ισχύουν τα όσα περιγράφηκαν στο αντίστοιχο κεφάλαιο της αντιστήριξης με αντηρίδες ενιαίας βάσης (Κεφάλαιο 4.1.3). Τοποθετούνται στο άνω άκρο της αντιστήριξης για να συνδέσουν την αντηρίδα με την κατακόρυφη δοκό και η σύνδεση επιτυγχάνεται με κάρφωμα.

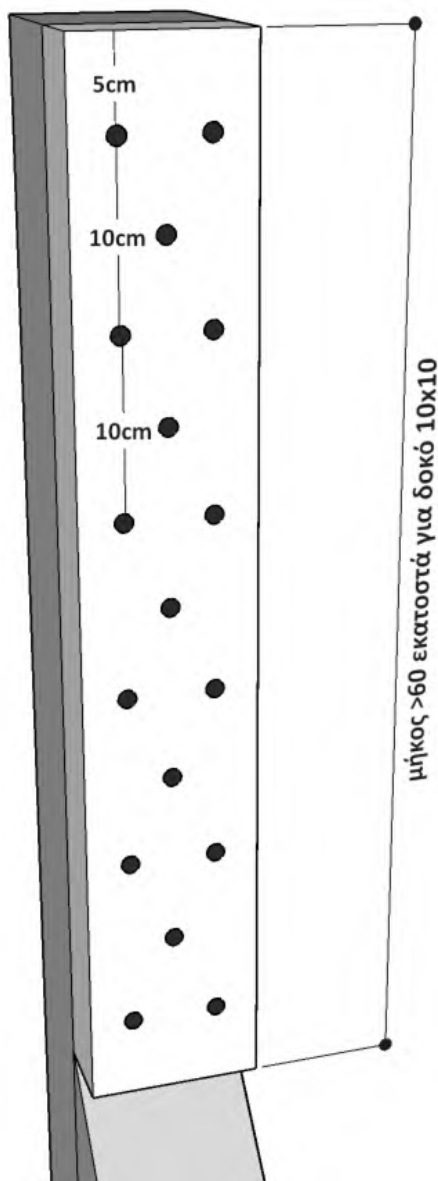
Οι πλάκες αυτές, όπως είδαμε και παραπάνω είναι είτε από κόντρα πλακέ με ελάχιστο πάχος 2 εκατοστών ή από τυπική ξυλεία ελάχιστου πάχους 5 εκατοστών. Προτιμητέο είναι να είναι τετραγωνικές με διάσταση 30 εκατοστά, στην περίπτωση αντιστήριξης με δοκούς διαστάσεων 10x10 εκατοστά.

Καρφώνονται και στις δύο πλευρές της αντιστήριξης με καρφιά σε κλασική διάταξη 2-1-2 εναλλάξ και συγκεκριμένα με 8 καρφιά στην κατακόρυφη δοκό και με 5 καρφιά στην αντηρίδα κατ'ελάχιστο (Σχήμα 4-24).



Σχήμα 4-24. Πλάκα σύνδεσης κατακόρυφης δοκού και αντηρίδας.

4.2.5 Στήριγμα κορυφής



Σχήμα 4-25. Στήριγμα στην κορυφή της αντηρίδας, με την διάταξη κάρφωσης.

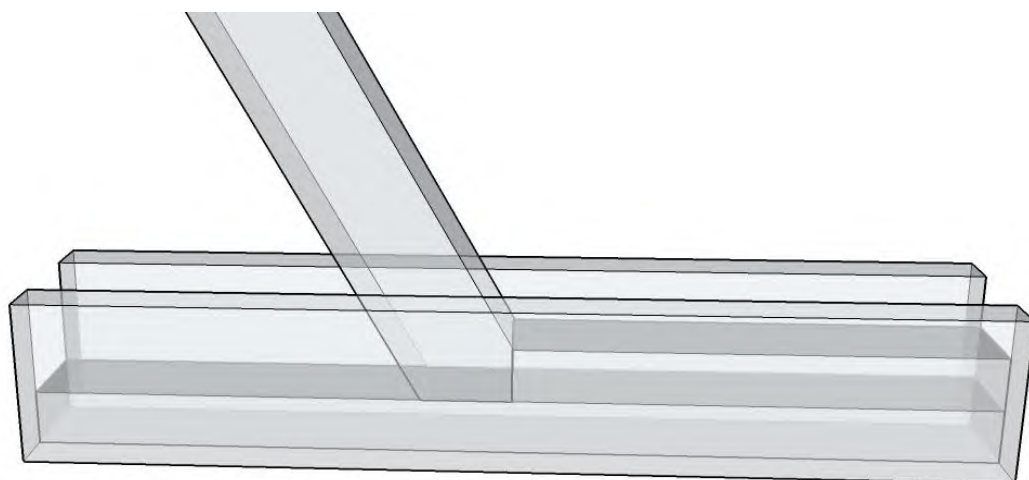
Το στήριγμα τοποθετείται στην κορυφή του συστήματος, είναι ξύλινο, ορθογωνικού σχήματος με **πάχος 5 εκατοστών**, πλάτος όσο το πλάτος της κατακόρυφης δοκού (συνήθως 10 εκατοστά) και **μήκος τουλάχιστον 60 εκατοστών**. Το στήριγμα καρφώνεται στην κατακόρυφη δοκό με καρφιά σε διάταξη 2-1-2 εναλλάξ, με απόσταση ανά σειρά καρφιών 5 εκατοστών (Σχήμα 4-25).

4.2.6 Έδραση (παπούτσι)

Η έδραση, δηλαδή το τμήμα της αντιστήριξης που πατάει στο έδαφος, είναι το πλέον σημαντικό, αφού στον συγκεκριμένο τύπο αντιστήριξης, είναι το μοναδικό κομμάτι που μεταβιβάζει τα βάρη στο έδαφος και επηρεάζει όλη την σταθερότητα και απόδοση του.

Έτσι θα πρέπει να κατασκευάζεται έχοντας ικανοποιητικό μήκος για να παρέχει την απαιτούμενη ασφάλεια, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να είναι στιβαρά κατασκευασμένο, ώστε να μην σπάσει το ίδιο από τα βάρη που μεταφέρονται και οδηγήσει σε συνολική αστοχία της κατασκευής.

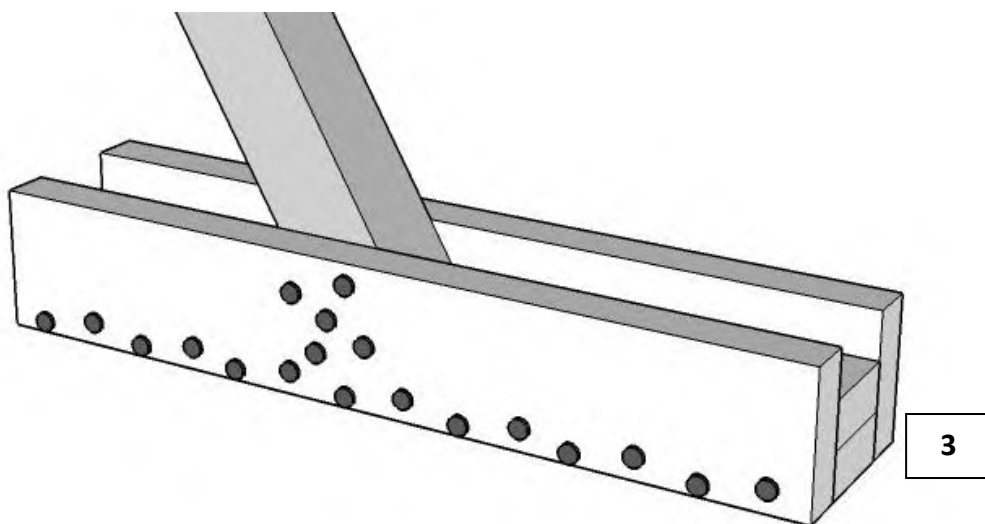
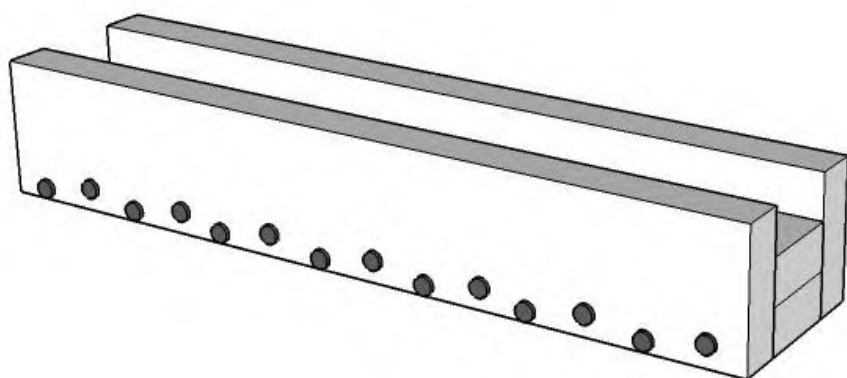
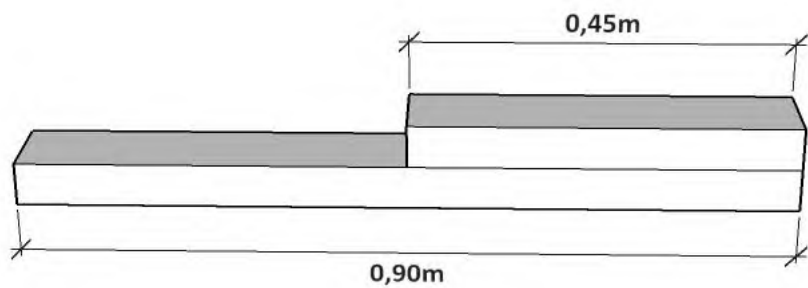
Για να το επιτύχουμε αυτό δημιουργούμε ένα “σάντουιτς” από ξύλινα στοιχεία, τα οποία καρφώνονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα “παπούτσι” που περικλείει την αντηρίδα (Σχήμα 4-26).



Σχήμα 4-26. Έδραση αντιστήριξης ιπτάμενου τύπου.

Αρχικά, ως βάση, χρησιμοποιούμε ένα ξύλινο στοιχείο μήκους τουλάχιστον 90 εκατοστά και πλάτους όσο το πλάτος της αντηρίδας (συνήθως 10 εκατοστά), ενώ σε περίπτωση που το έδαφος είναι κακής ποιότητας ή η αντιστήριξη είναι πολύ μεγάλη μπορεί να χρησιμοποιήσουμε και τμήμα μήκους έως 1,20 μέτρων. και πάνω σε αυτό καρφώνεται αντίστοιχο ξύλινο στοιχείο μήκος όσο το μισό του από κάτω, δηλαδή περίπου 45 εκατοστά (Σχήμα 4-27.1).

Στην συνέχεια τοποθετούμε εκατέρωθεν των δύο αυτών ξύλινων πλακών δυο ξύλινα στοιχεία πάχους 5 εκατοστών, πλάτους 15 εκατοστών και μήκους όσο το μήκος της έδρασης και τα καρφώνουμε με τα οριζόντια κομμάτι (Σχήμα 4-27.2). Έτσι σχηματίζεται ένα συμπαγές σύστημα, με μεγάλη αντοχή που θα λειτουργήσει ως θεμέλιο της αντιστήριξης. Τέλος τοποθετούμε την αντηρίδα και καρφώνουμε ώστε να δέσει η κατασκευή (Σχήμα 4-27.3).

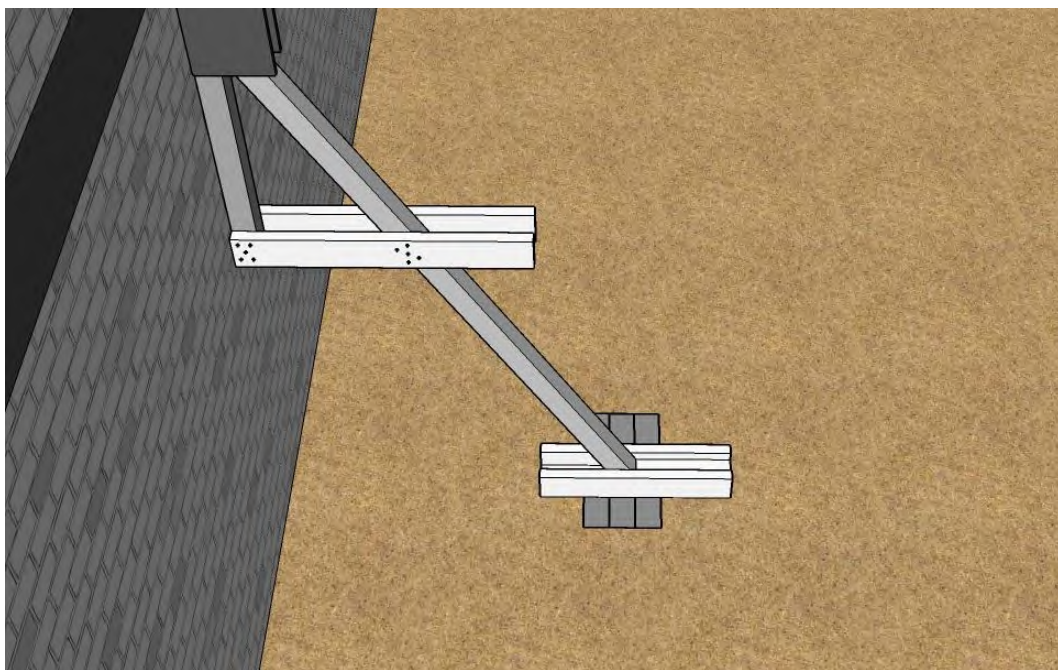


Σχήμα 4-27. Κατασκευή έδρας αντιστήριξης ιπτάμενου τύπου.

4.2.7 Πέλμα βάσης

Το πέλμα βάσης, όπως είδαμε και στις περιπτώσεις των αντηρίδων ιπτάμενης βάσης, χρησιμοποιείται όταν η αντιστήριξη πατάει σε έδαφος χαμηλής αντοχής και υπάρχει κίνδυνος υποχώρησης. Στις αντηρίδες ιπτάμενου τύπου, η χρήση του πέλματος είναι ακόμα πιο απαραίτητη αφού σε αυτές τις περιπτώσεις το κομμάτι της αντηρίδας που πατάει στο έδαφος είναι ούτως ή άλλως μικρού εύρους.

Για την κατασκευή του χρησιμοποιούμε ξύλινες πλάκες ή πλάκες κόντρα πλακέ θαλάσσης με διαστάσεις κατ' ελάχιστο 90 x 45 εκατοστά (Σχήμα 4-28).



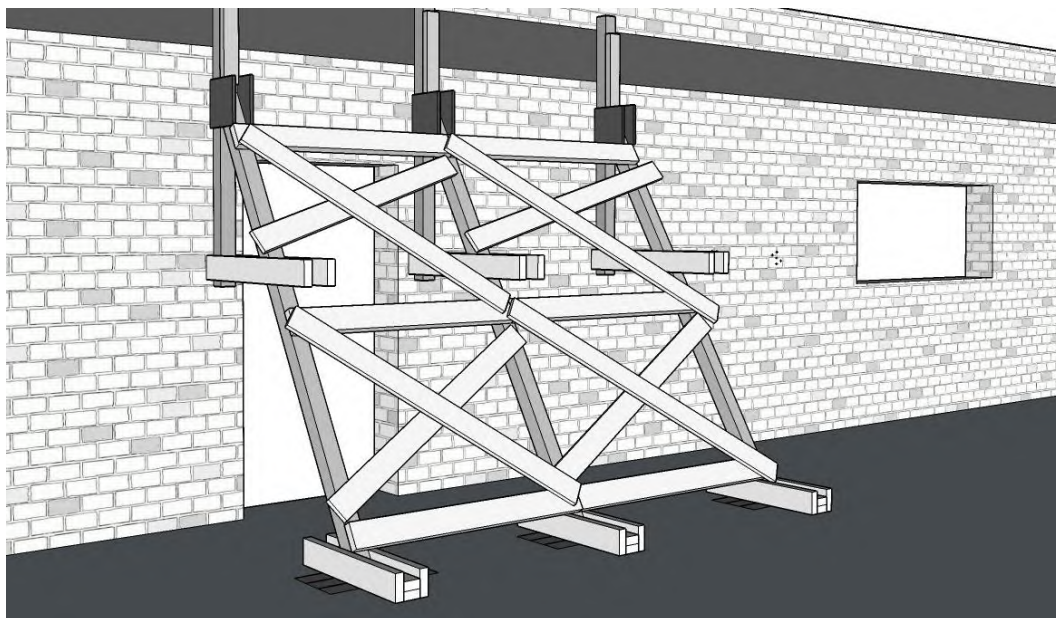
Σχήμα 4-28. Πέλμα σε αντιστήριξη ιπτάμενου τύπου.

4.2.8 Πολλαπλές αντηρίδες

Όπως είπαμε για την αντιστήριξη δεν χρησιμοποιούμε μία μόνο αντηρίδα, ειδικά στις περιπτώσεις του ιπτάμενου τύπου που είναι σχετικά ασταθείς και δεν έχουν δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων φορτίων.

Συνήθως κατασκευάζουμε δύο ή περισσότερα συστήματα τα οποία τα δένουμε μεταξύ τους με ξύλινες τάβλες 15 εκατοστών, οριζόντιες και χιαστί ή V, ώστε να αυξηθεί η ευστάθεια όλου του συστήματος.

Αναλυτικά για την κατασκευή ισχύουν όσα αναφέρθηκαν και στο Κεφάλαιο 4.1.7, και συγκεκριμένα η κάρφωση των οριζόντιων δοκών γίνεται στο ύψος της κορυφής, της βάσης και των οριζοντίων βοηθητικών δοκών και τα V ή χιαστί δοκάρια καρφώνονται στις οριζόντιες δοκούς και στις αντηρίδες (Σχήμα 4-29).



Σχήμα 4-29. Σύστημα πολλαπλών αντηρίδων υπτάμενου τύπου.

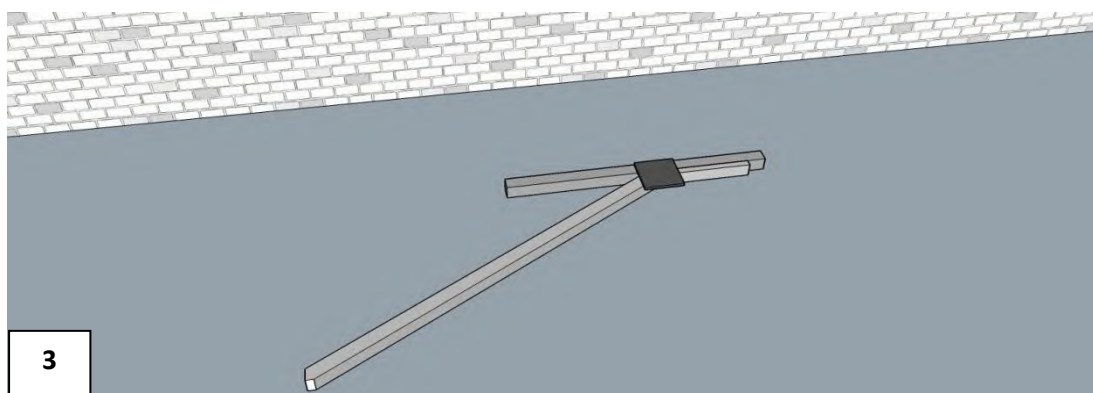
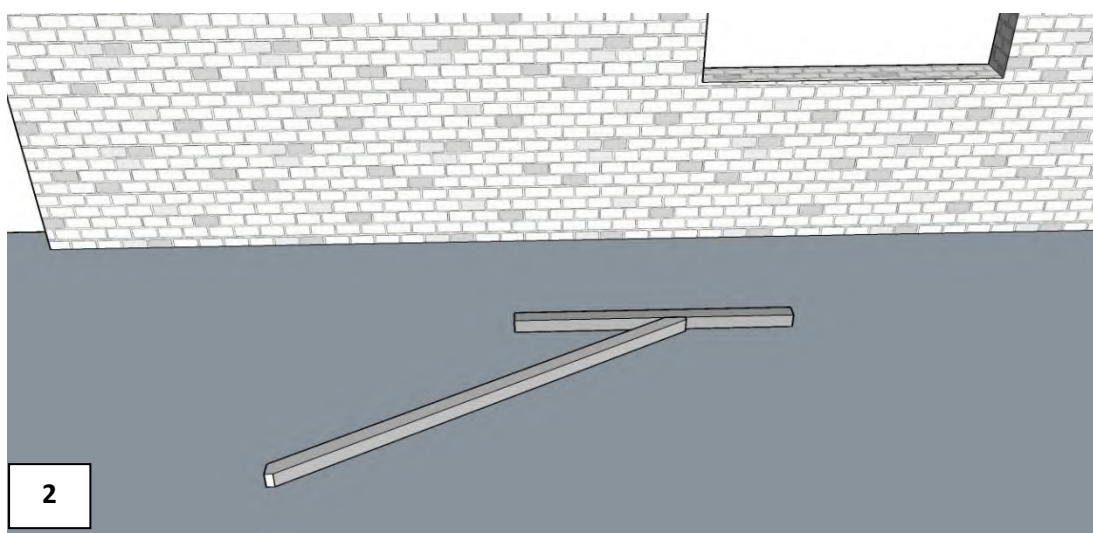
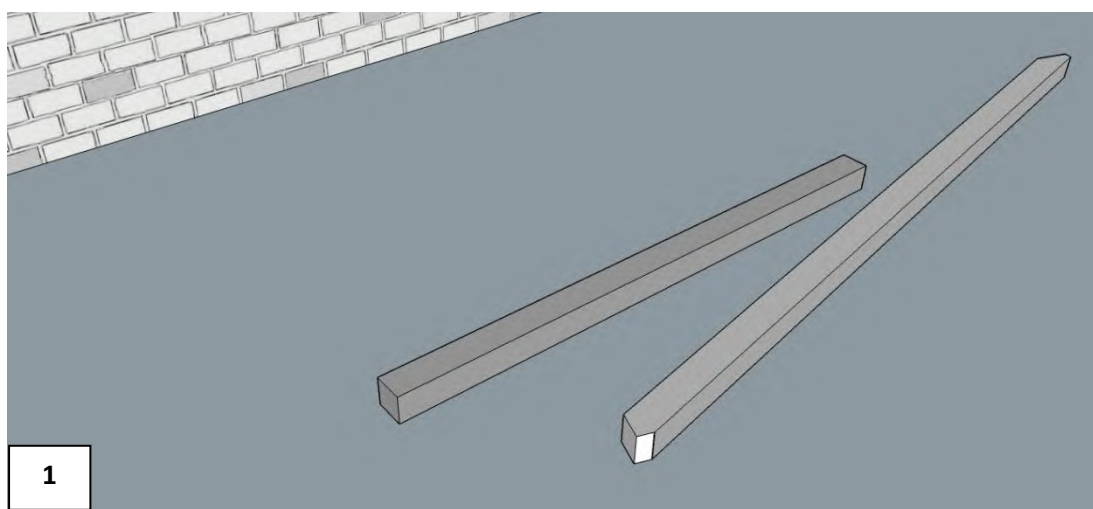
4.2.9 Στάδια κατασκευής

Όπως και στην περίπτωση των αντηρίδων ενιαίας βάσης, έτσι και εδώ, η αντιστήριξη κατασκευάζεται εκτός του σημείου που θα τοποθετηθεί και στερεώνεται σε δεύτερο χρόνο στην θέση της. Αυτό γίνεται ώστε να βρισκόμαστε όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο κοντά στην επικίνδυνη περιοχή της κατάρρευσης.

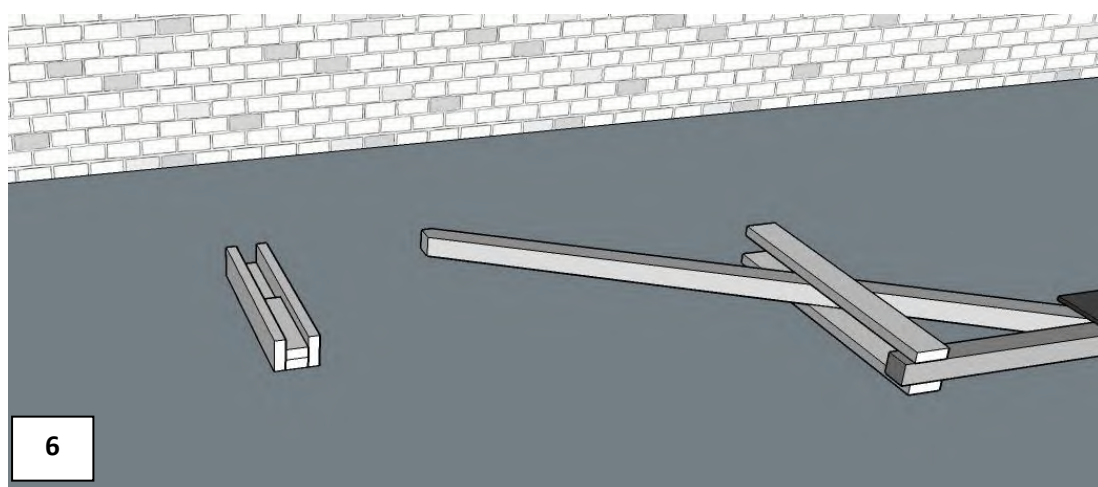
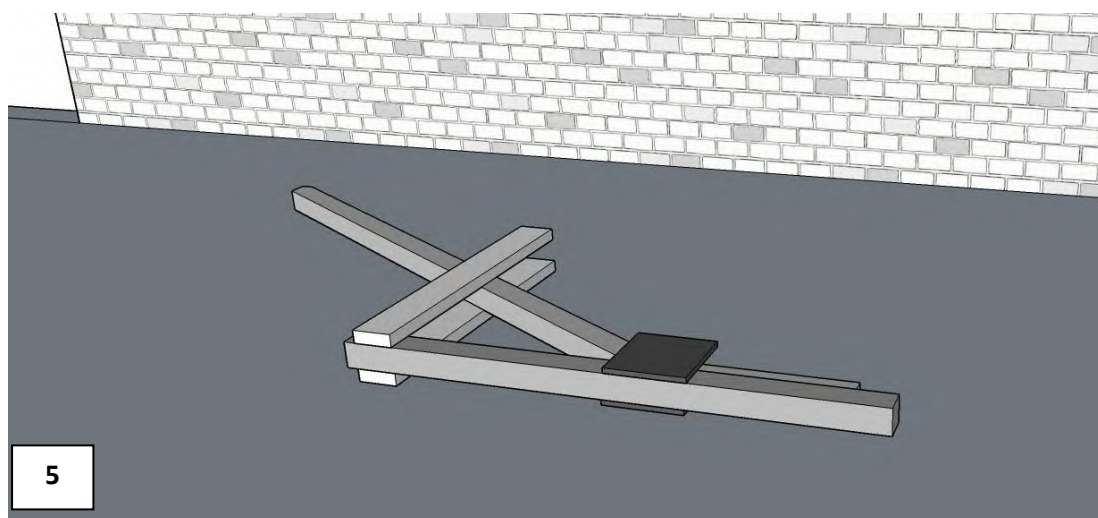
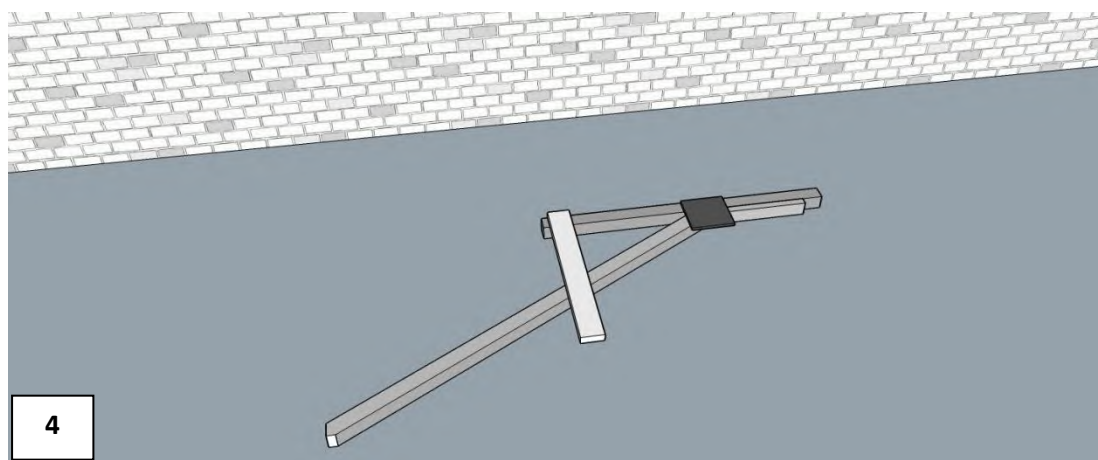
Αναλυτικά τα στάδια κατασκευής ενός ξύλινου συστήματος αντιστήριξης με αντηρίδες υπτάμενου τύπου έχει ως εξής:

- 1 Επιλέγουμε το σημείο που απαιτείται να τοποθετήσουμε την αντιστήριξη και ταυτόχρονα το ύψος που θα έχει το σύστημα, σε σχέση με το αντιστηριζόμενο στοιχείο.
- 2 Εάν η περιοχή μπροστά από τον τοίχο είναι καθαρή από μπάζα ή λοιπά υλικά, σκεφτόμαστε το ενδεχόμενο κατασκευής αντιστήριξης με αντηρίδες ενιαίας βάσης, οι οποίες είναι σταθερότερες και με μεγαλύτερη ικανότητα παραλαβής φορτίων (Βλέπε Κεφάλαιο 4.1).

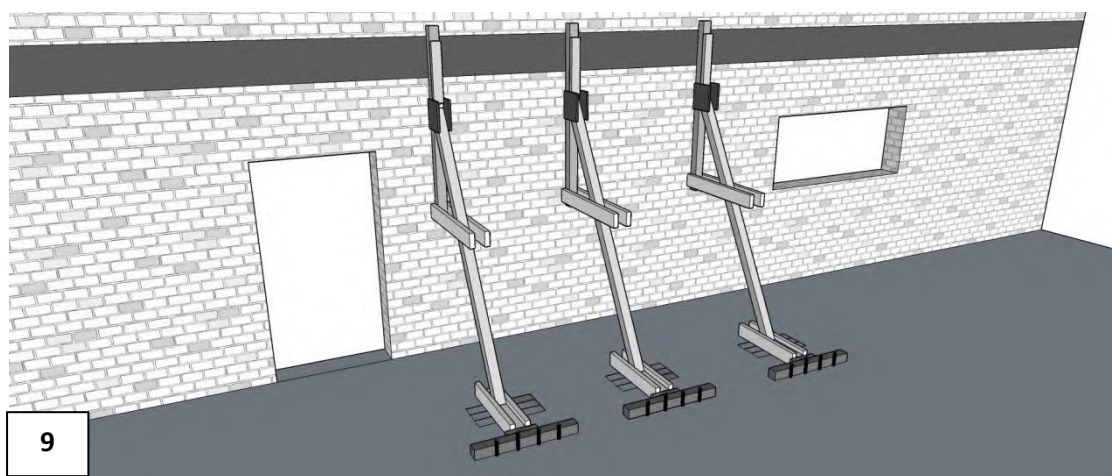
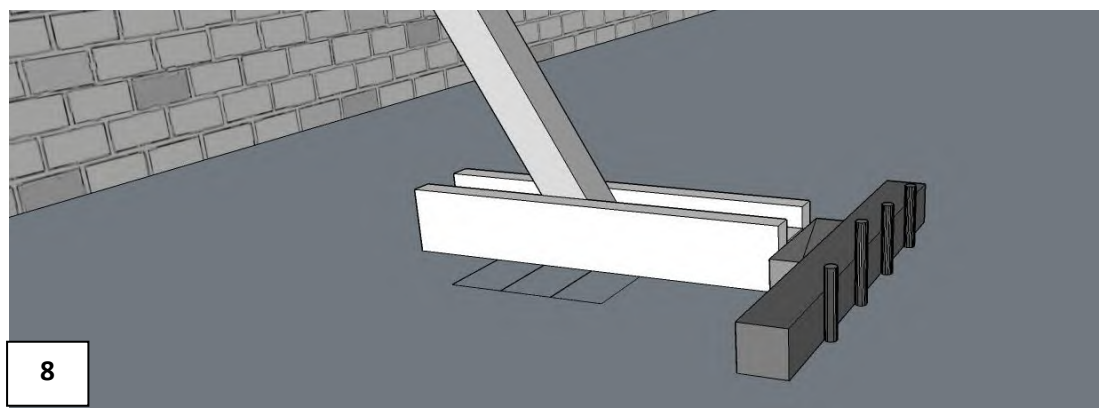
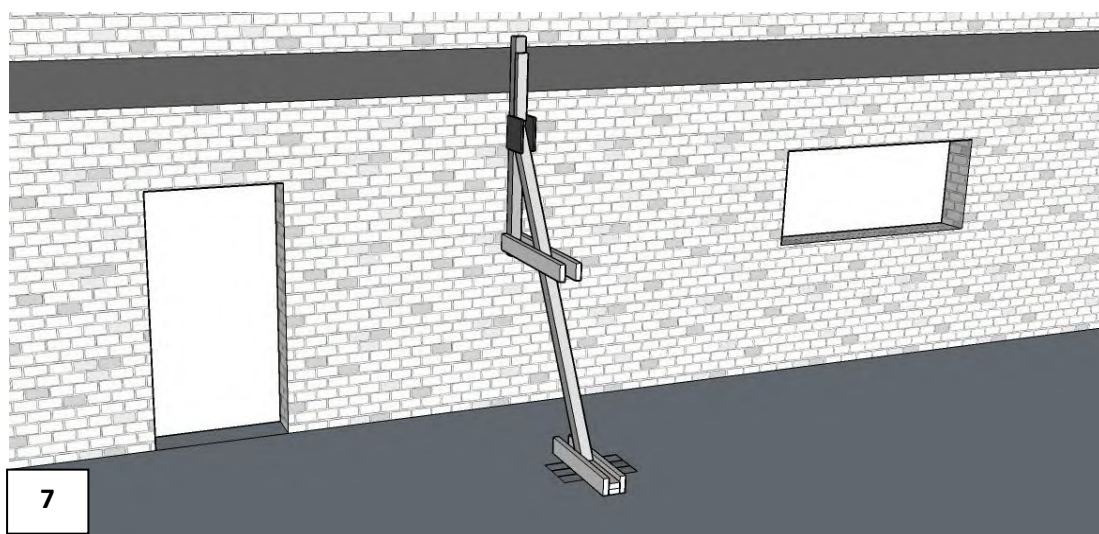
- 3 Επιλέγουμε την κλίση της αντιστήριξης και με βάση αυτή κόβουμε στο κατάλληλο μήκος το κάθετο δοκάρι, το οριζόντιο βοηθητικό δοκάρι, καθώς και την αντηρίδα. Η κατακόρυφη δοκός κόβεται κατά τουλάχιστον 60 εκατοστά μεγαλύτερη έτσι ώστε να τοποθετηθεί στο άνω άκρο τη στήριγμα, όπως περιγράφηκε παραπάνω. Ομοίως στα άκρα της αντηρίδας κάνουμε τομές ώστε να υπάρχει πλήρης επαφή της με την κατακόρυφη και οριζόντια δοκό (Σχήμα 4-30-1).
- 4 Ξαπλώνουμε τα δοκάρια στο έδαφος και καρφώνουμε την κατακόρυφη δοκό με την αντηρίδα (Σχήμα 4-30-2).
- 5 Ασφαλίζουμε την σύνδεση αντηρίδας και κατακόρυφης δοκού καρφώνοντας το στήριγμα στην κορυφή καθώς και μια πλάκα σύνδεσης στη μία πλευρά (Σχήμα 4-30-3).
- 6 Καρφώνουμε την οριζόντια δοκό στην κατακόρυφη δοκό, όχι όμως και στην αντηρίδα ώστε να μπορούν στην συνέχεια να γίνουν οι αναγκαίες ρυθμίσεις (Σχήμα 4-30-4).
- 7 Γυρνάμε την αντιστήριξη ανάποδα και καρφώνουμε την άλλη οριζόντια δοκό με την κατακόρυφη δοκό καθώς και την πλάκα σύνδεσης στην κορυφή. (Σχήμα 4-30-5).
- 8 Συναρμολογούμε την έδραση (Κεφάλαιο 4.2.6) και την τοποθετούμε περίπου στην τελική της θέση (Σχήμα 4-30-6).
- 9 Με προσοχή τοποθετούμε την αντιστήριξη στην τελική της θέση εξασφαλίζοντας ότι τοποθετείται κατακόρυφα και στεριώνοντας την με καρφιά στον τοίχο. Τοποθετούμε την έδραση στη βάση της αντηρίδας και σφηνώνουμε με σφήνες (Σχήμα 4-30-7).
- 10 Πρέπει να εξασφαλίζεται πάντα η πλήρης επαφή του κατακόρυφου δοκαριού με τον τοίχο, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σφήνες για να επιτυγχάνεται αυτή η επαφή.
- 11 Αφού το σύστημα είναι στην τελική του θέση καρφώνουμε οριστικά τα οριζόντια δοκάρια με την αντηρίδα ώστε να δέσει η αντιστήριξη.
- 12 Αγκυρώνουμε τη βάση της αντιστήριξης με πασσαλάκια όπως είδαμε και στο Κεφάλαιο 4.1.6 (Σχήμα 4-30-8).
- 13 Με την παραπάνω διαδικασία, κατασκευάζουμε όσα άλλα συστήματα αντιστήριξης απαιτούνται ώστε να σχηματίσουμε το σύστημα πολλαπλών αντηρίδων (Σχήμα 4-30-9).
- 14 "Δένουμε" τις αντηρίδες μεταξύ τους καρφώνοντας οριζόντιες δοκούς στην κορυφή, στη βάση και στο κέντρο. Καρφώνουμε τα διαγώνια δοκάρια στις αντηρίδες σε σχήμα Χ ή V, και ολοκληρώνουμε την κατασκευή του συστήματος (Σχήμα 4-30-10).



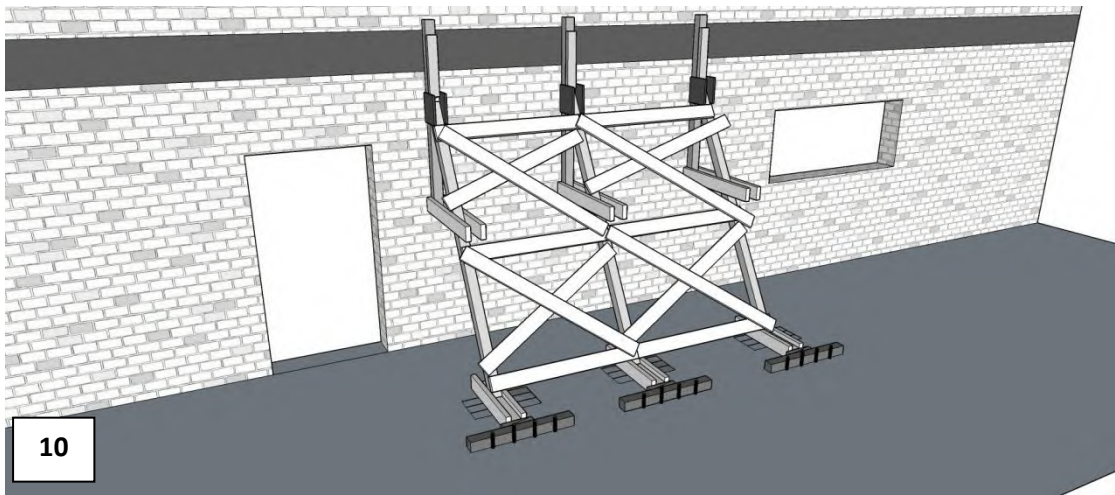
Σχήμα 4-30. Φάσεις κατασκευής ιπτάμενης αντηρίδας.



Σχήμα 4-30. Φάσεις κατασκευής υπτάμενης αντηρίδας.



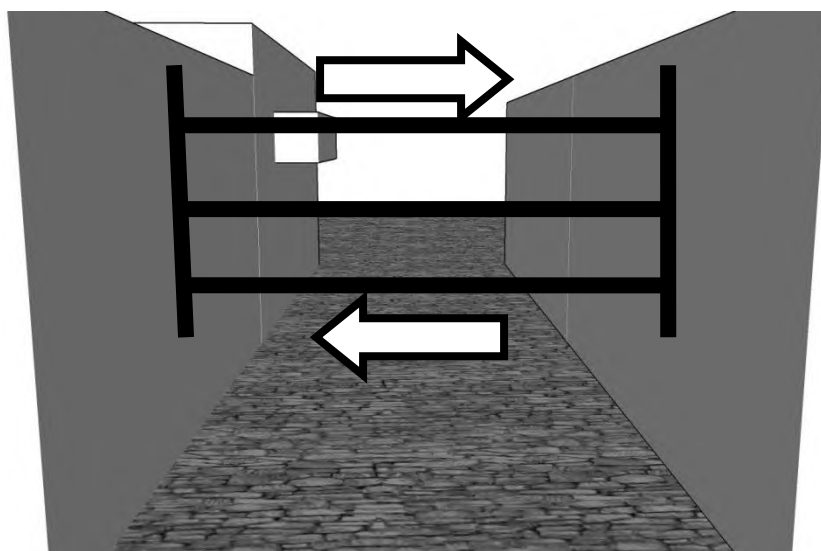
Σχήμα 4-30. Φάσεις κατασκευής ιπτάμενης αντηρίδας.



Σχήμα 4-30. Φάσεις κατασκευής ιπτάμενης αντηρίδας.

4.3 Αντιστήριξη με οριζόντιες δοκούς

Οι αντιστηρίξεις με οριζόντιες δοκούς χρησιμοποιούνται όταν πολύ κοντά στο στοιχείο που θέλουμε να αντιστηρίξουμε υπάρχει μια άλλη κατακόρυφη κατασκευή. Το σκεπτικό της συγκεκριμένης αντιστήριξης είναι πως με την χρήση οριζοντίων στοιχείων μεταφέρουμε τα βάρη ενός κατακόρυφου στοιχείου σε μία διπλανή κατασκευή, με αποτέλεσμα να πετύχουμε την επιθυμητή ευστάθεια χρησιμοποιώντας την αντοχή και των δύο κατασκευών.



Σχήμα 4-31. Αρχή λειτουργίας οριζόντιας αντιστήριξης.

Οι οριζόντιες αντιστηρίξεις είναι ιδανικές όταν:

- Δεν υπάρχει επαρκής χώρος μπροστά από το κατακόρυφο στοιχείο για την κατασκευή κεκλιμένης αντιστήριξης.
- Υπάρχει μεγάλη ποσότητα μπάζων και ερειπίων η οποία δεν επιτρέπει την κατασκευή αντιστήριξης που να πατάει στο έδαφος.
- Υπάρχει ανάγκη για την διατήρηση του διαδρόμου κυκλοφορίας μπροστά από την κατασκευή που θέλουμε να αντιστηρίξουμε.

- Υπάρχει σε μικρή απόσταση, από το στοιχείο που έχει υποστεί βλάβες, τοίχος ή άλλο κατακόρυφο στοιχείο σε καλή κατάσταση και με μεγάλη αντοχή.
- Απαιτείται η εξασφάλιση ενός σκάμματος στο οποίο δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε άλλου είδους αντιστήριξη.



Φωτογραφία 4-5. Αντιστήριξη σκάμματος με χρήση οριζοντίων ξύλινων δοκών. (2019, EuModex, GR/MUSAR1/ATH - 1η EMAK, Portugal/Fogueteiro)

Τα συγκεκριμένα συστήματα αντιστήριξης, πέρα από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζουν και μια σειρά μειονεκτημάτων. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα τους είναι πως επειδή τοποθετούνται σε μεγάλο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους, απαιτείται η χρήση ανυψωτικού μηχανήματος για την τοποθέτησή τους, ενώ είναι αρκετά ασταθείς σε περίπτωση μετασεισμών, αφού για την αποδοτική τους λειτουργία χρειάζεται καλή επαφή τους με τα αντιστηριζόμενα στοιχεία.

Για τους παραπάνω λόγους δεν ενδείκνυνται για χρήση από τις ομάδες έρευνας και διάσωσης αλλά αντίθετα χρησιμοποιούνται κυρίως από εξειδικευμένα συνεργεία που επεμβαίνουν μετά τις επιχειρήσεις διάσωσης κατά την φάση αποκατάστασης των κατασκευών. Γι'αυτό το λόγο, παρακάτω θα γίνει μια συνοπτική μόνο αναφορά στα συγκεκριμένα συστήματα, χωρίς να εισέλθουμε σε λεπτομέρειες που δεν εντάσσονται στον σκοπό του παρόντος εγχειριδίου.

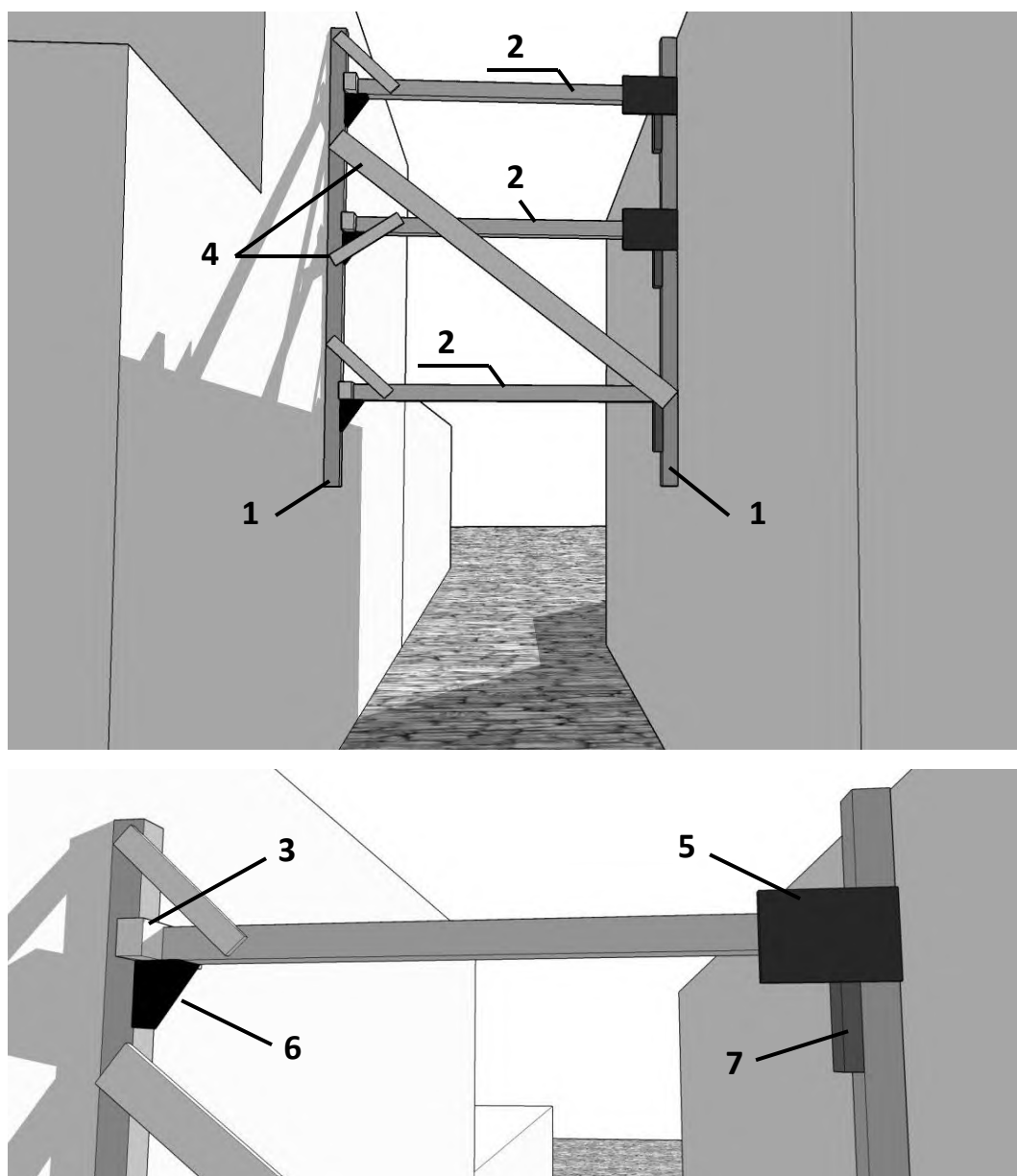
Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται μια ξύλινη αντιστήριξη με οριζόντιες αντηρίδες είναι:

1. Κατακόρυφα δοκάρια.
2. Οριζόντιες αντηρίδες.
3. Σφήνες.
4. Διαγώνια βοηθητικά δοκάρια.
5. Πλάκες σύνδεσης (τσόντες)
6. Στηρίγματα σφήνα.
7. Ορθογωνικά στηρίγματα.

Αναλυτικά για τα παραπάνω τμήματα θα πρέπει να αναφέρουμε πως τόσο για τα κατακόρυφα δοκάρια, τα οποία πατάνε στους τοίχους αντιστήριξης, όσο και για τις αντηρίδες χρησιμοποιείται συνήθως βιομηχανική ξυλεία, τυπικών διαστάσεων από 10x10 έως και 15x15 εκατοστών.

