

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΣΤΕ
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΜΕΝΟΥΣΑΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΥΠΟΣΤΕΙ ΒΛΑΒΕΣ ΑΠΟ
ΣΕΙΣΜΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΣΤΕΛΛΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΠΑΠΑΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΠΑΤΡΑ 2013

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την καθηγήτρια μου κ. Αγγελική Παπαλού που μου έδειξε εμπιστοσύνη και μου ανάθεσε το συγκεκριμένο θέμα εργασίας, δίνοντας μου έτσι την ευκαιρία να έχω μια πρώτη επαφή και να ασχοληθώ, με ένα τόσο σημαντικό θέμα στο αντικείμενο των κατασκευών, το οποίο θεωρώ ότι θα με απασχολήσει ιδιαίτερα στο μέλλον, εξασκώντας το επάγγελμα του Μηχανικού. Την ευχαριστώ ακόμη για την συνεργασία και την βοήθεια της και για την κατανόηση που έδειξε όλο αυτό το διάστημα. Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον Πολιτικό Μηχανικό κ.Λούκα Χατζινικόλα για την παραχώρηση βοηθητικού υλικού καθώς και για την ενημέρωση του, για το πώς αντιμετωπίζει σήμερα η οικοδομική βιομηχανία το θέμα των επεμβάσεων στη Κύπρο και τους επιστάτες κ.Γιώργο Χατζιαθανασίου και κ.Νεόφυτο Κυνηγό οι οποίοι μου επέτρεψαν την είσοδο μου σε εργοτάξια και με κατατόπισαν όσο αφορά το πρακτικό μέρος της εργασίας μου. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την αδελφή μου και τις φίλες μου για την στήριξη τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι εκτίμηση της απομένουσας αντοχής των κτιρίων, μέσα από τον έλεγχο και την εκτίμηση των βλαβών στις μετασεισμικές οικοδομές και η επιλογή μεθόδων επέμβασης για την αποκατάσταση και συντήρησή τους, έτσι ώστε να είναι σε θέση να παραλάβουν τα νέα σεισμικά φορτία. Μετά από ένα ισχυρό σεισμό το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στον εντοπισμό και χαρακτηρισμό των βλαβών που εμφανίζονται στις κατασκευές. Βλάβη είναι κάθε αστοχία που οφείλεται σε καταπόνηση ενός στοιχείου πέρα από τα όρια της αντοχής του. Γίνεται ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και η παρουσίαση των υφιστάμενων Αντισεισμικών κανονισμών και της μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται στη Κύπρο για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των μετασεισμικών οικοδομών. Παρουσιάζονται τα σεισμικά δρώμενα της Κύπρου και πως αυτά επηρεάζουν τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και από φέρουσα τοιχοποιία. Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια για τον έλεγχο στις μετασεισμικές οικοδομές, την εκτίμηση των βλαβών και ταξινόμηση τους βάση της επικυδυνότητας τους. Τέλος παρουσιάζεται η αντισεισμική θωράκιση των υφιστάμενων κατασκευών με μεθοδολογίες επέμβασης βασισμένες στους τρέχοντες κανονισμούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ.....	xiv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xΣ
1 Αντισεισμικοί Κανονισμοί και Κυπριακή Πολιτεία.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1 Αντισεισμικοί κανονισμοί.....	2
1.2 Κυπριακή Πολιτεία	2
1.2.1 Στρατηγική για έλεγχο των μετασεισμικών οικοδομών	2
1.2.2 Υπηρεσία Αποκατάστασης Ζημιών.....	3
2 Σεισμοί.....	4
2.1 Η δημιουργία των σεισμών.....	4
2.1.1 Μεγεθός και ένταση του σεισμού	5
2.2 Η σεισμικότητα της Κύπρου.....	5
3 Σχεδιασμός επεμβάσεων.....	7
3.1 Κριτήρια και τύποι παρεμβάσεων.....	7
3.1.1 Κριτήρια επεμβάσεων.....	7
3.2 Τύποι Παρεμβάσεων.....	8
3.3 Σύνταξη μελέτης επεμβάσεων	9
3.3.1 Στόχοι της μελέτης.....	9