Οι **οριζόντιες αντηρίδες** έχουν μήκος έως 3 μέτρα μέγιστο, ενώ τοποθετούνται σε αποστάσεις περίπου 1 μέτρου μεταξύ τους. Συνήθως σε κάθε σύστημα τοποθετούνται 3 αντηρίδες, εκτός των περιπτώσεων που το σύστημα αντιστήριξης βρίσκεται κοντά στο έδαφος και θέλουμε να διατηρήσουμε ανοιχτή την πρόσβαση μέσω αυτού, οπότε και χρησιμοποιούμε 2 μόνο αντηρίδες με μεγαλύτερο μεταξύ τους άνοιγμα.

Οι **σφήνες** χρησιμοποιούνται για να σφηνώσουμε τις οριζόντιες αντηρίδες με τα κατακόρυφα δοκάρια και τοποθετούνται στην μία πλευρά των αντηρίδων σε επαφή με τα κατακόρυφα στοιχεία.



Σχήμα 4-32. Μέρη αντιστήριξης με οριζόντιες αντηρίδες.

Για την σωστή και ασφαλή στήριξη των αντηρίδων χρησιμοποιούνται **ορθογωνικά ξύλινα στηρίγματα** καθώς και **στηρίγματα σχήματος σφήνας** (τριγωνικά) τα οποία καρφώνονται στα κατακόρυφα δοκάρια και πάνω τους πατάνε οι αντηρίδες.

Τέλος για την εξασφάλιση του συστήματος, τοποθετούνται οι γνωστές πλέον **πλάκες σύνδεσης** (ξύλινες τσόντες) τις οποίες καρφώνουμε στο κατακόρυφο δοκάρι και σε κάθε

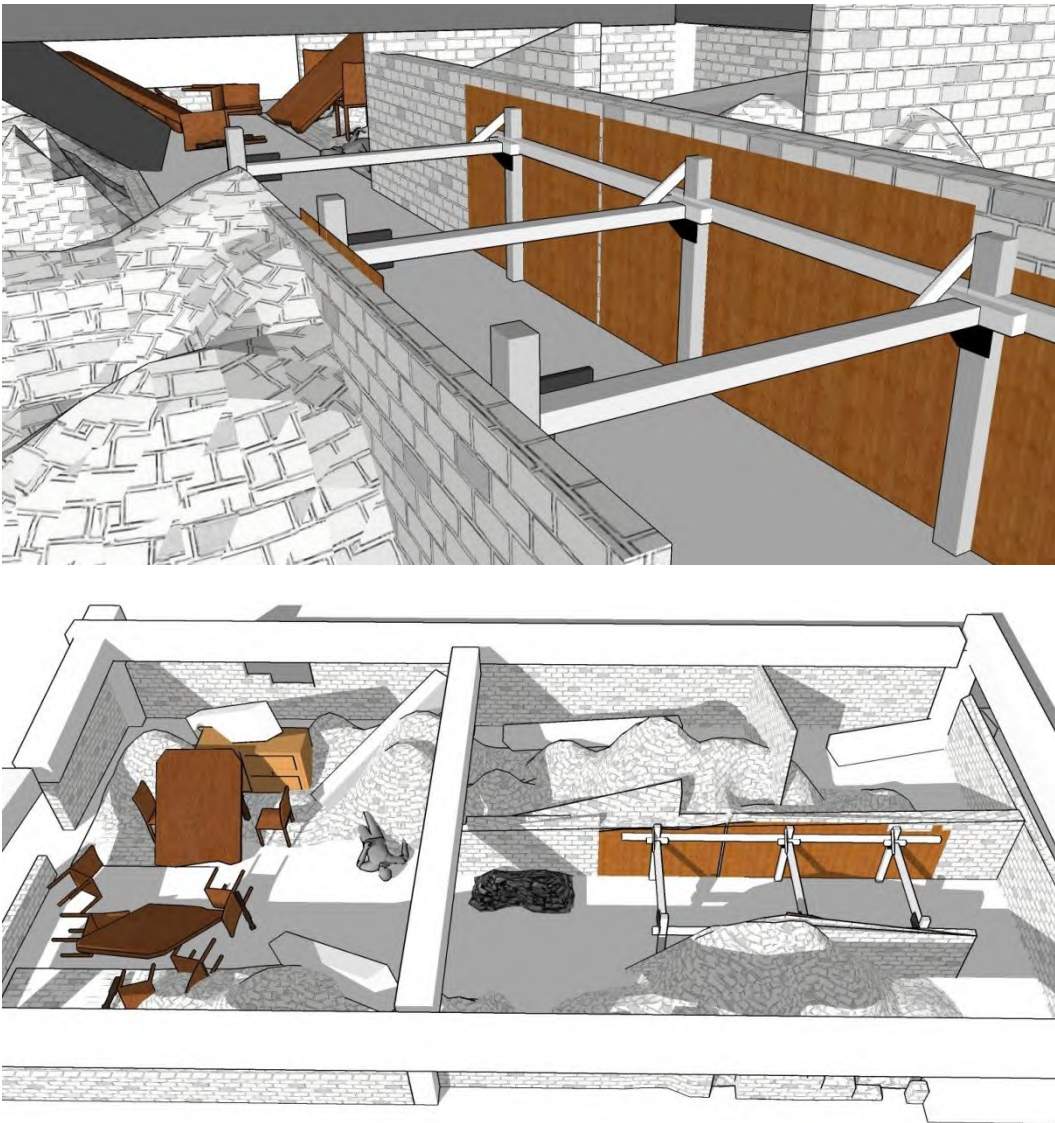
αντηρίδα ώστε τα δύο αυτά στοιχεία να δέσουν μεταξύ τους. Οι πλάκες σύνδεσης τοποθετούνται στις μεριές τις αντηρίδας που δεν έχουμε βάλει τις σφήνες.

Στις μεριές που υπάρχουν οι σφήνες, επειδή δεν είναι εύκολο να τοποθετηθούν πλάκες σύνδεσης, η σύνδεση του κατακόρυφου δοκαριού με τις αντηρίδες εξασφαλίζεται με βοηθητικά διαγώνια δοκάρια μικρού πάχους.

Στις περιπτώσεις που δεν απαιτείται να εξασφαλίσουμε ανοιχτό πέρασμα μέσα από την αντιστήριξη, τοποθετούμε πρόσθετα και διαγώνιες βοηθητικές δοκούς και στις δύο πλευρές, ώστε να αυξήσουμε την ακαμψία.

Την συγκεκριμένη αντιστήριξη, πέρα από τοποθετημένη σε ύψος, μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε με την ίδια ακριβώς διάταξη και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους καθώς και σε εκσκαφές-σκάμματα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Τέτοια περίπτωση είναι και η αντιστήριξη του διαδρόμου προσέγγισης σε μία οριζόντια διείσδυση, ειδικά όταν εντός του κτιρίου υπάρχει μεγάλη ποσότητα μπάζων που σε περίπτωση σεισμού φράζουν την διείσδυση. Σε αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούμε εκατέρωθεν του διαδρόμου κατακόρυφες ξύλινες τάβλες και τις αντιστηρίζουμε με οριζόντια δοκάρια ώστε να εξασφαλίσουμε την ευστάθειά τους.

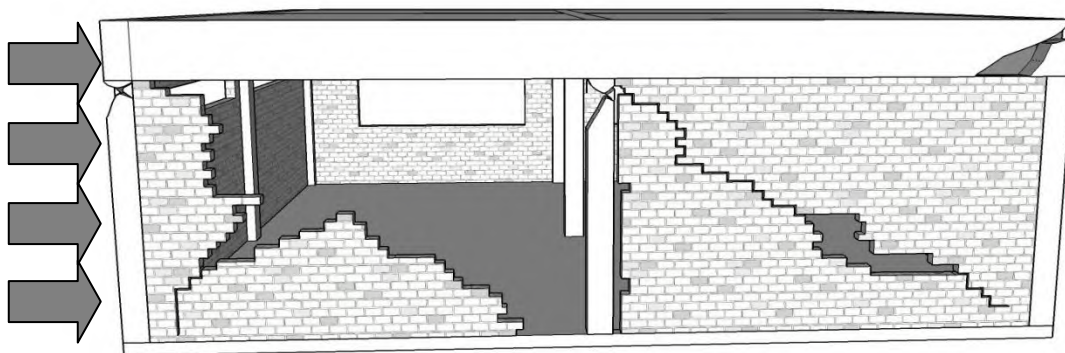
Κλείνοντας να αναφέρουμε πως ο συγκεκριμένος τρόπος αντιστήριξης μπορεί πλέον να αντικατασταθεί και από τα υδραυλικά εργαλεία που έχουμε στην διάθεσή μας (τηλεσκοπικοί γρύλοι κλπ) καθώς και από συνθέσεις μεταλλικών υποστυλωμάτων και ξύλινων δοκών, γεγονός που τον καθιστά για ένα ακόμα λόγο μη προτιμητέο σε μία επιχείρηση έρευνας και διάσωσης.



Σχήμα 4-33. Τοποθέτηση συστήματος αντιστήριξης με οριζόντιες δοκούς σε διάδρομο οριζόντιας διεύθυνσης.

4.4 Αντιστήριξη πλαισίου με διαγώνιους συνδέσμους

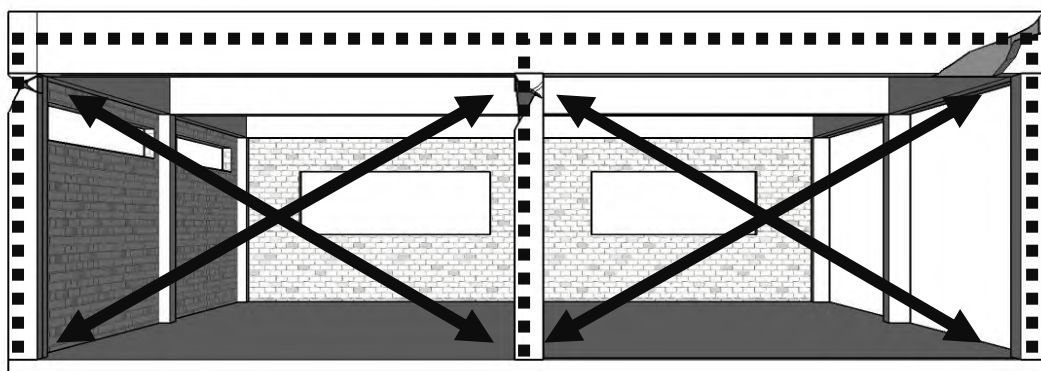
Οι αντιστηρίξεις που είδαμε παραπάνω λειτουργούν υποστηρίζοντας ένα επίπεδο στοιχείο από το να αστοχήσει εκτός επιπέδου (τουμπάρει). Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που η τοποθέτηση των ανωτέρω αντιστηρίξεων δεν είναι δυνατή. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν δεν υπάρχει χώρος μπροστά από ένα στοιχείο που έχει αστοχήσει εκτός επιπέδου, να τοποθετηθεί η αντιστήριξη (π.χ. τοίχος με αστοχία δίπλα σε άλλη κατασκευή, σχεδόν σε περασιά). Μια άλλη περίπτωση που οι ανωτέρω αντιστηρίξεις δεν είναι αποδοτικές είναι όταν η διείδυση των σωστικών συνεργείων θα πραγματοποιηθεί από πλευρά του κτιρίου που έχει δεχτεί κατά κύριο λόγο δυνάμεις εντός επιπέδου.



Σχήμα 4-34. Σεισμική δράση εντός επιπέδου.

Σε αυτές τις περιπτώσεις ακολουθούμε μια άλλη προσέγγιση αντιστήριξης, υποστηρίζοντας τα επίπεδα στοιχεία εντός επιπέδου εκμεταλλευόμενοι το πλαίσιο που υπάρχει ήδη σε όλα τα κτίρια. Συγκεκριμένα, όλοι οι φέροντες οργανισμοί κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούν πλαίσια από τις κολόνες και τα δοκάρια. Αυτά τα πλαίσια προσφέρουν αντοχή και ακαμψία στην κατασκευή, αφού έχουν δυνατότητα να παραλαμβάνουν οριζόντια φορτία, όπως τα σεισμικά.

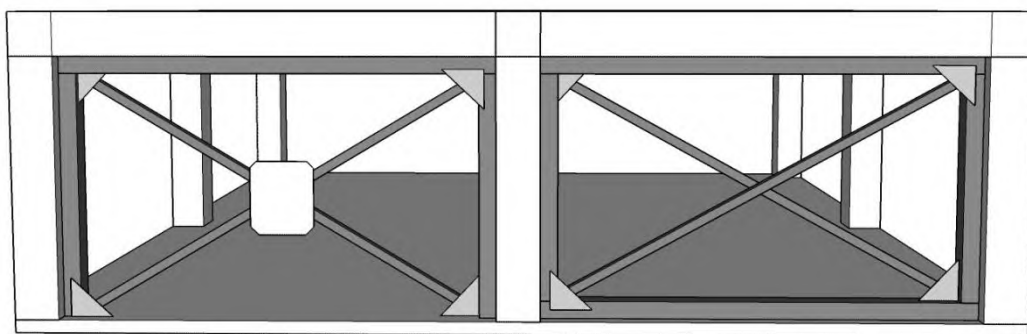
Αυτή την ισχυρή διάταξη των πλαισίων, την εκμεταλλευόμαστε κατασκευάζοντας αντιστηρίξεις μεταξύ των ανοιγμάτων, οι οποίες, μέσω διαγώνιων στοιχείων μεταφέρουν τις δυνάμεις στο έδαφος, ανακουφίζοντας με αυτό τον τρόπο πιθανόν βλαμμένα στοιχεία του πλαισίου (κολώνες ή δοκάρια) (Σχήμα 4-35).



Σχήμα 4-35. Ενίσχυση του επιπέδου χρησιμοποιώντας την πλαισιωτή λειτουργία των στοιχείων της κατασκευής.

Συγκεκριμένα, τα στοιχεία που κατασκευάζουμε είναι ορθογωνικά ή σχήματος Π και τοποθετούνται μεταξύ κολονών, ενισχυμένα και από διαγώνια δοκάρια για πιο καλή μεταφορά δυνάμεων και αύξηση της ακαμψίας.

Τα στοιχεία του συστήματος μπορεί να είναι είτε ξύλινα είτε μεταλλικά, από κοιλοδοκούς ή διατομές διπλού ταυ, ενώ σημαντικό είναι οι διαγώνιοι σύνδεσμοι να συνδέονται μεταξύ τους στην επαφή (με καρφιά, κοχλίες ή συγκολλήσεις) ώστε να μην λυγίσουν σε περίπτωση μετασεισμού.



Σχήμα 4-36. Αντιστήριξη πλαισίου με κοιλοδοκούς.

Σε κάθε περίπτωση χρήση ξύλινων στοιχείων είναι πιο εύκολη στο πεδίο και προτιμητέα, ενώ για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ξύλινα στοιχεία από χονδροξυλεία είτε πλαναρισμένα καθώς και σφήνες με την ίδια μεθοδολογία όπως στα πολλαπλά υποστυλώματα.



Φωτογραφία 4-6. Αντιστήριξη πλαισίων με διαγώνιους συνδέσμους (πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

5

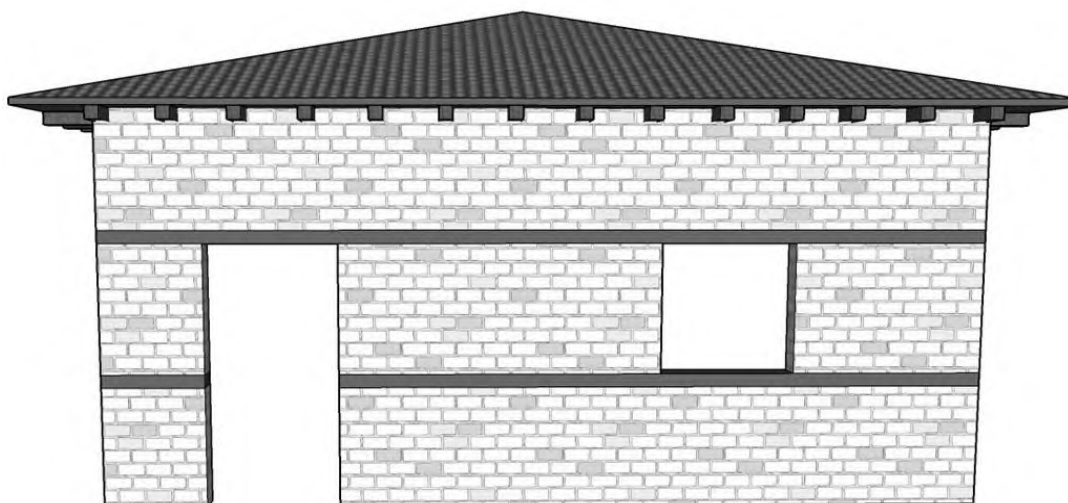
Υποστήριξη Ανοιγμάτων

Όταν μιλάμε για υποστήριξη ανοιγμάτων ουσιαστικά αναφερόμαστε στην χρήση υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων για την εξασφάλιση των ανοιγμάτων ενός κτιρίου. Ανοίγματα θεωρούνται τα τμήματα εκείνα στα οποία παρατηρείται διακοπή στην συνέχεια της τοιχοποιίας, **δηλαδή στις πόρτες και στα παράθυρα**.

Κατά τη συνήθη πρακτική, στις πόρτες και στα παράθυρα, αφήνουμε κενό κατά την τοποθέτηση των τούβλων, ενώ στο πρέκι, δηλαδή στον ανώτατο σημείο του ανοίγματος, κατασκευάζουμε ένα δοκάρι από ωπλισμένο σκυρόδεμα ή άλλου είδους υλικό, μικρού ύψους, το οποίο έχει σαν σκοπό να κρατήσει το άνοιγμα και να λειτουργήσει ως βάση για την συνέχιση του τοίχου από εκεί και πάνω. Αυτό το δοκάρι ονομάζεται σενάζ και κατασκευάζεται πάντα με εύρος μεγαλύτερο από αυτό του ανοίγματος που καλείται να υποστηρίξει (Σχήμα 5-1).

Η χρήση μιας πόρτας ή ενός παραθύρου για πρόσβαση σε ένα κτίριο, που έχει υποστεί ζημιές από ένα σεισμό, είναι από τις πρώτες επιλογές μας, αφού με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιούμε ένα υφιστάμενο άνοιγμα και δεν χρειάζεται να φτιαχτεί κάποιο πρόσθετο άνοιγμα επί των τοίχων.

Όμως λόγω του σεισμού τα ανοίγματα παρουσιάζουν συχνά σημαντικές βλάβες, ως αποτέλεσμα των ζημιών που έχει πάθει το κτίριο, που καθιστούν την χρήση τους ως σημεία εισόδου επικίνδυνη. Τέτοιες αστοχίες μπορεί να είναι η καταστροφή του σενάζ, η μερική πτώση της τοιχοποιίας ή οι έντονες ρηγματώσεις, κυρίως στις γωνίες, που οδηγούν σε συνολική μείωση της αντοχής του (Φωτογραφία 5-1).

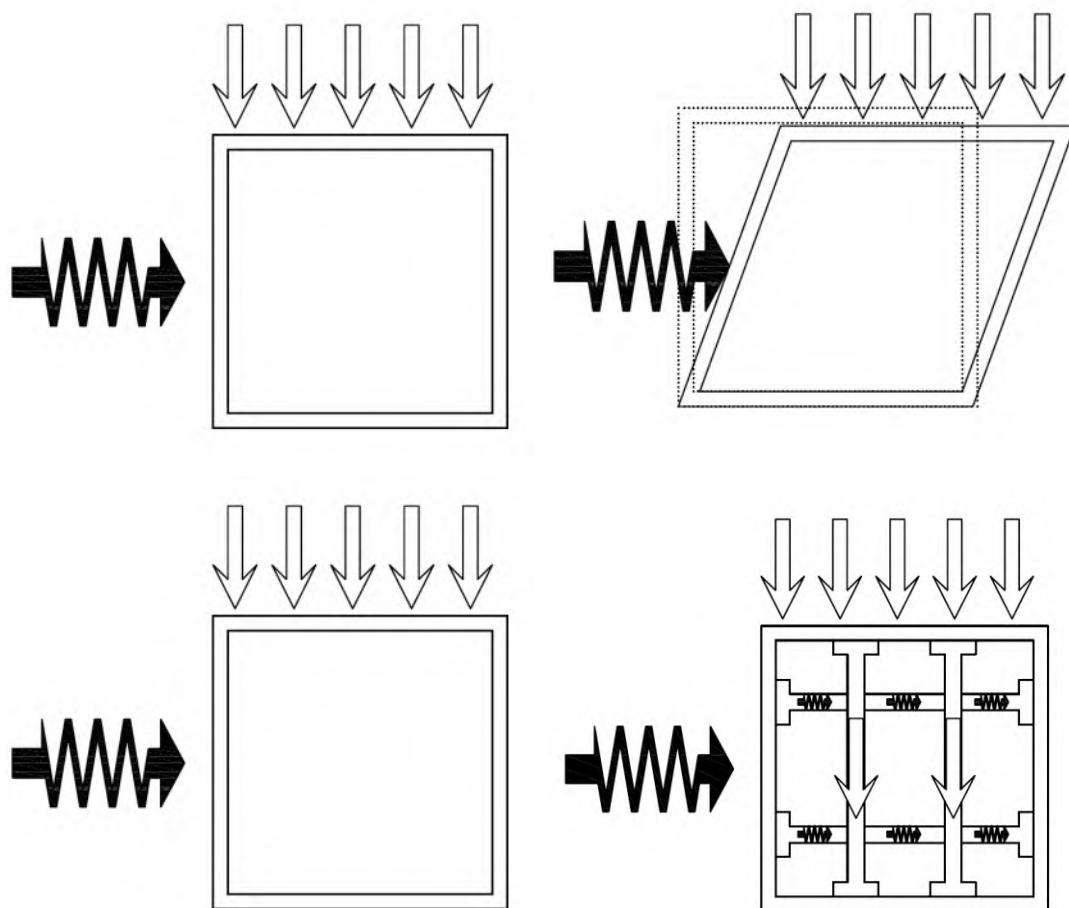


Σχήμα 5-1. Δοκάρια ωπλισμένου σκυροδέματος στο επάνω μέρος των ανοιγμάτων (σενάζ).



Φωτογραφία 5-1. Αστοχίες περί των ανοιγμάτων (πόρτες - παράθυρα) (Σεισμός 1995, Κοζάνη-Γρεβενά, πηγή: Φωτογραφικό αρχείο ΟΑΣΠ)

Η λογική αυτών των συστημάτων είναι να μπορούν να παραλάβουν και τις κατακόρυφες δυνάμεις (που κανονικά θα παραλάμβανε το σενάζ του ανοίγματος) αλλά και τις οριζόντιες δυνάμεις που μπορεί να προκύψουν από ένα μετασεισμό. Οι κατακόρυφες δυνάμεις παραλαμβάνονται από οριζόντια στοιχεία και αντίστοιχα οι κατακόρυφες από κατακόρυφα στοιχεία (Σχήμα 5-2). Έτσι η συγκεκριμένη υποστήριξη είναι ένας συνδυασμός υποστύλωσης και αντιστήριξης.



Σχήμα 5-2. Παραλαβή οριζοντίων δυνάμεων σεισμού και κατακόρυφων δυνάμεων βάρους σε ένα άνοιγμα

Τα συστήματα υποστήριξης που χρησιμοποιούμε είναι είτε ξύλινα, τα οποία κατασκευάζουμε στο πεδίο της κατάρρευσης από διάφορα διαθέσιμα στοιχεία, είτε άλλα τα οποία κατασκευάζονται με χρήση κυρίως υδραυλικών-πνευματικών υποστυλωμάτων καθώς και απλών μεταλλικών υποστυλωμάτων.

5.1 Ξύλινα επί τόπου στοιχεία

Τα ξύλινα υποστυλώματα για την εξασφάλιση των ανοιγμάτων είναι αρκετά απλά και γρήγορα στην κατασκευή τους, σε αντίθεση με τα ξύλινα συστήματα κατακόρυφης υποστήλωσης ή αντιστήριξης που παρουσιάστηκαν στα επόμενα κεφάλαια.

Επί της ουσίας τα ξύλινα συστήματα περιλαμβάνουν τέσσερις ξύλινες δοκούς, συνδεδεμένες μεταξύ τους, ώστε να δημιουργούν ένα πλαίσιο, το οποίο τοποθετείται εντός του ανοίγματος και το εξασφαλίζει. Τα ξύλινα συστήματα είναι δυο κατηγοριών, αυτά που κατασκευάζονται επί του ανοίγματος και αυτά που προκατασκευάζονται εκτός του πεδίου και τοποθετούνται έτοιμα στο άνοιγμα που μας ενδιαφέρει να εξασφαλίσουμε.



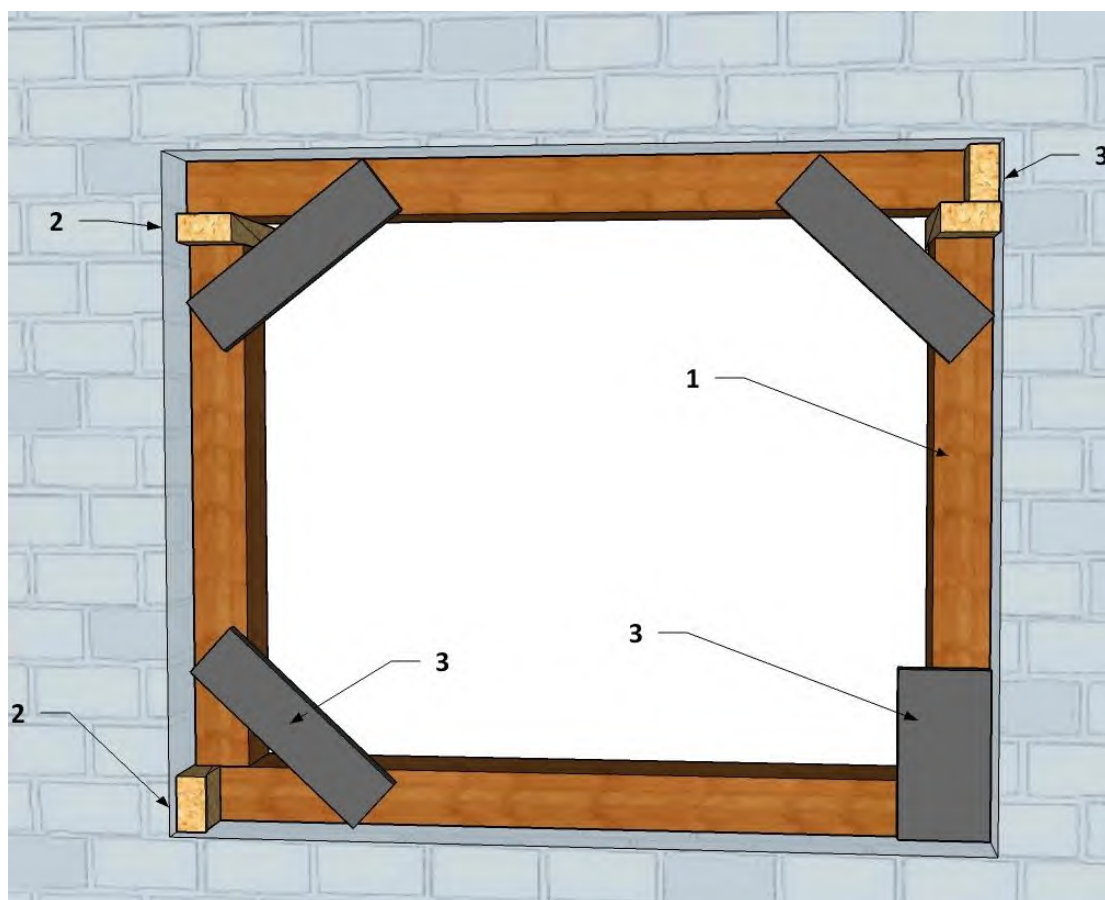
Φωτογραφία 5-2. Ξύλινο σύστημα υποστήριξης παραθύρου (2019, EuModex, GR/MUSAR1/ATH - 1η ΕΜΑΚ, Austria/Eisenerz)

Τα ξύλινα επί τόπου στοιχεία κατασκευάζονται, όπως φανερώνει και το όνομά τους, επί τόπου, δηλαδή με διαστάσεις τέτοιες ώστε να "κουμπώνουν ακριβώς σε ένα άνοιγμα". Το πλεονέκτημά τους είναι ότι εξασφαλίζουν την πλήρη επαφή του ανοίγματος με την υποστήλωση ενώ το μειονέκτημά τους είναι ότι απαιτούν την εργασία κοντά στην περιοχή επικινδυνότητας.

Αποτελούνται από τέσσερις δοκούς, δύο στα πλάγια και από μια δοκό στην οροφή και στη βάση του ανοίγματος, οι οποίες δένονται μεταξύ τους με πλάκες σύνδεσης (τσόντες) όμοιες με αυτές που έχουμε δει σε άλλα συστήματα υποστύλωσης και αντιστήριξης και σφηνώνονται με ξύλινες σφήνες.

Συγκεκριμένα ένα σύστημα επί τόπου υποστύλωσης ανοιγμάτων αποτελείται από:

1. Περιμετρικές δοκούς.
2. Ξύλινες σφήνες.
3. Ξύλινες πλάκες σύνδεσης (τσόντες)



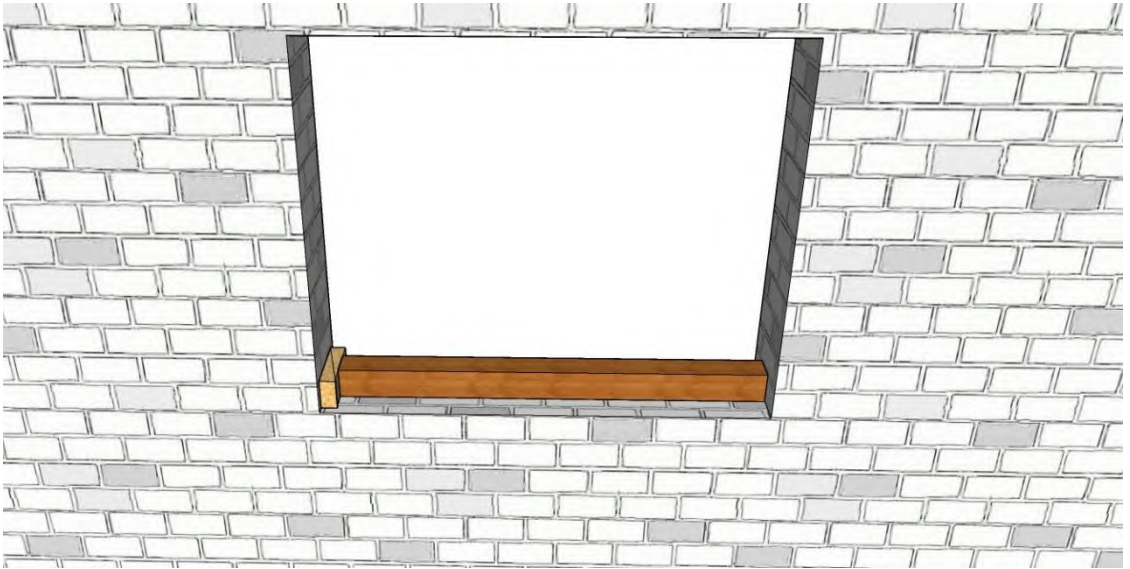
Σχήμα 5-3. Τμήματα επί τόπου ξύλινου υποστυλώματος ανοίγματος.

Όπως αναφέραμε περιμετρικές δοκοί τοποθετούνται στην περίμετρο του ανοίγματος, ώστε να το υποστηρίξουν και να εξασφαλίσουν πως δεν θα καταρρεύσει. Είναι τυπικές δοκοί με διαστάσεις τουλάχιστον 10x10 εκατοστά και το μήκος τους είναι λίγο μικρότερο από το εύρος και το ύψος του ανοίγματος, ώστε να μπορούμε να τοποθετήσουμε και τις ξύλινες σφήνες. Οι δοκοί τοποθετούνται περίπου στο μέσο του τοίχου, ώστε να προσφέρουν τη βέλτιστη υποστήριξη, ενώ σε περίπτωση που οι τοίχοι είναι μεγάλου πάχους (μεγαλύτερο από 30 εκατοστά) τοποθετούμε περισσότερες από μία δοκούς σε βάθος.

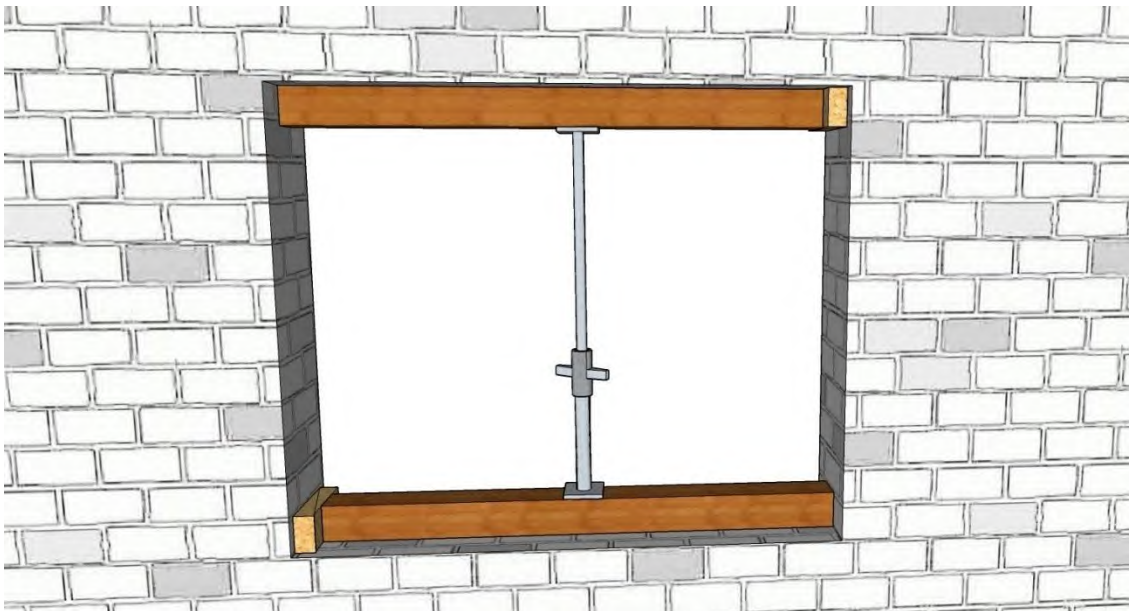
Οι δοκοί πρέπει να είναι καλά σφηνωμένες, για να μπορέσουν να παραλάβουν δυνάμεις, και η σφήνωσή τους γίνεται με τυπικές ξύλινες σφήνες σε ζευγάρια. Τέλος το όλο σύστημα των δοκών συνδέεται με ξύλινες πλάκες που καρφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να πιάνουν τα δοκάρια ανά δύο, μετατρέποντας τις τέσσερις ξεχωριστές δοκούς σε ένα ενιαίο σύστημα.

Ενδεικτικά τα βήματα κατασκευής μιας επί τόπου ξύλινης υποστύλωσης ανοίγματος είναι τα εξής:

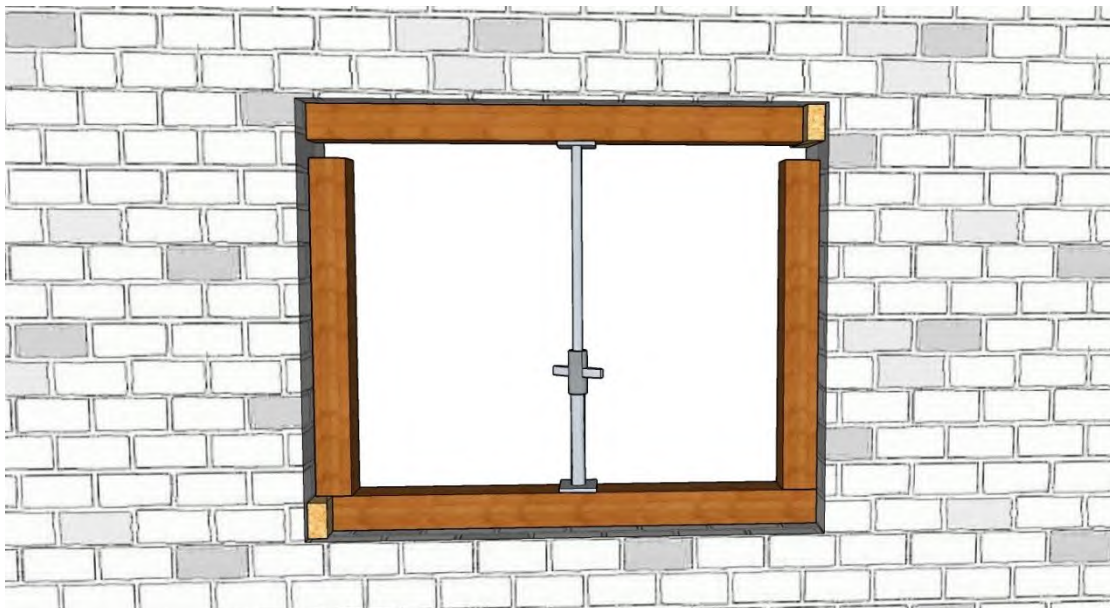
- Αρχικά τοποθετούμε το κάτω ξύλινο δοκάρι, στο μέσο περίπου του τοίχου και το σφηνώνουμε με ένα ζευγάρι ξύλινων σφηνών.



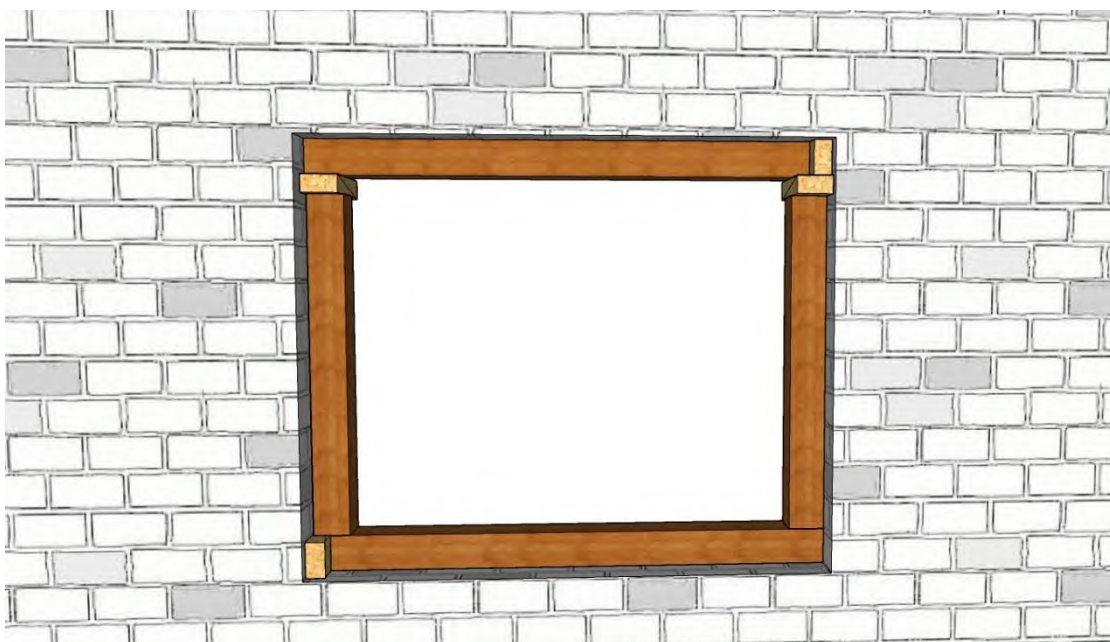
- Τοποθετούμε το πάνω δοκάρι στην ίδια ευθεία με το κάτω. Το συγκρατούμε στη θέση του τοποθετώντας προσωρινά ένα μεταλλικό υποστύλωμα και σφηνώνουμε.



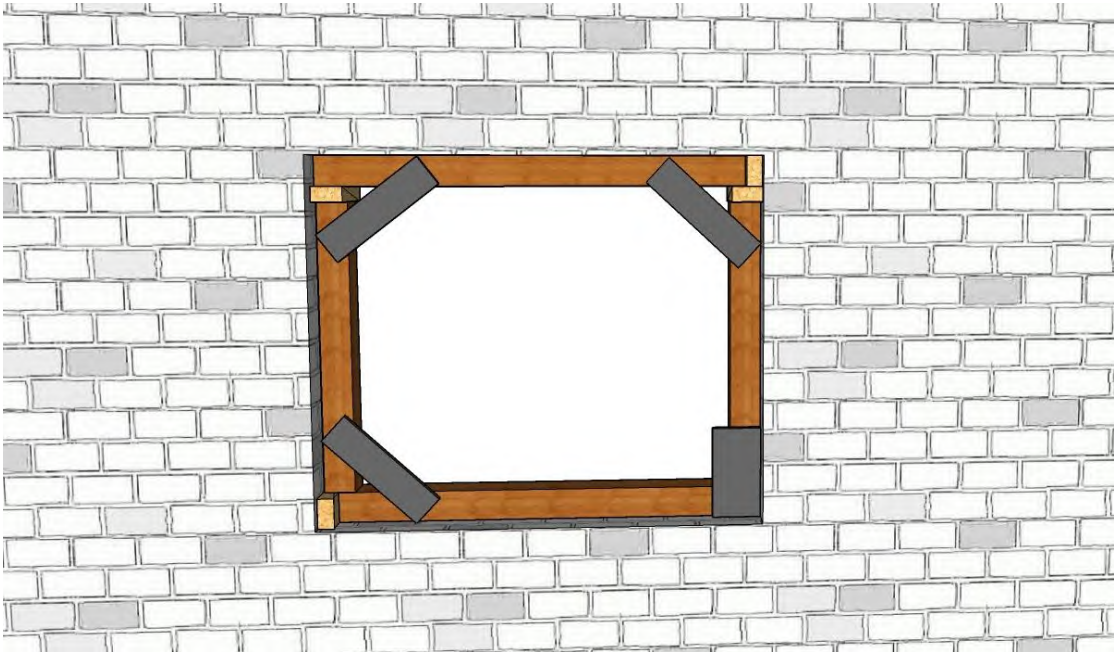
- Τοποθετούμε τα πλάγια δοκάρια ώστε να ακουμπάνε στο κάτω δοκάρι και έτσι ώστε να είναι στη ίδια ευθεία, δηλαδή "πρόσωπο" με αυτό.



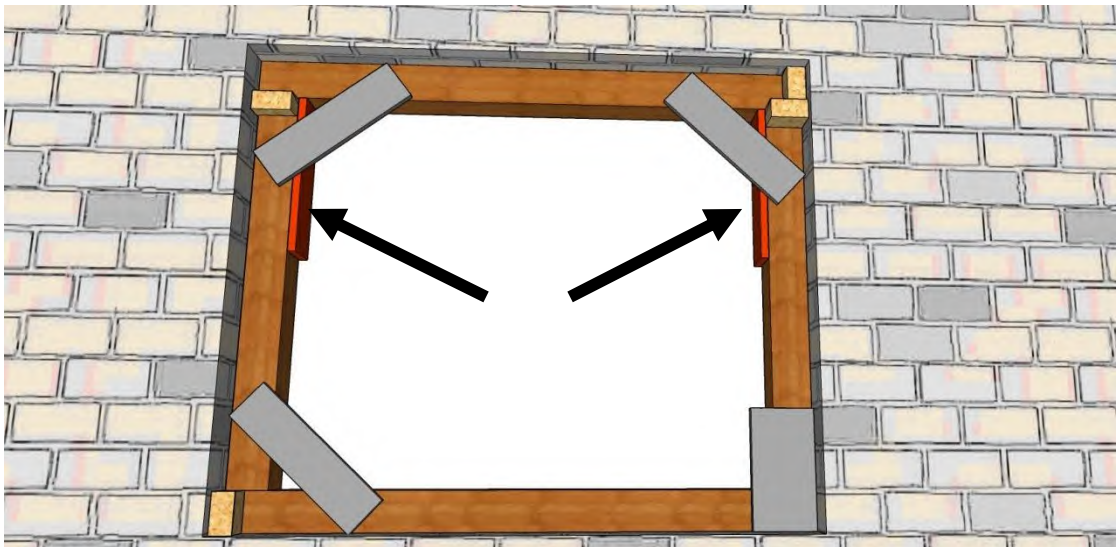
- Σφηνώνουμε τα πλαϊνά δοκάρια με ζεύγη ξύλινων σφηνών και αφού πλέον το επάνω δοκάρι υποστηρίζεται, αφαιρούμε το μεταλλικό υποστήλωμα.



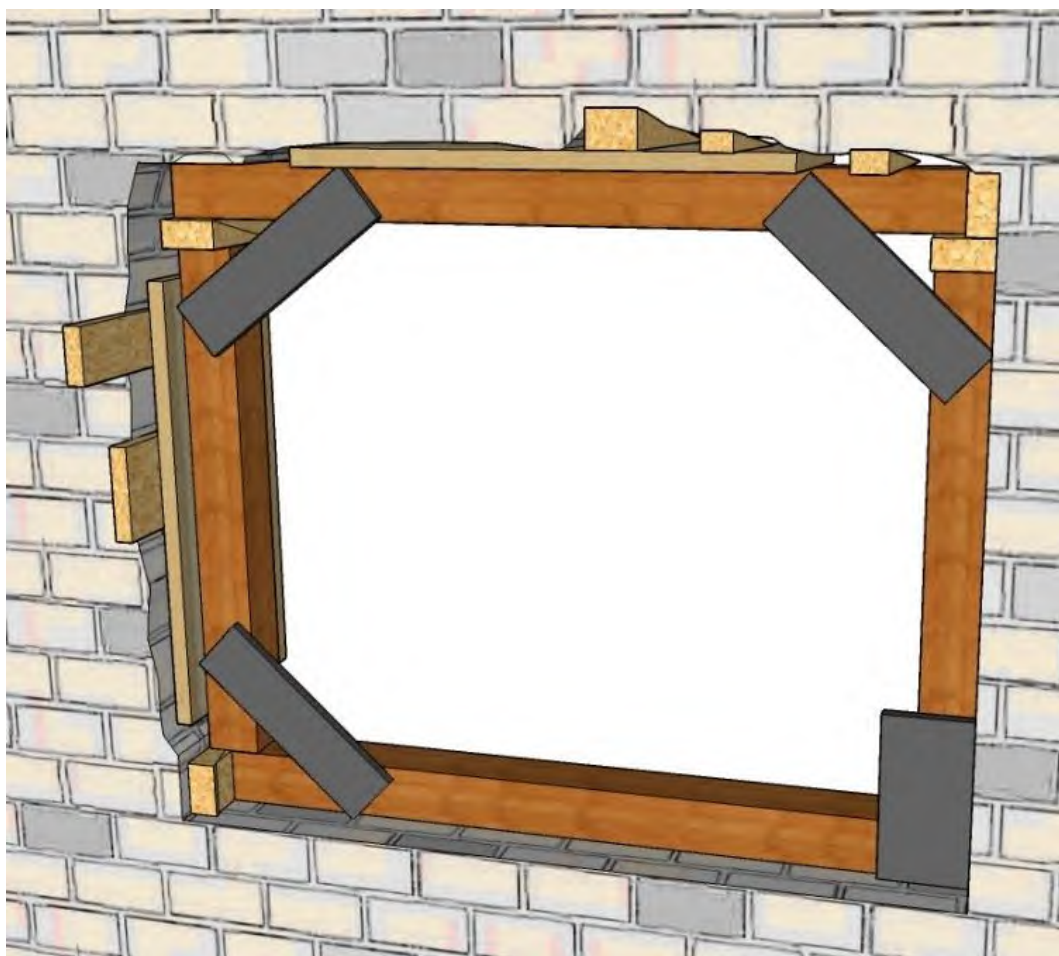
- Καρφώνουμε τις γειτονικού μεταξύ τους με ξύλινες πλάκες, ώστε η κάθε πλάκα να συνδέεται σε δύο δοκάρια. Οι ξύλινες πλάκες είναι ορθογωνικές είτε επιμήκεις, ανάλογα με το ποια στοιχεία συνδέουν.



- Καρφώνουμε στο εσωτερικό των πλαϊνών δοκών ξύλινες πλάκες, στις περιοχές όπου υπάρχουν οι σφήνες, ώστε να προστατεύσουμε τις σφήνες από το να φύγουν από τη θέση τους σε περίπτωση μετασεισμού ή δόνησης.



Επειδή συνήθως το άνοιγμα που θα χρειαστεί να υποστυλώσουμε δεν θα είναι ανέπαφο και πιθανών να παρουσιάζει αλλοιώσεις ή μικροαστοχίες, οι περιμετρικές δοκοί μπορεί να μην εφάπτονται σε αυτό πλήρως. Για να επιτύχουμε την πλήρη επαφή ανοίγματος και υποστύλωσης επιστρατεύουμε την γνώριμη πλέον μέθοδο της σφήνωσης. Τοποθετούμε δηλαδή στα κενά μεταξύ υποστύλωσης και τοίχου σφήνες και κομμάτια ξύλου, ώστε η υποστύλωση (ως ενιαίο πλέον σύστημα) να είναι σε πλήρη "συνεργασία" με τον τοίχο.



Σχήμα 5-4. Σφήνωση του υποστυλώματος στο άνοιγμα.