3.3.2	Στοιχεία Μελέτης.....	10
4	Βλάβες σε μετασεισμικές οικοδομές από οπλισμένο σκυρόδεμα	11
4.1	Κατάταξη βλαβών.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.1
4.1.1	Βαθμοί βλάβης σε υποστυλώματα...Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.2	
4.1.2	Βαθμοί βλάβης σε τοιχώματα και κόμβουςΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.2	
4.2	Βλάβες τοπικού και γενικού χαρακτήραΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.5	
4.2.1	Βλάβες τοπικού χαρακτήρα	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.5
4.2.2	Βλάβες γενικού χαρακτήρα	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.6
4.3	Διάκριση κτιρίων ανάλογα με την επιρροή των βλαβώνΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.6	
4.3.1	Κτίρια με βλάβες οι οποίες δεν επηρεάζουν την γενική τους ευστάθεια	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.6
4.3.1.1	Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα..Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.6	
4.3.1.2	Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.7	
4.3.2	Κτίρια με βλάβες οι οποίες επηρεάζουν την γενική τους ευστάθειαΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.7	
4.3.2.1	Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα..Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.7	
4.3.2.2	Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.7	
4.4	Κυπριακή Μεθοδολογία για τον έλεγχο των μετασεισμικών οικοδομώνΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.8	
4.4.1.	Ταχύς μετασεισμικός έλεγχος.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.8	
4.4.2	Κατηγορίες βλαβών	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.9
4.4.3	Έλεγχος εδάφους και θεμελιών	20
4.4.4	Βλάβες σε κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος.....	21
4.4.5.	Βλάβες σε μη φέροντα δομικά στοιχεία κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα ...	23
4.4.6	Τύποι βλαβών σχηματικά	25

5	Επισκευές και ενισχύσεις μετασεισμικών οικοδομών.....	28
5.1	Μεθόδοι επεμβάσεων στις κατασκευές	28
5.2	Αρχές επεμβάσεων.....	29
5.3	Αποκατάσταση.....	29
5.4	Εισαγωγή στις επεμβάσεις.....	30
5.5	Ενίσχυση κατασκευής ως συνόλου.....	31
5.5.1.	Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής.....	31
5.5.2	Προσθήκη διχτυωτών συστημάτων εντός πλαισίου	33
5.5.3	Κατασκευή πλευρικών τοιχωμάτων σε συνέχεια των υποστυλωμάτων.....	34
5.6	Επισκευή και ενίσχυση υποστυλωμάτων	35
5.6.1	Επισκευές υποστυλωμάτων	35
5.6.2	Ενισχύσεις υποστηλωμάτων	37
5.6.2.1	Ενίσχυση υποστυλώματος με περισφιζή.....	37
5.6.2.2	Μανδύες υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα	40
5.7	Επισκευές-Ενισχύσεις τοιχωμάτων	43
5.7.1	Επισκευές τοιχωμάτων.....	43
5.7.2	Ενισχύσεις τοιχωμάτων	43
5.7.2.1	Ενίσχυση τοιχωμάτων με περίσφυξη.....	43
5.7.2.2	Ενίσχυση τοιχωμάτων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος.....	44
5.8	Επισκευή-ενίσχυση δοκών και πλακών	47
5.8.1.	Επισκευή δοκών και πλακών	47
5.8.2.	Ενίσχυση δοκών και πλακών	48
5.9	Επισκευή-ενίσχυση κομβών δοκών-υποστυλωμάτων	52
5.9.1.	Επισκευή κομβών	53
5.9.2.	Ενίσχυση κομβών	53

5.10	Ενισχύσεις στοιχείων θεμελιώσης	56
6	Κτίρια απο φέρουσα τοιχοποιία	57
6.1	Εισαγωγή.....	57
6.2	Φέρων οργανισμός.....	58
6.3	Παθολογία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία	60
6.3.1	Βλάβες από κατακόρυφα φορτία	60
6.3.2	Βλάβες από οριζόντια (σεισμικά) φορτία.....	62
6.3.2.1	Μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου ή πεσσου ενός τυπικού μονόροφου κτιρίου	62
6.3.2.2	Τυπικές μορφές ρηγματώσεων που εμφανίζονται σε ένα τυπικό όροφο κτιρίου με ικανοποιητικά διαζώματα	63
6.4	Κυπριακή Μεθοδολογία για τον έλεγχο των βλαβών.....	66
6.4.1	Βαθμοί βλάβης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία	66
6.5	Επεμβάσεις.....	67
6.5.1	Επεμβάσεις μέσης στάθμης	68
6.5.2	Επεμβάσεις υψηλής στάθμης.....	77
6.6	Ενισχύσεις θεμελιώσεων	81
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	85
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	iii
	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	viii
	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ	xii
1	Αντισεισμικοί κανονισμοί και Κυπριακή πολιτεία.....	1
1.1	Αντισεισμικοί Κανονισμοί.....	1
2	Σεισμοί.....	4

3	Σχεδιασμός επεμβάσεων.....	7
3.1	Κριτήρια και τύποι επεμβάσεων	7
3.1.1	Κριτήρια επεμβάσεων.....	7
4	Βλάβες σε μετασεισμικές οικοδομές απο οπλισμένο σκυρόδεμα.....	11
5	Επισκευές και ενισχύσεις μετασεισμικών οικοδομών.....	28
5.1	Μεθόδοι επεμβάσεων στις κατασκευές.....	28
	Με βάση την διεθνή βιβλιογραφία, σε μια προσπάθεια υπογραφής «χαρτών» από την διεθνή κοινότητα, στους οποίους διατυπώνονται οι βασικές αρχές για την προστασία και τις επεμβάσεις σε μνημεία , ταξινομήθηκε και προσδιορίστηκε η κάθε μορφή επέμβασης (Μίλτος Α. Δημοσθένους, 2009) .	28
6	Κτίρια απο φέρουσα τοιχοποιία	57
7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Δεν βρέθηκαν καταχωρήσεις πίνακα εικόνων.	
Εικόνα 4.1: Τυπικοί βαθμοί βλαβών.....	13
Εικόνα 4.2: Βαθμοί βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (υποστυλώματα, διατμητικά τοιχώματα)	24
Εικόνα 4.3: Βαθμοί βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (δοκοί, κόμβοι πλαισίων)	24
Εικόνα 4.4: Βλάβη λόγω καπτικής, διατμητικής και αξονικής φόρτισης σε υποστυλώμα	25
Εικόνα 4.5: Βλάβη λόγω τέμνουσας και αξονικής δύναμης σε υποστυλώμα	25
Εικόνα 4.6: Βλάβη λόγω διάτμησης σε τοιχείο	25
Εικόνα 4.7: Βλάβη λόγω κάμψης σε τοιχείο	25
Εικόνα 4.8: Βλάβη λόγω διάτμησης σε δοκό	26
Εικόνα 4.9: Βλάβη λόγω διάτμησης σε δοκό	26
Εικόνα 4.10: Βλάβη λόγω κάμψης σε δοκό.....	26
Εικόνα 4.11: Βλάβες σε ακραίους και μεσαίους κόμβους.....	27
Εικόνα 4.12: Βλάβες σε τοιχοπληρώσεις.....	27
Εικόνα 5.1: (a) τοιχώματα εντός πλαισίων, (b) δικτυωτά συστήματα.....	32
Εικόνα 5.2: Προσθήκη τοιχωμάτων σε συνέχεια υποστυλωμάτων.....	34
Εικόνα 5.3: Τοπικές αποκατάστασης ίσης διατομής	36
Εικόνα 5.4: Αποκατάσταση υποστυλώματος με μερική αποδιοργάνωση της βλαβούσας περιοχής	37
Εικόνα 5.5: Περίσφυγξη με μεταλλικά επικολλητα ελάσματα.....	38
Εικόνα 5.6: Περίσφυγξη με σπειροειδή οπλισμό	39
Εικόνα 5.7: Περίσφυγξη με μεταλλικό μανδύα.....	39
Εικόνα 5.8: Περίσφυγξη με μεταλλικό κλώβο	40
Εικόνα 5.9: Μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος	42