5.2 Ξύλινα προκατασκευασμένα στοιχεία

Τα προκατασκευασμένα ξύλινα στοιχεία, έχουν την ίδια ακριβώς φιλοσοφία με τα επί τόπου, μόνο που δεν κατασκευάζονται επί του ανοίγματος, αλλά αντίθετα εκτός αυτού και μεταφέρονται και τοποθετούνται στη συνέχεια στη θέση τους.

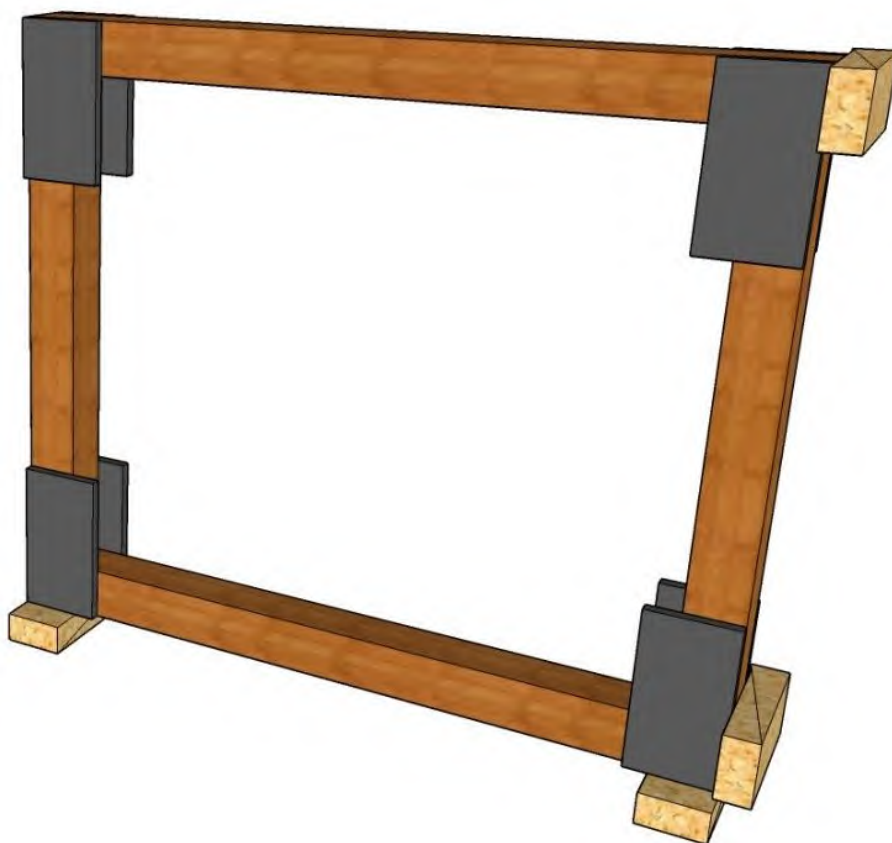
Στα πλεονεκτήματά τους είναι πως, επειδή κατασκευάζονται εκτός του σημείου που θα τοποθετηθούν, δεν υπάρχει απαίτηση για μακροχρόνια παραμονή των συνεργείων διάσωσης κοντά στον επικίνδυνο τοίχο, και αποφεύγονται επίσης οι δονήσεις από το κάρφωμα των στοιχείων, οι οποίες μπορεί να προξενήσουν πρόσθετες βλάβες.

Ακόμα ένα πλεονέκτημα είναι πως σε περιπτώσεις που ένα κτίριο έχει πολλαπλά ανοίγματα (πόρτες ή παράθυρα) ίδιων διαστάσεων, αυτού του τύπου το υποστύλωμα μπορεί να αφαιρεθεί μετά το πέρας της εργασίας και να τοποθετηθεί σε κάποιο άλλο σημείο.

Το μειονέκτημά του είναι, ακριβώς επειδή δεν κατασκευάζεται πάνω στο άνοιγμα, μπορεί να έχει πολύ μικρές αποκλίσεις και να μην εφάπτεται πλήρως και σφηνωμένα στο σημείο που θα χρειαστεί να τοποθετηθεί, με αποτέλεσμα να μην είναι αποδοτικό.

Έτσι θα πρέπει να σημειωθεί πως αυτού του τύπου οι υποστυλώσεις, απαιτούν μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια κατά την κατασκευή, καθώς και μεγάλη εμπειρία της ομάδας στην κατασκευή αντίστοιχων στοιχείων.

Η λογική κατασκευής του είναι παρόμοια με τα επί τόπου στοιχεία, που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αποτελούμενα και αυτά από τέσσερις ξύλινες δοκούς που τοποθετούνται περιμετρικά πάνω και κάτω και στα πλαϊνά του ανοίγματος. Παρακάτω παρουσιάζεται η διάταξη κατασκευής τους.



Σχήμα 5-5. Τυπική διάταξη υποστύλωσης ανοίγματος προκατασκευασμένου τύπου.

Τα συγκεκριμένα συστήματα υποστύλωσης κατασκευάζονται λίγο μικρότερα από το άνοιγμα, περίπου στα 4 με 5 εκατοστά μικρότερα, ώστε να μπορούν μετά την τοποθέτησή τους να μπουν και σφήνες, που θα σφηνώσουν το σύστημα στη θέση του εντός του ανοίγματος. Σε αυτό τον τύπο τα ξύλινα δοκάρια δεν σφηνώνονται μεταξύ τους με σφήνες αλλά ακουμπούν και στερεώνονται με ξύλινες τσόντες.

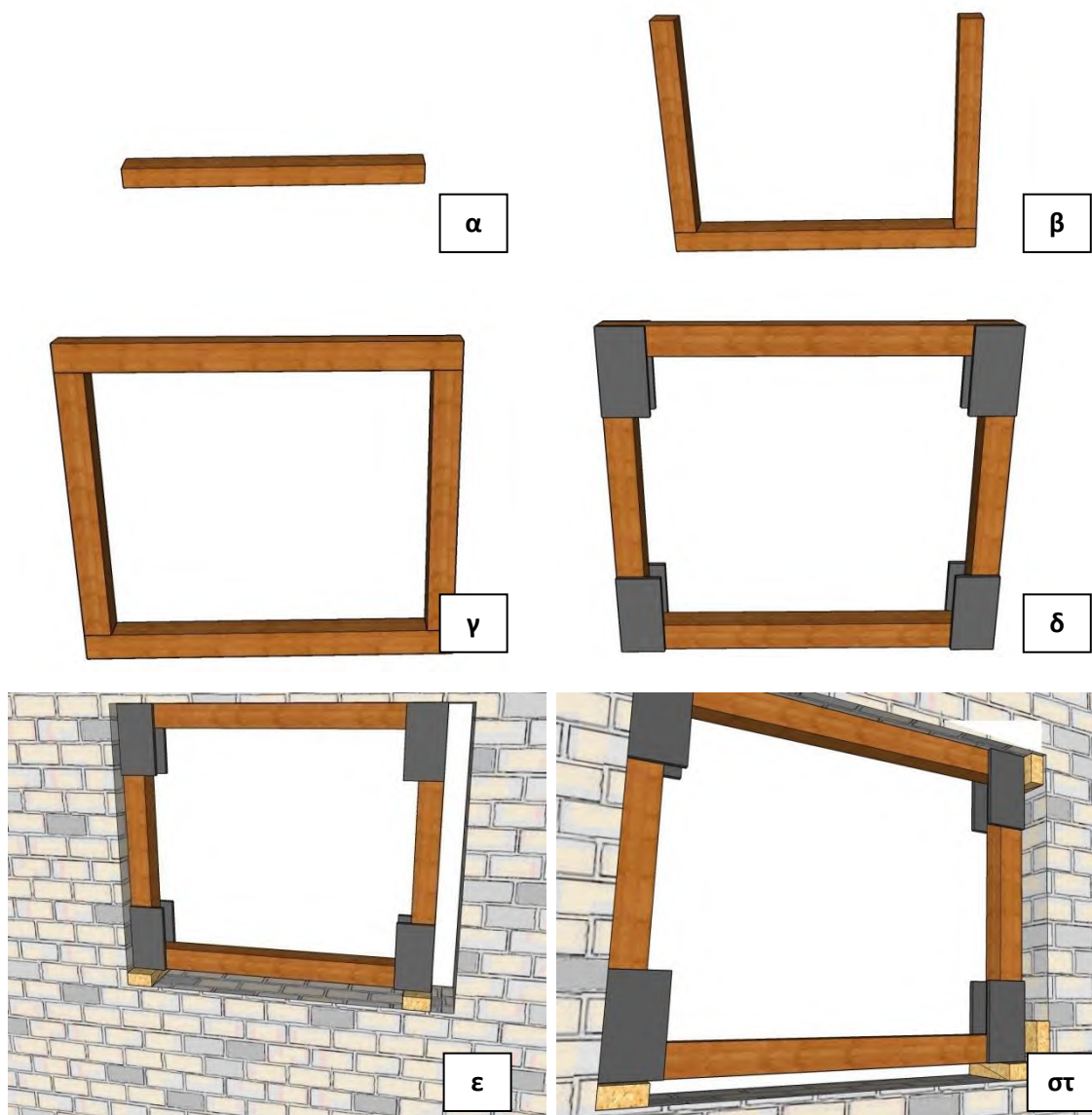
Ενδεικτικά ο τρόπος κατασκευής τους έχει ως εξής:

- Μετράμε το άνοιγμα του παραθύρου ή της πόρτας που καλούμαστε να υποστυλώσουμε και κόβουμε το κάτω δοκάρι στο αντίστοιχο μήκος αφήνοντας

ένα περιθώριο περίπου 5 εκατοστών ώστε να μπορέσουν να τοποθετηθούν και οι σφήνες (Σχήμα 5-6.α).

- Κόβουμε αντίστοιχα τα κάθετα δοκάρια και τα τοποθετούμε στα άκρα της κάτω δοκού (Σχήμα 5-6.β).
- Κόβουμε το οριζόντιο επάνω δοκάρι και το τοποθετούμε στη θέση του. Σε κάθε βήμα φροντίζουμε ώστε τα κάθετα και κατακόρυφα δοκάρια να εφάπτονται σωστά μεταξύ τους και να είναι πλήρως κατακόρυφα και οριζόντια (Σχήμα 5-6.γ).
- Δένουμε τα δοκάρια μεταξύ τους ανά δύο, με ξύλινες πλάκες, οι οποίες τοποθετούνται στις γωνίες του συστήματος με τέτοιο τρόπο ώστε στη κάθε πλάκα να καρφώνονται και οι δύο δοκοί που αυτή συνδέει. Οι πλάκες σύνδεσης μπαίνουν και στις δύο όψεις της υποστύλωσης (Σχήμα 5-6.δ).
- Μεταφέρουμε το σύστημα εντός του ανοίγματος και το σφηνώνουμε καθ' ύψος με δύο ζεύγη σφηνών που τοποθετούνται στο κάτω μέρος του στα άκρα της κάτω δοκού (Σχήμα 5-6.ε).
- Τέλος σφηνώνουμε το σύστημα και κατά την οριζόντια διεύθυνση πάλι χρησιμοποιώντας δύο ζεύγη ξύλινων σφηνών τα οποία τοποθετούνται στο επάνω και στο κάτω μέρος της υποστύλωσης. (Σχήμα 5-6.στ).

Όπως και στα επί τόπου στοιχεία, έτσι και εδώ εξασφαλίζουμε ότι η υποστύλωση εφάπτεται το δυνατόν περισσότερο στο άνοιγμα τοποθετώντας ξύλινα παρεμβύσματα ή σφήνες όπου απαιτείται, ανάλογα με την κατάσταση του ανοίγματος.



Σχήμα 5-6. Βήματα κατασκευής προκατασκευασμένης υποστύλωσης ανοιγμάτων.

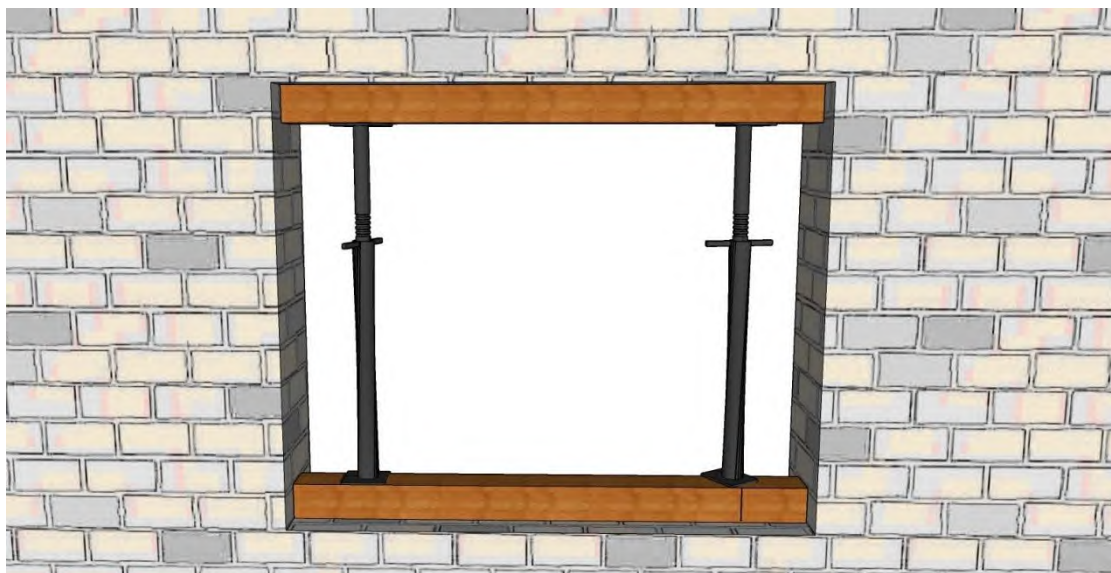
5.3 Λοιπά συστήματα υποστήριξης

Αναφερόμενοι σε λοιπά συστήματα εννοούμε αυτά τα οποία δεν είναι αποκλειστικά κατασκευασμένα από ξύλο ή αντίστοιχα από μεταλλικά στοιχεία αποκλειστικά για αυτό το σκοπό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν συστήματα τα οποία τα κατασκευάζουμε με χρήση διαφόρων διαθέσιμων εργαλείων.

Ακριβώς επειδή δεν είναι συγκεκριμένου τύπου, εδώ θα κάνουμε μια συνοπτική αναφορά στον πλέον χρησιμοποιούμενο τρόπο υποστύλωσης, με χρήση ξύλινων δοκών και μεταλλικών υποστυλωμάτων, ο οποίος είναι ο πλέον γρήγορος τρόπος εξασφάλισης ενός ανοίγματος αλλά και ο πιο εύκολος σύμφωνα με την συνήθη διαθεσιμότητα των σωστικών μέσων σε ένα πεδίο κατάρρευσης.

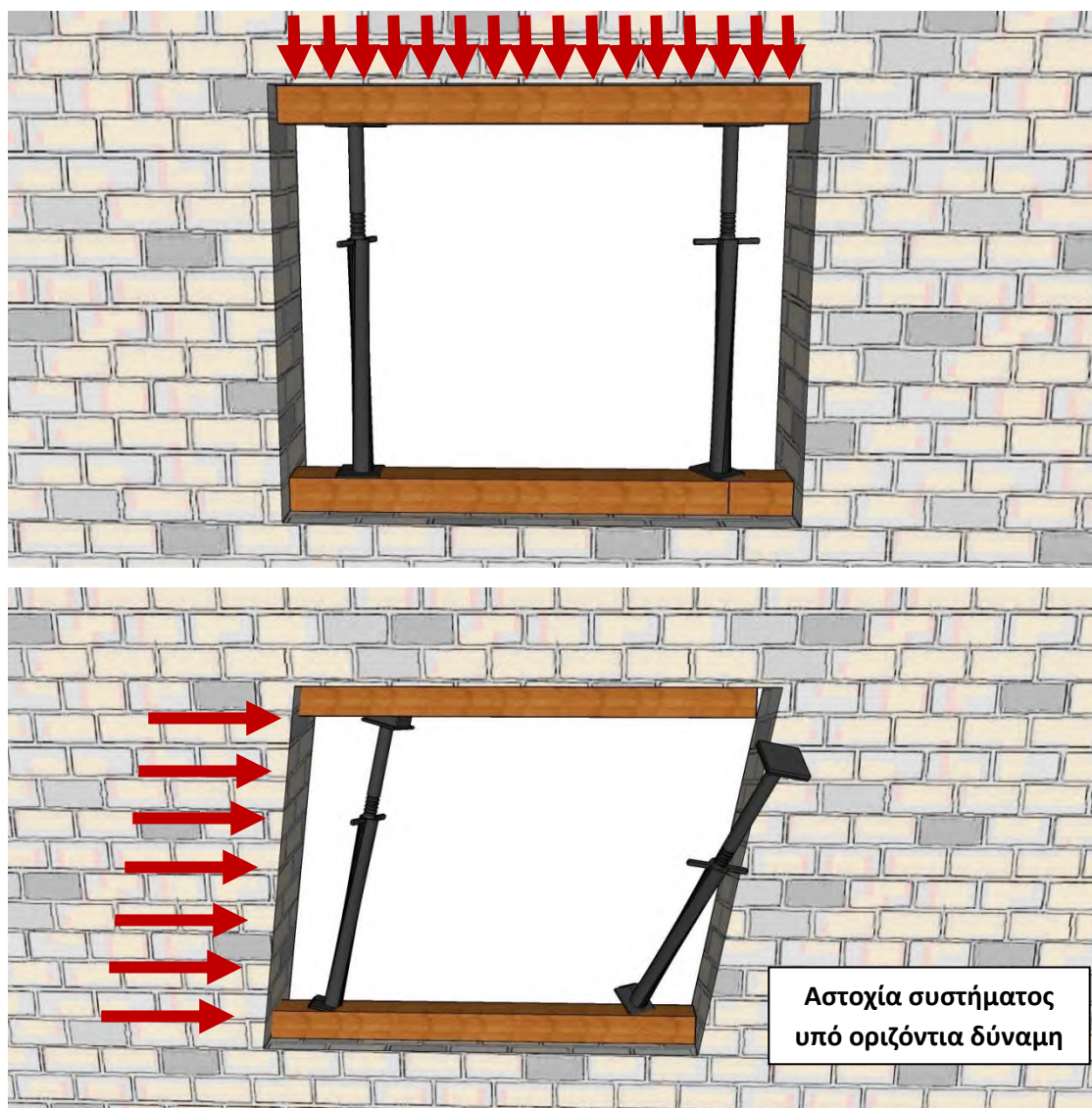
Συγκεκριμένα, ο απλούστερος τρόπος υποστύλωσης ενός ανοίγματος είναι η εξασφάλισή του με μεμονωμένα μεταλλικά υποστυλώματα, τα επονομαζόμενα και “βίδες” με τα οποία επιτυγχάνεται η στήριξη ενός ανοίγματος και η παραλαβή των κατακόρυφων κυρίως δυνάμεων.

Σε αυτή τη διάταξη τοποθετούνται δύο μεταλλικές βίδες κατακόρυφα στο άνοιγμα οι στο επάνω και στο κάτω τμήμα τους έχουν ξύλινα οριζόντια δοκάρια (Σχήμα 5-7).



Σχήμα 5-7. Υποστύλωση ανοίγματος με χρήση μεταλλικών υποστυλωμάτων.

Με αυτό τον τρόπο υποστύλωσης, εξασφαλίζεται ότι η πόρτα ή το παράθυρο δεν θα καταρρεύσει, με πτώση του τοίχου πάνω από το ανώφλι και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το πρέκι του ανοίγματος έχει υποστεί ζημιά. **Αντίθετα όμως δεν μπορεί να εξασφαλίσει την οριζόντια μετακίνηση** συνεπώς είναι καλό να αποφεύγεται σε περιπτώσεις που το άνοιγμα εμφανίζεται πλευρικά παραμορφωμένο (Σχήμα 5-8).



Σχήμα 5-8. Η υποστύλωση με μεταλλικά υποστυλώματα αντενδείκνυται στις περιπτώσεις οριζόντιας φόρτισης.

6

Τρόποι υποστύλωσης - αντιστήριξης

Αφού είδαμε τα διάφορα είδη υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων, τον τρόπο που κατασκευάζονται και τα χαρακτηριστικά τους, ήρθε η ώρα να δούμε και το σημαντικότερο ίσως κομμάτι μιας επιχείρησης, το **που αυτά τοποθετούνται, πώς τοποθετούνται και για ποιο λόγο.**

Ο τρόπος που τοποθετείται μια υποστύλωση θεωρείται το πλέον σημαντικό κομμάτι, γιατί ακόμα και αν γνωρίζουμε να κατασκευάζουμε άψογα υποστυλώσεις-αντιστηρίξεις, ακόμα και αν γνωρίζουμε τις προδιαγραφές τους και τις δυνατότητές τους, αν δεν ξέρουμε που θα τις τοποθετήσουμε, θα έχουμε μια άχρηστη υποστύλωση η οποία δεν θα μας προσφέρει καμία ασφάλεια ή ακόμα και θα αυξήσει την επικινδυνότητα της επιχείρησης.

Η δουλειά αυτή είναι αρκετά δύσκολη και για να γίνει σωστά θα πρέπει κάποιος πέρα από γνώσεις έρευνας και διάσωσης να διαθέτει και εξειδικευμένες γνώσεις στατικής, οικοδομικής και δυναμικής συμπεριφοράς των κατασκευών. Γι'αυτό θα πρέπει η επιλογή των σημείων και των μεθόδων υποστύλωσης-αντιστήριξης να γίνεται πάντα από εξειδικευμένο μηχανικό, στο πεδίο, ο οποίος θα υποδεικνύει τις επικινδυνότητες ενός πεδίου κατάρρευσης και με πιο τρόπο αυτές θα αίρονται.

Σε αυτό το κεφάλαιο λοιπόν θα γίνει μια γενική και επιφανειακή παρουσίαση της μεθοδολογίας αντιστήριξης-υποστύλωσης και θα αναλυθούν τα σημαντικότερα σημεία που θα πρέπει μια διασωστική ομάδα να προσέχει και να έχει υπόψη της. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση πως ο αναγνώστης μετά την μελέτη του παρόντος θα μπορέσει να υποκαταστήσει τον εκάστοτε εξειδικευμένο μηχανικό.

6.1 Θέσεις υποστύλωσης - αντιστήριξης

Η μεθοδολογία με την οποία προσεγγίζουμε ένα πεδίο κατάρρευσης και το εξασφαλίζουμε με χρήση υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων ακολουθεί την παρακάτω λογική σειρά:

- **Αναγνωρίζω τους δομικούς κινδύνους σε σχέση με την θέση των εγκλωβισμένων.**
- **Καθορίζω τον βέλτιστο τρόπο ώστε να μετριάσω τον κίνδυνο και τις αστοχίες.**
- **Καθορίζω το σύστημα υποστύλωσης ή αντιστήριξης που θα χρησιμοποιηθεί, σε σχέση πάντα με το σημείο που θέλω να προσεγγίσω για την διάσωση.**

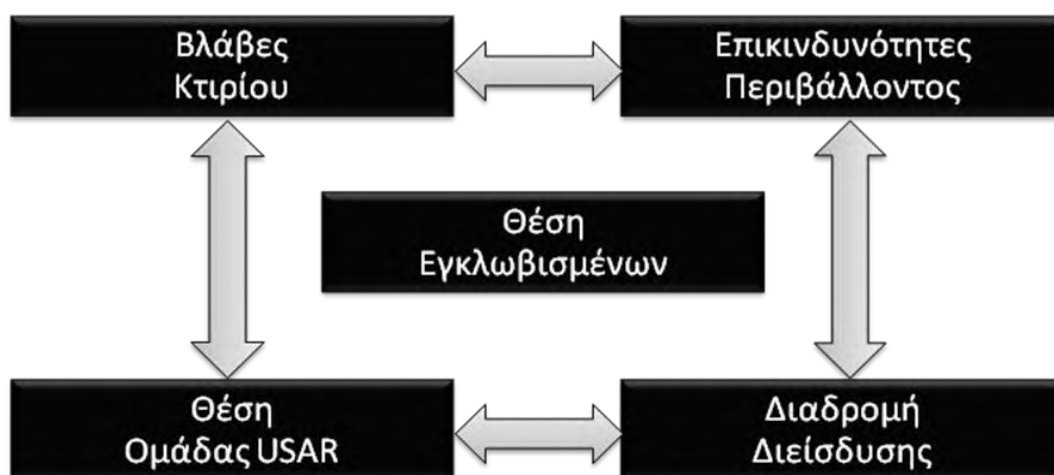
Για να επιλέξω αρχικά αν απαιτείται η χρήση ή όχι υποστυλώσεων ή αντιστηρίξεων θα πρέπει να αναγνωρίσω τους κινδύνους σε ένα πεδίο επιχείρησης σε συνδυασμό με το κατά πόσο αυτοί επηρεάζουν την επιχείρησή μου. Τα δύο αυτά στοιχεία είναι αλληλένδετα αφού μια δομική βλάβη που βρίσκεται μακριά από το πεδίο της εργασίας ή αντίστοιχα δεν επηρεάζει την ομάδα έρευνας και διάσωσης στην δουλειά της δεν είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί.

Οι κίνδυνοι δεν αφορούν μόνο τις αστοχίες του πεδίου κατάρρευσης, αλλά και πιθανές βλάβες σε στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου που επηρεάζουν την ασφάλεια του προσωπικού, όπως σπασμένα μπαλκόνια γειτονικών κτιρίων κ.ά.

Το σύστημα υποστύλωσης που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται κυρίως από το είδος της αστοχίας αλλά και από το σημείο του πεδίου στο οποίο βρίσκεται αυτή. Δουλειά ενός συστήματος είναι, όπως έχουμε αναφέρει πολλές φορές παραπάνω, είναι να υποκαταστήσει την λειτουργία ενός στοιχείου που έχει υποστεί βλάβες (π.χ. κολώνες) και ταυτόχρονα να εξασφαλίσει πως οι βλάβες δεν θα εξαπλωθούν με αποτέλεσμα μία ολική κατάρρευση. Έτσι αν για παράδειγμα έχω μια σπασμένη κολώνα θα επιλέξω να τοποθετήσω εκατέρωθεν αυτής κατακόρυφο σύστημα υποστύλωσης, ώστε αυτό να παραλάβει τις δυνάμεις που πλέον η κολώνα δεν μπορεί. Αντίστοιχα ένας τοίχος, ο οποίος παρουσιάζει εκτεταμένες αστοχίες θα χρειαστεί σύστημα αντιστήριξης αντηρίδων, στην περίπτωση που αυτός βρίσκεται στην διαδρομή διείσδυσης.

Έτσι αν θέλουμε να συνοψίσουμε, τα σημεία που επιλέγουμε να τοποθετήσουμε μια υποστύλωση ή μια αντιστήριξη είναι συνάρτηση των παρακάτω αλληλένδετων μεταξύ τους παραμέτρων:

- **Επικινδυνότητες του περιβάλλοντος.**
- **Βλαβών των στοιχείων του κτιρίου.**
- **Θέση εργασίας ομάδας διάσωσης.**
- **Θέση εγκλωβισμένων.**
- **Διαδρομή διείσδυσης.**



Σχήμα 6-1. Παράμετροι επιλογής σημείων υποστύλωσης-αντιστήριξης.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι αξιολογούνται διαρκώς και αναθεωρούνται αν αυτό χρειαστεί κατά την διάρκεια της επιχείρησης, σε περίπτωση που κάτι μεταβληθεί ή προκύψει ένα νέο στοιχείο που μεταβάλει τον τακτικό σχεδιασμό.

Όμως ποιες είναι οι θέσεις σε ένα πεδίο κατάρρευσης, όπου συγκεκριμένα υποστηρίζουμε;

Η απάντηση στην παραπάνω ερώτηση αποτελεί το μεγαλύτερο βήμα για μια σωστή και αποδοτική υποστήριξη χωρίς να καταναλώνουμε άσκοπα προσωπικό και υλικά. Η απάντηση

όμως δεν είναι μία, αφού κάθε πεδίο κατάρρευσης παρουσιάζει τόσες ιδιαιτερότητες ώστε καμία επιχείρηση δεν είναι ίδια με την προηγούμενη.

Από την εμπειρία και την συνήθη πρακτική καταλήγουμε πως 3 είναι οι βασικές θέσεις όπου απαιτείται η τοποθέτηση υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων. Οι θέσεις αυτές είναι:

- Ασταθή στοιχεία της κατασκευής (κολώνες, δοκάρια, τοίχοι, μπαλκόνια κ.ά).
- Κάτω από τον κύριο όγκο των ερειπίων.
- Κάτω από την θέση των εγκλωβισμένων.

Ως **ασταθή στοιχεία** θεωρούμε κυρίως τα στοιχεία τα οποία έχουν υποστεί τέτοιες βλάβες ώστε υπάρχει η πιθανότητα σε ένα μετασεισμό να καταρρεύσουν ολικώς ή μερικώς αλλά και αυτά τα οποία έχουν σπάσει σε τέτοιο βαθμό που δεν μπορούν να πλέον να προσφέρουν στην κατασκευή την υποστήριξη που θα έπρεπε με αποτέλεσμα πιθανή κατάρρευση του συνόλου του πεδίου. Είναι προφανές πως όταν μιλάμε για υποστήριξη των ασταθών μερών μιας κατασκευής, δεν αναφερόμαστε στο σύνολό τους αλλά στα σημεία αυτά που επηρεάζουν την ασφάλεια της επιχείρησης και κυρίως αυτά τα οποία βρίσκονται επί της διαδρομής διείσδυσης. Μην ξεχνάμε πως όσα αναφέρονται εδώ αφορούν προσωρινές υποστυλώσεις και αντιστηρίξεις κατά την διάρκεια της επιχείρησης έρευνας και διάσωσης και όχι συνολική υποστήριξη μιας κατασκευής, δουλειά η οποία είναι σαφώς εκτός των αρμοδιοτήτων μιας ομάδας έρευνας και διάσωσης.

Από την άλλη η περιοχή που έχει συγκεντρωθεί ο **κύριος όγκος των ερειπίων** αποτελεί πάντα μια περιοχή αυξημένου ενδιαφέροντος αφού οι δυνάμεις λόγω των ερειπίων είναι συχνά τόσο μεγάλες που το πεδίο σε εκείνη την περιοχή είναι επίφοβο για περεταίρω κατάρρευση σε περίπτωση μετασεισμών ή μετακινήσεων.

Τέλος η **θέση των εγκλωβισμένων** είναι πάντα μια περιοχή την οποία πρέπει να υποστηρίξουμε καθώς αυτή αποτελεί την περιοχή μέγιστου ενδιαφέροντος σε ένα πεδίο. Δεν πρέπει να ξεχνάμε πως το ζητούμενο μιας επιχείρησης έρευνας και διάσωσης έχει ως στόχο την με ασφάλεια πρόσβαση προς τους εγκλωβισμένους και τον απεγκλωβισμό τους.

6.2 Ο κανόνας του " Από το μεγάλο στο μικρό - Από έξω προς τα μέσα"

Ο κανόνας που ακολουθείται για την τοποθέτηση υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων σε μια επιχείρηση έρευνας και διάσωσης σε ένα πεδίο κατάρρευσης, μπορεί να συμπυκνωθεί στην θράση " Από το μεγάλο στο μικρό - Από έξω προς τα μέσα".

Με τον όρο "**Από το μεγάλο στο μικρό**" ουσιαστικά εννοούμε τον έλεγχο των στοιχείων του πεδίου ξεκινώντας από την γενική εικόνα τους και καταλήγοντας σε συγκεκριμένα σημεία που μπορεί να παρουσιάζουν ιδιαίτερες επικινδυνότητες.

Έτσι πάντα ξεκινάμε να διαπιστώσουμε αν το πεδίο στο οποίο θα εργαστούμε είναι στο σύνολό του ασταθές και αν αυτή η αστάθεια μπορεί να αρθεί μέσω ενός συστήματος υποστήλωσης ή αντιστήριξης. Ακόμα ελέγχουμε το περιβάλλον του πεδίου για να δούμε αν παρουσιάζει κάποιο κίνδυνο ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλιστεί προτού προχωρήσουμε.

Για παράδειγμα ένας μαντρότοιχος, ο οποίος βρίσκεται σε όμορο οικόπεδο από το πεδίο κατάρρευσης και ο οποίος έχει παρουσιάζει σημαντικές αστοχίες θα πρέπει να αντιστηριχτεί πριν ξεκινήσει η εργασία στο πεδίο καθαυτό, αφού σε αντίθετη περίπτωση όσο σωστές υποστυλώσεις και αν γίνουν κατά την επιχείρηση, πάντα θα υπάρχει η αρχική επικινδυνότητα του "μαντρότοιχου" η οποία δεν έχει αντιμετωπιστεί εξ'αρχής.

Αντίστοιχα ο όρος "**Από έξω προς τα μέσα**" αναφέρεται στην αλληλουχία με την οποία επιλέγουμε τα σημεία υποστήριξης. Ξεκινάμε από το σημείο πρόσβασης στην διαδρομή διείσδυσης και καταλήγοντας στην θέση του εγκλωβισμένου υποστηρίζουμε ή αντιστηρίζουμε, εξασφαλίζοντας την διαδρομή μας.

Για να το καταλάβουμε καλύτερα θα μπορούσαμε να προσομοιάσουμε την διαδρομή διείσδυσης με μία σκάλα της οποίας τα σκαλοπάτια είναι οι υποστυλώσεις ή αντιστηρίξεις. Όπως δεν γίνεται από το πρώτο σκαλοπάτι να φτάσουμε κατευθείαν στο τελευταίο, έτσι δεν είναι λογικό να υποστυλώσουμε την θέση του εγκλωβισμένου χωρίς πρώτα να έχουμε εξασφαλίσει τα υπόλοιπα σημεία της διαδρομής.

Για να μπορέσουμε να ανεβούμε αυτή τη σκάλα θα πρέπει ξεκινώντας από την αρχή, σε κάθε σημείο να ελέγχουμε τις επικινδυνότητες και να τις αντιμετωπίζουμε με τον κατάλληλο τρόπο (όπου αυτό είναι δυνατό) έως ότου καταλήξουμε στην θέση του εγκλωβισμένου, έχοντας παράλληλα δημιουργήσει μια όσο το δυνατό ασφαλέστερη διαδρομή διείσδυσης.

Έτσι η πορεία που ακολουθείται σε γενικές γραμμές έχει ως εξής:

- Ξεκινάμε αρχικά με αντιστήριξη της εξωτερική τοιχοποιίας, κυρίως στο σημείο από το οποίο θα κάνουμε την είσοδο.
- Υποστύλωση - αντιστήριξη ανοιγμάτων (πόρτες - παράθυρα) αν αυτά χρησιμοποιούνται για πρόσβαση.
- Ταυτόχρονα μπορεί να χρειαστεί να εξασφαλίσουμε τις περιμετρικές κολώνες και τα δοκάρια στην περίπτωση που αυτά παρουσιάζουν εκτεταμένες αστοχίες. Αυτό γίνεται είτε με τοποθέτηση απλών κατακόρυφων υποστυλωμάτων, είτε με τοποθέτηση διαγώνιων συνδέσμων στα πλαίσια κολονών - δοκών (Κεφάλαιο 4.4).
- Υποστύλωση εξωτερικών προβόλων (μπαλκονιών, πρεβαζιών κλπ) τα οποία παρουσιάζουν αστοχίες και βρίσκονται σε επικίνδυνη θέση για την ομάδα έρευνας και διάσωσης.
- Συνεχίζουμε με είσοδο στην διαδρομή διείσδυσης και υποστύλωση των πλακών όπου απαιτείται.
- Υποστύλωση των βλαμμένων κολονών στην διαδρομή, ώστε να μην υποχωρήσουν.
- Υποστύλωση των δοκαριών που συνήθως υποστηρίζουν τις πλάκες και διατηρούν τα ανοίγματα για την διείσδυση.
- Αντιστήριξη εσωτερικών τοίχων ή σορών μπάζων εκατέρωθεν της διαδρομής, ώστε αυτά να μην εισέλθουν εντός αυτής και κλείσουν την πρόσβαση.
- Και τέλος, ίσως και το σημαντικότερο βήμα, είναι με την προσέγγιση μας στη θέση του εγκλωβισμένου, να προχωρήσουμε στην εξασφάλιση της μέσω υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων, ώστε να μπορέσουμε να εργαστούμε με ασφάλεια στην θέση αυτή όση ώρα απαιτηθεί.

Να επισημάνουμε πως η παραπάνω πορεία υποστυλώσεων-αντιστηρίξεων μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τις συνθήκες, αλλά σε γενικές γραμμές παραμένει ίδια οποιοδήποτε μέθοδο διείσδυσης και αν ακολουθήσουμε, είτε οριζόντια, είτε κατακόρυφη, είτε μετωπική είτε μεικτή.

Αναλυτικά παρακάτω θα επισημανθούν τα σημαντικότερα σημεία που θα πρέπει να προσέχουμε σε καθένα από τα ανωτέρω βήματα.

6.3 Αντιστήριξη τοιχοποιίας (κατακόρυφης ή υπό κλίση)

Ένα από τα σημαντικότερα σημεία σε μία επιχείρηση είναι η εξασφάλιση των κατακόρυφων επιπεδόμορφων³ στοιχείων από πτώση, δηλαδή οι τοίχων, τοιχίων κ.ά.

Η παράμετρος που αυξάνει την επικινδυνότητα σε αυτά τα στοιχεία είναι η κατακορυφότητα, το ότι δηλαδή τα στοιχεία αυτά είναι με την μεγάλη τους διάσταση κατακόρυφη, οπότε εάν δεν καταρρεύσουν ολοκληρωτικά, βρίσκονται σε μία κατάσταση μειωμένης ευστάθειας και ανά πάσα στιγμή μπορεί να πέσουν.



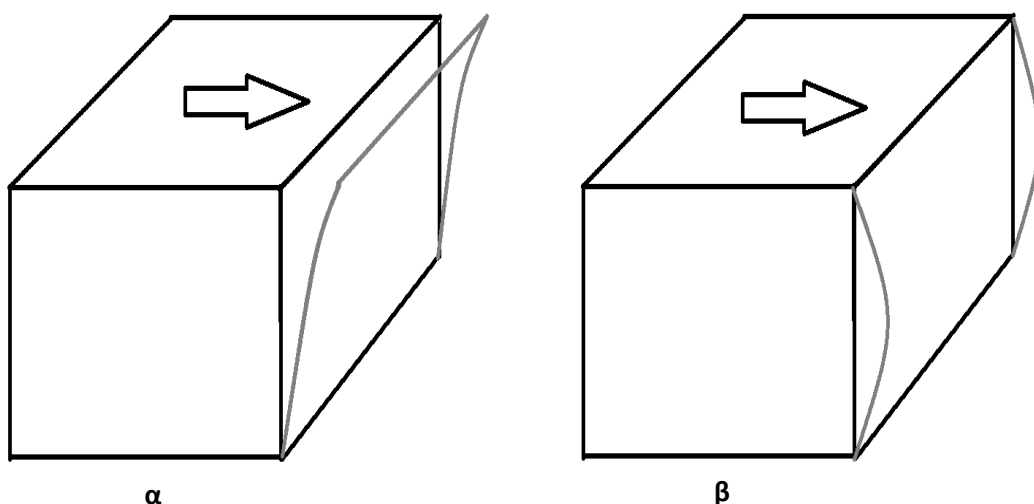
Φωτογραφία 6-1. Αποκόλληση και πτώση εσωτερικής τοιχοποιίας (2014, Σεισμός Κεφαλονιά, πηγή: Αρχείο Ηλία Αναστάσιου, Πολιτικού Μηχανικού MSc.).

³ Επιπεδόμορφα, τα στοιχεία των οποίων οι δύο τους διαστάσεις να είναι πολύ μεγαλύτερες από την τρίτη, όπως οι τοίχοι, οι πλάκες και τα τοιχία ωπλισμένου σκυροδέματος.

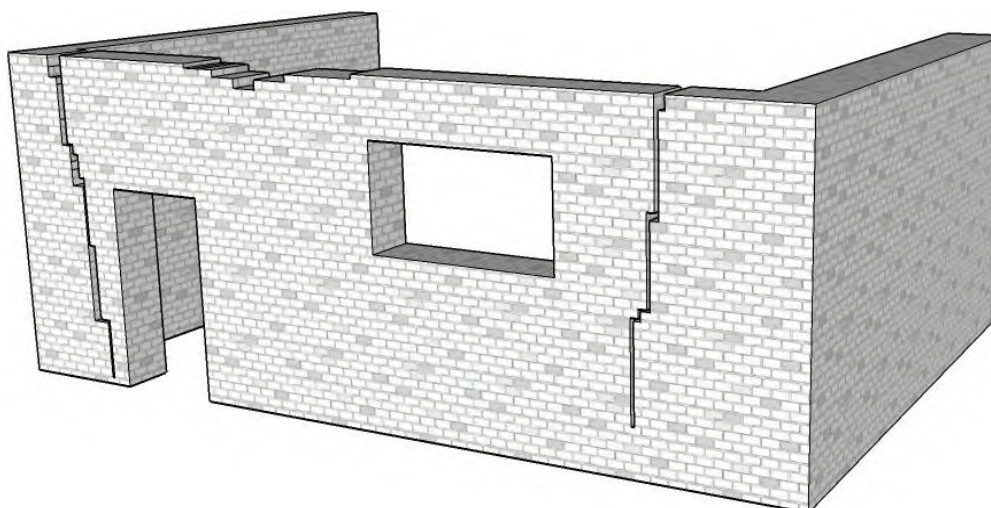
Ακόμα κατά την επιχείρηση δεν μπορούμε τόσο εύκολα να αποφύγουμε την επικινδυνότητα των τοίχων αφού αναγκαζόμαστε να εργαστούμε δίπλα σε αυτούς ή ακόμα και εντός αυτών, συνεπώς, αν και υποτιμημένη, η εξασφάλιση τους αποτελεί μία από τις βασικότερες ενέργειες μας ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος της επιχείρησης.

6.3.1 Τοίχοι με κατακόρυφες ρωγμές

Η κλασσική και πλέον επικίνδυνη μορφή αστοχίας σε μια τοιχοποιία είναι οι κατακόρυφες ρωγμές. Οι κατακόρυφες ρωγμές σε μία τοιχοποιία μας δείχνουν ο σεισμός έχει έρθει κάθετα στον τοίχο και τον έχει εξαναγκάσει να κινηθεί εκτός του επιπέδου του, διεύθυνση κατά την οποία ο τοίχος παρουσιάζει μειωμένη αντοχή (Σχήμα 6-2). Τυπικές αστοχίες σε αυτές τις περιπτώσεις είναι οι κατακόρυφες ρωγμές και αστοχίες στο πάνω μέρος του τοπίχου.

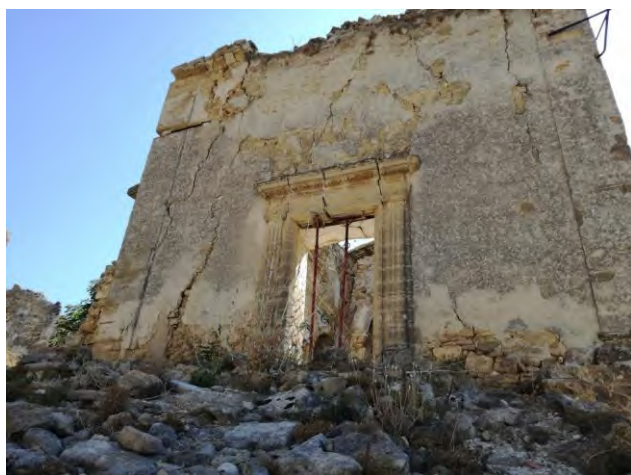


Σχήμα 6-2. Η εκτός επιπέδου φόρτιση οδηγεί τον τοίχο (α) σε ανατροπή ή (β) σε διόγκωση.



Σχήμα 6-3. Τυπικές βλάβες αποτέλεσμα εκτός επιπέδου φόρτισης.

Οι τοίχοι που παρουσιάζουν τέτοιες ρωγμές και αστοχίες θα πρέπει να αποφεύγονται ως σημεία εισόδου στο πεδίο. Αν αυτό δεν είναι δυνατό τότε ο τοίχος θα πρέπει να εξασφαλίζεται με αντιστήριξη ώστε σε περίπτωση μετασεισμού να αποφευχθεί η μετακίνηση του προς τα έξω και η κατάρρευσή του.



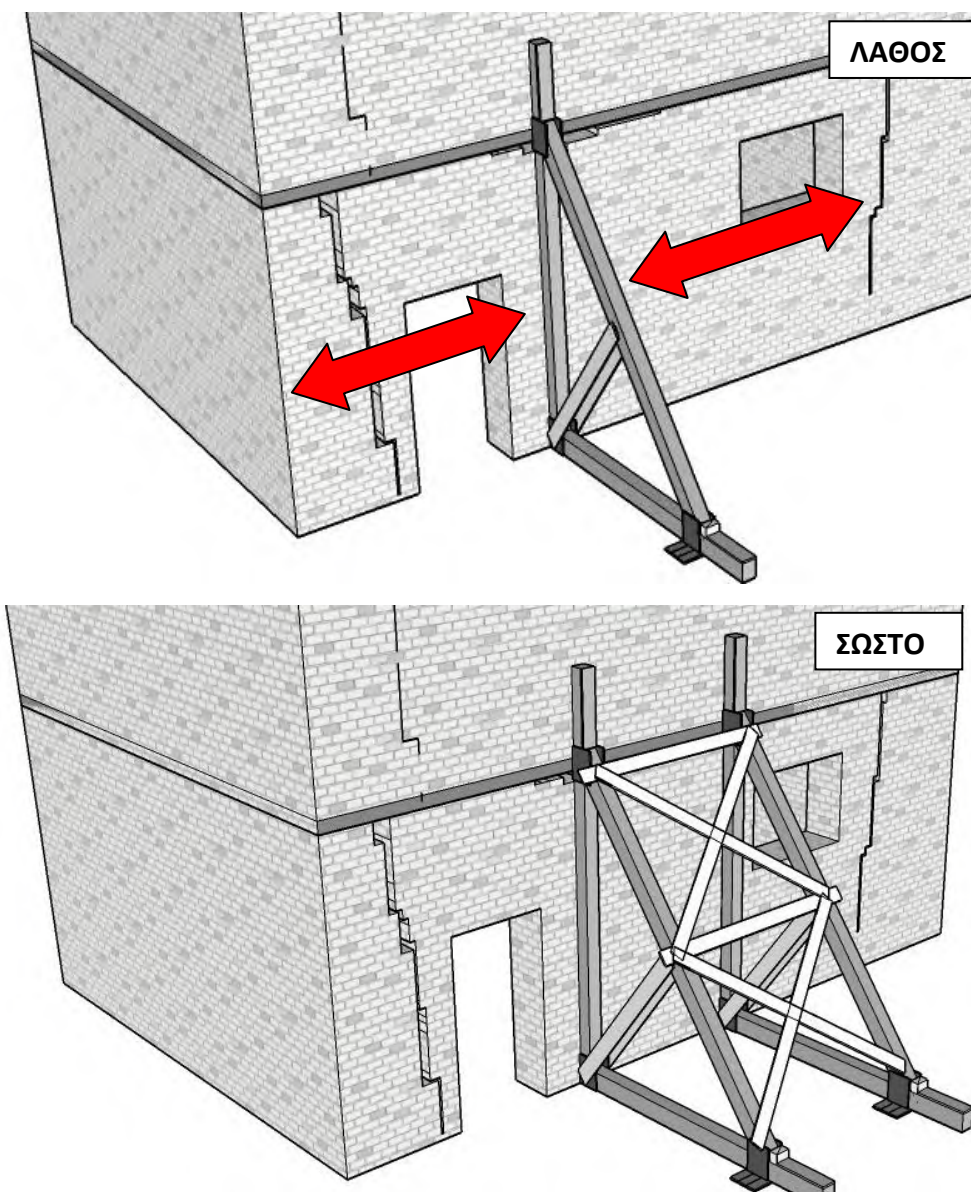
Φωτογραφία 6-2. Εμφανείς κατακόρυφες ρωγμές σε τοιχοποιία λόγω επίδρασης σεισμικών φορτίων (2019, *Roggioreale, Ιταλία*).

Η αντιστήριξη επιτυγχάνεται με κατασκευή συστημάτων ξύλινων αντηρίδων, όπως είδαμε αναλυτικά στα Κεφάλαια 4.1 και 4.2.