Εικόνα 5.10: Ολικός μανδύας, διάτρηση δοκού στην περιοχή του κόμβου για διέλευση συνδετήρων.....	42
Εικόνα 5.11: Ενισχύση τοιχωμάτων με μανδύες	45
Εικόνα 5.12: Γενική διάταξη ενίσχυσης τοιχωματός με μανδύα.....	46
Εικόνα 5.13: Επισκευή με την τεχνική αποκατάστασης ίσης διατομής	47
Εικόνα 5.14: Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού	48
Εικόνα 5.15: Ενισχύση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος (α) στο πάνω πέλμα, (β) στο κάτω πέλμα.....	49
Εικόνα 5.16: Ενισχύση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος εναλλακτικοί τρόποι σύνδεσης στην διεπιφάνεια.....	49
Εικόνα 5.17: Διατμητική ενίσχυση με εξωτερικά μεταλλικά στοιχεία	50
Εικόνα 5.18: Κλειστός μανδύας δοκού.....	51
Εικόνα 5.19: Ανοικτός μανδύας δοκού.....	52
Εικόνα 5.20: Ενισχύση κόμβου με μανδύα.....	54
Εικόνα 5.21: Εφαρμογή χιαστί κολλάρων σε εξωτερικούς κόμβους (α) με υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο, (β) χωρίς υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο	54
Εικόνα 5.22: Ενισχύση κόμβου με επικολλήτα ελάσματα	55
Εικόνα 5.23: Ενισχύση πεδίων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου.....	56
Εικόνα 5.24: Ενισχύση πεδίων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου	56
Εικόνα 6.1: Τύποι πατωμάτων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.....	59
Εικόνα 6.2: Τύποι διαζωμάτων, ελκυστήρων και συνδέσεων πατωμάτων και στεγών με τις φέρουσες τοιχοποιίες	59
Εικόνα 6.3: Μονόπλευρο φούσκωμα τρίστωτης λιθοδομής με ασύνδετες όψεις υπό κατακόρυφα θλιπτικά φορτία.....	61
Εικόνα 6.4: Εικόνα ρηγμάτωσης λόγω διαφορεικής βράχυνσης μεσαίου τοίχου (α) και λόγω διαφορεικής καθίζησης μεσαίου τοίχου (β) ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001	61