Τα σημαντικότερα σημεία που θα πρέπει να προσέξουμε κατά την τοποθέτηση των αντηρίδων είναι:

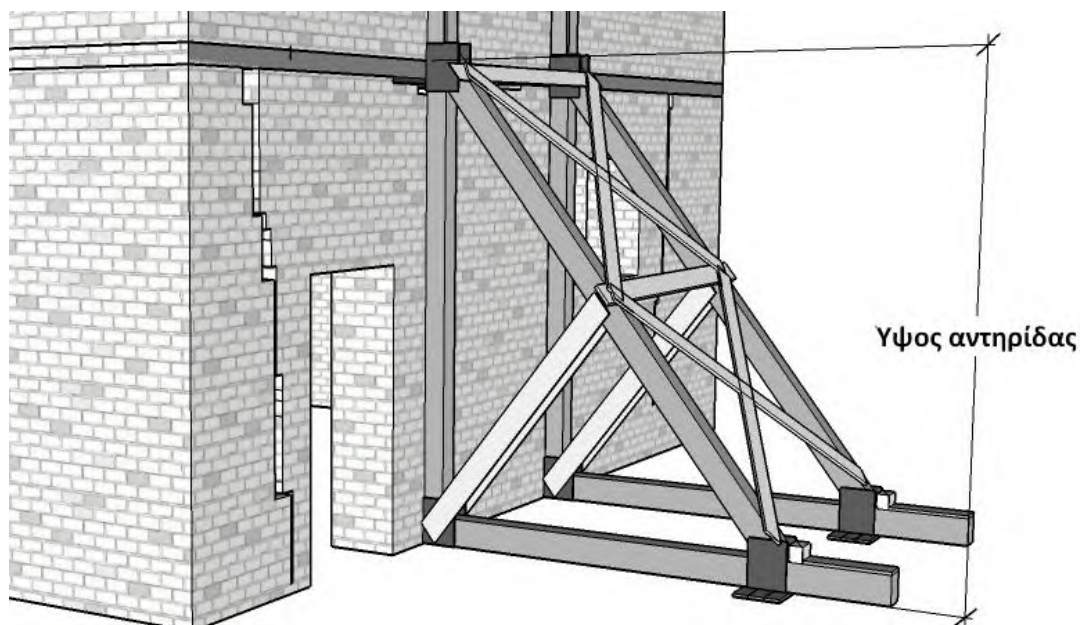
- ο αριθμός τους
- το ύψος στο οποίο θα σηκωθούν
- η θέση του επί του τοίχου
- και η μεταξύ τους απόσταση.

Όσον αφορά τον αριθμό, πάντα τοποθετούμε πάνω από δυο αντηρίδες και τις συνδέουμε μεταξύ τους, ώστε να αποκτήσουν μεγαλύτερη ευστάθεια έναντι ανατροπής. Μία μόνο αντηρίδα, λόγω απουσίας πλευρικής στήριξης, είναι πάντα επίφοβη σε περίπτωση μετασεισμού ή σε ένα πιθανό, από λάθος, χτύπημά της κατά την διάρκεια της επιχείρησης να πέσει (Σχήμα 6-4).



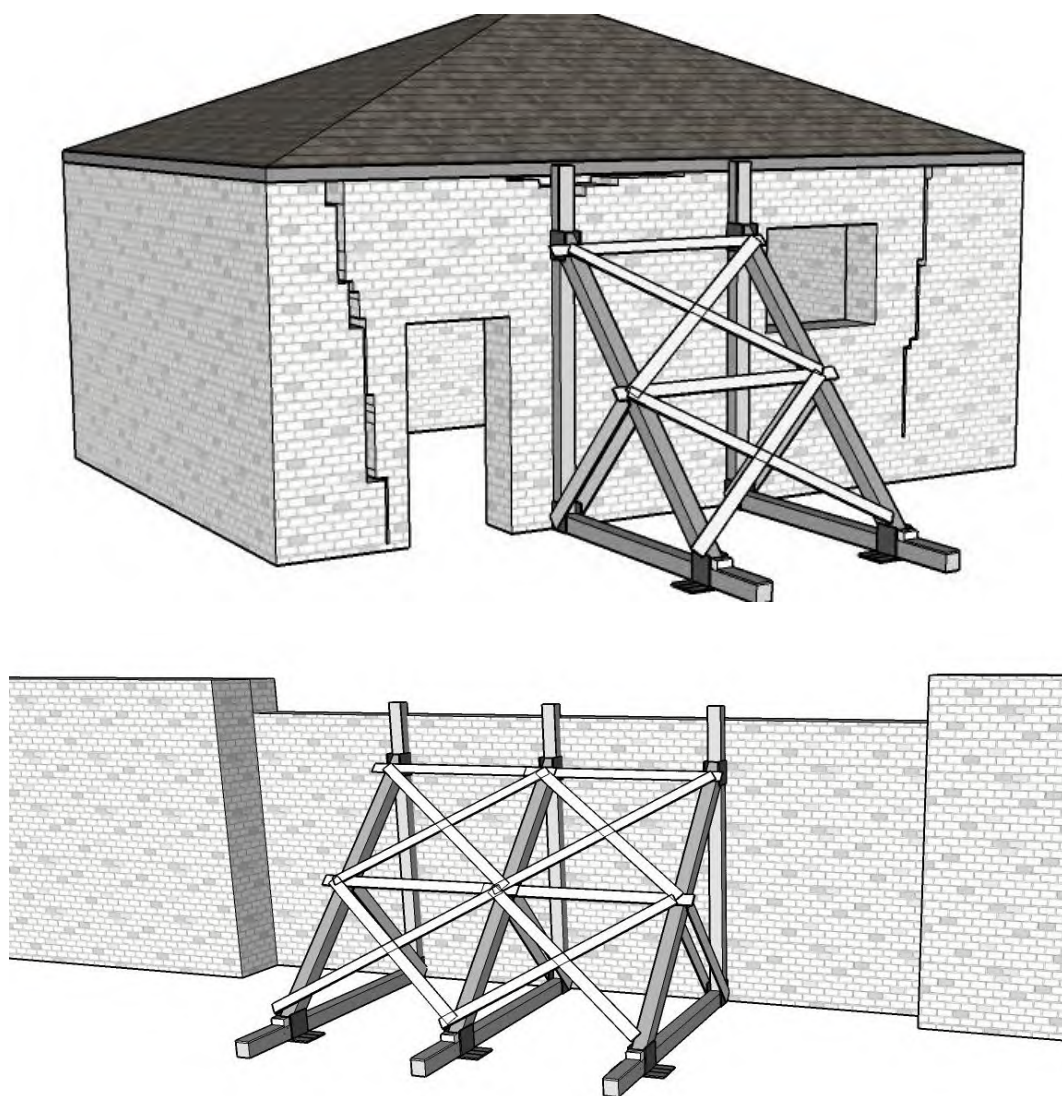
Σχήμα 6-4. Αντιστήριξη τοιχοποιίας με σύστημα ξύλινων αντηρίδες.

Αναφορικά με το ύψος των συστημάτων, αυτό καθορίζεται από το ύψος του αντιστηριζόμενου στοιχείου. Συγκεκριμένα όταν μιλάμε για το ύψος της αντιστήριξης, εννοούμε το ύψος στο οποίο η αντηρίδα συναντά το κατακόρυφο δοκάρι του συστήματος (Σχήμα 6-5).



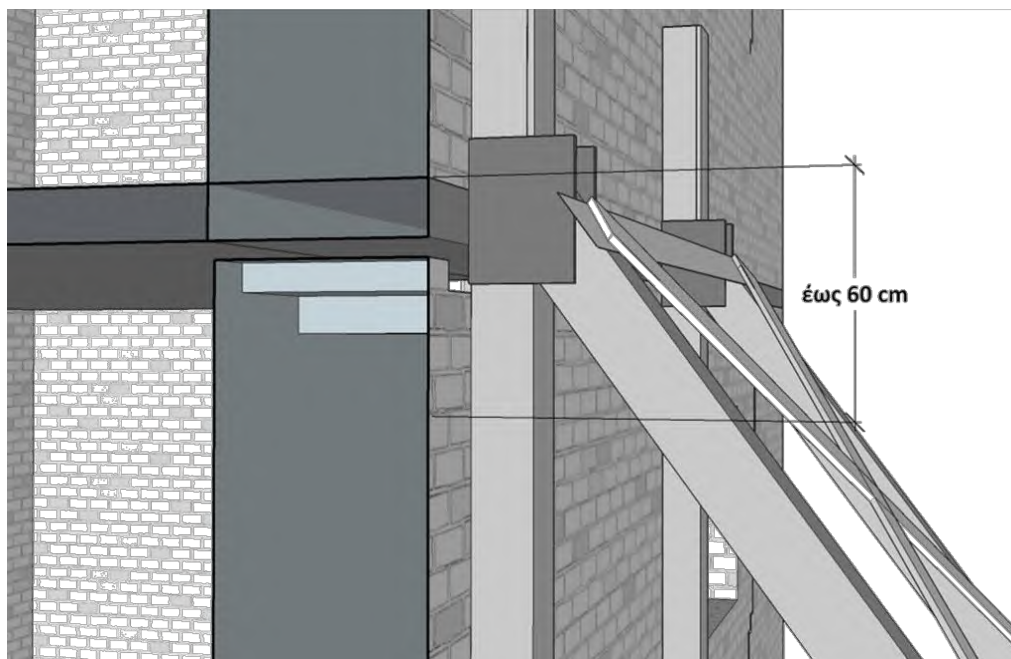
Σχήμα 6-5. Ύψος αντιστήριξης.

Όταν το στοιχείο που θέλουμε να αντιστηρίξουμε είναι ένας μεμονωμένος τοίχος (μάντρα) ή ένας τοίχος μιας μονώροφης κατασκευής τότε το ύψος της αντιστήριξης είναι ίδιο με το ύψος του τοίχου (Σχήμα 6-6).



Σχήμα 6-6. Αντιστήριξη μάντρας ή μονώροφης κατασκευής.

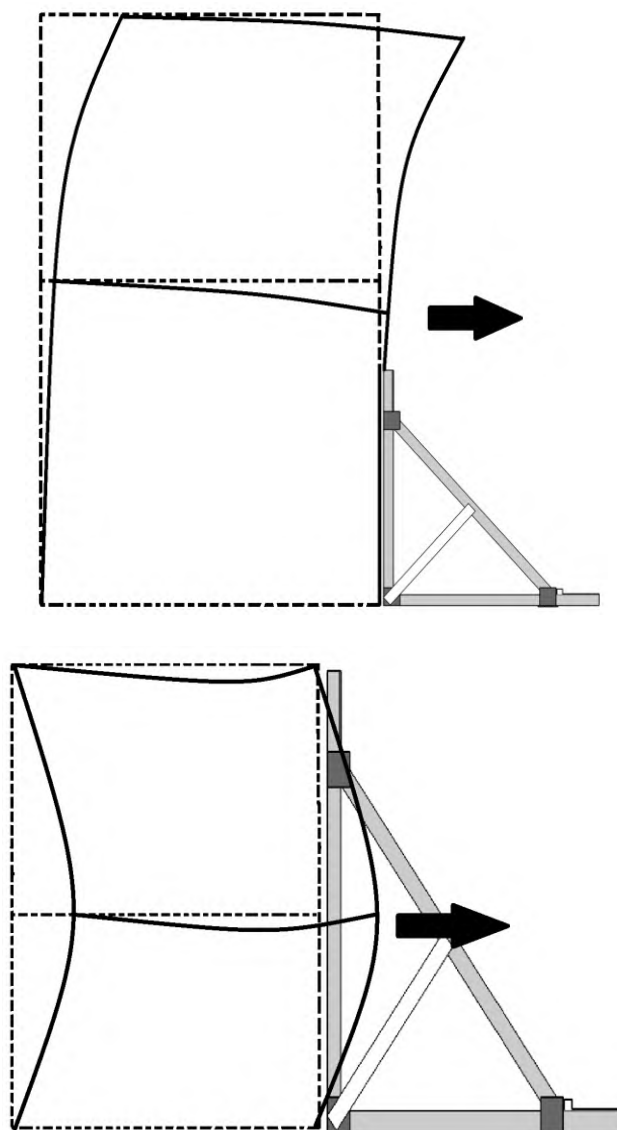
Στην περίπτωση που χρειάζεται να αντιστηρίξουμε μία κατασκευή με περισσότερους των δύο ορόφων επιλέγουμε το ύψος της αντιστήριξης τέτοιο ώστε η αντηρίδα να βρίσκεται περίπου στο ίδιο ύψος με την πλάκα του ορόφου ή λίγο κάτω από αυτή. Συγκεκριμένα επιλέγουμε ένα εύρος περίπου 60 εκατοστών από την πλάκα και κάτω (Σχήμα 6-7).



Σχήμα 6-7. Ενδεικνυόμενη περιοχή τοποθέτησης αντηρίδας.

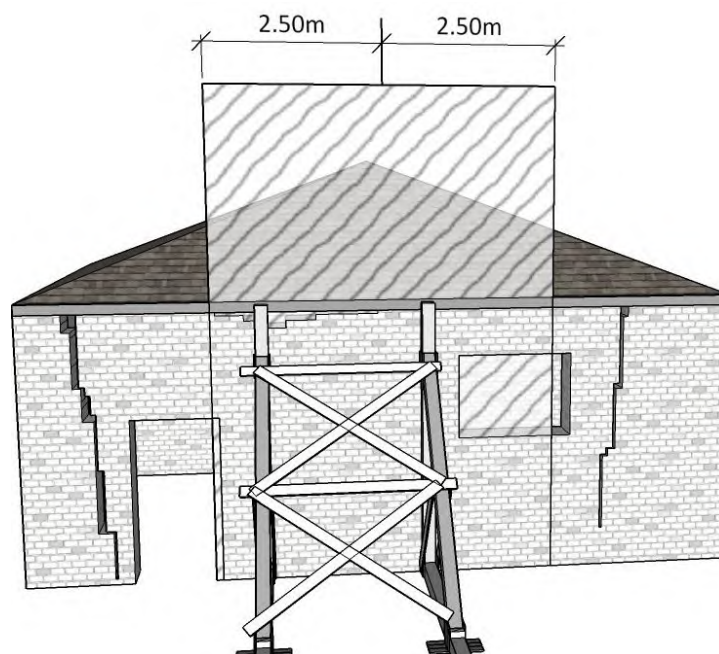
Σε αυτό το ύψος, η αντιστήριξη μπορεί να παραλάβει τις δυνάμεις του τοίχου με ασφάλεια, μέσω της αντηρίδας, χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος να καταρρεύσει σε περίπτωση μετασεισμού.

Σε περίπτωση που η αντηρίδα τοποθετηθεί πολύ χαμηλότερα από την πλάκα του ορόφου, τότε σε περίπτωση σεισμού η πλάκα θα κινηθεί οριζόντια παρασύροντας μαζί της τον επάνω όροφο και τον τοίχο. Η αντηρίδα δεν θα μπορέσει να την συγκρατήσει, οπότε θα έχουμε κατάρρευση. Αντίστοιχα σε περίπτωση που η αντηρίδα τοποθετηθεί πολύ υψηλότερα, τότε την μέγιστη οριζόντια δύναμη θα την παραλάβει όχι η αντηρίδα αλλά το κατακόρυφο δοκάρι, το οποίο όμως δεν έχει την απαιτούμενη αντοχή και θα σπάσει (Σχήμα 6-8).



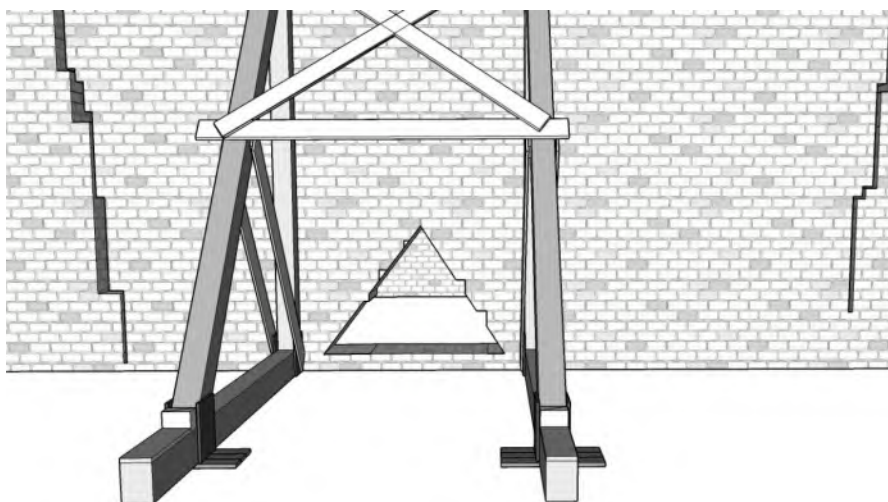
Σχήμα 6-8. Παραδείγματα λανθασμένου ύψους αντηρίδας.

Τέλος αναφορικά με την θέση που τοποθετούμε ένα σύστημα αντιστήριξης, αυτή επηρεάζεται από τα ανοίγματα επί του τοίχου και από τα σημεία πρόσβασης. Προσπαθούμε πάντα να τοποθετήσουμε τις αντηρίδες εντός μιας περιοχής **2 με 2.5 μέτρων εκατέρωθεν του κέντρου του τοίχου** και αποφεύγουμε την τοποθέτησή τους πάνω σε ανοίγματα (πόρτες ή παράθυρα) (Σχήμα 6-9).



Σχήμα 6-9. Περιοχή τοποθέτησης αντιστήριξης.

Ακόμα στην περίπτωση που για την είσοδο εντός του πεδίου έχει ανοιχτεί οπή διείσδυσης, οι αντηρίδες είναι καλό να τοποθετούνται εκατέρωθεν αυτής της οπής, ώστε να προστατεύουν την είσοδο από αστοχία ή κατάρρευση (Σχήμα 6-10).



Σχήμα 6-10. Τοποθέτηση αντιστήριξης εκατέρωθεν εισόδου διείσδυσης.

6.3.2 Τοίχοι με χιαστί ρωγμές

Παραπάνω είδαμε την περίπτωση τοίχων που έχουν δεχτεί την σεισμική φόρτιση κάθετα στο επίπεδο τους, και τους τρόπους με τους οποίους εξασφαλίζουμε τέτοιους τοίχους μέσω αντιστηρίξης.

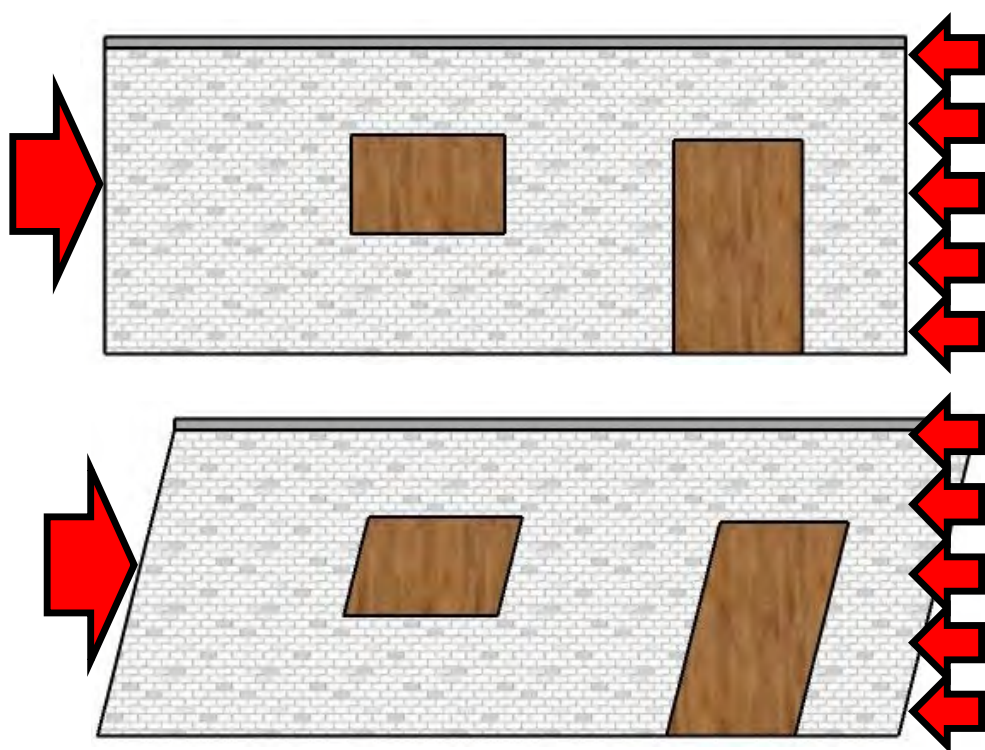
Οι κάθετοι τοίχοι σε αυτούς, δέχονται στην φόρτιση του σεισμού παράλληλα με το επίπεδό τους, και η τυπική μορφή αστοχίας για να διαπιστώσουμε αυτή την φόρτιση είναι χιαστί ρωγμές οι οποίες εμφανίζονται στην επιφάνεια του τοίχου.

Οι χιαστί ρωγμές παρουσιάζονται συνήθως στο μέσο του τοίχου και αναπτύσσονται προς τις πάνω και κάτω γωνίες του, ενώ σε περίπτωση που στον τοίχο υπάρχουν ανοίγματα, όπως πόρτες και παράθυρα, οι ρωγμές συνήθως καταλήγουν στις γωνίες των ανοιγμάτων.

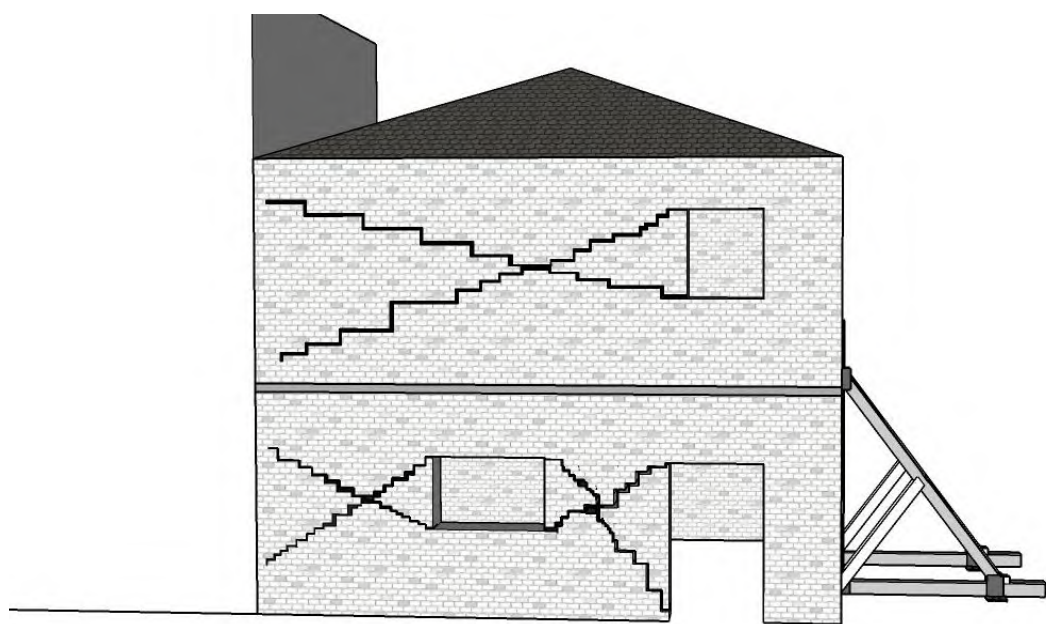
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι τοίχοι που δέχονται εντός επιπέδου φόρτιση, όπως και όλα τα επιτεδόμορφα στοιχεία, παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή και καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τους κάθετους σε αυτούς που δέχονται την φόρτιση κάθετα στο επίπεδό του (εκτός επιπέδου).

Στις περιπτώσεις όμως που θέλουμε να εξασφαλίσουμε ένα τοίχο έναντι μίας τέτοιας μετακίνησης, προσπαθούμε να περιορίσουμε αυτή τη μετακίνηση τοποθετώντας ένα σύστημα αντιστήριξης παράλληλα με τον τοίχο. Με αυτό τον τρόπο προσπαθούμε η αντιστήριξη να μην επιτρέψει στον τοίχο να μετακινηθεί και να αποτρέψουμε μεγαλύτερη αστοχία του ή και ενδεχόμενη κατάρρευση.

Βασικός τρόπος εξασφάλισης ενός τέτοιου είδους είναι η κατασκευή αντηρίδων στον κάθετο τοίχο ακολουθώντας ακριβώς την μεθοδολογία που είδαμε παραπάνω για εξασφάλιση τοίχων εκτός επιπέδου, με κατασκευή συστημάτων ξύλινων αντηρίδων (Κεφάλαια 4.1, 4.2)



Σχήμα 6-11. Εφαρμογή αντιστήριξης για περιορισμό των εντός επιπέδου μετακινήσεων.

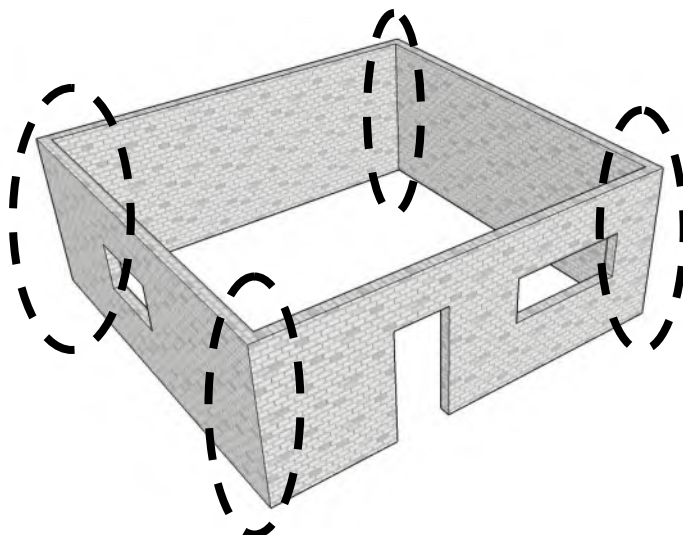


Σχήμα 6-12. Εξασφάλιση τοίχων με φόρτιση εντός του επιπέδου τους.

Πέρα από την τοποθέτηση αντιστηρίξεων στους κάθετους τοίχους, υπάρχει και άλλος τρόπος να ενδυναμώσουμε τα στοιχεία ώστε να "αντισταθούν" σε μία δύναμη εντός του επιπέδου τους. Ο τρόπος αυτός είναι να ενισχύσουμε το ίδιο το επίπεδο, δηλαδή να αυξήσουμε την αντοχή του τοίχου ώστε να αντέξει το σεισμό με υποστύλωση και αντιστήριξη των ανοιγμάτων του. Την μέθοδο αντιστήριξης-υποστύλωσης των ανοιγμάτων, δηλαδή των πορτών και των παραθύρων μιας κατασκευής θα την εξετάσουμε ξεχωριστά σε επόμενο κεφάλαιο γιατί ο βασικός στόχος είναι να προστατεύσουμε το άνοιγμα από πρόσθετη αστοχία και ταυτόχρονα να προστατεύσουμε την είσοδό μας όταν αυτά χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό και δευτερευόντως να ενισχύσουμε το ίδιο τον τοίχο.

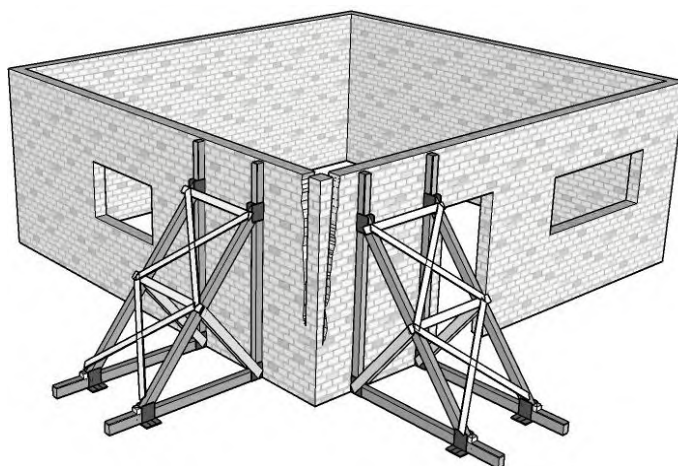
6.3.3 Γωνίες τοιχοποιίας

Το πιο καταπονημένο τμήμα της τοιχοποιίας είναι συνήθως οι γωνίες που συναντώνται οι κάθετοι τοίχοι δυο διαφορετικών κατευθύνσεων, ενώ εκείνα τα σημεία παρουσιάζουν συχνά και τα περισσότερα προβλήματα βλαβών (Σχήμα 6-13).



Σχήμα 6-13. Οι γωνίες των κάθετων τοίχων αποτελούν περιοχές αυξημένων αστοχιών.

Στην περίπτωση αυτή τοποθετούμε αντιστηρίξεις σε κάθε ένα από τους κάθετους τοίχους και συγκεκριμένα στα άκρα τους, όσο πιο κοντά γίνεται στις ρωγμές που έχουν εμφανιστεί. Με αυτό τον τρόπο προστατεύω την περιοχή από περαιτέρω αστοχία, αλλά κυρίως σε περίπτωση μετασεισμού οι αντιστηρίξεις θα αναλάβουν τις δυνάμεις ανακουφίζοντας τους τοίχους (Σχήμα 6-14).



Σχήμα 6-14. Αντιστήριξη στην γωνία καθέτων τοίχων.



Φωτογραφία 6-3. Αντιστήριξη στις γωνίες του κτιρίου για περιορισμό των βλαβών (2018, EuModex, GR/MUSAR1/ATH - 1η ΕΜΑΚ, Austria/Eisenerz)

6.3.4 Τοίχοι αντιστήριξης

Οι τοίχοι αντιστήριξης είναι τοίχοι που χρησιμοποιούνται είτε για να δημιουργήσουν ένα επίπεδο υψηλότερο από το επίπεδο του εδάφους είτε για να κρατήσουν μια εκσκαφή που έχουμε πραγματοποιήσει. Γενικά διαφέρουν από τους μαντρότοιχους ή τους λοιπούς τοίχους στο ότι πίσω τους υπάρχει συνήθως έδαφος, το οποίο ο τοίχος συγκρατεί στη θέση του.



Φωτογραφία 6-4. Τοίχος αντιστήριξης για δημιουργία επιπέδου δόμησης.



Φωτογραφία 6-5. Τοίχος αντιστήριξης στην Εγνατία Οδό.

και διάσωσης σε περίπτωση σεισμού, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να έρθουμε αντιμέτωποι με αυτού του είδους τις κατασκευές.

Σε αυτές τις περιπτώσεις τοίχων θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί αφού, σε περίπτωση σεισμού, οι τοίχοι αντιστήριξης καταπονούνται με πολύ μεγαλύτερες δυνάμεις από ένα τυπικό τοίχο, καθώς πέρα από το βάρος τους φέρουν και το βάρος του εδάφους από πίσω τους.

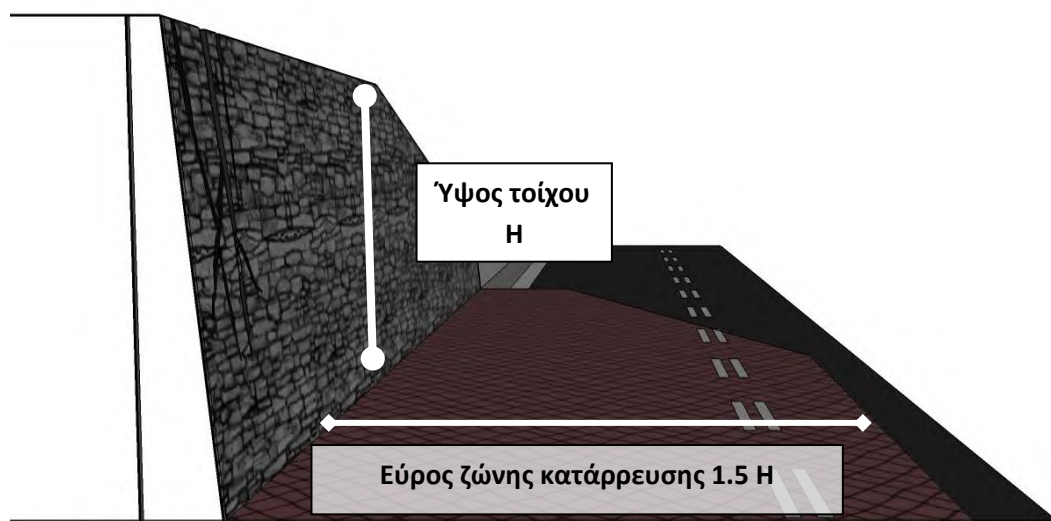
Ιδιαίτερα θα πρέπει να προσέχουμε στις περιπτώσεις που οι τοίχοι αντιστήριξης εμφανίζουν ρωγμές χωρίς να έχουν καταρρεύσει πλήρως. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγουμε την παραμονή κοντά σε ένα τέτοιο τοίχο και σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό, τότε θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα αντιστήριξης του, με μια από τις μεθόδους που είδαμε παραπάνω (Φωτογραφία 6-6).

Στις περιπτώσεις που οι τοίχοι αντιστήριξης δεν μπορούν να αντιστηριχτούν ή δεν προέχει η εξασφάλισή τους για την εξέλιξη της επιχείρησης θα πρέπει να εξασφαλίζεται μια ζώνη μπροστά από τον τοίχο και σε όλο το μήκος του, στην οποία θα απαγορεύεται η πρόσβαση και κάθε δραστηριότητα ή παραμονή των ομάδων διάσωσης εντός αυτής. **Η απαγορευτική αυτή ζώνη ονομάζεται ζώνη κατάρρευσης του τοίχου και ορίζεται ως μιάμιση φορά το ύψος του τοίχου (Σχήμα 6-15).**

Τέτοιοι τοίχοι συναντώνται πολύ συχνά στις κατασκευές, τόσο σε κατοικίες όσο και σε μεγαλύτερα τεχνικά έργα, κυρίως για την εξασφάλιση των εκσκαφών π.χ. τοίχοι σε κατοικίες που το φυσικό έδαφος έχει μεγάλη κλίση και θέλουμε να δημιουργήσουμε επίπεδους αναβαθμούς, στις πλευρές δρόμων, στις εισόδους σηράγγων κ.ά. Συνεπώς είναι προφανές πως σε μια επιχείρηση έρευνας



Φωτογραφία 6-6. Κατάρρευση τοίχου αντιστήριξης στο Δήμο Μακρακώμης. (πηγή: Αρχείο Ηλία Αναστάσιου, Πολιτικού Μηχανικού MSc)



Σχήμα 6-15. Ζώνη κατάρρευσης τοίχου.

6.4 Ισόγειο με πυλωτή - Μαλακοί όροφοι

Σε ένα μεγάλο ποσοστό των πολυκατοικιών της χώρας μας, συναντάται η διαμόρφωση της πυλωτής (pilotis) στο ισόγειο όροφο. Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν κατασκευάζονται εξωτερικές και εσωτερικές τοιχοποιίες και στον όροφο υπάρχουν μόνο οι κολώνες της κατασκευής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των ελεύθερων χώρων για βοηθητικές χρήσεις, όπως χώρους στάθμευσης ή χώρους φύτευσης αλλά ταυτόχρονα κατασκευάζεται ένας όροφος ασθενέστερος από τους υπόλοιπους.

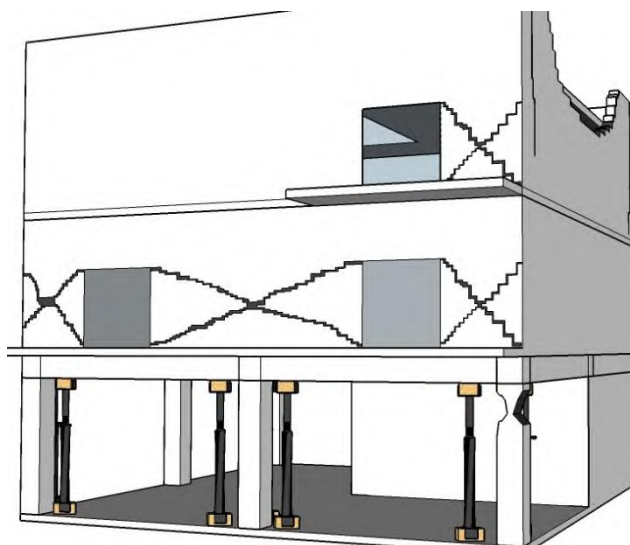
Σε περίπτωση σεισμού, το ισόγειο που έχει μικρότερη αντοχή από τους υπόλοιπους ορόφους καταπονείται πολύ και συχνά παρουσιάζει πολλές και εκτεταμένες αστοχίες, φαινόμενο που ονομάζεται **"συμπεριφορά μαλακού ορόφου"**.

Έτσι συχνά, σε περίπτωση σεισμού, η πυλωτή μιας πολυκατοικίας είναι ένα επίπεδο που εμφανίζει σημαντικές βλάβες, οδηγώντας ακόμα και σε κατάρρευση.



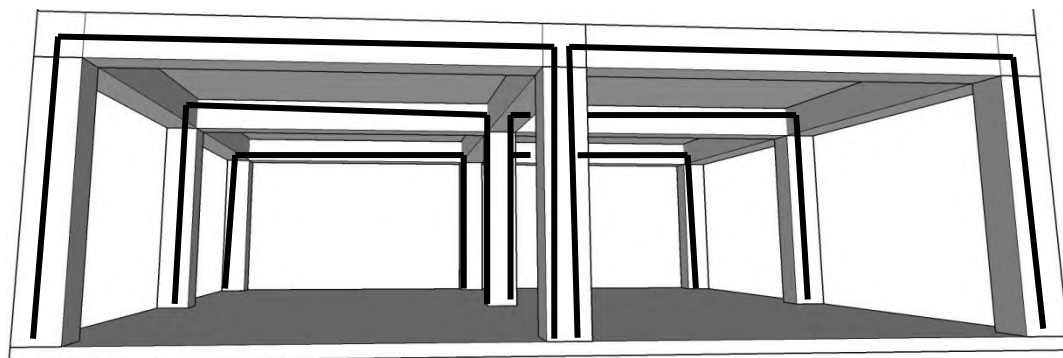
Φωτογραφία 6-7. Εκτεταμένη αστοχία στο ισόγειο - πυλωτή, η οποία έχει οδηγήσει σε κατάρρευση του κτιρίου. (Σεισμός 1999 Αθήνα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

Πρώτη προτεραιότητα για την εξασφάλιση τέτοιων αστοχιών είναι η υποστύλωση των εξωτερικών ή εσωτερικών κολονών, μεθοδολογία η οποία θα παρουσιάσει αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο. Με την υποστήριξη των κολονών του ορόφου, καταφέρνουμε να εξασφαλίσουμε τον όροφο από μια επικείμενη κατάρρευση δεν εξασφαλίζουμε όμως και την συνολική ευστάθεια σε περίπτωση μετασεισμού, ειδικά αν η κατασκευή δεχθεί μεγάλες οριζόντιες δυνάμεις.



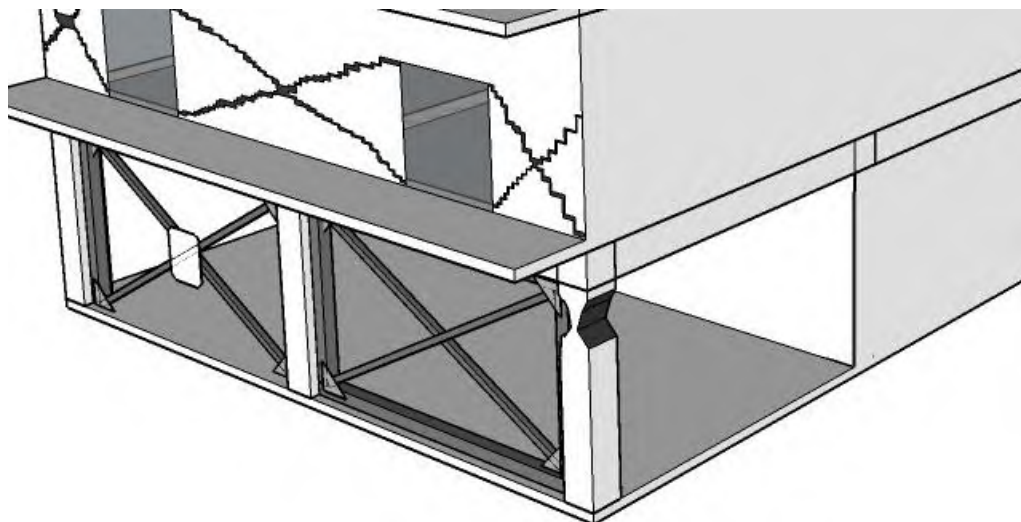
Τα ισόγεια με πυλωτή μας δίνουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε αυτή την έλλειψη τοιχοποιίας προς όφελός μας και να ενισχύσουμε την συνολική συμπεριφορά του κτιρίου. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε χρησιμοποιώντας τα πλαίσια που είναι ήδη διαμορφωμένα από τις κολώνες και τα δοκάρια και ενισχύοντάς τα, να ενισχύσουμε όλο τον όροφο.

Σχήμα 6-16. Εξασφάλιση πυλωτής ισογείου μέσω υποστύλωσης των κολονών.



Σχήμα 6-17. Πλαίσια ισογείου.

Η ενίσχυση του συστήματος μπορεί να γίνει με τοποθέτηση **ξύλινων διαγώνιων δοκαριών στο εσωτερικό των πλαισίων**, που δυναμώνουν τα πλαίσια, χρησιμοποιώντας παράλληλα την υπάρχουσα αντοχή των δοκαριών και των υποστυλωμάτων.

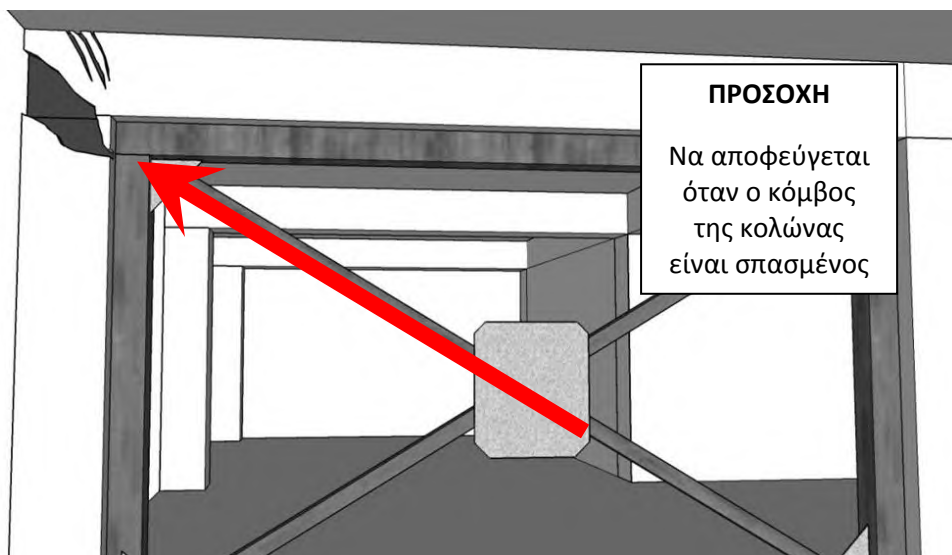


Σχήμα 6-18. Ενίσχυση πυλωτής ισογείου με χρήση ξύλινων διαγώνιων δοκών.



Φωτογραφία 6-8. Αντιστήριξη πυλωτής με διατάξεις διαγωνίων δοκών. (Σεισμός 1999 Αθήνα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

Προσοχή θα πρέπει να δίνουμε στις περιπτώσεις που οι κόμβοι, δηλαδή τα σημεία ένωσης κολώνας και δοκαριού είναι έντονα σπασμένα και καταπονημένα. Σε μία τέτοια περίπτωση, οι διαγώνιες δοκοί θα μεταφέρουν μεγάλη δύναμη στους κόμβους με αποτέλεσμα να τους επιβαρύνουν περισσότερο και να προκαλέσουν μεγαλύτερη ζημιά.



Σχήμα 6-19. Αποφεύγουμε την χρήση διαγώνιων δοκών σε πλαίσια όπου οι κόμβοι έχουν υποστεί μεγάλες ζημιές.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η υποστήριξη ενός καταπονημένου ισογείου με πυλωτή είναι μια διαδικασία αρκετά δύσκολη και χρονοβόρα και το εύρος της εξαρτάται από την έκταση του ορόφου, την διάταξή του και από τις αστοχίες που θα συναντήσουμε. Έτσι, σπάνια την αναλαμβάνει μια ομάδα έρευνας και διάσωσης στα πλαίσια μιας επιχείρησης, αφού είναι κυρίως δουλεία των συνεργείων υποστύλωσης και άρσης επικινδυνότητων που δουλεύουν σε δεύτερο χρόνο σε ένα κτίριο.

6.5 Κολώνες - Το κρισιμότερο στοιχείου κτιρίου

Οι κολώνες (υποστυλώματα) αποτελούν ίσως το κρισιμότερο στοιχείο ενός φέροντα οργανισμού. Όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο κεφάλαιο εκτενώς, οι κολώνες αποτελούν τα στοιχεία ενός κτιρίου τα οποία μεταφέρουν τις κατακόρυφες δυνάμεις στο έδαφος. Με απλά λόγια δηλαδή είναι τα στοιχεία αυτά που παραλαμβάνουν τα βάρη της κατασκευής και κρατούν το κτίριο στη θέση του. Σε περίπτωση που οι κολώνες σπάσουν, τότε το κτίριο δεν μπορεί να μεταφέρει τα βάρη του με ασφάλεια στο έδαφος και κατά συνέπεια καταρρέει.

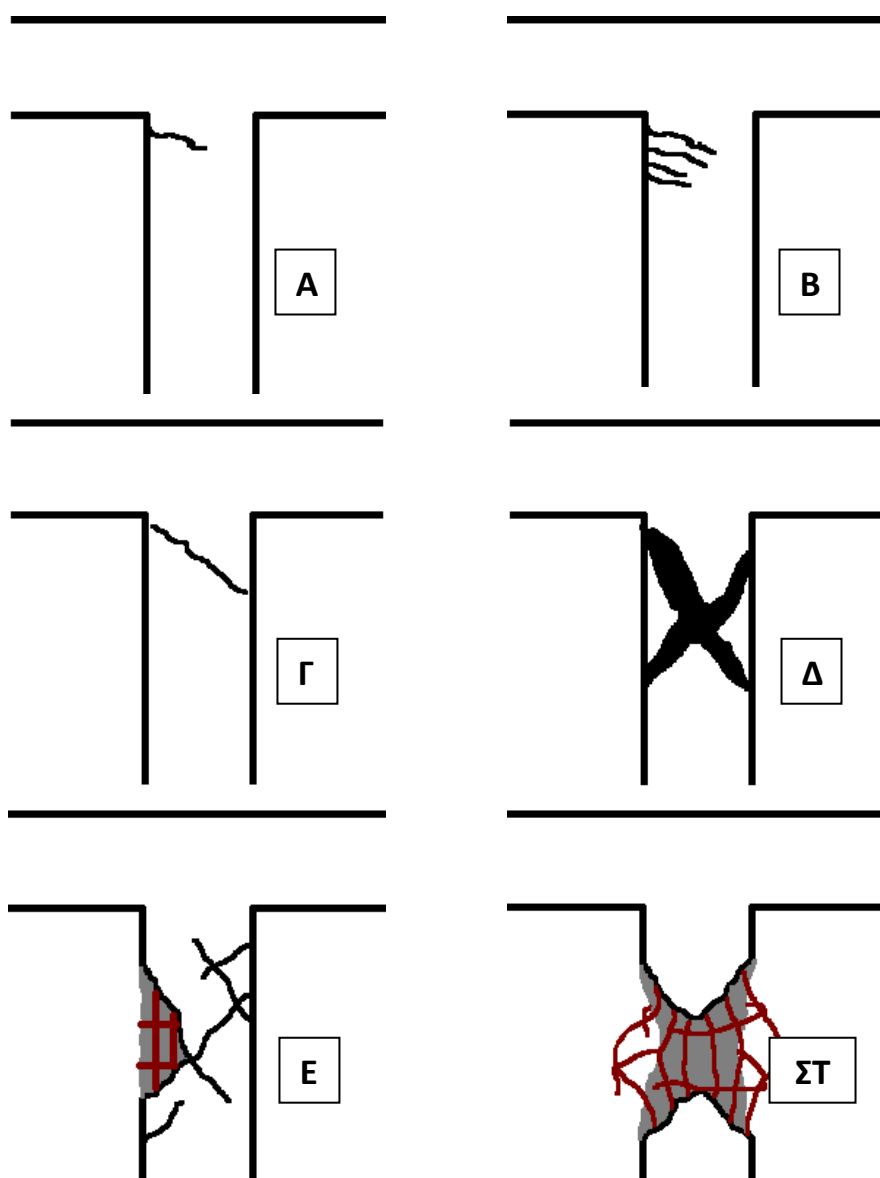
Αυτό που αφορά μια ομάδα έρευνας και διάσωσης είναι πως οι κολώνες ενός κτιρίου θα πρέπει να υποστυλώνονται, όταν απαιτείται, ώστε να εξασφαλίζεται πως δεν θα έχουμε περαιτέρω αστοχίες έως ακόμα και κατάρρευση.

Μάλιστα ο βασικός κανόνας που επικρατεί παγκόσμια στις υποστυλώσεις επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης προβλέπει πως ***σε περίπτωση που σε μια κατασκευή εμφανίζονται εκτεταμένες αστοχίες στις κολώνες και στις δοκούς θα πρέπει πρώτα να διασφαλίσουμε την αναγκαία υποστύλωσή τους και στην συνέχεια να προχωρούμε σε οποιαδήποτε άλλη ενέργεια.***

Η υποστύλωση εξαρτάται από το εύρος της βλάβης που παρουσιάζει μία κολώνα και πάντα πρέπει να αξιολογείται από εξειδικευμένο μηχανικό που βρίσκεται στο πεδίο. Υπάρχουν περιπτώσεις που οι κολώνες παρουσιάζουν μικρές βλάβες (Σχήμα 6-20, Α, Β, Γ).

Αντίθετα, όταν οι βλάβες είναι μεγαλύτερες, τότε η κολώνα θεωρείται πως δεν μπορεί να λειτουργήσει και παραλαμβάνει πλέον λιγότερο από 20% των φορτίων για το οποία είχε σχεδιαστεί (Σχήμα 6-20, Δ, Ε, ΣΤ).