Εικόνα 6.5: Μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου-πρόβολου (α) σεισμική τέμνουσα έκτος επιπέδου (b, c, d) σεισμική τέμνουσα εντός επιπέδου.....	62
Εικόνα 6.6: Τυπικές μορφές ρηγματώσεων σε τυπικό όροφο κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία	64
Εικόνα 6.7: Τυπικές μορφές απόκρισης φέρουσας τοιχοποιίας υπο σεισμική καταπόνηση (α) και (b): Ασύνδετοι φέροντες τοίχοι, (c) φέροντες τοίχοι με κορυφαίο διάζωμα, (d) φέροντες τοίχοι με διάφραγμα στο επίπεδο της στέψης τους	64
Εικόνα 6.8: Μηχανισμός αστοχίας στις ζώνες σύζευξης πεσσών ενός διώροφου τοίχου χωρίς διαζώματα ή άκαμπτα διαφράγματα στις στάθμες των ορόφων.....	65
Εικόνα 6.9: Τυπική αστοχία αποδιοργάνωση	68
Εικόνα 6.10: Δημιουργία κατασκευαστικού αρμού σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας καθ' ύψους	69
Εικόνα 6.11: Οπλισμένο επίχρησμα τοποθετημένο μονόπλευρα	70
Εικόνα 6.12: Οριζόντιες και κατακόρυφες ζώνες ραφής.....	71
Εικόνα 6.13: Καμπούριασμα τοιχοποιίας(πάνω), κατάρρευση ανώ μέρους γωνιάς(κάτω)	72
Εικόνα 6.14: Λιθοσυρραφή στη γωνιά του τοίχου(αριστερά) διάταξη ελκυστήρων για την σύνδεση αποκολλημένων τοίχων(δεξιά).....	73
Εικόνα 6.15: Τοποθέτηση χαλυβδικών λαμών στις γωνίες	74
Εικόνα 6.16: Πλαίσιο ενίσχυσης κουφωμάτων	76
Εικόνα 6.17: Ελαφρά οπλισμένος μανδύας (αριστερά), μονόπλευρος μανδύας δεξιά	76
Εικόνα 6.18: Αμφίπλευρος μανδύας.....	77
Εικόνα 6.19: Προετοιμασία της τοιχοποιίας για την εφαρμογή ενέματος	79
Εικόνα 6.20: Χρήση ελκυστήρων για την σύνδεση τοίχων σε γωνία.....	79
Εικόνα 6.21: Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων	80
Εικόνα 6.22: Τοπική ενίσχυση.....	81
Εικόνα 6.23: Καθολική ενίσχυση	81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ

Εικόνα 5.2.1: Αποτελεσματικότητα διάφορων μεθόδων ενίσχυσης	105
Εικόνα 5.2.2: Τεχνικές κατασκευής τοιχωμάτων εντός πλαισίων.....	105
Εικόνα 5.2.3: Παράδειγμα θεμελίωσης νέων τοιχωμάτων εντός υφιστάμενου πλαισίου	106
Εικόνα 5.2.4: Μεταλλικά διχτυώματα εντός πλαισίου	108
Εικόνα 5.2.5: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες σύνδεσης μεταλλικών διχτυωμάτων	108
Εικόνα 5.2.6: Προσθήκη τοιχωμάτων σε συνέχεια υποστυλωμάτων.....	110
Εικόνα 5.2.7: Αποκατάσταση υποστυλώματος, με πλήρη αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλάβεισας περιοχής	112
Εικόνα 5.2.8: Αποκατάσταση υποστυλώματος, με μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλάβεισας περιοχής	113
Εικόνα 5.2.9: Περίσφιξη με μεταλλικό κλωβό	115
Εικόνα:5.2.10 Εναλλακτική εφαρμογή της τεχνικής του μεταλλικού κλωβού χρησιμοποιώντας βίδες και ντίζες.....	116
Εικόνα 5.2.11: Επέμβαση με μεταλλικό κλωβό για προσωρινή ανάληψη κατακόρυφων φορτίων	116
Εικόνα 5.2.12: Διαδικασίες απλοληξης μανδύα στα στοιχεία θεμελίωσης.....	120
Εικόνα 5.2.13: Περιπτώσεις ανοικτών μανδύων	121
Εικόνα 5.2.14: Μονόπλευρη ή δίπλευρη επέκταση υποστυλώματος.....	122
Εικόνα 5.2.15: Οδοί μεταφοράς δυνάμεων.....	124
Εικόνα 5.2.16: Ενίσχυση τοιχωμάτων με μανδύες	127
Εικόνα 5.2.17: Γενική διάταξη ενίσχυσης τοιχώματος με μανδύα.....	128
Εικόνα 5.2.18: Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού	130
Εικόνα 5.2.19: Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος (α) στο πάνω πέλημα (β) στο κάτω πέλημα δοκού.....	131