Αν και αυτονόητο θα πρέπει να υπενθυμίσουμε πως οι κολώνες που έχουν υποστεί βλάβες, για εμάς δεν μπορούν να παραλάβουν φορτία, συνεπώς τις θεωρούμε παντελώς άχρηστες. Έτσι σε καμία περίπτωση δεν προσπαθούμε να υποστηρίξουμε την ίδια την κολώνα αλλά υποστυλώνουμε ώστε να την υποκαταστήσουμε.



Σχήμα 6-20. Βαθμοί βλάβης υποστυλωμάτων (ΦΕΚ 455 β/2014).

Ειδικά στις περιπτώσεις που οι κολώνες έχουν πάρει κλίση από την οριζόντιο δεν έχει κανένα απολύτως νόημα να προσπαθήσουμε να αντιστηρίξουμε την κεκλιμένη κολώνα ή ακόμα χειρότερα να την επαναφέρουμε στη θέση της.

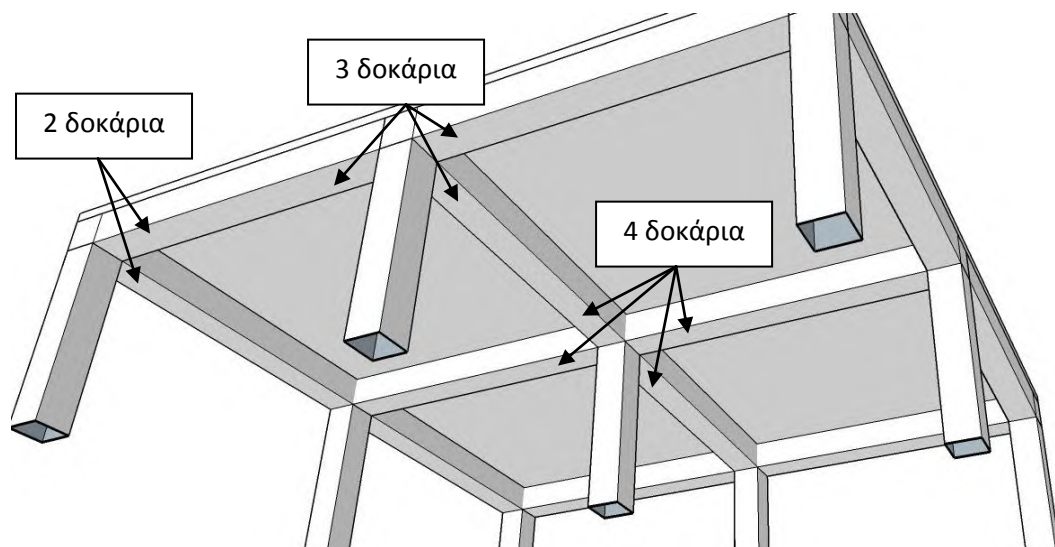
Για την τοποθέτηση των υποστυλωμάτων είναι απαραίτητο να ακολουθούμε κάποιους βασικούς κανόνες, ώστε η υποστήλωση να γίνεται αποδοτικά και με ασφάλεια για την επιχείρηση. Οι κανόνες αυτοί περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.



Φωτογραφία 6-9. Υποστύλωση κολονών με κορμούς δέντρου - χονδροσυλεία. (Σεισμός 1986, Καλαμάτα, πηγή: Φωτογραφικό αρχείο ΟΑΣΠ)

Τα υποστυλώματα πρέπει να τοποθετούνται επί των δοκαριών περιμετρικά της κολώνας.

Σε κάθε κολώνα, σε ένα κτίριο με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα, καταλήγουν οριζόντια δοκάρια, τα οποία μεταφέρουν τα βάρη από τις πλάκες στις κολώνες. Σε μια κολώνα μπορεί να καταλήγουν 2 δοκάρια, αν αυτή είναι γωνιακή, 3 δοκάρια αν αυτή είναι εξωτερική ή 4 δοκάρια αν αυτή είναι εσωτερική (Σχήμα 6-21).



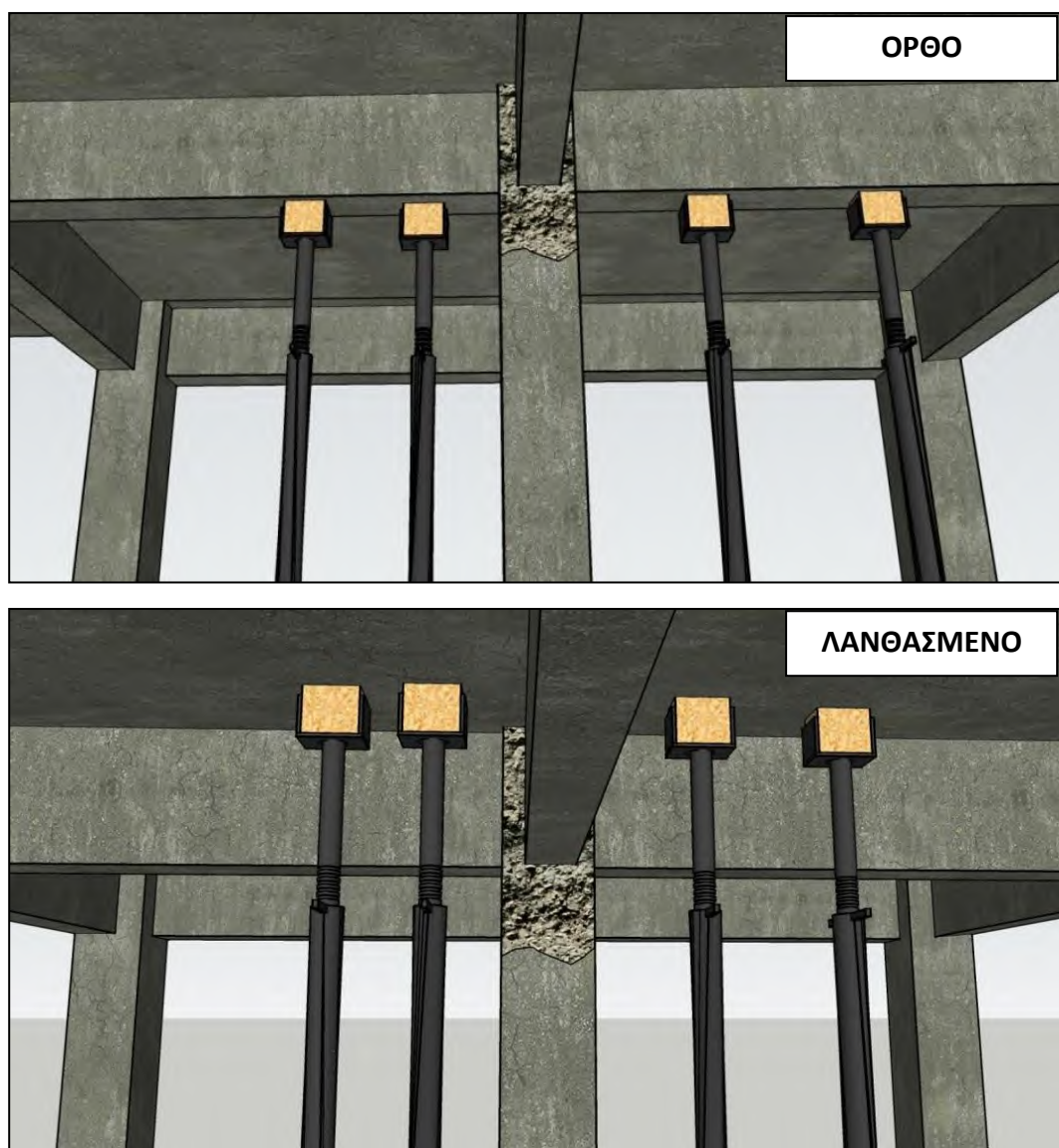
Σχήμα 6-21. Αριθμός δοκαριών που καταλήγουν σε κολώνες.

Πολλές φορές, λόγω έλλειψης γνώσης ή εμπειρίας τα υποστυλώματα τοποθετούνται με την κεφαλή στις πλάκες και όχι στα δοκάρια. Η συγκεκριμένη τοποθέτηση είναι λανθασμένη γιατί τα βάρη που μεταφέρονται μέσω των δοκαριών δεν μπορούν να διοχετευθούν εντός των υποστυλωμάτων, αλλά κυρίως γιατί υπάρχει η περίπτωση το υποστύλωμα να τρυπήσει την πλάκα, ειδικά αν αυτή είναι καταπονημένη ή πολύ μικρού πάχους.



Φωτογραφία 6-10. Υποσύλωση κολώνας με τοποθέτηση συστήματος ξύλινων κατακόρυφων υποστυλωμάτων στην δοκό της προς υποσύλωση κολώνας. (πηγή: *Guardian Centers* - url:<http://guardiancenters.com>)

Συνεπώς η κανονική ροή των δυνάμεων **Πλάκα-Δοκάρι-Κολώνα** θα πρέπει πάντα να αντικαθίσταται από την ροή **Πλάκα-Δοκάρι-Προσωρινό Υποσύλωμα**.



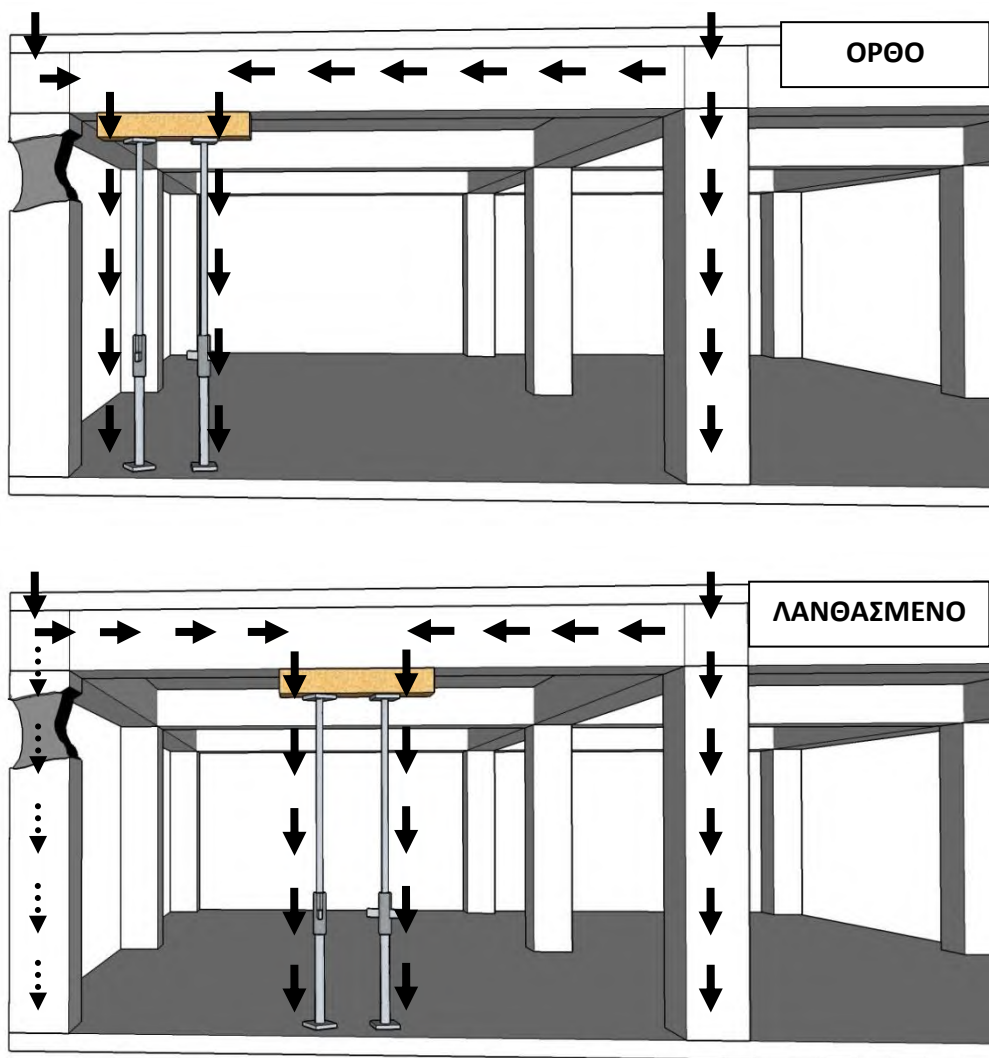
Σχήμα 6-22. Τοποθέτηση προσωρινών υποστυλωμάτων πάντα με κεφαλή στα δοκάρια.



Φωτογραφία 6-11. Υποστύλωση κολονών ισογείου και ημιώροφου με ξύλινα συστήματα υποστύλωσης. (Σεισμός 1986, Καλαμάτα, πηγή: Φωτογραφικό αρχείο ΟΑΣΠ)

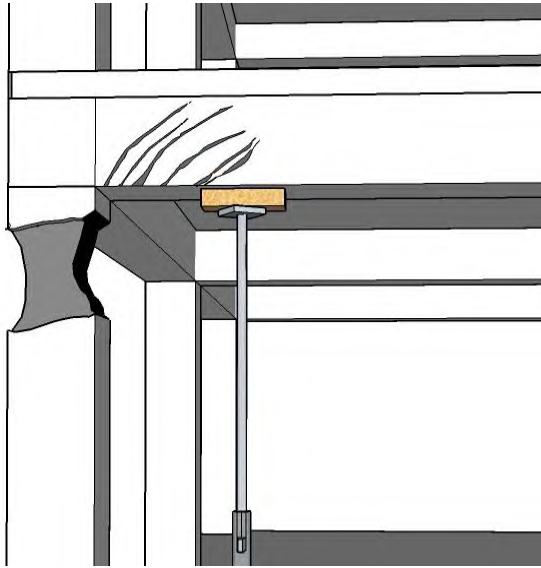
Οι υποστυλώσεις τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην κολώνα.

Τα υποστυλώματα μιας κολώνας θα πρέπει να τοποθετούνται όσο πιο κοντά στην κολώνα γίνεται, με την επιθυμητή απόσταση προσεγγιστικά στα **20 με 30 εκατοστά**. Εάν τα υποστυλώματα τοποθετηθούν σε μεγάλη απόσταση από την κολώνα, η κολώνα δεν ανακουφίζεται πλήρως και συνεχίζει να παίρνει ένα ποσοστό των δυνάμεων της κατασκευής.



Σχήμα 6-23. Η τοποθέτηση των υποστυλωμάτων κοντά στην κολώνα εξασφαλίζει την ανακούφισή της.

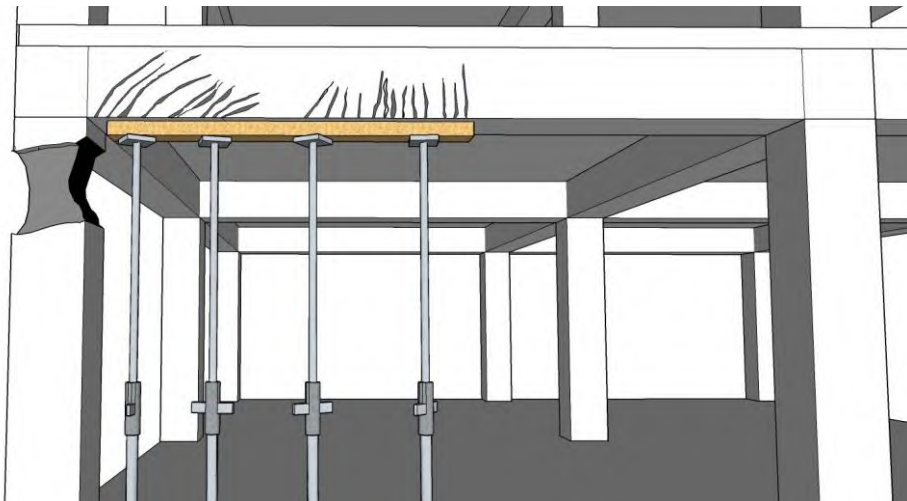
Κάποιες φορές ο κόμβος⁴ και το δοκάρι κοντά στην κολώνα τυγχάνει να έχουν εμφανίσει βλάβες. Σε αυτή την περίπτωση τα υποστυλώματα τοποθετούνται πέρα από τις ρωγμές του



δοκαριού, ώστε να πατούν σε όσο το δυνατό υγιές δοκάρι και όσο πιο κοντά γίνεται στην κολώνα.

Αντίστοιχα σε περίπτωση που το δοκάρι είναι πολύ σπασμένο σε μεγάλο εύρος του, τοποθετούμε τις υποστυλώσεις βάζοντας μία ξύλινη δοκό στην κεφαλή τους, μεγάλου μήκους ώστε να πιάνει ικανό τμήμα του δοκαριού και πάχους τουλάχιστον 10 εκατοστών. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί καθώς είναι εξαιρετικά αμφίβολη η σωστή λειτουργία της υποστήλωσης.

Σχήμα 6-24. Όταν το δοκάρι είναι σπασμένο στον κόμβο, τοποθετούμε την υποστήλωση σε υγιές τμήμα δοκαριού όσο πιο κοντά στην κολώνα γίνεται.



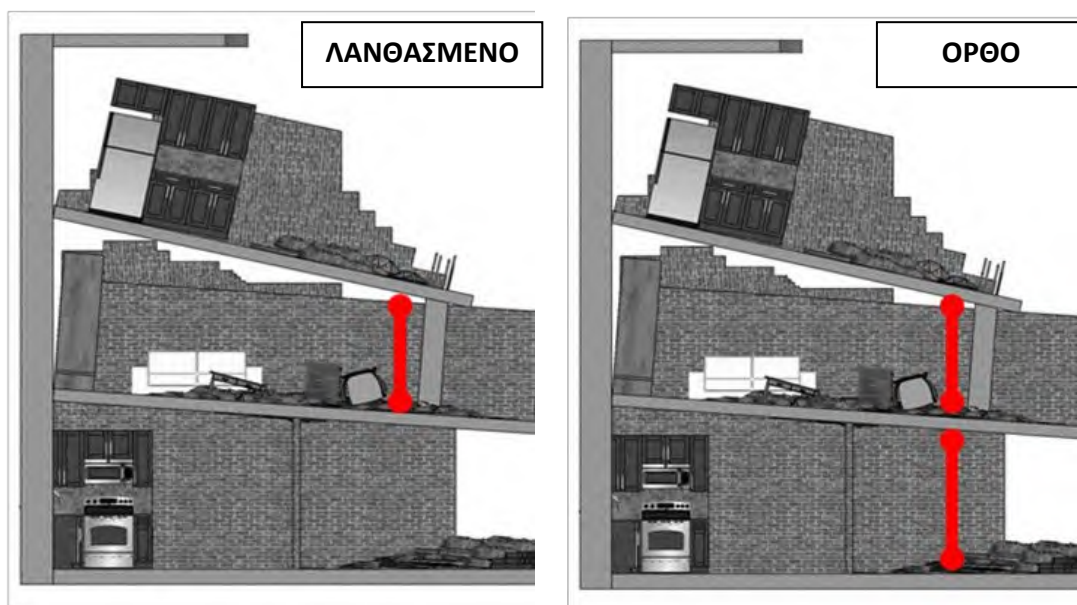
Σχήμα 6-25. Τοποθέτηση ξύλινης δοκού στην κεφαλή των υποστυλώσεων, όταν το δοκάρι είναι πολύ σπασμένο.

⁴ Το σημείο ενός φέροντα οργανισμού που συναντώνται δύο ή περισσότερα στοιχεία. Συνήθως αναφερόμαστε στο σημείο που καταλήγουν κολώνα και δοκάρι.

Οι κατακόρυφες υποστυλώσεις πρέπει να καταλήγουν πάντα στο έδαφος.

Κατά την επιχείρηση σε μία πολυώροφη κατασκευή, ένα συχνό λάθος είναι πως τοποθετούμε τις υποστυλώσεις μόνο στον όροφο που έχουμε βλάβες και όχι στους παρακάτω ορόφους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι υποστυλώσεις να παραλαμβάνουν μεν τα φορτία στον όροφο που έχει υποστεί τη ζημιά αλλά να τα μεταφέρουν όλα στον κάτω όροφο, ο οποίος μπορεί να μην αντέξει και να εμφανίσει και αυτός βλάβες.

Έτσι, είναι επιθυμητό όπου είναι δυνατόν, οι υποστυλώσεις να εκτίνονται σε όλο το ύψος του κτιρίου, τόσο στον όροφο που έχουμε ανάγκη, όσο και στους από κάτω ορόφους έως ότου οι υποστυλώσεις πατήσουν στο έδαφος και μπορούν να μεταφέρουν τις δυνάμεις κατευθείαν σε αυτό.

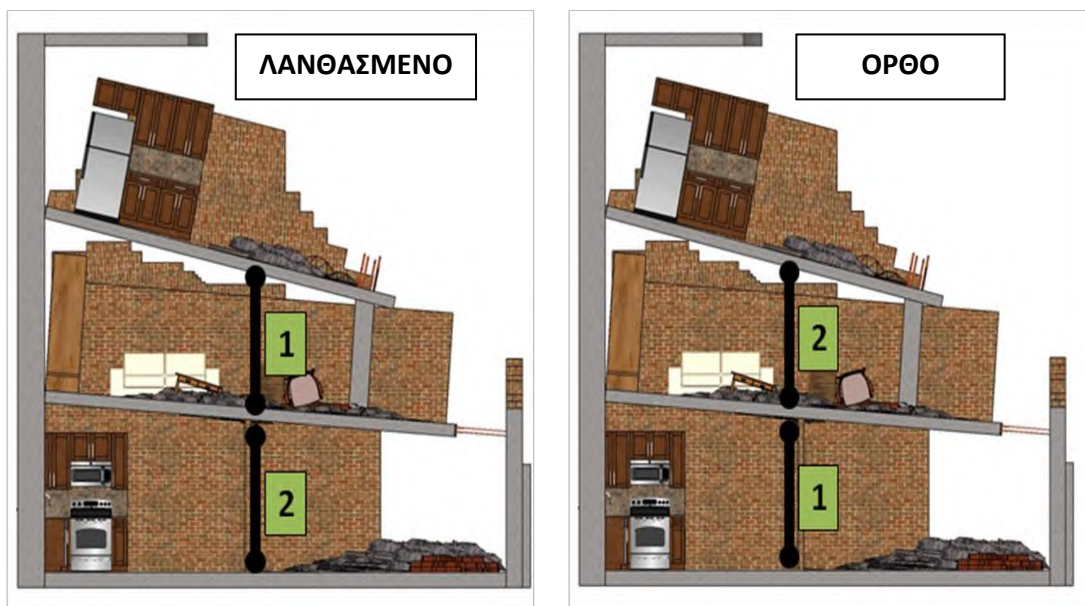


Σχήμα 6-26. Οι υποστυλώσεις πρέπει να καταλήγουν στο έδαφος.

Ειδικότερα στις περιπτώσεις εκτεταμένης αστοχίας ή κατάρρευσης ορόφου, σε κτίρια πολλών ορόφων που η υποστυλωση έως το έδαφος είναι αδύνατη τότε προσπαθούμε να υποστυλώσουμε για κατακόρυφες δυνάμεις **τουλάχιστον δύο ορόφους κάτω από τον όροφο που έχει υποστεί βλάβη**, για κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα και τουλάχιστον ένα όροφο κάτω για κτίρια από ξύλο και χάλυβα.

Και πάντα από κάτω προς τα πάνω.

Ακόμα κάτι που θα πρέπει να προσέχουμε σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η σειρά τοποθέτησης των υποστυλώσεων. Όταν χρειάζεται να υποστυλωθεί ένας όροφος πάντα ξεκινάμε τις υποστυλώσεις από το έδαφος και καταλήγουμε στον πληγέντα όροφο και όχι ανάποδα, ώστε να εξασφαλίσουμε πως συνεχώς οι δυνάμεις που διοχετεύονται μέσω των υποστυλώσεων θα καταλήγουν στο έδαφος και όχι σε άλλο όροφο της κατασκευής.



Σχήμα 6-27. Οι υποστυλώσεις πρέπει πάντα κατασκευάζονται πάντα ξεκινώντας από το έδαφος και καταλήγοντας προς τα πάνω και ποτέ ανάποδα.

6.6 Υποστύλωση μπαλκονιών

Οι πρόβολοι⁵, δηλαδή τα μπαλκόνια μιας κατασκευής δεν αποτελούν κρίσιμα στοιχεία για την ευστάθειά της, με απλά λόγια στις συνήθεις κατασκευές η αστοχία ή η κατάρρευση ενός μπαλκονιού δεν μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση όλης της κατασκευής. Όμως μπαλκόνια τα οποία έχουν πάθει σοβαρές βλάβες από ένα σεισμό αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για τις ομάδες έρευνας και διάσωσης που αναγκάζονται να επιχειρήσουν κοντά σε αυτά.

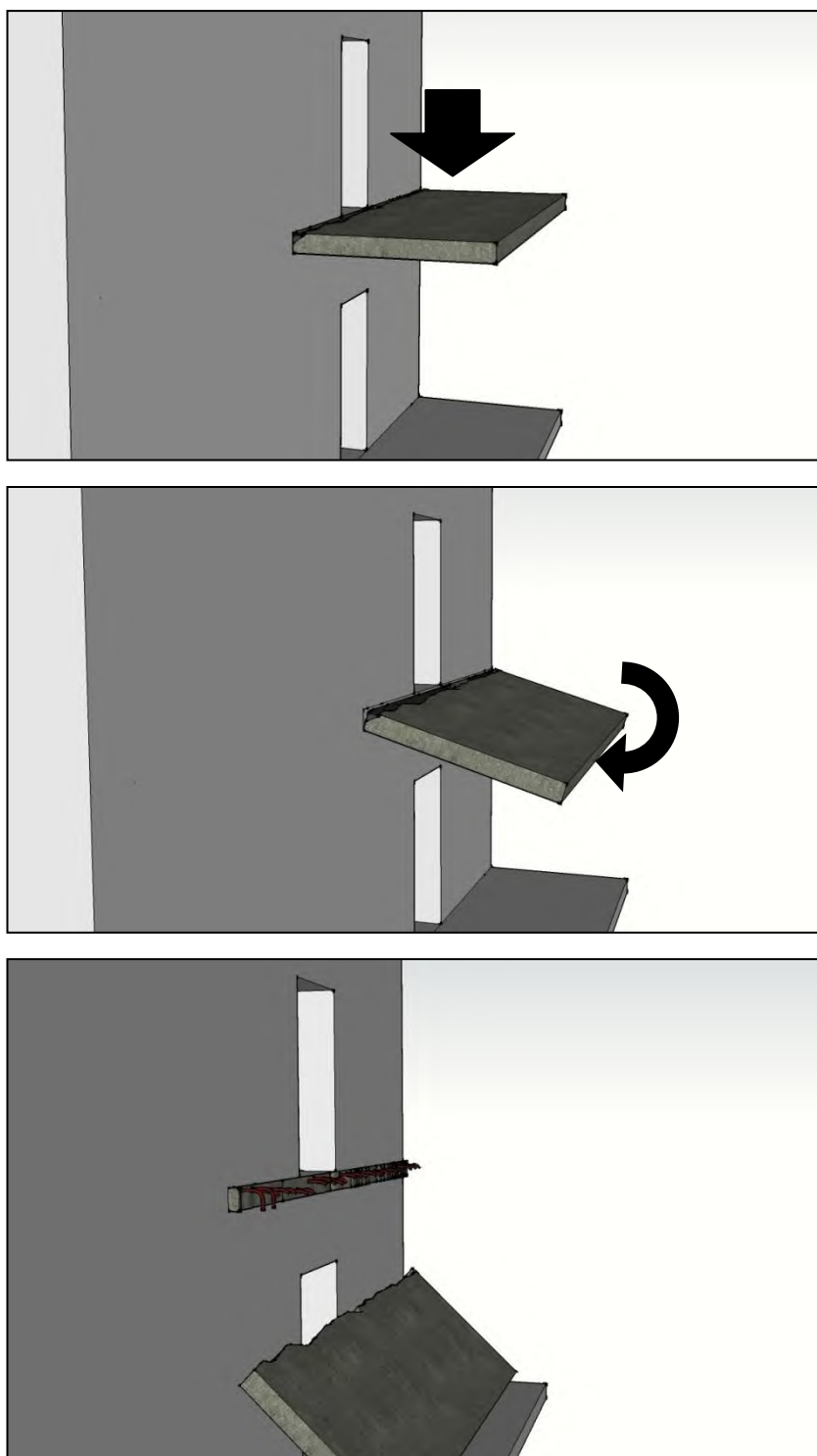
Ειδικά στη χώρα μας, όπου στις συνήθεις κατασκευές τα μπαλκόνια αναπτύσσονται περιμετρικά μιας πολυκατοικίας και κυρίως στην μπροστινή της όψη, εκεί όπου υπάρχουν και οι κύριες εισοδοί του κτιρίου, μπορεί να απαιτηθεί η προσωρινή υποστύλωση τους μέχρι να ολοκληρωθεί η επιχείρηση έρευνας και διάσωσης που εκτελείται.

Η υποστύλωση τους είναι απλή και ακολουθεί τον τρόπο υποστύλωσης με κατακόρυφα υποστυλώματα. Μπορεί να γίνει με μεταλλικούς στύλους, βίδες, τακαρίες αλλά και ξύλινα συστήματα υποστύλωσης.



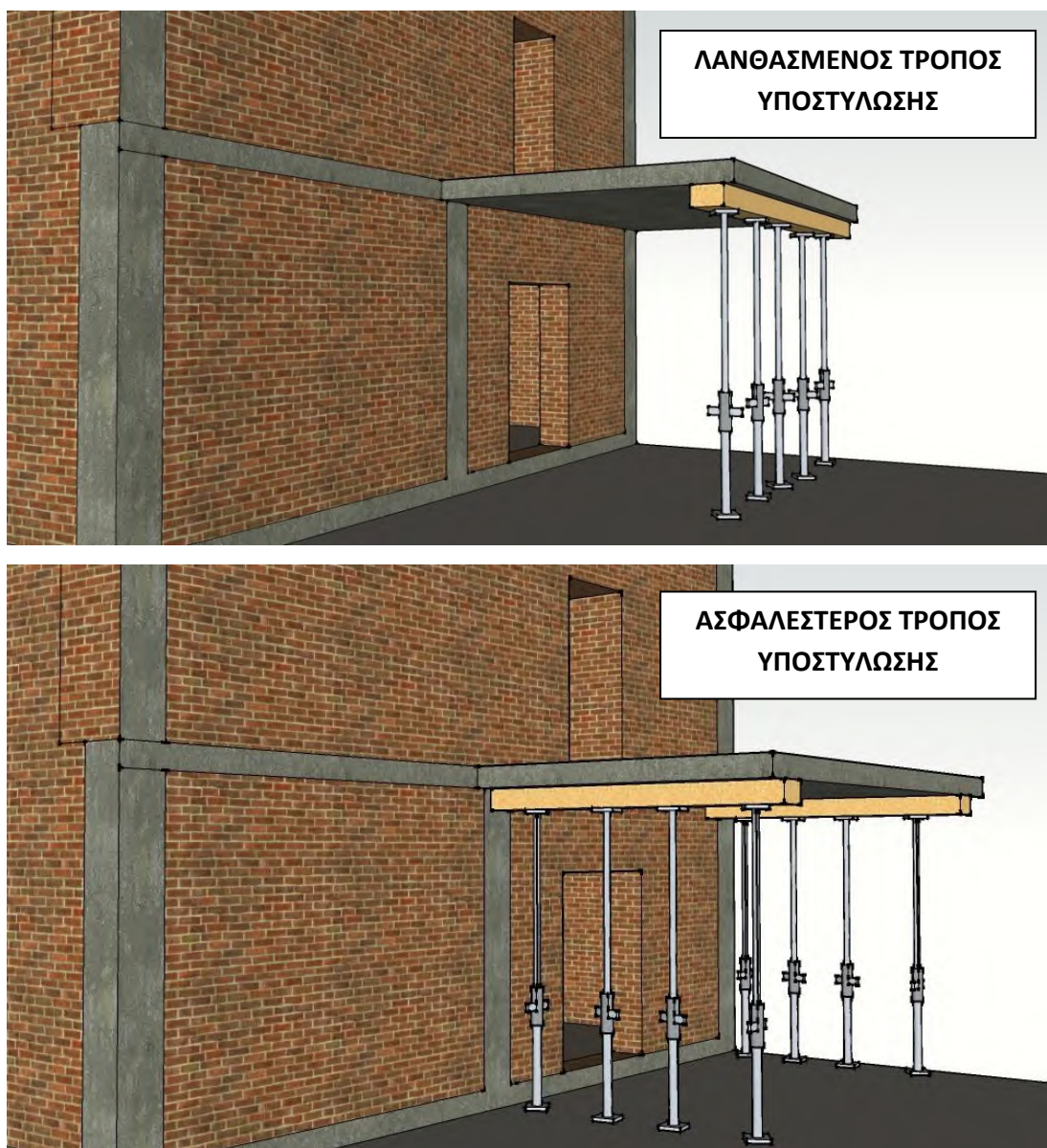
Φωτογραφία 6-12. Εκτεταμένες αστοχίες μπαλκονιών. (Σεισμός 1986, Καλαμάτα, πηγή: Φωτογραφικό αρχείο ΟΑΣΠ)

⁵ Ως πρόβολοι θεωρούνται τα δομικά στοιχεία που πατούν στο ένα άκρο τους σε στήριξη, ενώ το άλλο είναι ελεύθερο. Ο πλέον διαδεδομένος πρόβολος στην οικοδομική είναι το μπαλκόνι.



Σχήμα 6-28. Τυπικός τρόπος κατάρρευσης μπαλκονιού.

Ο ενδεδειγμένος τρόπος υποστήλωσης είναι με τοποθέτηση των υποστυλώσεων κάθετα στο δοκάρι που συγκρατεί το μπαλκόνι και σε όλο το πλάτος του, ενώ η υποστήλωση που παρατηρείται πολύ συχνά, με τοποθέτηση υποστυλώσεων στο άκρο του μπορεί να το οδηγήσει σε περαιτέρω αστοχία.



Σχήμα 6-29. Λανθασμένος και ενδεδειγμένος τρόπος υποστήλωσης ενός μπαλκονιού.

Ο παραπάνω τρόπος υποστυλώσεως, προϋποθέτει πως το σώμα του μπαλκονιού είναι σε σχετικά καλή κατάσταση ώστε οι υποστυλώσεις να μπορούν να το κρατήσουν, έστω και προσωρινά, στη θέση του. Όταν το ίδιο το μπαλκόνι είναι εκτεταμένα σπασμένο, η παραπάνω διάταξη υποστυλώσεων δεν θα είναι αποδοτική και μπορεί να έχουμε κατάρρευση.

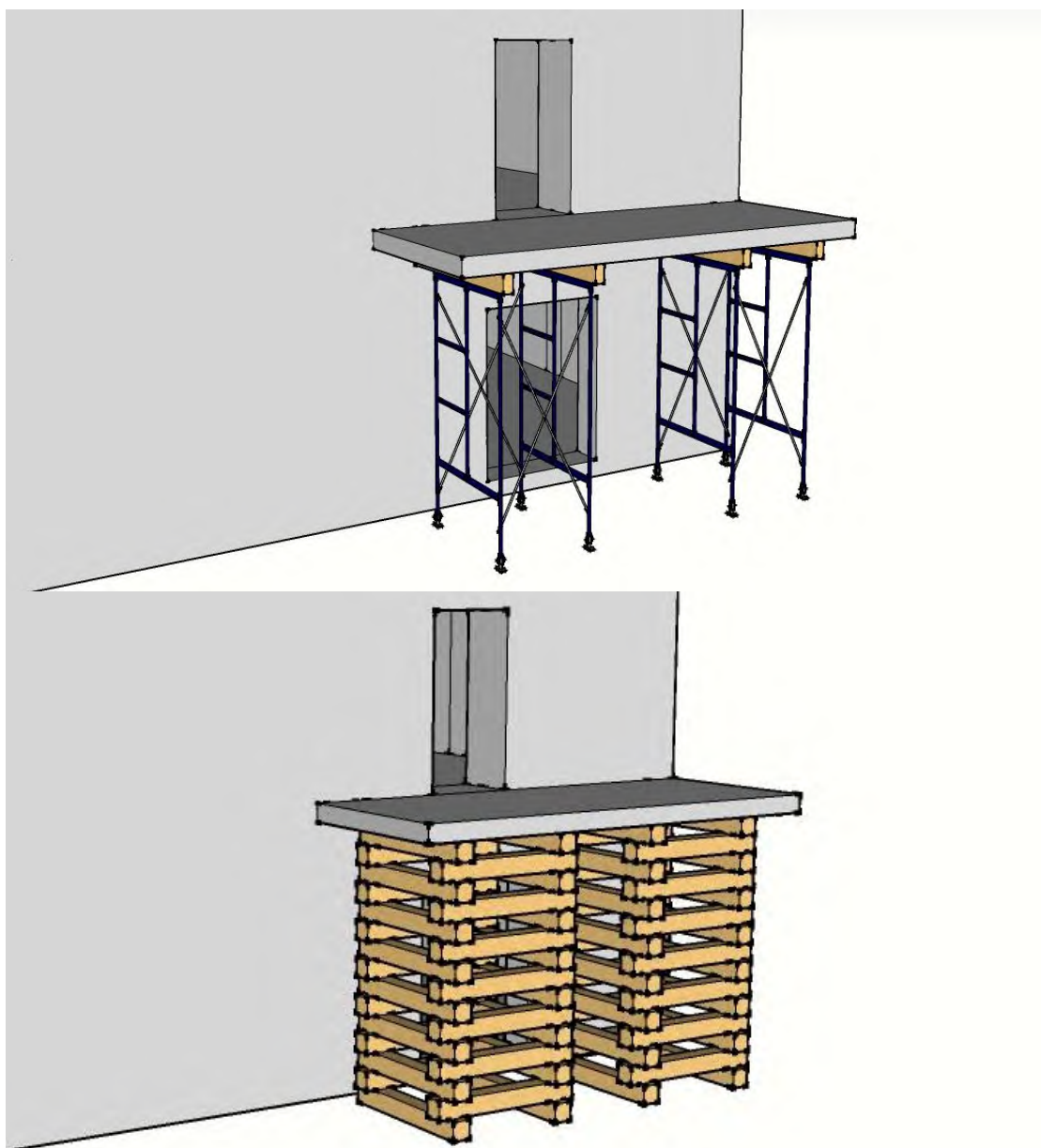
Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο της πλήρους καθαίρεσης του μπαλκονιού και όταν αυτό δεν είναι δυνατό θα πρέπει η υποστυλώσή του να γίνεται με συστήματα τα οποία καλύπτουν μεγάλη επιφάνεια, όπως είναι οι τακαρίες ή οι μεταλλικές σκαλωσιές, τοποθετώντας πάντα μεταξύ μπαλκονιού και υποστυλώσεως κομμάτια κόντρα πλακέ ή λαμαρίνας τα οποία θα το συγκρατούν.

Οι αποστάσεις τοποθέτησης των υποστυλώσεων εξαρτώνται από το πλάτος του μπαλκονιού, το μέγεθος της βλάβης του, το πάχος τους, τα βάρη που θα κληθεί να παραλάβει αλλά και τον ωπλισμό του (στην περίπτωση μπαλκονιών από ωπλισμένο σκυρόδεμα). Συνεπώς δεν είναι εύκολο να δοθούν συγκεκριμένες οδηγίες που να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση.

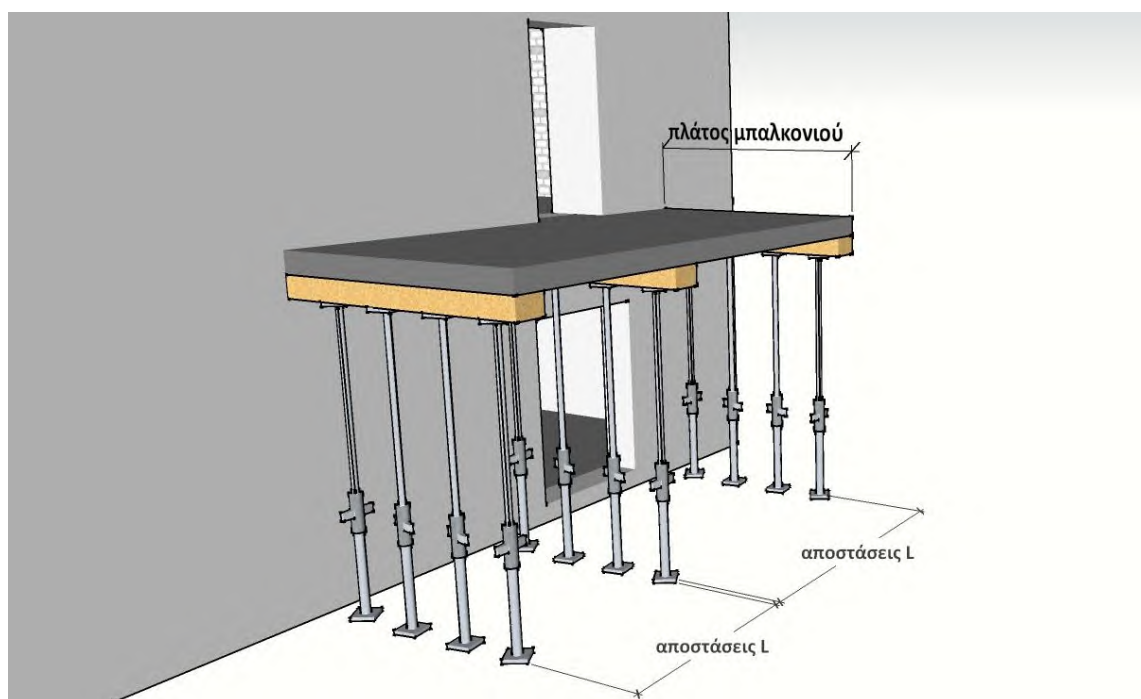
Αν θέλουμε να δώσουμε κάποιες γενικές οδηγίες, που να είναι υπέρ της ασφαλείας μπορούμε να ακολουθήσουμε τις προτάσεις του παρακάτω πίνακα που δείχνει τις αποστάσεις των υποστυλώσεων σε σχέση με το πλάτος του μπαλκονιού.

Πίνακας 4: Αποστάσεις τοποθέτησης υποστυλώσεων σε σχέση με το πλάτος του μπαλκονιού.

Πλάτος μπαλκονιού	Αποστάσεις Σειράς Υποστυλώσεων
Μικρότερο του 1.00 μέτρου	2.50 μέτρα
Από 1.00 έως 1.50 μέτρα	2.00 μέτρα
Από 1.50 έως 2.00 μέτρα	1.50 μέτρα
Από 2.00 έως 3.00 μέτρα	1.00 μέτρο



Σχήμα 6-30. Υποστύλωση πολύ σπασμένων μπαλκονιών με χρήση μεταλλικών ικριωμάτων και τακαρίας.



Σχήμα 6-31. Αποστάσεις τοποθέτησης υποστυλώσεων σε μπαλκόνι.

Η βιβλιογραφία⁶ προτείνει αναλυτικά αποστάσεις τοποθέτησης των υποστυλώσεων ανά είδος μεταλλικού υποστυλώματος ή ανά διατομή ξύλινου υποστυλώματος, σε σχέση με το πλάτος του προβόλου και το ύψος του, την οποία μπορεί να συμβουλευτεί ο αναγνώστης για πιο αναλυτική μελέτη του θέματος.

⁶ Ministry of Interior - Italian Fire Service, 2010, "Vademecum STOP: shoring templates and operating procedures for the support of building damaged by earthquakes".

6.7 Πόρτες, παράθυρα

Ένα άλλο σημείο της κατασκευής που συχνά απαιτεί υποστύλωση κατά την επιχείρηση έρευνας και διάσωσης σε ένα κτίριο είναι τα ανοίγματα της κατασκευής, δηλαδή οι πόρτες και τα παράθυρα της. Οι αστοχίες και οι βλάβες στα ανοίγματα ενός κτιρίου είναι αποτέλεσμα και μέρος εκτεταμένων βλαβών στους τοίχους της κατασκευής, οπότε η υποστύλωσή τους είναι συχνά μια διαδικασία που απαιτεί και την ταυτόχρονη εξασφάλιση της τοιχοποιίας. Αναλυτικά τα συστήματα υποστύλωσης ανοιγμάτων παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5.

Σε ποιές περιπτώσεις όμως μπορεί να απαιτηθεί η υποστύλωση ενός ανοίγματος;

Κατά την διείσδυση εντός ενός κτιρίου, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα υφιστάμενα ανοίγματά του, όπως οι πόρτες ή τα παράθυρα, ως είσοδοι στο εσωτερικό του. Σε μία τέτοια περίπτωση είναι συνετό να προηγηθεί υποστήριξη των ανοιγμάτων, η οποία θα εξασφαλίσει πως αυτά δεν θα καταρρεύσουν ή δεν θα παραμορφωθούν λόγω μετακίνησης και θα κλείσουν την είσοδο-έξοδο της διαδρομής.

Ακόμα η υποστήριξη των ανοιγμάτων είναι μια επιλογή που θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας στην περίπτωση που επιχειρήσουμε εκκένωση ενός μεγάλου κτιρίου, το οποίο έχει υποστεί μεν ζημιές αλλά δεν παρουσιάζει σοβαρό κίνδυνο κατάρρευσης. Η εκκένωση μιας τέτοιας κατασκευής μπορεί να πάρει αρκετό χρόνο, κατά τον οποίο πρέπει να είμαστε σίγουροι πως η κύρια έξοδος θα παραμείνει λειτουργική.

Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι επιθυμητό να υποστηρίξουμε τα ανοίγματα, ειδικά όταν περιμετρικά αυτών έχουν εμφανιστεί σοβαρές αστοχίες ή παρουσιάζεται παραμόρφωση των ανοιγμάτων εξαιτίας του σεισμού.

Οι πλέον συνήθεις αστοχίες των ανοιγμάτων είναι:

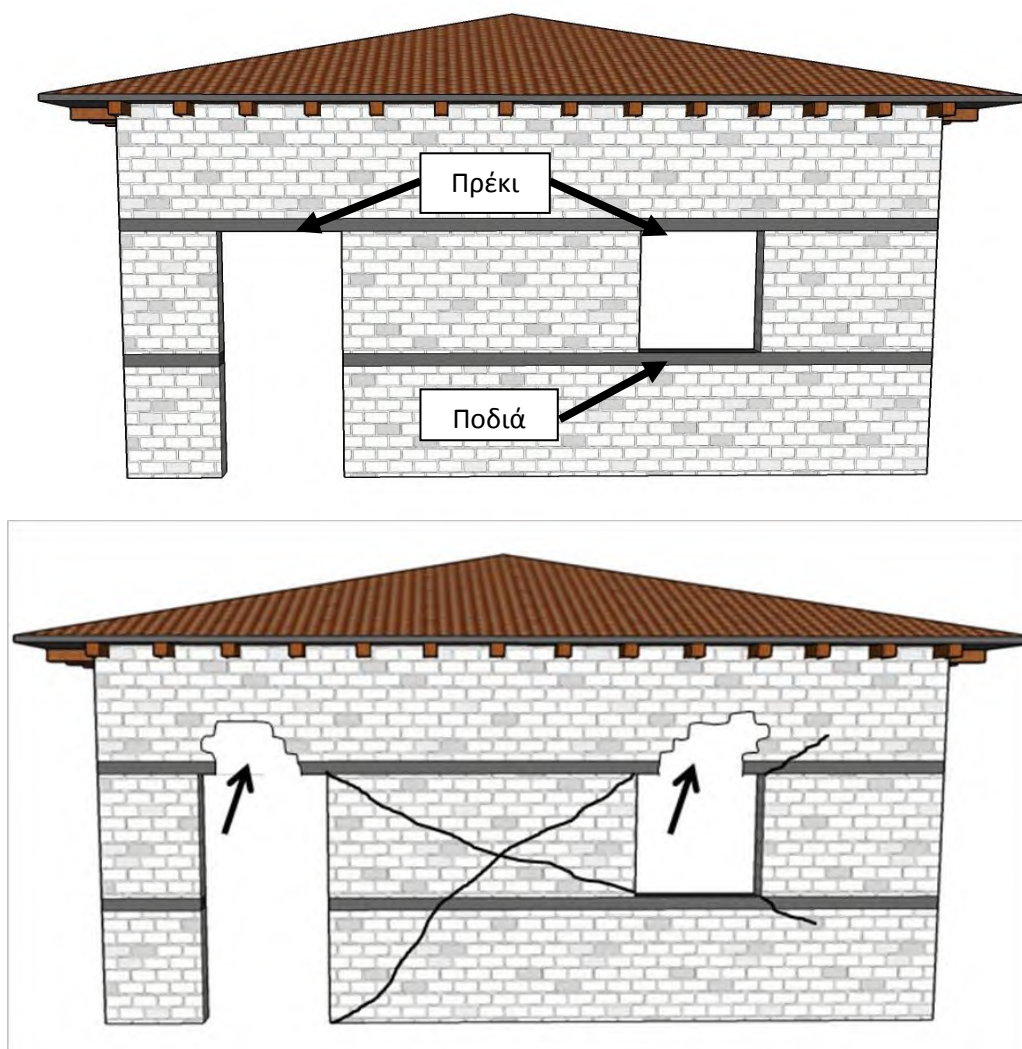
- Πτώση του σενάζ ή της τοιχοποιίας περιμετρικά του ανοίγματος.
- Παραμόρφωση του τοίχου με αποτέλεσμα την παραμόρφωση των ανοιγμάτων του.



Φωτογραφία 6-13. Υποστήριξη ανοίγματος πόρτας, με χονδροξυλεία, για την εξασφάλιση ασφαλούς εισόδου. (2018, EuModex, Austria/Eisenerz)

6.7.1 Αστοχίες τοιχοποιίας περιμετρικά του ανοίγματος

Οι πλειοψηφία των τοίχων έχουν ανά συγκεκριμένα διαστήματα καθ' ύψος μικρές δοκούς από σκυρόδεμα (συνήθως ωπλισμένο) που λειτουργούν σαν ποδιές και πρέκια των ανοιγμάτων αλλά και ενδυναμώνουν συνολικά την τοιχοποιία. Αυτά τα δοκάρια ονομάζονται σενάζ. Κατά τον σεισμό, τα σενάζ μπορεί να εμφανίσουν ρωγμές ή ακόμα και να καταρρεύσουν τοπικά πράγμα που καθιστά το τμήμα της τοιχοποιίας πάνω από ένα άνοιγμα επίφοβο.



Σχήμα 6-32. Αστοχίες ανοίγματος λόγω βλαβών του σενάζ.

Σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία, δηλαδή κτίρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί από τοίχους μεγάλης διάστασης που χρησιμοποιούνται για να παραλαμβάνουν τα φορτία, δεν είναι βέβαιη η ύπαρξη σενάζ. Αυτά τα κτίρια είναι κυρίως παλαιότερες κατασκευές, οπότε τον ρόλο του πρεκιού στα ανοίγματα παίζουν ξύλινα δοκάρια ή λίθοι μεγάλου εύρους. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα στοιχεία που συγκρατούν το άνοιγμα μπορεί να έχουν ρηγματωθεί δημιουργώντας ένα αποτέλεσμα ανάλογο με αυτό που περιγράφηκε παραπάνω.

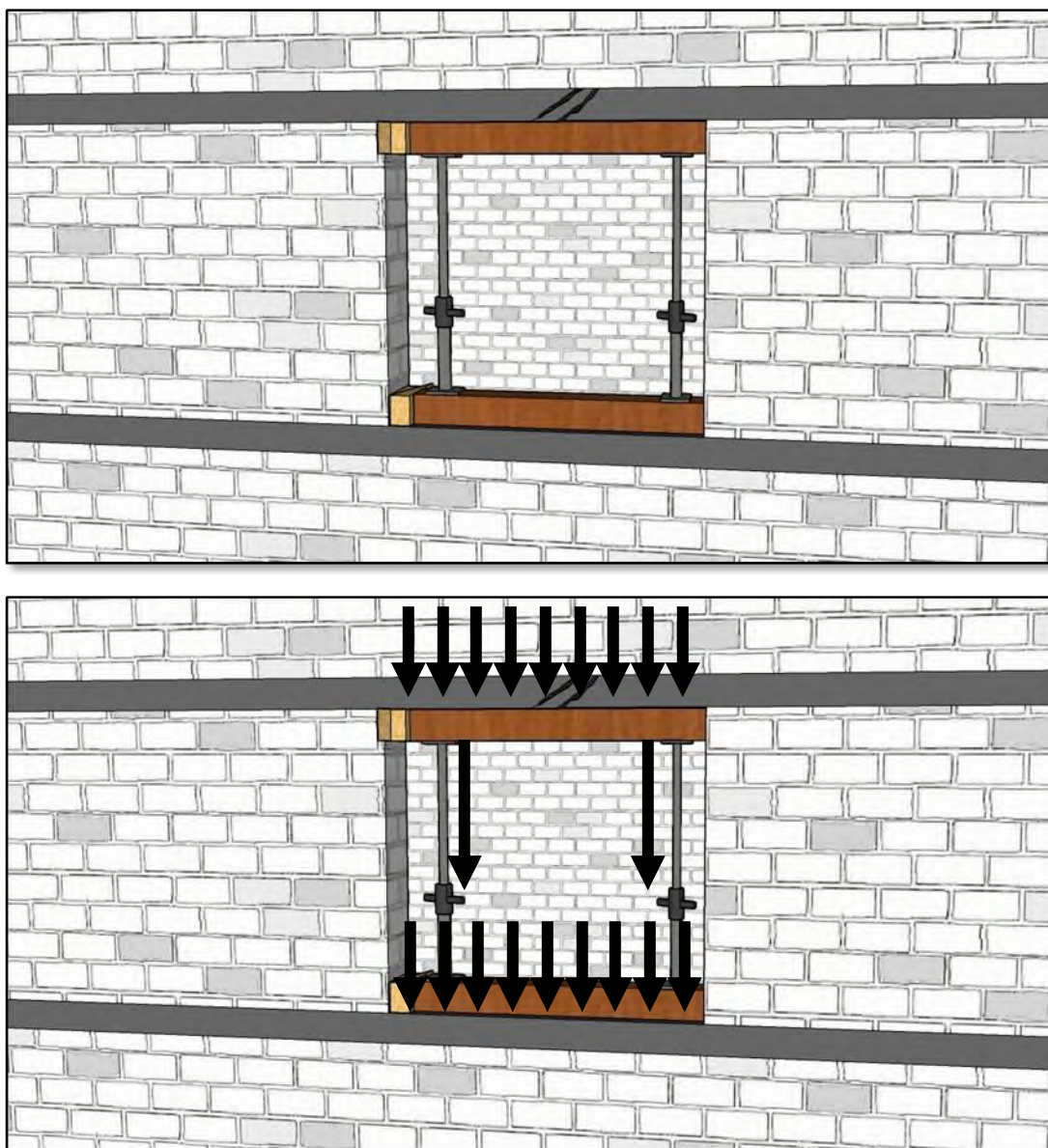
Ομοίως τα ανοίγματα μπορεί να επηρεαστούν από τις αστοχίες της τοιχοποιίας με αποτέλεσμα να σπάσουν τοπικά και να είναι επίφοβα για κατάρρευση.

Η υποστύλωση εδώ θα πρέπει να αναλάβει το ρόλο του πρεκιού που έχει υποστεί βλάβες και θα κληθεί να παραλάβει το βάρος του τοίχου πάνω από το άνοιγμα αλλά πιθανών και της πλάκας.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, ανεξάρτητα από το είδος της υποστύλωσης που θα χρησιμοποιήσουμε, βασικό στοιχείο που θα πρέπει να τοποθετούμε είναι ένα στοιχείο, συνήθως ξύλινο δοκάρι, στο επάνω μέρος του ανοίγματος. Αυτό το στοιχείο έχει ως στόχο να συγκρατήσει το άνοιγμα στην θέση του και να αποτρέψει τον τοίχο πάνω από το άνοιγμα να καταρρεύσει. Με απλά λόγια έχει ως στόχο να υποστηρίξει την τοιχοποιία πάνω από το πρέκι.

Το στοιχείο αυτό θα πρέπει να στηρίζεται από κατακόρυφα πλαίσια τα οποία μεταφέρουν την δύναμη στο πρέκι του ανοίγματος, τα οποία μπορεί να είναι ξύλινα κατακόρυφα δοκάρια, μεταλλικά υποστυλώματα ή υδραυλικά συστήματα κατακόρυφης υποστύλωσης. Τα κατακόρυφα υποστυλώματα με την σειρά τους θα πρέπει να πατούν σε ένα άλλο οριζόντιο στοιχείο, το οποίο να τοποθετείται στη βάση του ανοίγματος (ποδιά).

Όπως έχουμε αναφέρει πολλές φορές, έτσι και εδώ η σωστή σφήνωση των δοκαριών που τοποθετούνται στο επάνω και στο κάτω μέρος του ανοίγματος, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία της υποστύλωσης. Η σφήνωση επιτυγχάνεται και εδώ κυρίως με χρήση ξύλινων σφηνών τοποθετημένων με τέτοιο τρόπο ώστε να ασφαλίσουν τα δοκάρια στη θέση τους.



Σχήμα 6-33. Βασικά στοιχεία υποστύλωσης ανοίγματος.

6.7.2 Παραμόρφωση ανοιγμάτων

Πέρα από τις αστοχίες τις τοιχοποιίας, τα ανοίγματα μπορεί να παραμορφωθούν εξαιτίας της μετακίνησης λόγω του σεισμού ή εξαιτίας καθίζησης που θα εμφανιστεί, με αποτέλεσμα να χάσουν το σχήμα τους και να "στραβώσουν". Αυτή η κατάσταση, αν και όχι τόσο κρίσιμη και επικίνδυνη όσο η προηγούμενη, απαιτεί την υποστύλωση των ανοιγμάτων για να αποτραπεί η περεταίρω μετακίνηση του ανοίγματος και να αυξηθεί, έστω και προσωρινά, η ευστάθεια και η αντοχή του.

Εδώ τα συστήματα υποστύλωσης και αντιστήριξης θα πρέπει να αποτελούνται τόσο από κατακόρυφα όσο και οριζόντια τμήματα, άκαμπτα συνδεδεμένα μεταξύ τους, τα οποία να σχηματίζουν ένα ορθογωνικό πλαίσιο. Το πλαίσιο αυτό είναι απαραμόρφωτο και όταν τοποθετηθεί εντός του ανοίγματος θα εμποδίζει την περαιτέρω μετακίνησή του. Τέτοια συστήματα υποστύλωσης, κατασκευάζονται αποκλειστικά με ξύλινα στοιχεία και περιγράφονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 5 του παρόντος, ενώ σημειώνεται πως και εδώ κομβική λεπτομέρεια για την αποδοτική λειτουργία της υποστήριξης είναι η σωστή σφήνωσή της στο άνοιγμα.

6.8 Είσοδος διείσδυσης

Στις περιπτώσεις πραγματοποίησης κατακόρυφης διείσδυσης, η προσέγγιση στον γίνεται μέσω μιας ορθογωνικής οπής, σε μία από τις πλάκες των ορόφων. Οι οπές αυτές είναι τέτοιων διαστάσεων που δεν επηρεάζουν την στατική λειτουργία και την ευστάθεια της πλάκας, συνεπώς δεν είναι επικίνδυνες.

Όμως, λόγω των απαιτήσεων και της εξέλιξης της επιχείρησης, συχνά παρατηρείται το φαινόμενο γύρω από την οπή να συγκεντρώνεται προσωπικό ή εξοπλισμός, με αποτέλεσμα η περιοχή αυτή να επιβαρύνεται σημαντικά με αρκετό βάρος. Αυτό το πρόσθετο βάρος, σε συνδυασμό με την αλλοίωση που έχουμε προκαλέσει στην πλάκα με το κόψιμο, μπορεί να οδηγήσει σε τοπικές αστοχίες περιμετρικά της τρύπας και μικροκαταρρεύσεις, που μπορεί να είναι και εν δυνάμει επικίνδυνες (Φωτογραφία 6-14).



Φωτογραφία 6-14. Διάνοξη οπών σε πλάκα για κατακόρυφη διείσδυση, κοντά σε δοκάρια (επάνω) και στο μέσο (κάτω). (1990, Σεισμός Αθήνα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

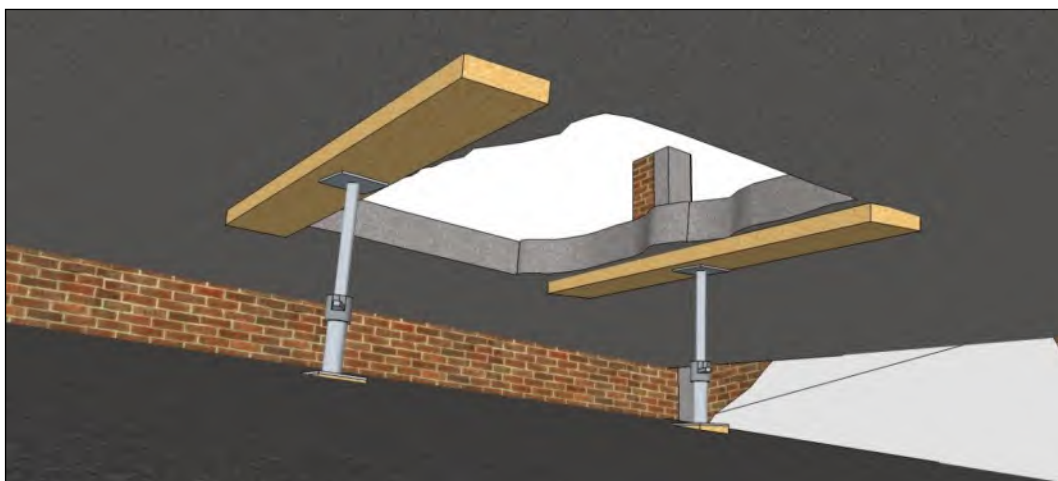
Για αυτό το λόγο, τα ανοίγματα στην πλάκα είναι καλό να γίνονται κοντά στα δοκάρια, δηλαδή στα άκρα των πλακών και όχι στο μέσον τους, αφού στα άκρα μεγάλο ποσοστό του εξωτερικού βάρους το παίρνει άμεσα το δοκάρρι και δεν επιβαρύνει την πλάκα.



Σχήμα 6-34. Άνοιγμα τρύπας κοντά στο δοκάρι (δεξιά) και όχι στο κέντρο της πλάκας (αριστερά).

Στις περιπτώσεις διάνοιξης ορθογωνικής οπής, η μεγάλη διάσταση του ανοίγματος, είναι αυτή που καταπονείται περισσότερο από τα πρόσθετα βάρη. Συνεπώς η μεγάλη διάσταση της οπής είναι και η πιο κρίσιμη για υποστύλωση. Πέρα από την μεγάλη διάσταση, συγκέντρωση δυνάμεων παρατηρείται και στις γωνίες του ανοίγματος, σημεία στα οποία μπορεί να εμφανιστούν ξαφνικές αστοχίες.

Έτσι προτείνεται, όπου βέβαια είναι δυνατό, να υποστυλώνεται προσωρινά η οπή, με τοποθέτηση κατακόρυφων υποστυλωμάτων στην μεγάλη διάστασή της και στις γωνίες της. Τα υποστυλώματα θα πρέπει να τοποθετούνται λοιπόν κάτω από την οπή, με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν υποστύλωση στη μεγάλη διάσταση, τοποθετώντας ένα ξύλινο δοκάρι παράλληλα σε αυτή και από ένα υποστύλωμα εκατέρωθεν στο μέσο της μεγάλης διάστασης (Σχήμα 6-35).



Σχήμα 6-35. Υποστύλωση ανοίγματος κατακόρυφης διεύθυνσης στη μεγάλη διάσταση της οπής.

Σε περίπτωση μικρής οπής, στην οποία τα υποστυλώματα θα περιορίσουν απαγορευτικά τον διαθέσιμο χώρο που μπορούμε να δουλέψουμε (όπως στην περίπτωση κατακόρυφης διεύθυνσης ανόδου), μπορούμε εναλλακτικά να τοποθετήσουμε υποστυλώματα στις γωνίες της οπής.



Σχήμα 6-36. Υποστύλωση ανοίγματος μετά από κατακόρυφη διεύθυνση (2018, Konstantinos Toumparidis)

Λογικό είναι πως σε περίπτωση διείσδυσης καθόδου πρώτα κόβεται η οπή και στην συνέχεια πραγματοποιείται η υποστύλωση, ενώ στην ανόδου μπορούμε να τοποθετήσουμε τα υποστυλώματα πριν την διάνοιξη της οπής, εάν αυτό είναι δυνατό. Επίσης ισχύουν πλήρως όλα όσα έχουν αναφερθεί για την σωστή τοποθέτηση των υποστυλωμάτων, όπως να είναι κατακόρυφα, να πατούν σωστά, να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταφέρουν τα βάρη στο έδαφος (ει δυνατόν) κ.τ.λ.

Επισημαίνεται για μια ακόμη φορά πως η υποστύλωση των οπών δεν αποτελεί κρίσιμη υποστύλωση, αφού συνήθως οι πλάκες μπορούν να φέρουν τα πρόσθετα φορτία ακόμα και μετά την διάνοιξη μιας οπής επί αυτών, ειδικά στις περιπτώσεις των οπών κατακόρυφης διείσδυσης, οι οποίες είναι οπές μικρών διαστάσεων (1.20x2.50 μέτρα και 0.70x1.50 μέτρα).

Παρόλα αυτά όμως η χρήση τους θα πρέπει να εκτιμάται, ειδικά στις περιπτώσεις που οι πλάκες επί των οποίων λαμβάνει χώρα η επιχείρηση εμφανίζονται έντονα σπασμένες από την κατάρρευση.

6.9 Υποστυλώσεις στη διαδρομής διείσδυσης

Η διαδρομή διείσδυσης, η περιοχή δηλαδή εντός του κτιρίου που έχει υποστεί ζημιές ή έχει καταρρεύσει στην οποία εξελίσσεται η επιχείρηση, αποτελεί το πλέον επικίνδυνο περιβάλλον κατά την επιχείρηση έρευνας και διάσωσης.

Αυτό οφείλεται κυρίως στην αστάθεια του περιβάλλοντος αλλά και στην αβέβαιη συμπεριφορά του. Έτσι, ενώ οι υποστυλώσεις εντός της διαδρομής διείσδυσης είναι συχνά επιβεβλημένες ώστε να μειώσουν, όσο γίνεται, τον κίνδυνο για τους επιχειρούντες αλλά και τους εγκλωβισμένους, παρουσιάζουν πολλές δυσκολίες στην εφαρμογή τους. Οι δυσκολίες έγκεινται στο γεγονός πως συχνά ο διαθέσιμο χώρος εντός της διαδρομής διείσδυσης είναι περιορισμένος και η κατασκευή πολύπλοκων συστημάτων είναι αδύνατη, ενώ ακόμα και οι υποστυλώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν (μεταλλικά υποστυλώματα, ξύλινα δοκάρια, τακαρίες) είναι δύσκολο να μεταφερθούν εντός του σημείου εφαρμογής τους αφού θα πρέπει να οδηγηθούν εκεί μέσω μιας δύσκολης και κάποιες φορές μεγάλης διαδρομής.

Παρά τις δυσκολίες όμως, θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε προσπάθεια, ώστε η διαδρομή διείσδυσης να είναι όσο το δυνατό περισσότερο εξασφαλισμένη, αφού εντός αυτής εξελίσσεται το κύριο μέρος της επιχείρησης, αλλά και γιατί η πιθανότητα περαιτέρω αστοχίας εντός της διαδρομής, είναι για την ομάδα έρευνας και διάσωσης καταστροφική.

Ο τρόπος που προσωράμε λοιπόν σε μια διαδρομή διείσδυσης θα πρέπει να γίνεται με πολύ προσοχή, αξιολογώντας σε κάθε βήμα τους κινδύνους και λαμβάνοντας μέτρα για την μείωσή τους, ακολουθώντας πάντα την πορεία:

- Προχωράω.
- Αξιολογώ τους κινδύνους.
- Υποστυλώνω-Αντιστηρίζω.
- Προχωράω.

6.9.1 Καταγραφή υποστυλώσεων

Μεγάλη σημασία στις υποστυλώσεις εντός μιας διαδρομής διείσδυσης είναι η καταγραφή της θέσης τους και των χαρακτηριστικών τους, αφού είναι εξαιρετικά δύσκολο να θυμάται κάποιος, από μνήμης, όλα τα σημεία που έχει τοποθετήσει κάποια υποστήλωση.

Συνεπώς είναι κομβικής σημασίας να καταγράφονται με ακρίβεια τα σημεία που τοποθετούνται υποστυλώσεις επί μιας διαδρομής διείσδυσης, ώστε αρχικά να είναι εύκολο να τις αποσύρουμε κατά την έξοδό μας, κάνοντας έτσι οικονομία πόρων, αλλά το κυριότερο για να μπορεί κάποιος να τις ελέγχει ανά τακτά χρονικά διαστήματα και να βεβαιώνει ότι παραμένουν σωστά τοποθετημένες και λειτουργικές και δεν παρουσιάζουν κάποια αστοχία, σημάδι γενικότερης αστάθειας του πεδίου.

Η καταγραφή των εφαρμοζόμενων υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων θα πρέπει να γίνεται από ένα άτομο, το οποίο θα έχει πλήρη εικόνα για αυτές και θα τις ελέγχει μία προς μία τουλάχιστον κάθε 12 ώρες και μετά από κάθε αλλαγή της στατικής ισορροπίας του πεδίου, δηλαδή μετά από μετασεισμό, μικρομετακινήσεις κ.τ.λ.

Παρακάτω αναφέρονται τα σημαντικότερα σημεία εντός μιας διαδρομής διείσδυσης που χρειάζεται να υποστυλωθούν ή να αντιστηριχθούν, ανάλογα με τις συνθήκες, καθώς και τα σημαντικότερα σημεία που θα πρέπει να προσεχθούν σε μια τέτοια διαδικασία.

6.9.2 Δοκάρια

Όπως αναφέρθηκε ήδη τα δοκάρια αποτελούν τα οριζόντια στοιχεία ενός φέροντα οργανισμού και έχουν ως βασικό ρόλο την υποστήριξη των πλακών και την μεταφορά των φορτίων από αυτές στις κολώνες.

Συχνά σε ένα πεδίο κατάρρευσης, οι δοκοί παραμένουν κολλημένοι με την πλάκα που υποστηρίζουν, ακόμα και αν αυτή έχει καταρρεύσει. Έτσι συχνά τα ανοίγματα που δημιουργούνται μεταξύ των πλακών, υποστηρίζονται ως ένα βαθμό από τα δοκάρια, τα οποία όμως πλέον αναλαμβάνουν το βάρος της πλάκας τους και τα πρόσθετα βάρη από τα ερείπια επί αυτής. Τα παραπάνω τα καθιστούν σημαντικά για την διατήρηση ενός ανοίγματος και συνάμα υψηλής σπουδαιότητας για υποστύλωση.

Αν και τα δοκάρια μας βοηθούν στην διάσωση, δημιουργώντας ζωτικούς χώρους για διείσδυση, ταυτόχρονα μας δυσκολεύουν γιατί πολλές φορές κλείνουν την διαδρομή πρόσβασης και είναι απαραίτητο να τα σπάσουμε ώστε να προχωρήσουμε.

Με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, λοιπόν, συχνά θα χρειαστεί να αντιμετωπίσουμε ένα δοκάρι, στα πλαίσια μιας επιχείρησης έρευνας και διάσωσης και θα πρέπει να γνωρίζουμε τις μεθόδους και τις τεχνικές που μας επιτρέψουν να επιχειρήσουμε με ασφάλεια και αξιοποιώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό την αντοχή αυτών των δομικών στοιχείων.

Σε γενικές γραμμές το δοκάρι θεωρείται “σύμμαχος” του διασώστη και θα πρέπει να αξιοποιείται στο βαθμό που μας προσφέρει ασφάλεια και σταθερότητα σε ένα πεδίο κατάρρευσης. Αυτό ενισχύεται και από το γεγονός πως σπανίως ένα δοκάρι θα έχει υποστεί εκτεταμένες ζημιές, έτσι θα μπορεί να παραλάβει ένα σημαντικό μέγεθος δυνάμεων ακόμα και μετά την κατάρρευση.

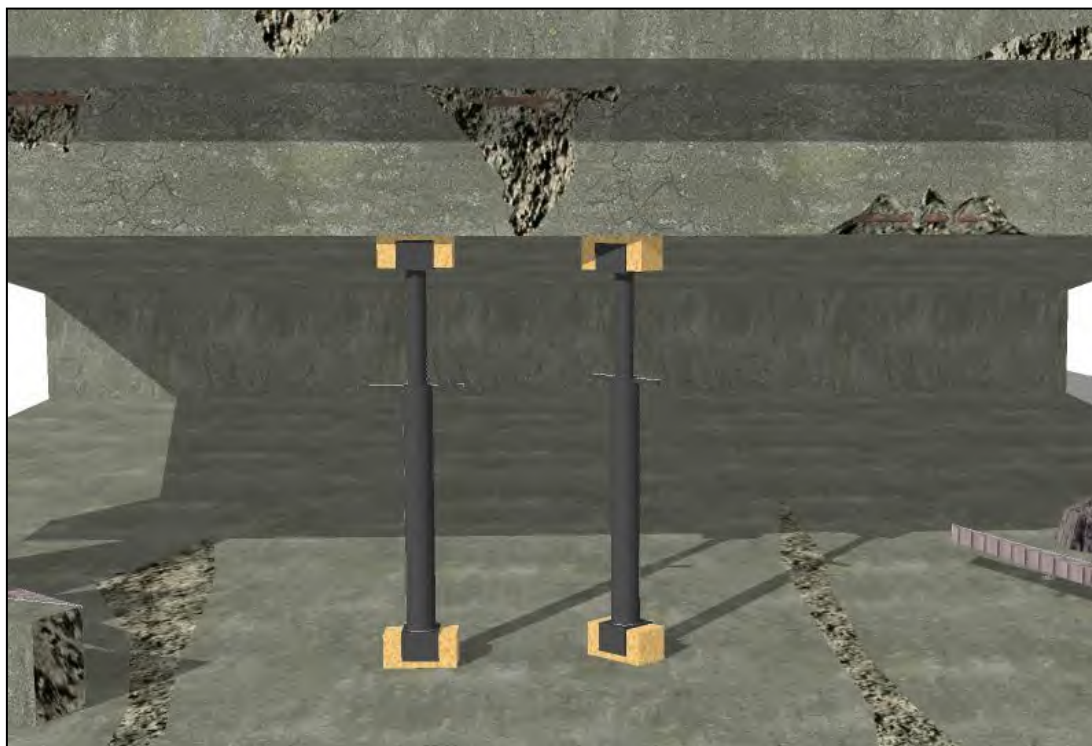


Φωτογραφία 6-15. Διατήρηση ανοίγματος διείσδυσης από το υπερκείμενο δοκάρι. (1986, Σεισμός Καλαμάτας, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

Βασικός μας στόχος κατά την υποστύλωση ενός δοκαριού είναι η ενδυνάμωσή του στα σημεία που αυτό έχει παρουσιάσει βλάβες. Οι βλάβες διακρίνονται από τις κατακόρυφες ρωγμές που παρουσιάζουν τα δοκάρια, οι οποίες συνήθως συγκεντρώνονται στο μέσο τους.

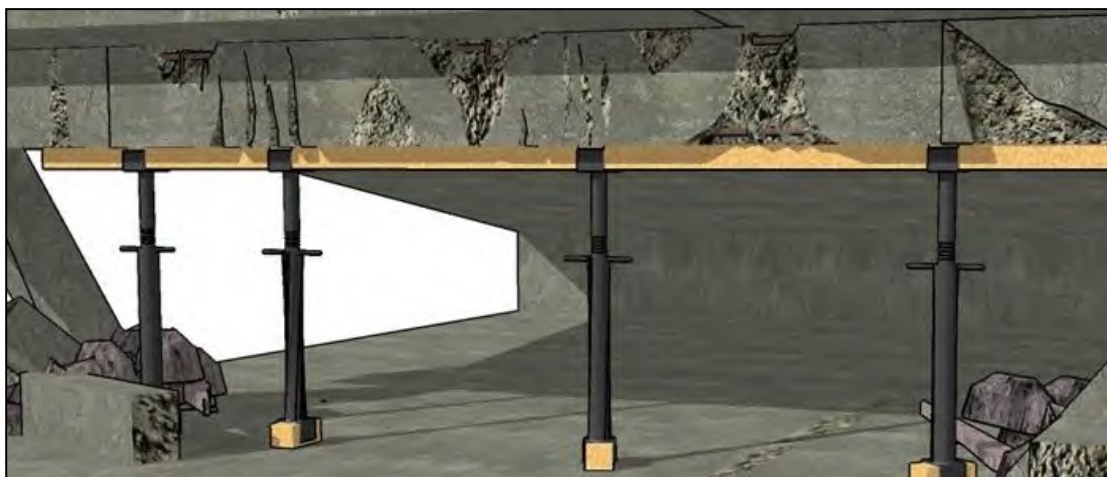
Η εφαρμογή υποστηρίξεων και το εύρος αυτών εξαρτάται από την έκταση της βλάβης. Έτσι όταν διαπιστωθεί ρωγμή στο δοκάρι και η γενική εικόνα του είναι καλή, η ενδεδειγμένη λύση είναι η υποστήριξή του με κατακόρυφα μεμονωμένα στοιχεία (μεταλλικούς στύλους ή ξύλινα δοκάρια) εκατέρωθεν της περιοχής που διαπιστώνονται οι ρωγμές (Σχήμα 6-37). Η υποστύλωση θα πρέπει να γίνει όσο πιο κοντά στην περιοχή της

ρωγμής γίνεται με μέγιστη απόσταση τα **20 έως 30 εκατοστά**. Κατά την τοποθέτηση των υποστυλώσεων θα ακολουθείται πάντα η διαδικασία σφήνωσης που περιγράφηκε παραπάνω και θα πρέπει να δίνεται πολύ προσοχή ώστε να μην χτυπηθούν τα υποστυλώματα κατά τις εργασίες διάσωσης και φύγουν από την θέση τους (αποφυγή “κλωσήματος”).



Σχήμα 6-37. Υποστήριξη δοκού που παρουσιάζει αστοχίες στο κέντρο του ανοίγματος, με εκατέρωθεν της ρωγμής μεταλλικούς στύλους. Ομοίως εφαρμόζεται η υποστύλωση με ξύλινες δοκούς.

Στην περίπτωση που το δοκάρι είναι πολύ σπασμένο σε διάφορα σημεία κατά μήκος του, μπορούν να ακολουθηθούν δύο μέθοδοι υποστήριξής του. Η πρώτη προσέγγιση είναι σχετικά πιο εύκολη να πραγματοποιηθεί στο πεδίο και περιλαμβάνει την τοποθέτηση κατακόρυφων στοιχείων, όπως παραπάνω, αλλά σε περισσότερα σημεία και με χρήση μιας μεγάλης ξύλινης δοκού ή μιας μεταλλικής δοκού κάτω από το δοκάρι που υποστηρίζουμε. Με αυτόν τον τρόπο, η ξύλινη δοκός που τοποθετούμε **“αγκαλιάζει”** το σπασμένο δοκάρι, δεν του επιτρέπει να διαλυθεί περισσότερο και μέσω των υποστυλώσεων μεταφέρει τα βάρη του στο έδαφος (Σχήμα 6-38).



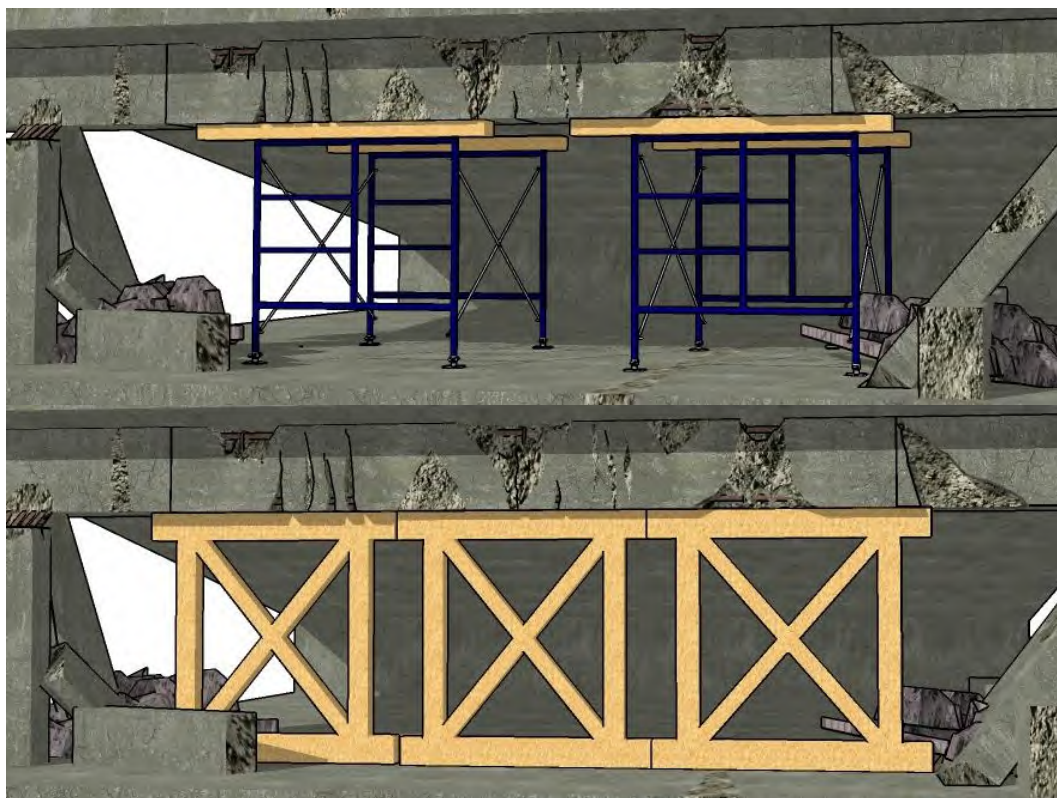
Σχήμα 6-38. Υποστήριξη δοκαριού με εκτενείς αστοχίες με χρήση ξύλινης ή μεταλλικής δοκού κατά μήκος του δοκαριού και μεμονωμένων κατακόρυφων στύλων (μεταλλικών ή ξύλινων).

Η τοποθέτηση των κατακόρυφων στύλων θα πρέπει να γίνεται όσο πυκνότερα είναι δυνατό, με βάση την διαθεσιμότητά τους στο πεδίο και σε τέτοια απόσταση ώστε να μην επηρεάζουν την δυνατότητα πρόσβασης στο άνοιγμα κλείνοντας το. Με μία χονδρική εκτίμηση, επιθυμητό θεωρείται οι κατακόρυφοι στύλοι να τοποθετούνται **σε αποστάσεις 50 εκατοστών έως 1 μέτρου**, με αυτό βέβαια να μην είναι απόλυτο καθώς εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες του πεδίου.

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε, πως οι υποστυλώσεις με μεμονωμένους μεταλλικούς στύλους ενδείκνυνται σε περιπτώσεις που το ύψος υποστύλωσης είναι μικρό. Για μεγάλα ύψη μειώνεται η ικανότητα των μεταλλικών υποστυλωμάτων για παραλαβή φορτίων, ενώ υπάρχει περίπτωση να λυγίσουν ή και να "κλωσήσουν" εξαιτίας μίας οριζόντιας δύναμης. Το επιθυμητό ύψος θα πρέπει να είναι περίπου 2m ενώ σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να ξεπερνάει τα 3m.

Η άλλη λύση σε περίπτωση ενός δοκαριού που παρουσιάζει εκτεταμένες αστοχίες, είναι η υποστύλωσή του με χρήση μεταλλικών σκαλωσιών ή με υποστυλώματα από χονδροξυλεία με διαγώνιους συνδέσμους, ειδικά στις περιπτώσεις που το ύψος υποστύλωσης είναι μεγάλο.

Και οι δύο παραπάνω λύσεις είναι σαφώς πιο ασφαλείς, αφού μπορούν να παραλάβουν μεγαλύτερα φορτία με ασφάλεια, όμως είναι αρκετά δύσκολες να εφαρμοστούν, αφού φράζουν την οδό πρόσβασης στο άνοιγμα ενώ είναι και αρκετά χρονοβόρες στην κατασκευή τους στο πεδίο, ειδικά η σύνθεση χονδροξυλείας (Σχήμα 6-39).

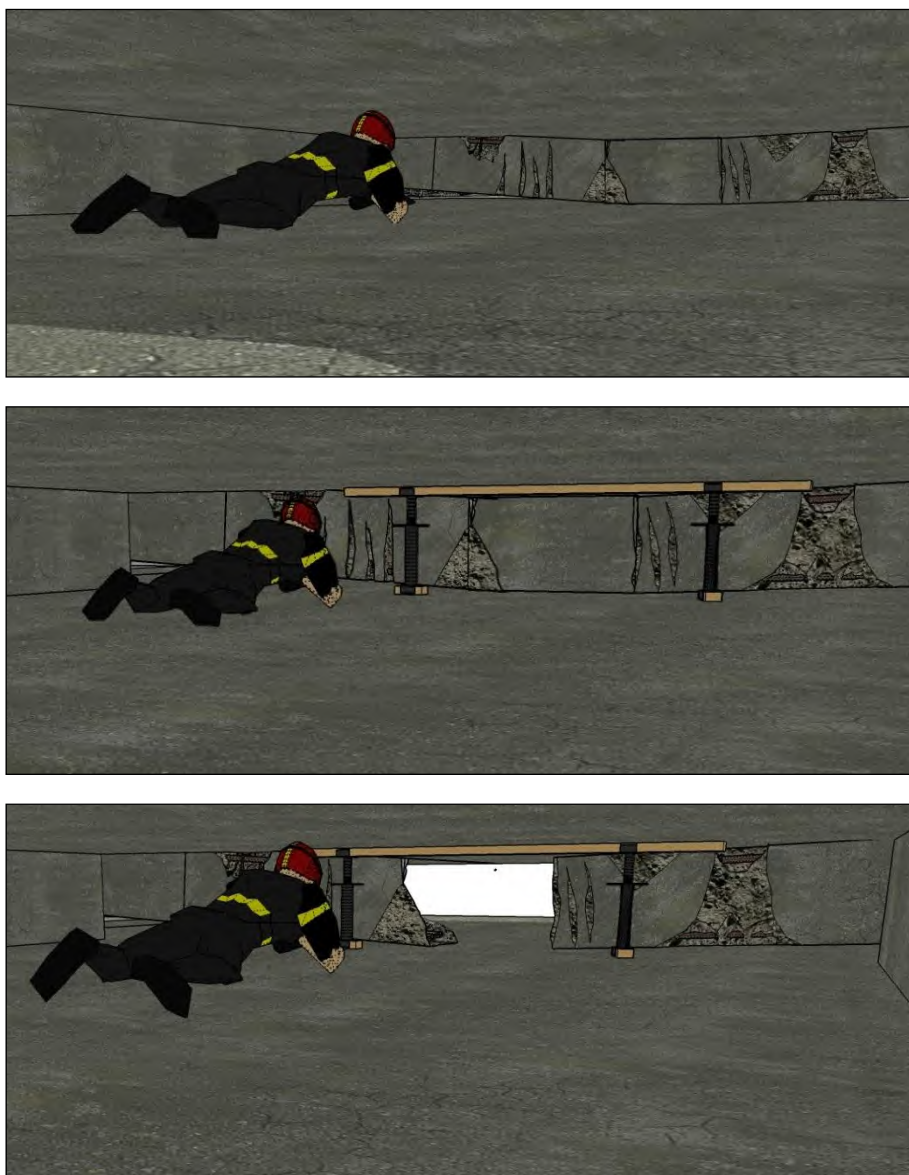


Σχήμα 6-39. Υποστήριξη δοκαριού με εκτενείς αστοχίες με χρήση ικριωμάτων και συνθέσεων χονδροξυλείας.

Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στις περιπτώσεις που απαιτείται η αφαίρεση τμήματος δοκαριού για την εξασφάλιση πρόσβασης. Επειδή όπως είπαμε τα δοκάρια πολλές φορές κρατούν ένα άνοιγμα υποστηρίζοντας την πλάκα, η αφαίρεσή του, χωρίς πρώτα υποστύλωση, μπορεί να προκαλέσει κατάρρευση και κλείσιμο του ανοίγματος.

Έτσι πριν κόψουμε τμήμα μιας δοκού θα πρέπει πρώτα να υποστυλώσουμε, ώστε να εξασφαλίσουμε πως τα βάρη που κουβαλούσε το δοκάρι μπορούν να μεταφερθούν, ως ένα βαθμό από την υποστύλωση (Σχήμα 6-40).

Επισημαίνεται και πάλι πως πριν κόψουμε, σπάσουμε ή αφαιρέσουμε οποιοδήποτε στοιχείο, θα πρέπει να υποστυλώσουμε, ώστε τα βάρη που μετέφερε αυτό το στοιχείο να μπορούν να μεταφερθούν μέσω της υποστύλωσης, ειδικά στις περιπτώσεις που αυτό είναι σφηνωμένο. Προαπαιτούμενο θεωρείται σε κάθε περίπτωση το στοιχείο που πρέπει να αφαιρεθεί, να ελέγχεται από εξειδικευμένο μηχανικό, ώστε να εξακριβώνεται εάν αποτελεί κομβικό στοιχείο για την ευστάθεια του συστήματος και πως θα πρέπει να υποστυλωθεί.



Σχήμα 6-40. Υποστήριξη δοκαριού πριν την αφαίρεση τμήματός του για δημιουργία πρόσβασης.



Σχήμα 6-41. Διαδικασία υποστήλωσης δοκαριού και τμήματος πλάκας εκατέρωθεν της δοκού μετά από οριζόντια διείσδυση κάτω από δοκό (2018, Konstantinos Toumparidis)

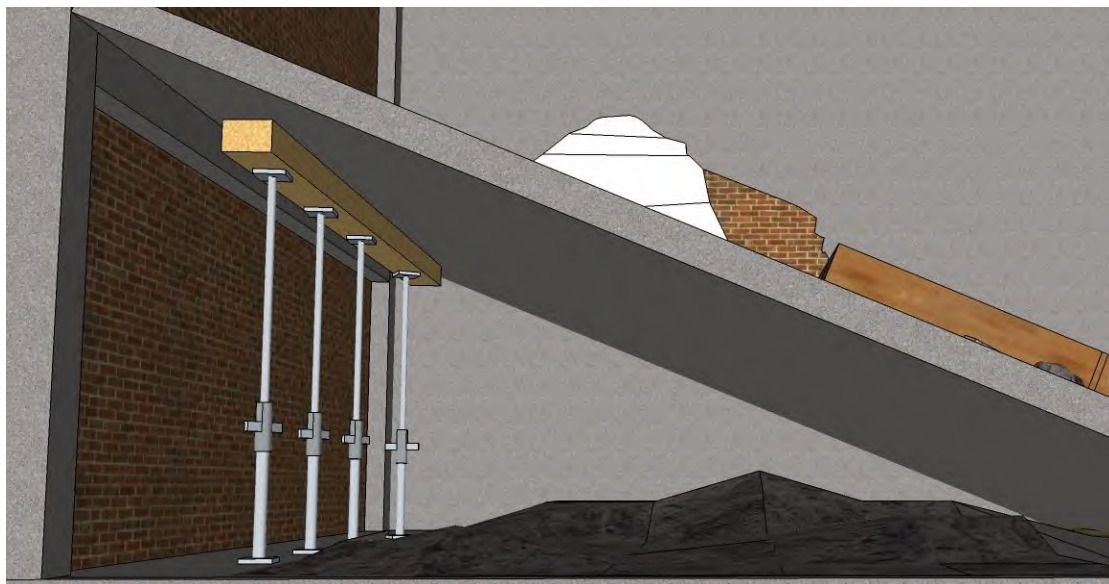
6.9.3 Πλάκες

Γενικά οι πλάκες είναι δύσκολο έως φυσικά αδύνατον να υποστυλωθούν πλήρως στα πλαίσια μιας επιχείρησης έρευνας και διάσωσης γιατί έχουν πολύ μεγάλο εύρος και απαιτούν πολύ χρόνο αλλά και μεγάλη ποσότητα υλικών, που σε πρώτη φάση δεν είναι διαθέσιμα, ειδικά στο περιβάλλον μιας καταστροφής.

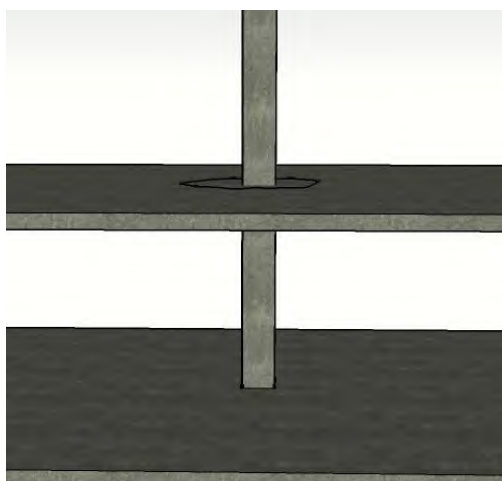
Αυτό που μπορούμε να κάνουμε, στα πλαίσια μιας επιχείρησης, είναι να εξασφαλίσουμε προσωρινά τα πιο επικίνδυνα σημεία των πλακών και ειδικά τα σημεία αυτά που εμπλέκονται με την επιχείρηση, μέχρι να ολοκληρωθεί το έργο των ομάδων έρευνας και διάσωσης.

Γενικά λοιπόν θα πρέπει να αναφέρουμε πως τα σημεία στα οποία παρουσιάζονται συχνότερα οι αστοχίες σε μία πλάκα είναι τα σημεία κοντά στην σύνδεσή της με τα δοκάρια. Σπάνια συναντώνται πλάκες με αστοχίες στο μέσο τους και αυτές περιορίζονται σε περιπτώσεις πλακών μεγάλου ανοίγματος, ή σε περιπτώσεις κατάρρευσης προβόλου, όπου έχει καταρρεύσει ένα τμήμα της κατασκευής με αποτέλεσμα να παρασύρει και τμήμα των πλακών μαζί του.

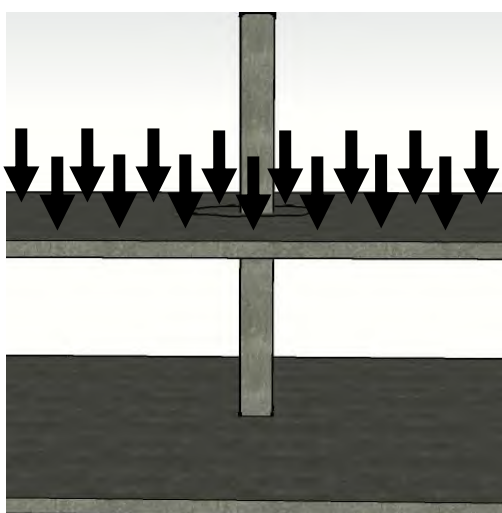
Σε περίπτωση που διαπιστωθεί σπάσιμο της πλάκας κατά μήκος της σύνδεσής της με το δοκάρι, είναι ορθό να υποστυλώνεται η περιοχή με χρήση κατακόρυφων υποστυλωμάτων (μεταλλικών ή ξύλινων) τοποθετώντας τα υποστυλώματα επί της πλάκας, όσο πιο κοντά στην ένωσή της με το δοκάρι είναι δυνατό και όσο πυκνότερα μπορούμε (Σχήμα 6-42).



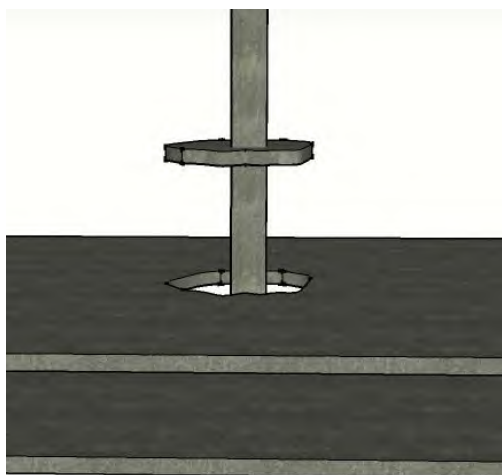
Σχήμα 6-42. Υποστύλωση πλάκας παράλληλα με την σύνδεσή της με το δοκάρι.



Ένα άλλο σημείο το οποίο είναι επικίνδυνο είναι το σημείο που οι πλάκα έρχεται σε επαφή με τις κατακόρυφες κολώνες της κατασκευής. Σε αυτά τα σημεία υπάρχει η πιθανότητα η κολώνα να "τρυπήσει" την πλάκα και να πέσει. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται διάτρηση και είναι πιθανό να συμβεί σε πλάκες μικρού πάχους (περί τα 20 εκατοστά) που έχουν "ταλαιπωρηθεί" από την κατάρρευση, ειδικά εάν αυτές φορτίζονται με πρόσθετο βάρος μπάζων και ερειπίων (Σχήμα 6-43).



Σημάδια που υποδεικνύουν πιθανότητα διάτρησης είναι οι ρωγμές στο κάτω μέρος της πλάκας, οι οποίες αναπτύσσονται περιμετρικά της κολώνας σε μορφή δενδροειδή μορφή, δηλαδή σαν κλαδιά δέντρου (Σχήμα 6-44).

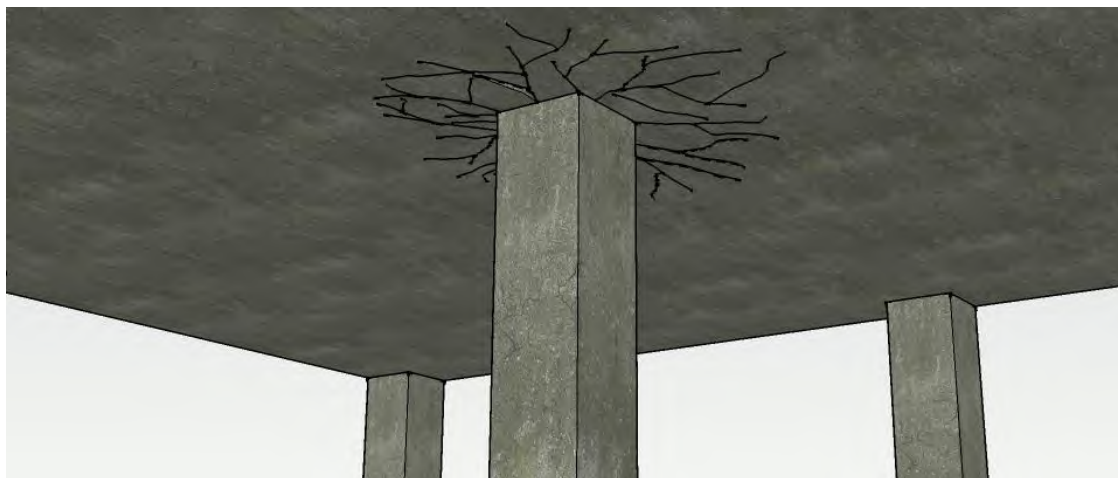


Αντίστοιχα στο επάνω μέρος της πλάκας, εμφανίζονται αντίστοιχες ρωγμές ενώ στο τελευταίο στάδιο εμφανίζεται περιμετρικά της κολώνας αποκόλληση της επιφανειακής στρώσης σκυροδέματος, λόγω της μετακίνησης της πλάκας προς τα κάτω. Αυτή η αποκόλληση μοιάζει σαν να έχει "φουσκώσει" το μπετόν και είναι χαρακτηριστική σε τέτοιου είδους αστοχίες.

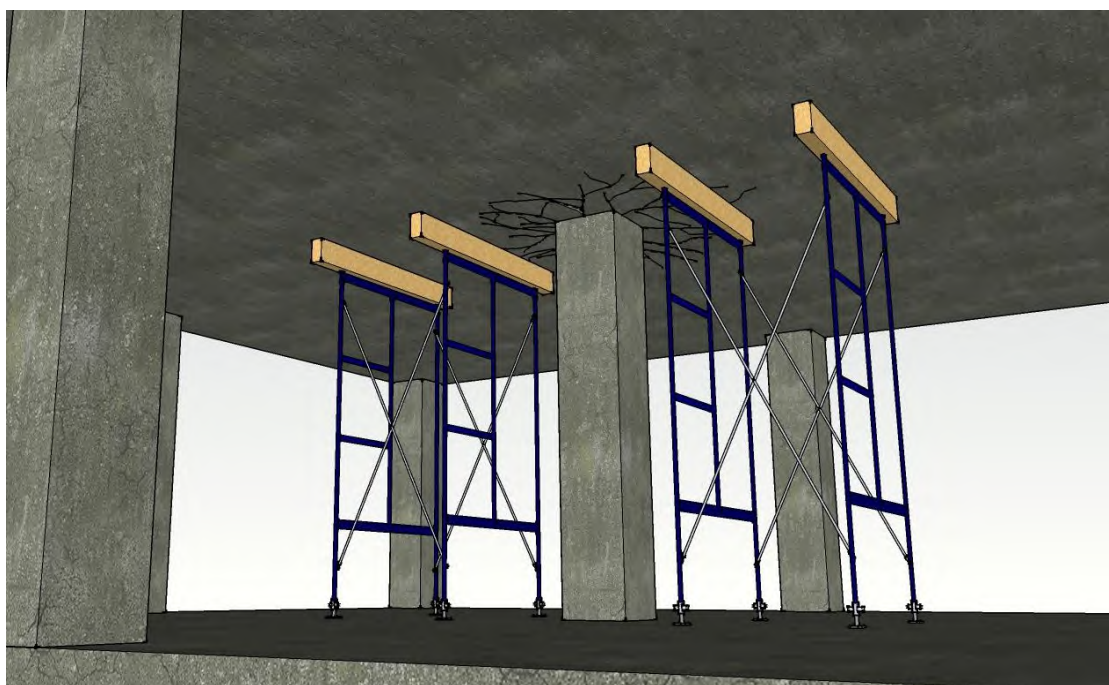
Στην περίπτωση λοιπόν που παρατηρηθούν τέτοια σημάδια, είναι αναγκαίο να υποστυλωθεί η πλάκα με κατακόρυφα υποστυλώματα, ώστε να μην επιτραπεί η πτώση της. Τα υποστυλώματα πρέπει να τοποθετούνται περιμετρικά της κολώνας και είναι προτιμητέο να χρησιμοποιούνται συστήματα υποστύλωσης μεγάλου εύρους,

Σχήμα 6-43. Διάτρηση πλάκας σε θέση που αυτή συναντά κολώνα.

όπως μεταλλικά ικριώματα, ώστε να καλύπτεται όσο δυνατόν μεγαλύτερη περιοχή και να παραλαμβάνονται όσον το δυνατό μεγαλύτερες δυνάμεις από την υποστύλωση (Σχήμα 6-45).



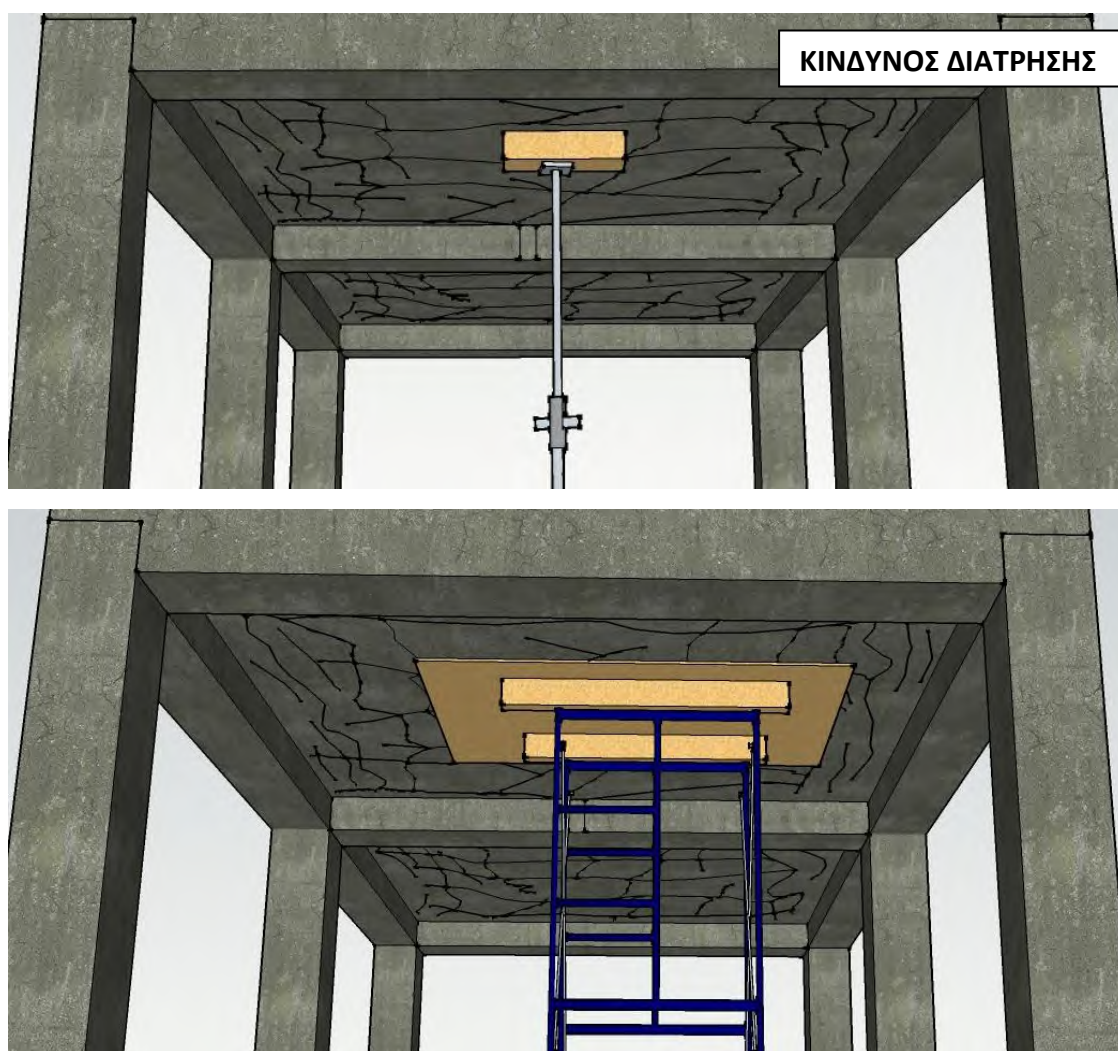
Σχήμα 6-44. Σχηματική απεικόνιση των ρωγμών, στο κάτω μέρος της πλάκας, που προειδοποιούν για πιθανή διάτρηση.



Σχήμα 6-45. Υποστύλωση πλάκας με μεταλλικά ικριώματα για αποφυγή διάτρησης.

Στις περιπτώσεις που μια πλάκα είναι εξαιρετικά σπασμένη και απαιτείται υποστήλωσή της, θα πρέπει να αποφεύγουμε να τοποθετούμε μεμονωμένα υποστυλώματα, γιατί με αυτό τον τρόπο μπορεί να δημιουργήσουμε εμείς, άθελά μας, συνθήκες που θα οδηγήσουν σε διάτρηση της πλάκας από την υποστήλωση.

Εκεί θα πρέπει είτε να χρησιμοποιούνται συστήματα υποστήλωσης μεγάλου εύρους, όπως ικριώματα ή τακαρίες ενώ είναι επιθυμητό να τοποθετείται στην κεφαλή της υποστήλωσης ένα μεγάλο κομμάτι κόντρα πλακέ ή λαμαρίνας, το οποίο εξασφαλίζει πως η υποστήλωση θα εφαρμόζεται σε όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιφάνεια πλάκας, μειώνοντας τον κίνδυνο διάτρησης (Σχήμα 6-46).



Σχήμα 6-46. Μη ενδεδειγμένος (επάνω) και προτιμητέος (κάτω) τρόπος υποστήλωσης έντονα σπασμένης πλάκας.

6.9.4 Περιορισμένοι χώροι

Σε κάποιες περιπτώσεις, εντός της διαδρομής διείσδυσης χρειάζεται οι διασώστες να εισέλθουν εντός κενού πολύ μικρού εύρους, το οποίο μπορεί να είναι τόσο όσο το κενό που αφήνουν δύο πλάκες που συγκρατούνται σε απόσταση από ένα δοκάρι (δηλαδή έως και 50 εκατοστά).

Τέτοιου είδους κενά σχηματίζονται από τις πλάκες δύο διαδοχικών ορόφων, όταν οι κολώνες μεταξύ τους έχουν καταρρεύσει πλήρως. Η πλήρης υποστύλωσή τέτοιων κενών είναι αδύνατη γιατί στις περισσότερες περιπτώσεις είναι τόσο μικρά, που δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση συστημάτων ή εργαλείων υποστύλωσης, όπως μεταλλικές βίδες, ικριώματα ή ξύλινες δοκούς, ενώ δεν υπάρχει και ευκολία κίνησης εντός τέτοιου χώρου, γεγονός που δυσκολεύει ακόμα περισσότερο την προσπάθεια εξασφάλισης του κενού. Ακόμα και να μην υπήρχαν οι παραπάνω αρνητικές συνθήκες, η πλήρης υποστύλωση μιας πλάκας θα απαιτούσε υποστυλώσεις μεγάλης έκτασης καθώς και πρόσβαση στις δοκούς, που σε αυτή την περίπτωση συνήθως δεν υπάρχει.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, μια επιλογή είναι η τοποθέτηση τακαρίας, σε διάφορα τμήματα κατά μήκος της διαδρομής διείσδυσης, όχι τόσο για να υποστυλώσουμε την πλάκα, αλλά περισσότερο για να συγκρατήσουμε τμήματα της πλάκας από ολική κατάρρευση κυρίως στο τμήμα από το οποίο διέρχεται η διαδρομή, ειδικά αν η πλάκα σπάσει και αποσπαστεί από τα δοκάρια που την συγκρατούν.

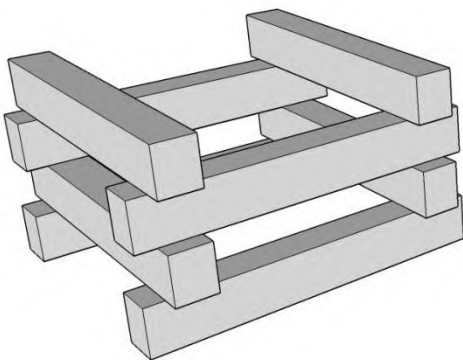
Οι τακαρίες μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν μέσα σε ένα κενό, γιατί αποτελούνται από μικρές ξύλινες δοκούς που μπορούν εύκολα να εισχωρήσουν στο περιορισμό χώρο, ενώ η τοποθέτησή τους προϋποθέτει την στοίβαξή τους, εργασία που δεν απαιτεί πολλές κινήσεις ή ελευθερία χώρου.



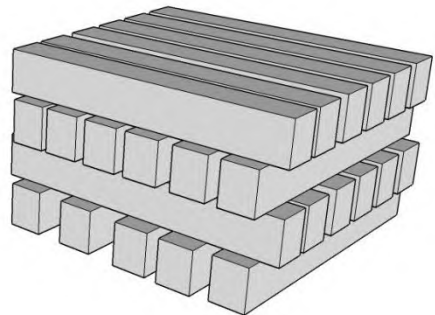
Φωτογραφία 6-16. Παράδειγμα υποστήλωσης περιορισμένου χώρου με χρήση τακαρίας. (πηγή: NASA Ames Research Center - Disaster Assistance and Rescue Team (DART)/ <http://dart.arc.nasa.gov>)

Οι τακαρίες θα πρέπει να κατασκευάζονται πυκνά, δηλαδή με τον μέγιστο δυνατό αριθμό δοκαριών ανά σειρά, ώστε να έχει μεγάλη αντοχή αλλά και μεγάλη ευστάθεια. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η τυπική διάταξη τακαρίας με δύο δοκάρια ανά σειρά δεν επαρκεί.

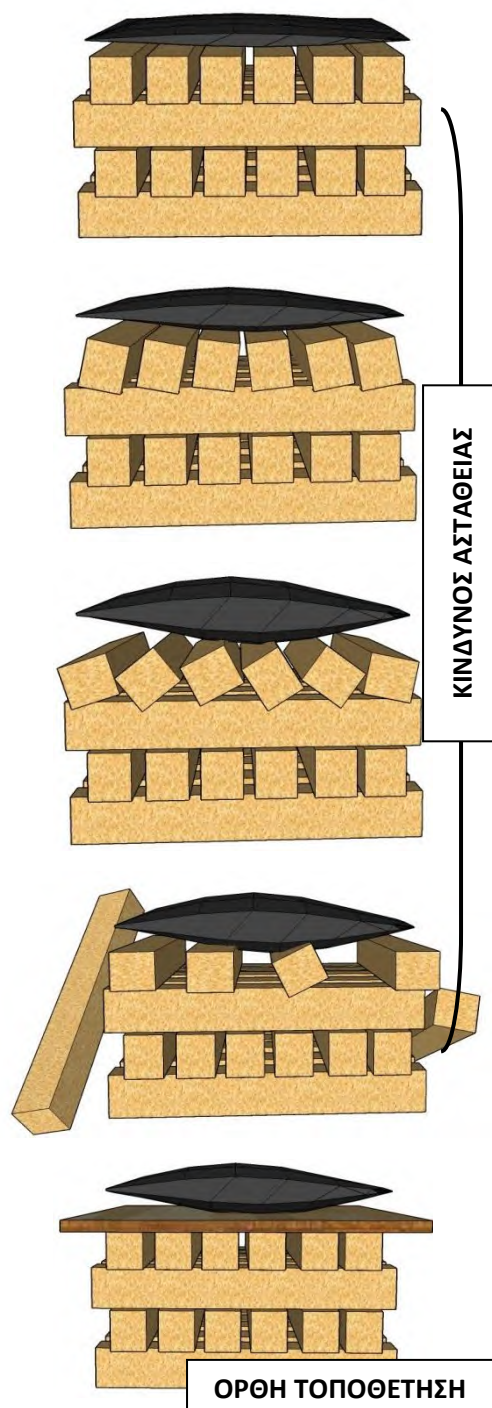
ΑΝΕΠΑΡΚΕΣ



ΑΣΦΑΛΕΣΤΕΡΟ



Σχήμα 6-47. Στις περιπτώσεις τοποθέτησης τακαρίας εντός μικρών κενών επιλέγεται η τοποθέτηση “πυκνής” τακαρίας, δηλαδή με μεγάλο αριθμό δοκών ανά σειρά (δεξιά).



Σχήμα 6-48. Εάν το μαξιλάρι τοποθετηθεί σε επαφή με τις δοκούς της τακαρίας υπάρχει κίνδυνος ανατροπής των δοκών και αστάθειας.

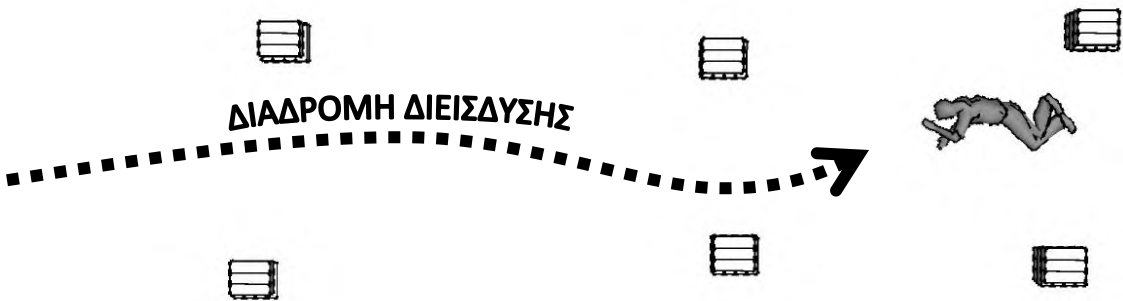
Πρόβλημα αποτελεί η **σωστή σφήνωσή τους**, αφού γιατί η τυπική διαδικασία σφήνωσης, με χρήση δηλαδή κεκλιμένων ξύλινων σφηνών και εκατέρωθεν κρούση τους ώστε αυτές να σφηνώσουν την τακαρία, δεν είναι δυνατή λόγω αδυναμίας χρήσης σφυριού και ανικανότητας κρούσης εξαιτίας του περιορισμένου χώρου.

Για αυτό τον λόγο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν **διασωστικά μαξιλάρια**, τα οποία τοποθετούνται στο πάνω μέρος της τακαρίας, μεταξύ αυτής και της πλάκας, και φουσκώνονται σε τέτοιο βαθμό ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή σφήνωση. Εδώ θα πρέπει να προσεχθούν δύο πράγματα. Το πρώτο είναι πως το μαξιλάρι θα είναι καλό να μην τοποθετείται απευθείας επί των δοκών της τακαρίας, αφού αυτές μπορεί σε κάποια γωνία τους να "κλωστήσουν" από τη πίεση του μαξιλαριού. Γι'αυτό επιλέγεται μεταξύ των δοκών της τακαρίας και του μαξιλαριού να μπει ένα λεπτό κομμάτι κόντρα πλακέ, το οποίο θα επιτρέψει την ομοιόμορφη πίεση από το μαξιλάρι και την σωστή σφήνωση (Σχήμα 6-48).

Το άλλο πρόβλημα που προκύπτει από την χρήση διασωστικών μαξιλαριών είναι πως λόγω της λειτουργίας τους με αέρα, υπάρχει πιθανότητα να εμφανίζεται μια πολύ μικρή διαρροή, που συνήθως δεν είναι αντιληπτή και δεν επηρεάζει τη λειτουργία τους, αλλά στην συγκεκριμένη περίπτωση, που η επιχείρηση μπορεί να διαρκέσει πολλές ώρες μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της σφήνωσης. Γι' αυτό το λόγω, σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η ανωτέρω μεθοδολογία, τα μαξιλάρια θα πρέπει να ελέγχονται πολύ συχνότερα από τον

προβλεπόμενο χρόνο των δώδεκα ωρών και σε περίπτωση που υπάρχει απώλεια σφήνωσης να ξαναφουσκώνονται.

Οι τακαρίες είναι επιθυμητό να τοποθετούνται επί της διαδρομής διείδυσης ανά διαστήματα περίπου 3 μέτρων, ενώ εάν είναι δυνατό θα πρέπει να μπαίνουν εκατέρωθεν της διαδρομής (δεξιά και αριστερά αυτής) ώστε σε περίπτωση αστοχίας των πλακών, να μπορέσουν να συγκρατήσουν τμήματα της πλάκας από την πλήρη κατάρρευση (Σχήμα 6-49).



Σχήμα 6-49. Τοποθέτηση υποστυλώσεων τακαρίας εκατέρωθεν της διαδρομής διείδυσης ανά τακτά διαστήματα.

6.9.5 Υποστύλωση κεκλιμένων πλακών

Η υποστύλωση κεκλιμένων πλακών είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη και δύσκολη διαδικασία και δεν μπορεί να δοθούν μία ή δύο λύσεις που θα μπορούν να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση. Η συγκεκριμένη εργασία πέραν της δυσκολίας της είναι και αρκετά επικίνδυνη, αφού η πλάκα είναι από την κατασκευή της ένα δομικό στοιχείο μεγάλου μεγέθους, που η πλήρης εξασφάλισή του είναι πρακτικά αδύνατη, πόσο μάλλον εάν φανταστούμε την περίπτωση που αυτή είναι κεκλιμένη.

Συγκεκριμένα για να θεωρηθεί πως μια πλάκα είναι κεκλιμένη, αυτή θα πρέπει να έχει μία κλίση πάνω από 5% από την οριζόντιο. Από αυτή την κλίση και πάνω η πλάκα λαμβάνεται ως κεκλιμένη και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με χρήση συστημάτων υποστύλωσης εξειδικευμένων για χρήση σε αυτές τις περιπτώσεις, οι οποίες παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3.

Σημαντικό σαν πρώτο βήμα είναι η εκτίμηση της κινητικότητας της πλάκας, δηλαδή το να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε εάν αυτή έχει την δυνατότητα να μετακινηθεί ή εάν είναι δεσμευμένη είτε λόγω σύνδεσής της με την υπόλοιπη κατασκευή είτε λόγω σφήνωσής της στη βάση της από μπάζα και άλλα υλικά.

Σε περίπτωση που η κεκλιμένη πλάκα δεν είναι ελεύθερη να μετακινηθεί κύρια προτεραιότητα κατά την υποστύλωση είναι η παραλαβή του βάρους της και των υπόλοιπων κατακόρυφων δυνάμεων. Αντίθετα στις περιπτώσεις που η πλάκα δεν συνδέεται και δεν συγκρατείται από κάπου θα πρέπει πέρα από την παραλαβή των κατακόρυφων δυνάμεων (βάρους) η υποστύλωση να λειτουργήσει και σαν "φρένο" αξιοποιώντας την τριβή, ώστε να αποτραπεί και η ολίσθηση της πλάκας.

Σε κάθε μία από της παρακάτω περιπτώσεις επιλέγουμε και ανάλογο τύπο υποστύλωσης με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Όπως είδαμε για τις περιπτώσεις που η πλάκα είναι δεσμευμένη επιλέγεται η κεκλιμένη υποστύλωση τύπου 1 (Κεφάλαιο 3.1) ενώ αντίστοιχα στις περιπτώσεις που η πλάκα είναι ελεύθερη επιλέγουμε την κεκλιμένη υποστύλωση τύπου 2 (Κεφάλαιο 3.2) που προσφέρει και τριβή στο σύστημα.

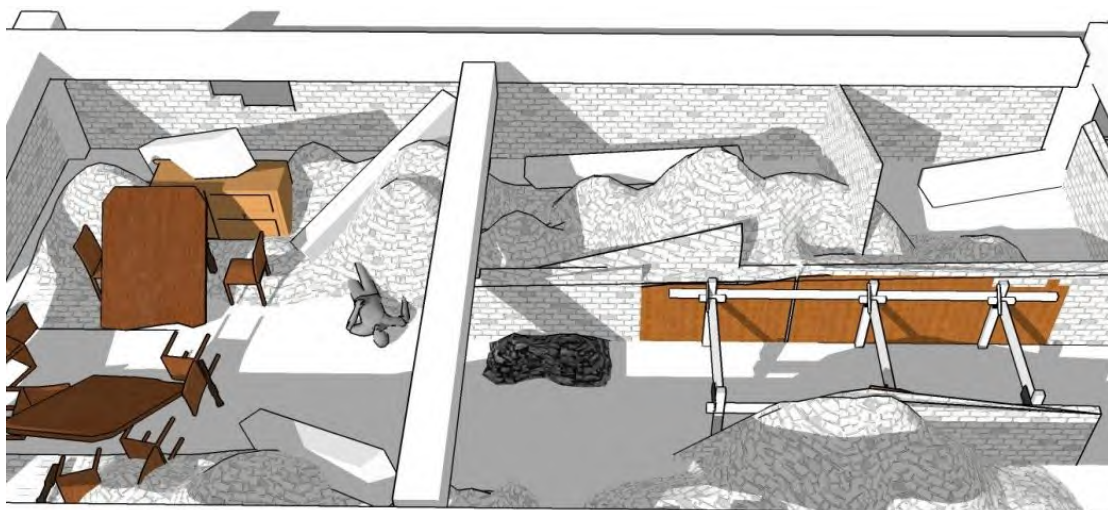
Πρώτη προτεραιότητα πάντα τίθεται η κατασκευή κεκλιμένων υποστυλώσεων τύπου τακαρίας η οποία είναι σαφώς ευκολότερη και γρηγορότερη στην κατασκευή της.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, σε αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορούν να δοθούν συγκεκριμένες οδηγίες, αφού η κάθε περίπτωση διαφέρει. Αν θέλουμε να προσδιορίσουμε όμως κάποιες επιθυμητές πρακτικές, μπορούμε να πούμε πως είναι επιθυμητό οι υποστυλώσεις κεκλιμένων πλακών να τοποθετούνται κάθετα στις δοκούς τις πλάκας, γιατί έτσι παραλαμβάνονται καλύτερα τα φορτία της, ενώ μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην σωστή σύνδεση της κεκλιμένης πλάκας και της υποστύλωσης αλλά και στη σταθεροποίηση αυτής από οριζόντιες και κατακόρυφες δυνάμεις.

6.9.6 Αντιστήριξη τοίχων ή μπάζων κατά τη διαδρομή

Εντός της διαδρομής διείσδυσης και εκατέρωθεν αυτής, συχνά συναντώνται τοίχοι με μικρότερες ή μεγαλύτερες αστοχίες, καθώς και συγκεντρωμένα μπάζα, στοιχεία τα οποία μπορούν δυνητικά να πέσουν εντός της διαδρομής, να την φράξουν ή ακόμα και καταπλακώσουν τους διασώστες ή τους εγκλωβισμένους.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, όταν είναι δυνατό, μπορεί να τοποθετηθούν αντιστηρίξεις, είτε με κεκλιμένες είτε με οριζόντιες αντηρίδες, ώστε να κρατήσουν τα επικίνδυνα στοιχεία, σε περίπτωση μετακίνησης. Συγκεκριμένες οδηγίες για μια τέτοια αντιστήριξη δεν μπορούν και δεν είναι θεμιτό να δοθούν, αφού η επιτόπου κατάσταση και οι συνθήκες θα καθορίζουν την δυνατότητα και τον τρόπο αντιστήριξης (Σχήμα 6-50).



Σχήμα 6-50. Χρήση οριζόντιων αντηρίδων για αντιστήριξη τμήματος σπασμένου τοίχου, ώστε να αποφευχθεί η κατάρρευσή του εντός της διαδρομής διείσδυσης.

Τέτοια προβλήματα, μπορεί να αντιμετωπιστούν σε καταρρεύσεις κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, δηλαδή που το σύνολο της κατασκευής είναι από λίθους (τεχνητούς ή φυσικούς), οι οποίες δημιουργούν μεγάλη ποσότητα μπάζων μικρού μεγέθους. Τέτοιες κατασκευές συναντώνται συνήθως σε παραδοσιακούς οικισμούς ή σε περιοχές που τα κτίρια είναι μεγάλης ηλικίας, στη χώρα μας κυρίως προ του 1950 και σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Τέλος πέρα από την εισροή μπάζων στη διαδρομή διείσδυσης από συγκεντρωμένα υλικά εκατέρωθεν αυτής, υπάρχει και η περίπτωση της **δημιουργίας φαινομένου κατάρρευσης καμινάδας**, από υλικά που έχουν συγκεντρωθεί σε υψηλότερο επίπεδο. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται σε περιπτώσεις διείσδυσης μεταξύ δύο πλακών, όπου στην πάνω πλάκα έχουν μαζευτεί πολλά υλικά μικρού μεγέθους. Αυτά σε κάποιο άνοιγμα μπορεί να εισέρχονται εντός της διαδρομής και στην προσπάθεια αφαίρεσης τους να μεταβληθεί η ισορροπία τους και να εισέλθει μεγάλη ποσότητα αυτών εντός του επιπέδου που πραγματοποιείται η επιχείρηση.

6.10 Σφήνωση ασταθών κομματιών

Ένα πεδίο κατάρρευσης μπορεί να έχει διατηρήσει βασικά του δομικά στοιχεία, όπως πλάκες, κολώνες και δοκάρια, σε αkéραιο κατάσταση, δημιουργώντας έτσι διακριτούς χώρους εντός αυτού. Υπάρχει όμως και η περίπτωση τμήματα αυτών των στοιχείων και κυρίως των κολωνών και των δοκαριών, να σπάσουν και να βρίσκονται εντός του πεδίου σε ασταθή κατάσταση.

Το πρόβλημα που δημιουργείται είναι πως η απομάκρυνση τέτοιου μεγέθους τεμαχίων είναι συχνά αδύνατη ενώ η διαχείρισή τους, όπως το σπάσιμό και το κόψιμό τους λόγω της αστάθειας που παρουσιάζουν εγκυμονεί πολλούς κινδύνους για την επιχείρηση, αφού ανά πάσα στιγμή μπορεί να μεταβληθεί αυτή η ευαίσθητη ισορροπία και να προκληθεί κατάρρευση.

Η πιο ενδεδειγμένη μέθοδος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος είναι η αύξηση της ευστάθειας αυτών των στοιχείων μέσω σφήνωσης. Συγκεκριμένα προσπαθούμε να ανιχνεύουμε, στο βαθμό που μπορούμε, την στατική λειτουργία τέτοιων όγκων και με χρήση ξύλινων σφηνών, να "κουμπώσουμε" καλύτερα τα στοιχεία μεταξύ τους, κάνοντας το σύνολο του όγκου πιο σταθερό επιτρέποντάς έτσι την συνέχιση των εργασιών έρευνας και διάσωσης σε λίγο υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας.

Η συγκεκριμένη εργασία είναι αρκετά πολύπλοκη στο αρχικό της στάδιο, στην εκτίμηση δηλαδή του τρόπου με τον οποίο τα τμήματα του όγκου λειτουργούν μεταξύ τους, ώστε να επιλεγεί ο σωστός τρόπος σφήνωσης. Για αυτό το λόγω η εκτίμηση αυτή θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο μηχανικό, συνεπώς δεν κρίνεται σκόπιμο στα πλαίσια του παρόντος συγγράμματος να δοθούν περισσότερες λεπτομέρειες ή οδηγίες προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.

7

Υποστυλώσεις - Αντιστηρίξεις ανάλογα μορφή κατάρρευσης

Όπως προαναφέρθηκε, σημαντικό ρόλο σε μια επιχείρηση έρευνας και διάσωσης και συνεπώς στην επιχείρηση υποστυλώσεων και αντιστηρίξεων ενός πεδίου κατάρρευσης παίζει η μορφή κατάρρευσης της κατασκευής. Ανά περίπτωση υπάρχουν και συγκεκριμένα σημεία, στα οποία θα πρέπει να δοθεί έμφαση, αφού αυτά επηρεάζουν την συνολική ευστάθεια του κτιρίου.

Αυτά τα συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος θα παρουσιαστούν παρακάτω, ενώ θα πρέπει να επισημανθεί πως αυτά δεν αναιρούν τις γενικές αρχές μεθοδολογίας υποστηρίξεων και τις οδηγίες εφαρμογής τους, που παρουσιάστηκαν παραπάνω, οι οποίες θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση.

7.1 Μορφή κατάρρευσης

Τα κτίρια μετά από ένα σεισμό μπορεί να ανταπεξέλθουν επαρκώς στις δυνάμεις του σεισμού μπορεί όμως και να μην τε καταφέρουν. Όταν οι βλάβες στην κατασκευή είναι εκτενείς και επηρεάσουν την στατική λειτουργία της επέρχεται κατάρρευση τμήματος της κατασκευής ή και ολική κατάρρευση της. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις τυπικές μορφές κατάρρευσης, οι οποίες παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην επιχείρηση.

Οι τυπικές μορφές κατάρρευσης μιας κατασκευής είναι:

- Κατάρρευση τύπου V
- Κατάρρευση τύπου A
- Κεκλιμένη κατάρρευση
- Κατάρρευση προβόλου
- Κατάρρευση τύπου “τηγανίτας” (pancake)

7.2 Κατάρρευση τύπου V

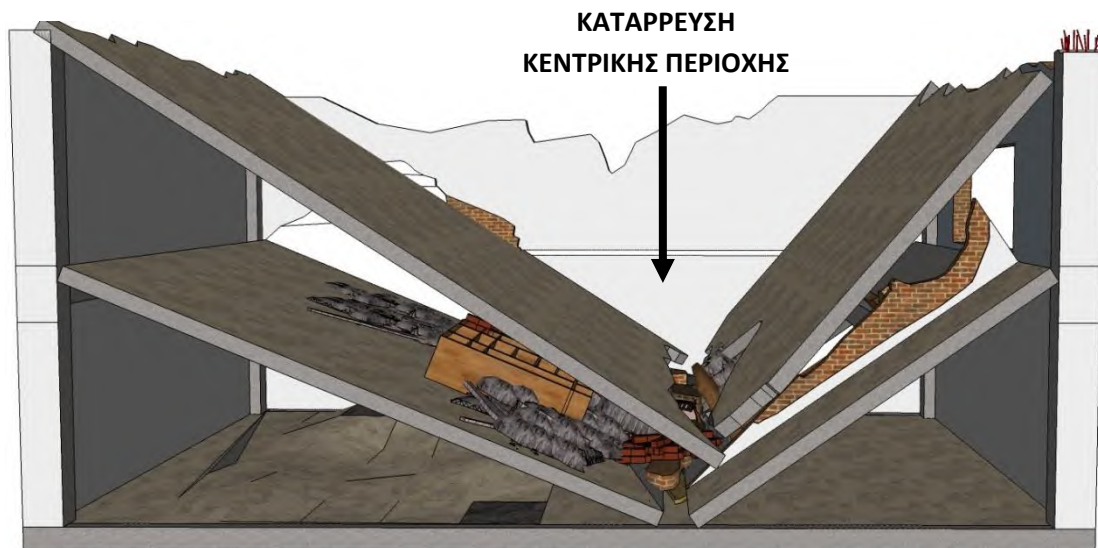
Κατάρρευση τύπου V παρουσιάζεται όταν οι κεντρικές στηρίξεις των ορόφων αστοχούν ενώ οι περιμετρικές αντέχουν, με αποτέλεσμα το δάπεδο του υπερκείμενου ορόφου να υποχωρήσει και να σπάσει στην μέση. Ο τύπος αυτός κατάρρευσης θεωρείται σχετικά ασταθής και μια νέα κατάρρευση είναι πιθανή.



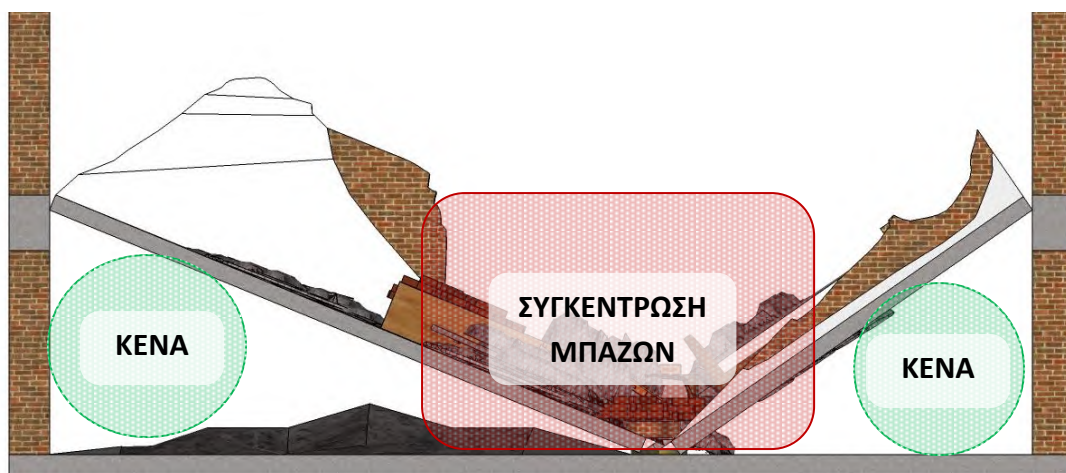
Σχήμα 7-1. Κατάρρευση τύπου V.

Σε περιπτώσεις τέτοιου τύπου κατάρρευσης, δημιουργούνται κενά εκατέρωθεν του δημιουργούμενου V στα οποία υπάρχει πιθανότητα να υπάρχουν εγκλωβισμένοι. Τα κενά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως διαδρομές διείσδυσης για την προσέγγιση εγκλωβισμένων και σε άλλους χώρους της κατασκευής.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας πως τα ερείπια του υπερκείμενου ορόφου, λόγω βαρύτητας, τείνουν να συγκεντρωθούν προς το εσωτερικό του V, οπότε εκεί υπάρχει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή. Ακόμα υπάρχει η πιθανότητα, σπασμένοι σωλήνες ύδρευσης του υπερκείμενου ορόφου να διαρρέουν νερό το οποίο συγκεντρωμένο προς το εσωτερικό του V να μεταφέρεται στον κάτω όροφο που αναπτύσσεται η επιχείρηση και να δημιουργεί προβλήματα στη διάσωση.



Σχήμα 7-2. Κατάρρευση τύπου V.

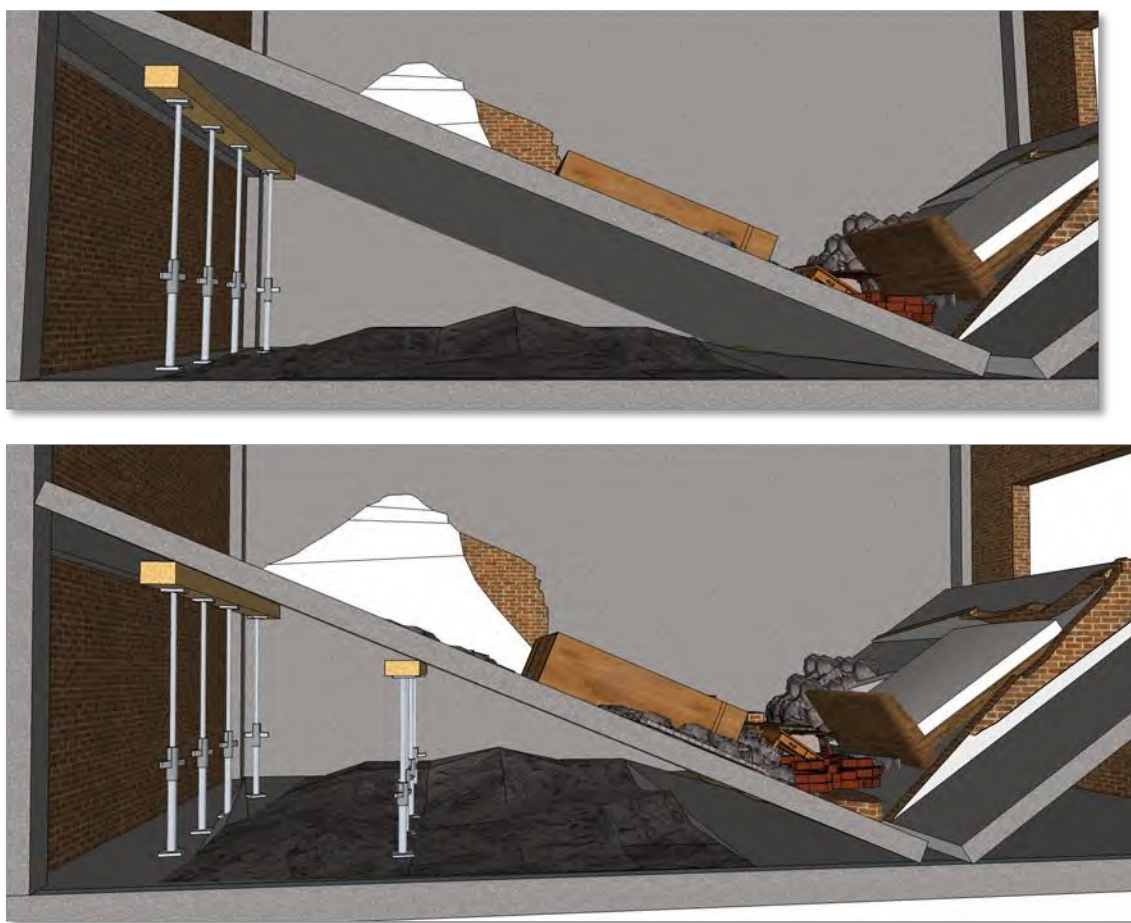


Σχήμα 7-3. Κενά και συγκέντρωση μπάζων, σε κατάρρευση τύπου V.

Σε αυτές τις περιπτώσεις κατάρρευσης, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις υπερκείμενες κεκλιμένες πλάκες, κάτω από τις οποίες υπάρχει πιθανότητα να βρεθούν εγκλωβισμένοι και να εκτελείται συνεπώς το μεγαλύτερο κομμάτι της διαδρομής επιχείρησης. Οι πλάκες αυτές καταπονούνται πολύ στις στηρίξεις τους, δηλαδή στο υψηλότερο τμήμα τους, καθώς και χαμηλότερα λόγω της συγκέντρωσης μεγάλου βάρους από τα ερείπια.

Έτσι τα κυριότερα σημεία που θα πρέπει να υποστυλώνονται είναι οι ανώτερες και οι κατώτερες περιοχές τις πλάκας, ώστε μεν τα ανώτερα τμήματα να προστατεύονται από πιθανή αποκόλληση (Φωτογραφία 7-1) και δε τα κατώτερα να εξασφαλίζεται ότι δεν θα αστοχήσουν από το βάρος των υλικών.

Οι πλάκες, εξασφαλίζονται στα ανώτερα τμήματά τους με τοποθέτηση κατακόρυφων υποστυλώσεων, σε όλο το εύρος στήριξης της πλάκας και όσο πιο κοντά στη σύνδεση πλάκας-δοκαριού είναι δυνατό. Με αυτή τη διάταξη, εξασφαλίζεται ως ένα βαθμό πως σε περίπτωση που οι πλάκες αποκολληθούν πλήρως από το δοκάρι, δεν θα πέσουν αλλά θα συγκρατηθούν από τις υποστυλώσεις. Σε περίπτωση που η κεκλιμένη πλάκα έχει πολύ μεγάλο άνοιγμα, μπορεί να τοποθετηθεί και ενδιάμεσα μια σειρά υποστυλώσεων, ώστε να ανακουφίσει περαιτέρω την πλάκα (Σχήμα 7-4).

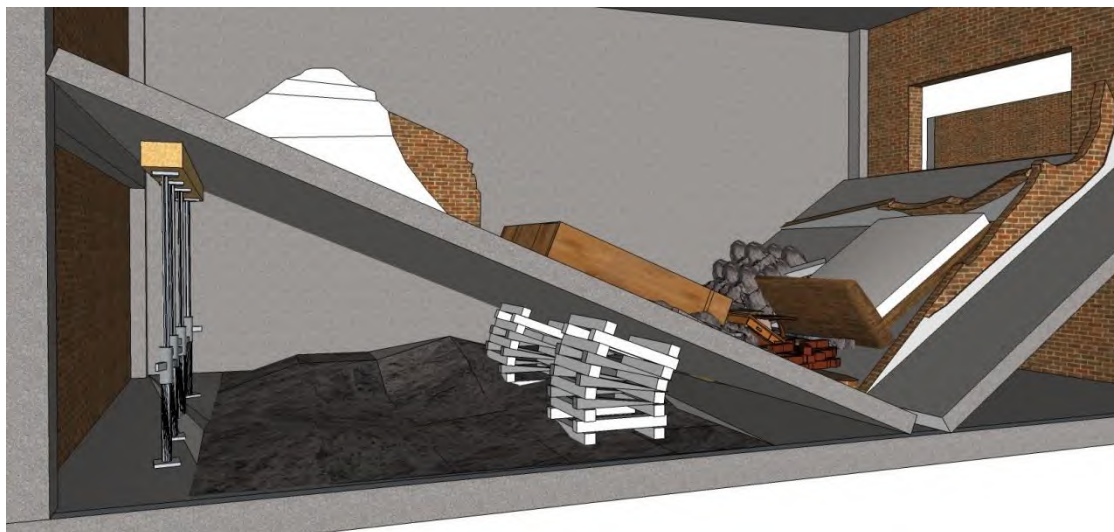


Σχήμα 7-4. Υποστήλωση υπερκείμενης πλάκας στη στήριξής της με το δοκάρι (επάνω) καθώς και στο μέσο του ανοίγματός της, αν αυτό απαιτείται (κάτω).



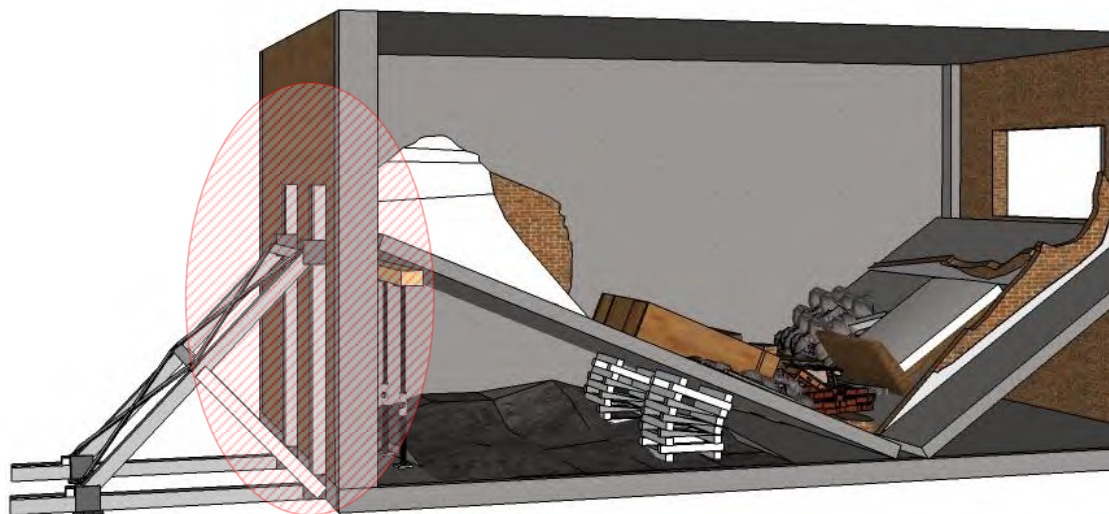
Φωτογραφία 7-1. Σημείο στήριξης πλάκας-δοκαριού, σε περίπτωση κατάρρευσης τύπου V. Στην συγκεκριμένη φωτογραφία είναι εμφανής η εκτεταμένη βλάβη της πλάκας στη στήριξή της με το δοκάρι και συνεπώς η ανάγκη υποστύλωσής της. (2010, Σεισμός Αϊτής, πηγή: State Archives of Florida, Florida Memory, Miami-Dade Fire Rescue.- FL-TF₁.)

Τα χαμηλότερα σημεία της πλάκας, τα οποία συχνά είναι αρκετά σπασμένα από την κατάρρευση των κολωνών, πρέπει να υποστυλώνονται με χρήση κατακόρυφων υποστυλώσεων μεγάλου εύρους, όπως με χρήση ξύλινων κατακόρυφων συστημάτων κεκλιμένης επιφάνειας (Κεφάλαιο 3) είτε με χρήση κεκλιμένης τακαρίας (Κεφάλαιο 3.3), όπως, ενδεικτικά, παρουσιάζεται στο Σχήμα 7-5 που ακολουθεί.



Σχήμα 7-5. Υποστύλωση των χαμηλότερων τμημάτων της πλάκας με χρήση κεκλιμένης τακαρίας.

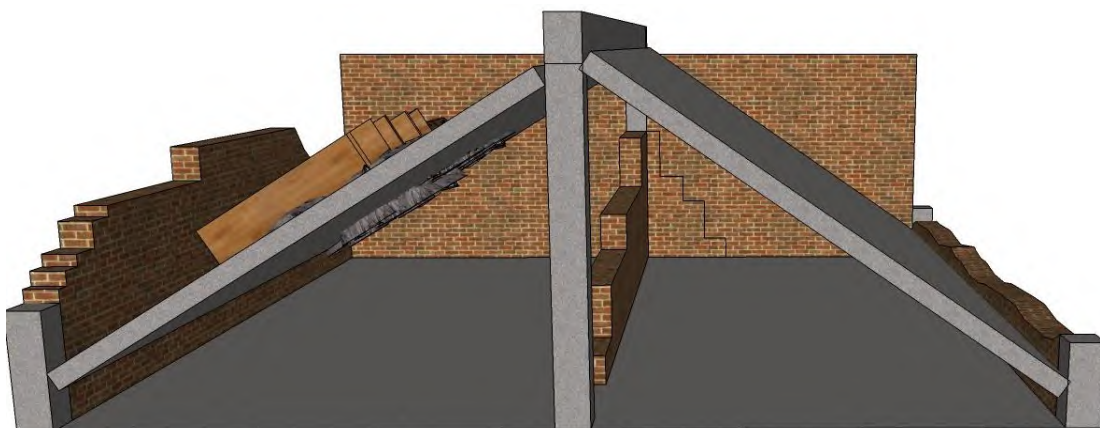
Τέλος δεν πρέπει να ξεχνάμε πως οι τοίχοι που κρατούν τις πλάκες θα πρέπει να εξασφαλίζονται, ειδικά στις περιπτώσεις που το κτίριο δεν είναι πλευρικά περιορισμένο από άλλα κτίρια δίπλα του, ώστε να μην πέσουν προς τα έξω, επιτρέποντας στις πλάκες να κλείσουν τα κενά διάσωσης. Η εξασφάλιση των τοίχων γίνεται με τις κλασσικές μεθόδους αντιστήριξης που παρουσιάστηκαν παραπάνω (Κεφάλαιο 6.3), ακολουθώντας τις οδηγίες και τις υποδείξεις που έχουν επισημανθεί, κατά περίπτωση (Σχήμα 7-6).



Σχήμα 7-6. Αντιστήριξη των εξωτερικών τοίχων, στους οποίους στηρίζονται οι πλάκες.

7.3 Κατάρρευση τύπου Α

Στην κατάρρευση τύπου Α έχουμε την απώλεια των εξωτερικών κολωνών της κατασκευής και την διατήρηση των κεντρικών, με αποτέλεσμα οι πλάκες να καταρρέουν κεκλιμένα προς την εξωτερική πλευρά, δημιουργώντας έτσι μια ανάστροφη εικόνα από την περίπτωση κατάρρευσης τύπου V, που μοιάζει με Α.

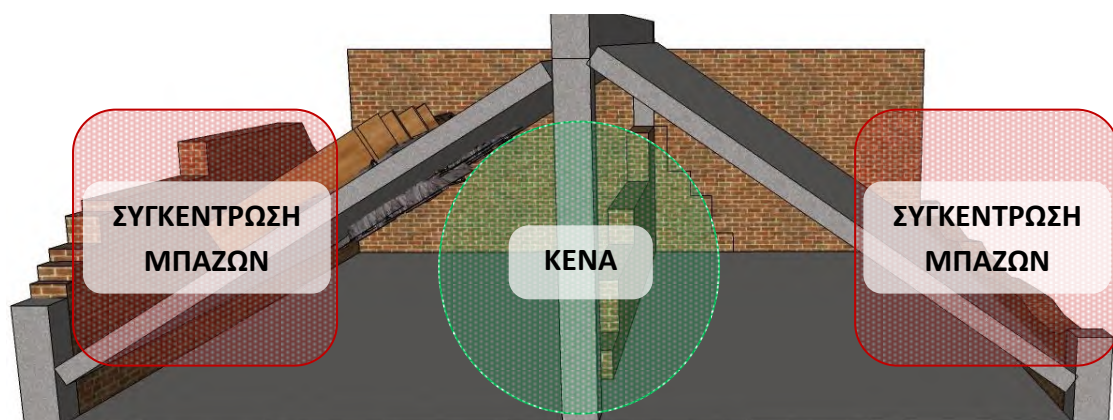


Σχήμα 7-7. Κατάρρευση τύπου Α.

Εδώ τα κενά δημιουργούνται στο κέντρο της κατασκευής, όπου υπάρχει και η στήριξη, από όπου και θα πραγματοποιηθεί η επιχείρηση προσέγγισης και διάσωσης των εγκλωβισμένων.

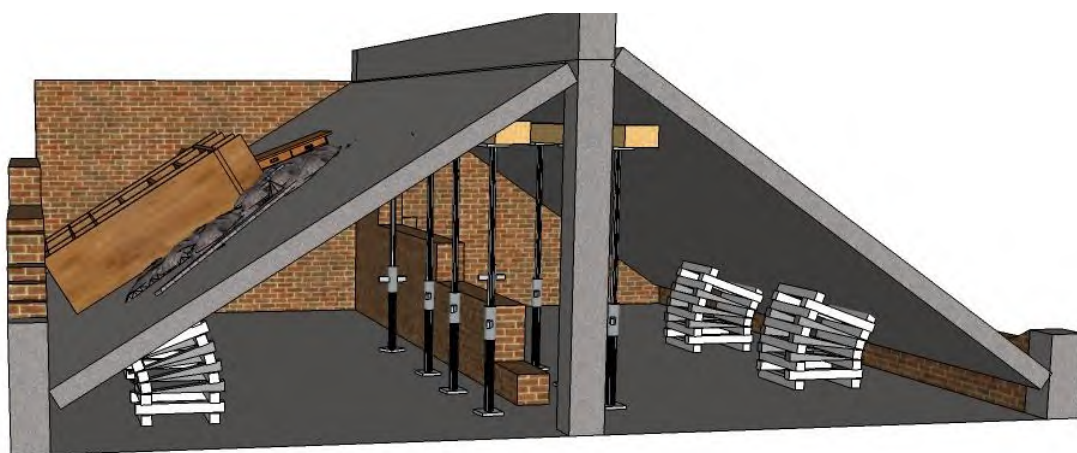
Χαρακτηριστικά αυτής της μορφής κατάρρευσης είναι η συγκέντρωση μεγάλων βαρών στις εξωτερικές πλευρές της κατασκευής και αντίστοιχα η ανάγκη υποστήριξης των υπερκείμενων πλακών στις κεντρικές στηρίξεις, για αποφυγή ολικής κατάρρευσης.

Σε αυτές τις περιοχές θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να είναι καλά υποστυλωμένες και να μην αστοχήσουν κατά την διάρκεια της επιχείρησης και οδηγήσουν σε περαιτέρω κατάρρευση και κλείσιμο των κενών.



Σχήμα 7-8. Κενά και συγκέντρωση μπάζων, σε κατάρρευση τύπου Α.

Κατ' αντιστοιχία με την κατάρρευση τύπου V, στην περίπτωση κατάρρευσης τύπου Α θα πρέπει να υποστυλώνονται οι πλάκες κοντά στις περιοχές της κεντρικής στήριξης, ενώ θα πρέπει ακόμα να υποστυλώνονται τα χαμηλότερα τους σημεία, ώστε να αντέξουν το πρόσθετο βάρος των ερειπίων που συγκεντρώνονται επί αυτών (Σχήμα 7-9).

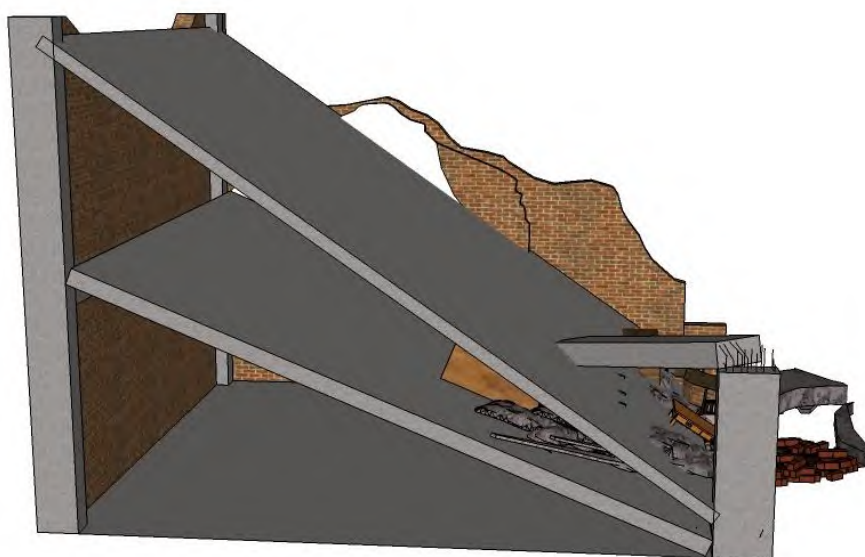


Σχήμα 7-9. Υποστύλωση των ανώτερων και κατώτερων τμημάτων της πλάκας.

7.4 Κεκλιμένη κατάρρευση

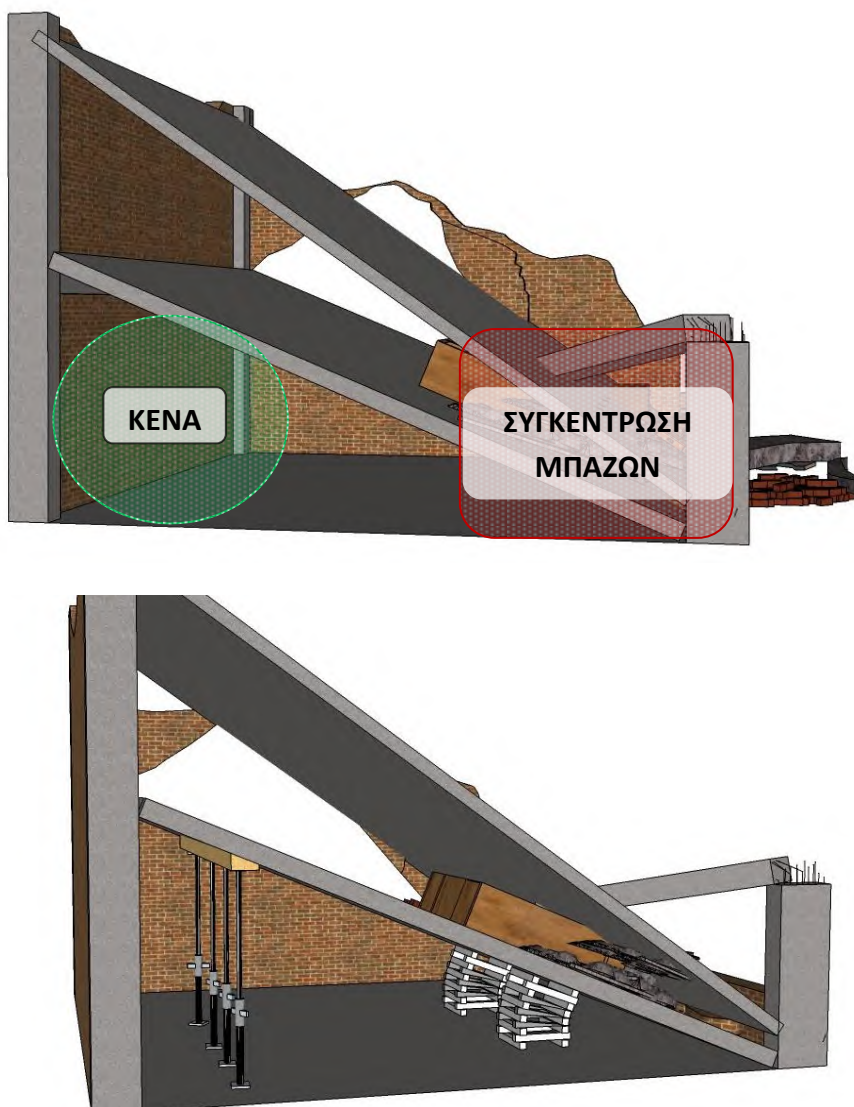
Στις περιπτώσεις κεκλιμένης κατάρρευσης ένας από τους εξωτερικούς τοίχους της κατασκευής, καταρρέει ενώ ο απέναντί του παραμένει στη θέση του. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι πλάκες του κτιρίου να καταρρέουν κεκλιμένα, προς τη μία πλευρά του κτιρίου.

Και εδώ η κατάρρευση αν και δημιουργεί μεγάλα κενά, θεωρείται σχετικώς ασταθής άρα επισφαλής κατά την επιχείρηση.



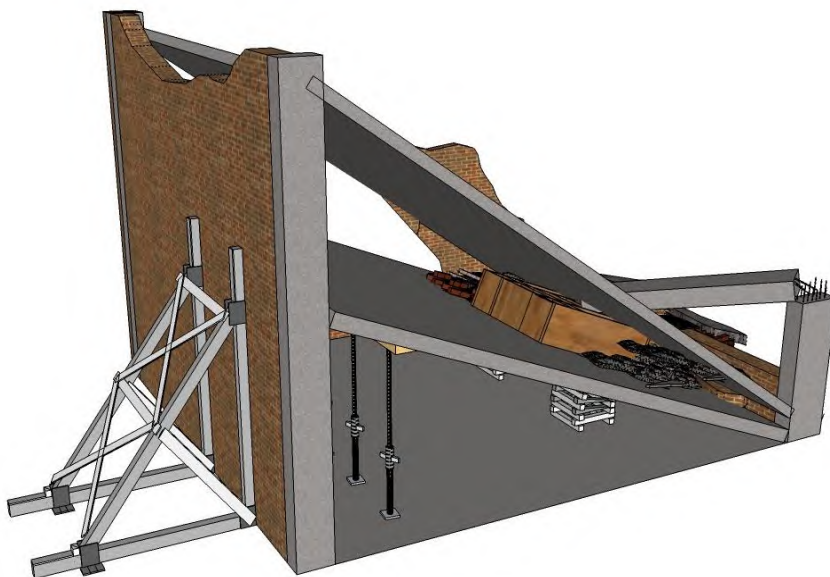
Σχήμα 7-10. Ενδεικτική εικόνα κεκλιμένης κατάρρευσης.

Αποτέλεσμα αυτής της κατάρρευσης είναι η δημιουργία ενός τριγωνικού κενού εντός της κατασκευής και η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού μπαζών και ερειπίων στα χαμηλότερα επίπεδα των πλακών, λόγω της βαρύτητας. Για να εξασφαλιστούν οι πλάκες από ολική πτώση επιβάλλεται η υποστυλωσή τους στις κλασικές πλέον θέσεις, που είδαμε και παραπάνω, δηλαδή στις περιοχές συνδέσεις των πλακών με τα δοκάρια αλλά και στα χαμηλότερα σημεία τους της βάση της κατασκευής (Σχήμα 7-11).



Σχήμα 7-11. Περιοχές απαίτησης υποστυλώσεων σε περίπτωση κεκλιμένης κατάρρευσης.

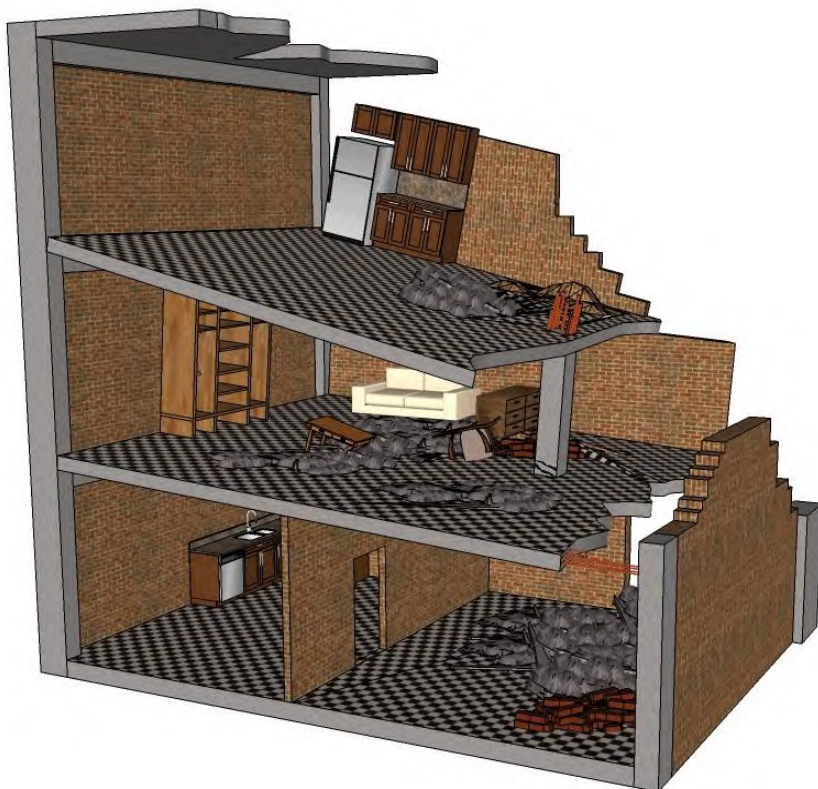
Ομοίως θα πρέπει να εξασφαλιστεί πως ο τοίχος που δεν έχει καταρρεύσει και κρατά το ένα τμήμα των πλακών στη θέση του, δεν θα πέσει, σε ένα ενδεχόμενο μετασεισμό. Η εξασφάλιση αυτή πραγματοποιείται με την τοποθέτηση τυπικών συστημάτων αντιστήριξης με αντηρίδες, ενώ στις περιπτώσεις που ο συγκεκριμένος τοίχος γειτνιάζει με άλλη κατασκευή, η αντιστήριξη παρέχεται από τη γειτονική κατασκευή, η οποία έχει παραμείνει στη θέση της (Σχήμα 7-12).



Σχήμα 7-12. Αντιστήριξη του υφιστάμενου τοίχου, με τυπική διάταξη αντηρίδων, στην περίπτωση κεκλιμένης κατάρρευσης.

7.5 Κατάρρευση προβόλου

Η περίπτωση κατάρρευσης με μορφή προβόλου θεωρείται η **πιο επικίνδυνη** για τους διασώστες από όλες τις υπόλοιπες καταρρεύσεις που μπορεί να συναντηθούν στο πεδίο. Ο τύπος αυτός προκαλείται όταν μια πλευρά της κατασκευής καταρρεύσει και το υπόλοιπο τμήμα της κατασκευής καθώς και οι πλάκες παραμείνουν στη θέση τους.

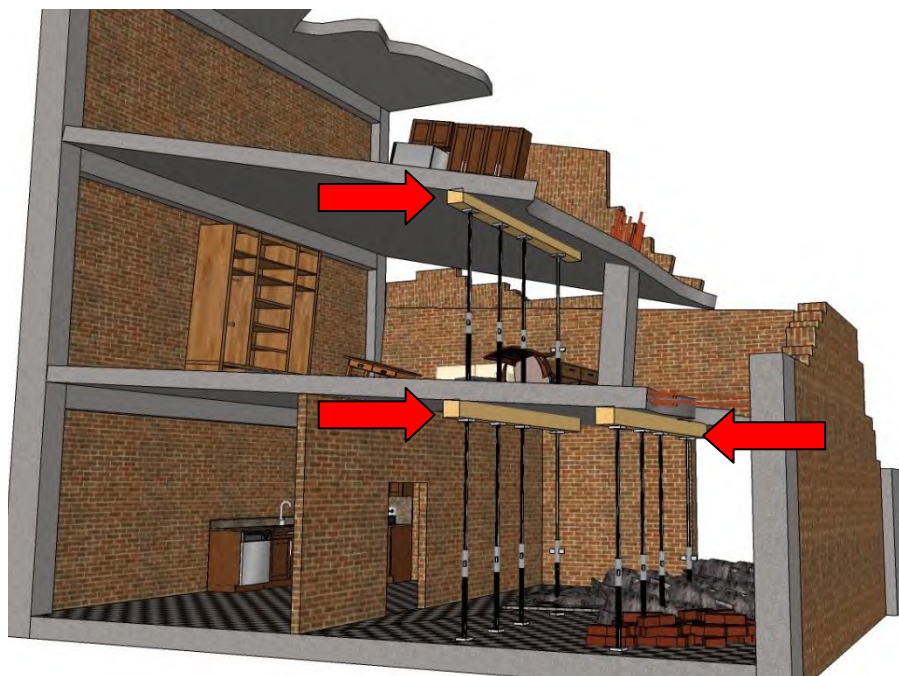


Σχήμα 7-13. Κατάρρευση τύπου προβόλου.

Σε αυτή την περίπτωση τμήματα της κατασκευής είναι ανεπαρκώς υποστηριζόμενα ενώ ταυτόχρονα εξαιτίας μετασεισμών είναι συχνή η πτώση μπάζων, επίπλων και λοιπών αντικειμένων από τους υπερκείμενους ορόφους. Συχνά οι εγκλωβισμένοι βρίσκονται μεταξύ των ορόφων, ενώ είναι ανά πάσα στιγμή επίφοβη ακόμα και για ολική κατάρρευση των πλακών.

Μειονέκτημα θεωρείται η αδυναμία σωστής υποστήριξης ή αντιστήριξης στις περιπτώσεις αυτές, αφού λόγω του μεγάλου όγκου των ασταθών στοιχείων και της μεγάλης αστάθειας που εμφανίζει το σύνολο της κατασκευής, είναι σχεδόν αδύνατο να πετύχουμε σταθεροποίηση της με χρήση υποστυλώσεων.

Όταν απαιτείται η επιχείρηση σε μία τέτοια κατασκευή, βασική προτεραιότητα τίθεται η εξασφάλιση των πλακών και η αποφυγή κατάρρευσής τους, με τοποθέτηση κατακόρυφων υποστυλώσεων σε θέσεις τέτοιες που να ανακουφίζουν τις πλάκες από τα φορτία τους.



Σχήμα 7-14. Υποστύλωση για εξασφάλιση των πλακών από κατάρρευση.

Για την εφαρμογή των κατακόρυφων υποστυλώσεων λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 6.5 και κυρίως πως αυτές θα πρέπει να τοποθετούνται η μία κάτω από την άλλη, για την σωστή μεταφορά φορτίων, τα φορτία θα πρέπει να καταλήγουν στο έδαφος, ενώ πάντα η υποστύλωση θα πρέπει να ξεκινά από κάτω και να καταλήγει στα υψηλότερα τμήματα της κατασκευής. Τέλος, όπως και στις υπόλοιπες περιπτώσεις τύπων κατάρρευσης, θα πρέπει να εξασφαλίζονται οι περιμετρικοί τοίχοι από ανατροπή ή πτώση, με χρήση αντηρίδων (Σχήμα 7-15).



Σχήμα 7-15. Αντιστήριξη των περιμετρικών τοίχων της κατασκευής, όπου απαιτείται.

7.6 Ολική κατάρρευση ("pancake")

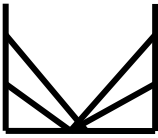
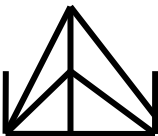
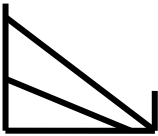
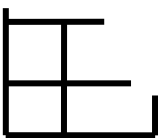
Σε αυτή την μορφή κατάρρευσης το σύνολο των κατακόρυφων στοιχείων του κτιρίου αστοχεί, με αποτέλεσμα οι πλάκες του κτιρίου να πέφτουν η μία πάνω από την άλλη, δημιουργώντας έτσι ένα πεδίο κατάρρευσης με μικρά κενά μεταξύ των πλακών.

Ο τύπος αυτής της κατάρρευσης είναι ο **πλέον ευσταθής** και ασφαλής για τους διασώστες αφού η θέση των ερειπίων και ο τρόπος με τον οποίο καταρρέουν δεν επιτρέπει μεγάλες μετακινήσεις και περαιτέρω καταρρεύσεις λόγω μετασεισμών.

Αυτό όμως, ταυτόχρονα, είναι και εξαιρετικά δυσμενές για τους εγκλωβισμένους. Σε αυτήν την κατάρρευση έχουμε την μικρότερη πιθανότητα επιβίωσης εγκλωβισμένων ατόμων, αφού δεν δημιουργούνται ικανού εύρους ανοίγματα για επιβίωση. Ταυτόχρονα η διάνοιξη οδών διείσδυσης για απεγκλωβισμό είναι αρκετά χρονοβόρα και κουραστική και απαιτεί την εφαρμογή εκτενών αντιστηρίξεων και υποστυλώσεων.

Σε αυτή την περίπτωση κατάρρευσης, κύριο δεν υπάρχουν κάποια συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος προς υποστύλωση ή αντιστήριξη. Αντίθετα ισχύουν όλα όσα γενικότερα παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, δίνοντας κυρίως έμφαση στην υποστύλωση των δοκαριών που κατά συνθήκη διατηρούν τα κενά μεταξύ των πλακών. Τέλος, αυτές οι περιπτώσεις καταρρεύσεων είναι και οι πλέον χρονοβόρες κατά την επιχείρηση διάσωσης και απαιτούν την διαχείριση (κόψιμο, σπάσιμο, μετακίνηση) μεγάλης ποσότητας δομικών στοιχείων.

Αντιστηρίξεις υποστυλώσεις σε επιχειρήσεις κατάρρευσης κτιρίων

Τύπος κατάρρευσης	Κενά	Ευστάθεια	Περιοχές υψηλού ενδιαφέροντος	Κίνδυνοι
Τύπου V 	Περιμετρικά	Ασταθής	• Πλάκες ορόφων • Περιμετρικές κολώνες, τοίχοι	Κατάρρευση περιμετρικών στοιχείων
Τύπου A 	Στο κέντρο	Ασταθής	• Πλάκες ορόφων • Εσωτερικές κολώνες, τοίχοι	Κατάρρευση κεντρικών στηρίξεων
Κεκλιμένη 	Στην μία πλευρά	Ασταθής	• Πλάκες ορόφων • Κολώνες και τοίχοι στην πλευρά που στηρίζονται οι πλάκες • Βάση κεκλιμένων πλακών	Κατάρρευση κολωνών και τοιχίων στην πλευρά που στηρίζονται οι πλάκες
Προβόλου 	Σε όλο το πεδίο	Εξαιρετικά Ασταθής	• Πλάκες • Κολώνες, τοίχια σε όλο το κτίριο	Πιθανή ολική κατάρρευση
Ολική (pancake) 	Μικρά κενά μεταξύ των πλακών	Ευσταθής	• Πλάκες • Υφιστάμενα ανοίγματα	Κλείσιμο ανοιγμάτων

8

Διαχείριση Πληροφορίας στο Πεδίο

Οι πρώτες πληροφορίες που συλλέγονται από ένα πεδίο κατάρρευσης, κατά την έναρξη μιας επιχείρησης διάσωσης, είναι πολύ σημαντικές για την επιχείρηση. Από τις πρώτες πληροφορίες που θα συλλέξουμε με την άφιξή μας στο συμβάν θα μπορέσουμε να προσδιορίσουμε

- το μέγεθος και τις απαιτήσεις των επιχειρήσεων διάσωσης.
- τις επικινδυνότητες.
- τις απαιτήσεις σε λοιπό εξοπλισμό και εξειδικευμένο προσωπικό.
- τον τρόπο και τις απαιτήσεις υποστηρίξεων.

Η γενική εικόνα που παίρνουμε κατά την άφιξή μας στο συμβάν είναι και η σημαντικότερη για την συλλογή όλων των απαιτούμενων πληροφοριών.

Πολλές φορές, όταν ανταποκρινόμαστε σε ένα συμβάν κατάρρευσης κτιρίου, η εικόνα του ίδιου του κτιρίου που έχει καταρρεύσει είναι τόσο "συγκλονιστική" που δεν προσέχουμε καθόλου το περιβάλλον γύρω από αυτό. Η πρακτική αυτή είναι λανθασμένη αφού ένα κτίριο που έχει καταρρεύσει μπορεί να μην παρουσιάζει για εμάς ως διασώστες σημαντικές επικινδυνότητες όμως περιμετρικά αυτού μπορεί να υπάρχουν πολλά στοιχεία που θέτουν την ομάδα και την επιχείρηση σε κίνδυνο. Έτσι θα πρέπει, πριν ασχοληθούμε με το κυρίως συμβάν (το κτίριο που έχει καταρρεύσει) να σπαταλήσουμε λίγο χρόνο ώστε να ελέγξουμε περιμετρικά αυτού για επικινδυνότητες ώστε να εξασφαλίσουμε την επιχείρησή μας.

Τέτοιες επικινδυνότητες είναι γειτονικά κτίρια που δεν έχουν καταρρεύσει, ενώ έχουν υποστεί σοβαρές ζημιές, τα οποία είναι επίφοβα για κατάρρευση με ένα μετασεισμό καθώς και τμήματα κτιρίων που έχουν υποστεί ζημιές και μπορεί να πέσουν όπως καμινάδες, μπαλκόνια, γλάστρες, τμήματα στεγών, εξωτερικές μονάδες κλιματιστικών κ.ά.



Φωτογραφία 8-1. Φωτογραφικό στιγμιότυπο από κατάρρευση κτιρίου (2003, Σεισμός Λευκάδα, πηγή: Φωτογραφικό Αρχείο Ο.Α.Σ.Π.)

Προσοχή θα πρέπει να δοθεί σε τοιχία και μάντρες που βρίσκονται στην περιοχή, τα οποία κατά συνήθη πρακτική, δεν είναι χτισμένα με προσοχή και επιμέλεια και ομοίως είναι επικίνδυνα για κατάρρευση. Ακόμα σε περίπτωση που διαπιστώσουμε πως κοντά σε μία κατασκευή (π.χ. πολυκατοικία) υπάρχουν συγκεντρωμένα μπάζα, χωρίς αρχικά να φαίνεται το σημείο από το οποίο έχουν πέσει, θα πρέπει να ασφαλίσουμε τον συγκεκριμένο χώρο και να εξακριβώσουμε διαπιστώσουμε από πού προήλθαν.

Ακόμα θα πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα για αστοχίες σε καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος, πεσμένες κολώνες, σπασμένους αγωγούς νερού ή παρουσία δικτύου φυσικού αερίου, στην ευρύτερη περιοχή και να λάβουμε όλα τα απαιτούμενα μέτρα ασφάλειας.

Όσον αφορά το ίδιο το κτίριο στο οποίο πρέπει να γίνει η επιχείρηση, υπάρχουν κάποιες βασικές πληροφορίες που θα βοηθήσουν στην επιχείρηση. Οι πληροφορίες αυτές είναι:

- το είδος της κατασκευής, τρόπος κατασκευής και υλικά
- η χρήση του κτιρίου
- αστοχίες
- η γενική εικόνα και ηλικία της κατασκευής

8.1 Σημάδια κατάρρευσης

Το πιο επικίνδυνο κομμάτι σε μία επιχείρηση διάσωσης, από ένα κτίριο που έχει υποστεί κατάρρευση, είναι κατά την εξέλιξη της επιχείρησης να υπάρξει κατάρρευση τμημάτων της κατασκευής που δεν έχουν πέσει ή ακόμα και μετακίνηση των ερειπίων. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε εξαιτίας ενός μετασεισμού, είτε γιατί εμείς με τις ενέργειές μας επιδράσαμε στην ισορροπία των ερειπίων και την διαταράξαμε. Οι αντιστηρίξεις και οι υποστυλώσεις είναι το βασικό εργαλείο που έχουμε ώστε να αποφύγουμε αυτό το ενδεχόμενο.

Έτσι συνεχώς κατά την επιχείρηση θα πρέπει να ελέγχονται οι υποστυλώσεις και οι αντιστηρίξεις που χρησιμοποιούνται καθώς και το σύνολο της κατασκευής, από πολλαπλές γωνίες, ώστε έγκαιρα να επισημαίνονται σημάδια που υποδηλώνουν επικείμενη κατάρρευση.

Είναι λίγο οξύμωρο να μιλάμε για σημάδια επικείμενης κατάρρευσης σε ένα πεδίο όπου ένα κτίριο έχει καταρρεύσει. Όμως, όπως είδαμε παραπάνω, η κατάρρευση ενός κτιρίου σημαίνει πως το κτίριο αυτό έχει μεταπέσει σε μία κατάσταση ισορροπίας, η οποία κάποιες φορές είναι εύθραυστη. Η ισορροπία αυτή βασίζεται σε μια πολύπλοκη και χαοτική αλληλεμπλοκή και συνεργασία τμημάτων των ερειπίων, που πολύ δύσκολα μπορεί να γίνει ακριβώς αντιληπτή. Για παράδειγμα υπάρχουν περιπτώσεις όπου ολόκληρες πλάκες και κενοί χώροι εντός των ερειπίων στηρίζονται από μια μικρή κολώνα, μετακίνηση της οποίας οδηγεί σε πρόσθετη κατάρρευση και κλείσιμο του κενού.

Τα σημάδια που δείχνουν ότι σε ένα πεδίο επίκειται κατάρρευση ή, για να είμαστε και επιστημονικά ακριβείς, επίκειται μετακίνηση προς μια νέα κατάσταση ισορροπίας, είναι τα παρακάτω:

- **Μικρές ή μεγάλες μετακινήσεις ερειπίων**
- **Απότομη και χωρίς αιτία παραγωγή σκόνης στο πεδίο**
- **Ήχοι από την κατασκευή, όπως τριξίματα και σπασίματα**

Η καλύτερη λύση είναι η συνεχής παρακολούθηση της κίνησης των ερειπίων ή τμημάτων της κατασκευής που έχει καταρρεύσει με χρήση τοπογραφικών οργάνων μέτρησης μετακινήσεων, το οποίο όμως είναι δύσκολό έως αδύνατο να εφαρμοστεί στην πράξη λόγω έλλειψης εξοπλισμού και εξειδικευμένου προσωπικού στο πεδίο αλλά και λόγω της μεγάλης επικινδυνότητας που θα πρέπει να αναλάβει ένας επαγγελματίας Τοπογράφος Μηχανικός για να εκτελεί μια τέτοια παρακολούθηση.

Πέρα από την ακριβή τοπογραφική παρακολούθηση υπάρχουν και άλλοι τρόποι λιγότερο ακριβείς αλλά πρακτικοί και εύκολοι να εφαρμοστούν στο πεδίο, με τους οποίους μπορούμε να καταλάβουμε αν η κατασκευή παρουσιάζει μετακίνηση και ποιος είναι ο ρυθμός της. Ένας από αυτούς είναι η τοποθέτηση στύλων σε διάφορα σημεία των ερειπίων. Συγκεκριμένα τοποθετούμε ξύλινες δοκούς, μικρής διαμέτρου αλλά κατάλληλου μήκους ώστε να πακτωθούν με ασφάλεια στα ερείπια, έχοντας επαρκές ύψος εκτός αυτών ώστε να φαίνονται από απόσταση. Οι δοκοί αυτοί βάζονται κόκκινες στο άκρο τους και τοποθετούνται κάθετα σε διάφορα τμήματα του πεδίου και σε σημεία στα οποία δεν υπάρχει περίπτωση να επηρεαστούν από την κίνηση του προσωπικού και των μηχανημάτων. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί απόκλιση των δοκών αυτών από την κατακόρυφο, δηλαδή οι ξύλινες δοκοί πάρουν κλίση, έχουμε τις πρώτες ενδείξεις ότι το πεδίο παρουσιάζει αστάθεια και μετακίνηση.

Ακόμα μια πρακτική λύση για την παρακολούθηση της κίνησης της κατασκευής είναι η τοποθέτηση ενός αλφαδιού σε μία κολώνα ή σε ένα τοίχο και η παρακολούθησή του. Εάν το αλφάδι, με την πάροδο του χρόνου αποκλίνει από την αρχική του θέση, τότε έχουμε σαφή σημάδια μετακίνησης. Όπου δεν υπάρχει αλφάδι, τον ρόλο αυτό μπορεί να παίξει ένα βαρίδι νήματος στάθμης ή όπως απλά λέγεται βαρίδι οικοδομής, ένα βάρος δηλαδή το οποίο δένεται στην άκρη ενός νήματος. Το νήμα κρεμιέται δίπλα σε μια κολώνα ή σε ένα τοίχο όπου έχουμε υποψία μετακίνησης και σημειώνεται η θέση του σε ισορροπία. Αν μετά

από κάποιο χρόνο το βαρίδι έχει αποκλίνει από την αρχική του θέση τότε έχουμε πιθανή μετακίνηση του πεδίου.

Στην περίπτωση κτιρίου που έχει υποστεί μερική κατάρρευση, σημάδια μετακίνησης είναι η εμφάνιση ρωγμών που δεν υπήρχαν ή η ανάπτυξη ήδη υπάρχοντων ρωγμών σε διάφορα τμήματα της κατασκευής καθώς και το απότομο σπάσιμο τζαμιών παραθύρων και λοιπών κουφωμάτων.

Όπως είπαμε, σημάδια μετακίνησης μπορεί να δείξουν και οι υποστυλώσεις και οι αντιστηρίξεις. Έτσι, σαν σημάδια επικείμενης κατάρρευσης είναι μετακίνηση των μεταλλικών υποστυλωμάτων στη βάση τους, στράβωμα των υποστυλωμάτων ή κλίση ξύλινων δοκών καθώς και η απόκλισή τους από την κατακόρυφο.

9

Ανακατανομή Δυνάμεων στο Πεδίο της Κατάρρευσης

Σύμφωνα με τα μνημόνια ενεργειών για διάσωση εγκλωβισμένων από κτίριο που έχει καταρρεύσει, πρώτη και βασικότερη ενέργεια της ομάδας διάσωσης είναι η παρατήρηση και ο έλεγχος του πεδίου κατάρρευσης ενέργεια που αποτελεί βασικό βήμα σε κάθε στάδιο της επιχείρησης διάσωσης αλλά και κάθε επιχείρησης γενικότερα.

Η παρατήρηση είναι τόσο κομβική αφού εξασφαλίζει πως θα εξακριβωθούν οι επικινδυνότητες και θα συλλεχθούν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία για το συμβάν ώστε η επιχείρηση να είναι ασφαλής και αποδοτική. Στην περίπτωση όμως της επιχείρησης σε ένα πεδίο κατάρρευσης, η παρατήρηση και ο έλεγχος κάθε βήματος είναι σημαντικός ώστε να μην δημιουργηθούν επικινδυνότητες από εμάς εξαιτίας της λανθασμένης επίδρασής μας στο πεδίο. Με απλά λόγια πρέπει να εξασφαλίσουμε πως δεν θα “ενοχλήσουμε” το πεδίο κατάρρευσης, και ένας από τους τρόπους να το πετύχουμε είναι και οι αντιστηρίξεις-υποστυλώσεις.

Όταν μία κατασκευή καταρρέει ακολουθεί την γενική αρχή της μετάβασης προς μία κατάσταση μικρότερης ενέργειας. Σύμφωνα με αυτή την αρχή, κάθε σώμα έχει την τάση, όταν για κάποιο λόγο μεταβληθεί η ισορροπία του να μεταβαίνει σε μία νέα κατάσταση ισορροπίας με μικρότερη ενέργεια. Με πολύ απλά λόγια, όταν ένα κτίριο καταρρεύσει, τα ερείπια αυτού βρίσκονται σε μία κατάσταση νέας ισορροπίας, η οποία μπορεί εκ νέου να αλλάξει όταν σε αυτά επιβληθεί μια δράση.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η κατάρρευση ενός κτιρίου οδηγεί σε μία κατάσταση ισορροπίας η οποία δεν είναι ευσταθής και μπορεί να μεταβληθεί πολύ εύκολα, ειδικότερα στις κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα, που κατά κύριο λόγο κατά την κατάρρευση δημιουργούνται μεγάλα κενά εξαιτίας των δομικών στοιχείων μεγάλου όγκου από τα οποία

αποτελούνται. Έτσι προκύπτει άμεσα η απαίτηση, τα συνεργεία διάσωσης που θα δουλέψουν σε ένα τέτοιο συμβάν να μην διαταράξουν την νέα αυτή ισορροπία του συστήματος που έχει δημιουργηθεί, είτε με την ανεξέλεγκτη μετακίνηση δομικών στοιχείων ή μπάζων από το πεδίο, είτε ακόμα με την επιβολή πρόσθετων δυνάμεων σε αυτό. Να μην προκαλέσουμε δηλαδή ανακατανομή φορτίων σε ένα πεδίο κατάρρευσης. Γενικά σε ένα πεδίο κατάρρευσης είναι καλό να ακολουθούνται οι παρακάτω κανόνες:

- Οποιοδήποτε στοιχείο χρειάζεται παραπάνω από την αναμενόμενη δύναμη για να μετακινηθεί σημαίνει πως φέρει φορτία, δηλαδή με κάποιο τρόπο υποστηρίζει ένα ή περισσότερα στοιχεία στο πεδίο κατάρρευσης. Συνεπώς δεν το απομακρύνουμε αφού πρώτα υποστηρίξουμε το άνοιγμα στο οποίο βρισκόταν.
- Αποφεύγουμε να απομακρύνουμε σφηνωμένα στοιχεία της κατασκευής (κολώνες-δοκάρια) τα οποία βρίσκονται στα ερείπια χωρίς πρώτα να υποστηρίξουμε το άνοιγμα τους, γιατί συνήθως τα στοιχεία αυτά διατηρούν και υποστηρίζουν ανοίγματα κατά την κατάρρευση.
- Δεν κόβουμε ποτέ μεγάλο στοιχεία από μπετόν, όπως δοκάρια, αν πρώτα δεν εξασφαλίσουμε πως αυτά δεν υποστηρίζουν κάποιο άνοιγμα, και σε περίπτωση που αυτό συμβαίνει αν πρώτα δεν υποστηρίξουμε το παραπάνω άνοιγμα.
- Αποφεύγουμε σε κάθε περίπτωση να περπατάμε άσκοπα πάνω στα ερείπια χωρίς πρώτα να έχουμε ελέγξει τις ασφαλείς περιοχές, ενώ αποφεύγουμε να μετακινούμε στοιχεία από τα ερείπια πέραν των απαραίτητων ώστε να δημιουργηθούν οι αναγκαίες οδοί προσέγγισης των εγκλωβισμένων.
- Σε κάθε περίπτωση αποφεύγουμε να ασκούμε πρόσθετη δύναμη σε στοιχεία ή περιοχές που έχουμε υποστηρίξει. Το γεγονός πως συγκεκριμένα τμήματα είναι υποστηριγμένα δεν σημαίνει πως δεν παραμένουν επικίνδυνα και δεν χρειάζονται προσοχή. Σε κάθε περίπτωση, ότι μέτρα και αν λάβουμε, δεν πρέπει να ξεχνάμε πως δουλεύουμε σε ένα πεδίο κατάρρευσης, ένα περιβάλλον εξαιρετικά επικίνδυνό και ασταθές.

Το φαινόμενο της ανακατανομής δυνάμεων είναι πολύ σημαντικό και στις περιπτώσεις που δεν έχουμε ολική κατάρρευση ενός κτιρίου, αλλά αντίθετα υπάρχουν σοβαρές και εκτεταμένες δομικές βλάβες (αστοχίες) ή ακόμα και μερική κατάρρευση, όπου τμήμα της κατασκευής έχει καταρρεύσει ενώ το υπόλοιπο παραμένει στη θέση του.



Φωτογραφία 9-1. Εκτεταμένες αστοχίες σε οικία μετά τον σεισμό του 2014 στην Κεφαλονιά (πηγή: Προσωπικό αρχείο πολιτικού μηχανικού Ηλία Αναστάσιου.)

Και εδώ η ισορροπία του πεδίου είναι εύθραυστη δημιουργώντας επικίνδυνες συνθήκες για τους εγκλωβισμένους εντός του κτιρίου αλλά και για την ομάδα διάσωσης. Η ισορροπία της κατασκευής μπορεί να αλλάξει με ένα μικρό μετασεισμό ή μια επίδραση από την εργασία των σωστικών συνεργείων και να οδηγήσει σε κατάρρευση τμημάτων του κτιρίου ή ακόμα και σε ολική κατάρρευση.

Όπως και παραπάνω, έτσι και σε αυτές τις περιπτώσεις, προσπαθούμε να άρουμε τις επικινδυνότητες και ταυτόχρονα **να μην “ενοχλήσουμε”**, με τις ενέργειές μας, την κατασκευή σε βαθμό τέτοιο που να χάσει την ισορροπία της. Τέτοια παραδείγματα είναι:

- Αντιστήριξη τοίχων (που μελετάται αναλυτικά και σε άλλο κεφάλαιο).
- Αποφεύγουμε να απομάκρυνσης δομικών στοιχείων (χωρίς πρώτα υποστήριξής τους) από την θέση τους, όπως κολώνες που έχουν σπάσει στους κόμβους ή παρουσιάζουν αποκολλημένα τμήματα, τοίχοι που έχουν παραμορφωθεί κ.ά. Ακόμα και αν τα δομικά στοιχεία μας φαίνονται πλήρως σπασμένα, δεν σημαίνει πως δεν υπάρχει πιθανότητα να στηρίζουν κάποιο τμήμα της κατασκευής.

- Αποφυγή άσκηση δύναμης σε τμήματα της κατασκευής που φαίνονται να έχουν υποστεί βλάβες. Π.χ. περπάτημα σε μπαλκόνια που εμφανίζουν ρωγμές παράλληλες με το δοκάρι στο οποίο εδράζονται κ.ά.
- Αποφυγή άσκησης έντονων χτύπων ή δονήσεων εντός μιας κατασκευής που έχει υποστεί βλάβες, αν πρώτα δεν έχουν γίνει οι κατάλληλες ενέργειες για εξασφάλιση του χώρου.
- Αποφεύγουμε σε κάθε περίπτωση να “φέρουμε στην θέση τους” τμήματα της κατασκευής που έχουν αποκλίνει από αυτή. Π.χ. να σπρώξουμε τοίχους που έχουν κάνει “κοιλιά” αφού τους έχουμε πρώτα αντιστηρίξει, να ισιώσουμε στραβωμένα κουφώματα λόγω μετακίνησης της τοιχοποιίας, Συνήθως αυτό είναι αδύνατο λόγω του βάρους τους αλλά και των φορτίων που φέρουν, αλλά ακόμα και αν μπορεί να γίνει θα πρέπει να αποφεύγεται αφού κάτι τέτοιο θα έβλαπτε περισσότερο το στοιχείο και θα επηρέαζε την γενική ισορροπία. Αντίθετα επιλέγεται υποστήλωση-αντιστήριξή τους χωρίς καμία άλλη ενέργεια.

Βιβλιογραφία

- Department of Homeland Security (DHS), Science and Technology Directorate (S&T), Infrastructure Protection and Disaster Management Division (IDD), 2011, "Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques", US Department of Homeland Security, USA.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2003, "National Urban Search and Rescue (US&R) Response System, Field Operations Guide", US Department of Homeland Security, USA.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2007, "National Urban Search and Rescue (US&R) Response System, Structural Collapse Technician Course - Student Manual", US Department of Homeland Security, USA.
- Galasco, A., Lagomarsino, S., Penna, A., Resemini S., 2004, "Non Linear Seismic Analysis of Masonry Structures", Proc. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.843, Vancouver B.C., Canada.
- Grimaz, S. (coord.), Cavriani, M., Mannino, E., Munaro, L., Bellizzi, M., Bolognese, C., Caciolai, M., D'Odorico, A., Maiolo, A., Ponticelli, L., Barazza, F., Malisan, P., Moretti, A., 2010, "Vademecum STOP. Shoring Templates and Operating Procedures for the Support of Buildings Damaged by Earthquakes.", Italian Fire Service, Ministry of Interior, Rome.
- Leach, B., Jr., 2012, "Timber Cribbing Use", Fire Engineering University, USA.
- Peng, J.L., Yen, T., Lin, Y., Wu, K.L., Chen, W.F., 1997, "Performance of Scaffold Frame Shoring Under Pattern Loads and Load Paths", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 123, Issue 2.

- U.S. Army Corps of Engineers, Urban Search and Rescue, 2013, "Field Operations Guide", Urban Search and Rescue Program, Structure Specialist, 7th Edition, 3rd Printing, USA.
- U.S. Army Corps of Engineers, Urban Search and Rescue, 2013, "Shoring Operations Guide", Urban Search and Rescue Program, 3rd Edition, 3rd Printing, USA.
- Γιαννόπουλος, Ι., 2005, "Βλάβες από το Σεισμό της Αθήνας (1999)", 11^ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών, Πάτρα.
- Ελληνική Δημοκρατία, Εφημερίδα της Κυβέρνησης, Υ.Α. Δ17α/239/1/ΦΝ 429.1, "Έγκριση του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) σε Κτίρια από Οπλισμένο Σκυρόδεμα", Τεύχος Β', αριθμ. 2187, 05-09-2013.
- Ιγνατάκης, Χ., 2009, "Μηχανική της τοιχοποιίας - Σύνθεση Φέροντος Οργανισμού - Απόκριση και Τυπολογία Βλαβών υπό Κατακόρυφα και Σεισμικά Φορτία", Σεμινάριο Μικρής Διάρκειας, Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία, Κανονισμός – Βλάβες – Αποκατάσταση, Τεχνικό Επιμελητήριο, Θεσσαλονίκης.
- Μάνος, Γ., 2005, "Κατασκευές από Άοπλη και Οπλισμένη Φέρουσα Τοιχοποιία", Σημειώσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Κοτζαμπασάκης, Ε., Γληγόρης, Κ., 2002, "Προσωρινή Ενίσχυση Κτιρίων Βλαμμένων από Σεισμό", 8^ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών, Πάτρα.
- Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.), 1999, "Συνοπτικές Οδηγίες για Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό", Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα.
- Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.), 2001, "Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια", Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα.
- Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.), 2000, "Τεχνικό Εγχειρίδιο – Τεχνικές Επεμβάσεις Έκτακτης Ανάγκης μετά από Καταστροφικό Σεισμό – Άρση Επικινδυνότητας Προσωρινές Υποστυλώσεις – Αντιστηρίξεις", Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Ευρωπαϊκό Κέντρο Πρόληψης και Πρόγνωσης των Σεισμών, Αθήνα.

- Παπαδημάτου, Π., Παπαγιαννόπουλος Γ., 2002, “Προσωρινή Υποστύλωση – Αντιστήριξη και Αποφόρτιση Στοιχείων Βλαμμένων από Σεισμό”, 8^ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές Κατασκευών, Πάτρα.
- Σταματίου, Θ., Τσάφου, Σ., 2013, “Ταχεία Αποτίμηση Τρωτότητας Κτηριακού Αποθέματος Δημόσιας Χρήσεως”, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα.