Εικόνα 5.2.20: Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος, εναλλακτικοί τρόποι σύνδεσης στην διεπιφάνεια	131
Εικόνα 5.2.21: Διατμητική ενίσχυση με εξωτερικά μεταλλικά στοιχεία	134
Εικόνα 5.2.22: Εφαρμογή χιαστί κολλάρων σε εξωτερικούς κόμβους (α) με υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο, (β) χωρίς υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο	135
Εικόνα 5.2.23: Ενισχύση κόμβου με επικολλήτα ελάσματα	136
Εικόνα 5.2.24: Ενισχύση πεδίων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου	137
Εικόνα 5.5.25: Ενισχύση πεδίων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου	138
Εικόνα 6.2.1: Διαγώνιες ζώνες ραφής	142
Εικόνα 6.2.2: Εξέχουσες ζώνες ραφής με ενδιάμεσες συνδέσεις ανά αποστάσεις (σχ.αριστερά), ενισχθικά υποστυλώματα ή δοκοί ραφής (σχ.δεξιά).....	142
Εικόνα 6.2.3: Ζώνες ραφής.....	143
Εικόνα 6.2.4: Κατάρρευση άνω μέρους γωνίας.....	144
Εικόνα 6.2.5: Κατάρρευση κάτω μέρους γωνίας.....	144
Εικόνα 6.2.6: Λιθοσυρραφή στη γωνία (σχ.αριστερά), διάταξη ελκυστήρων για την σύνδεση αποκολλημένων τοίχων (σχ.δεξιά)	146
Εικόνα 6.2.7: Τοποθέτηση χαλυβδινών λαμών στις γωνιές	146
Εικόνα 6.2.8: Τύπος 1 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία.....	147
Εικόνα 6.2.9: Τύπος 2 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία.....	149
Εικόνα 6.2.10: Τύπος 3 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία.....	150
Εικόνα 6.2.11: Τύπος 4 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία.....	151
Εικόνα 6.2.12: Πλάισιο ενίσχυσης κουφωμάτων	152
Εικόνα 6.2.13: Ελαφρά οπλισμένος μανδύας	154
Εικόνα 6.2.14: Μονόπλευρος μανδύας.....	154
Εικόνα 6.2.15: Αμφίπλευρος μανδύας.....	155

Εικόνα 6.2.16: Συνέχεια μανδύα από όροφο σε όροφο	155
Εικόνα 6.2.17: Τοπικές ενισχύσεις μανδύα στην περίπτωση τοιχών μεγάλου μήκους.....	156
Εικόνα 6.2.18: Προετοιμασία της τοιχοποιίας για την εφαρμογή ενέματος	159
Εικόνα 6.2.19: Σχηματική παράσταση του εξοπλισμού για την προετοιμασία και την εφαρμογή ενεμάτων	159
Εικόνα 6.2.20: Χρήση ελκυστήρων για την σύνδεση τοιχών σε γωνία.....	161
Εικόνα 6.2.21: Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων	161
Εικόνα 6.2.22: Τοπική ενίσχυση (οριζόντια ή και κατακόρυφη τομή)	162
Εικόνα 6.2.23: Καθολική ενίσχυση (οριζόντια ή και κατακόρυφη τομή).....	163
Εικόνα 6.2.24: Εξωτερική περιμετρική δοκός οπλισμένου σκυροδέματος, για την αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου (σχ.αριστερά), σε συνδυασμό με υποσκάφη θεμελίου(σχ.δεξιά).....	164
Εικόνα 6.2.25: Αμφίπλευρη υποθεμελίωση και χρήση οπλισμένου σκυροδεματος	164
Εικόνα 6.2.26: Αμφίπλευρη υποθεμελίωση και χρήση άοπλου σκυροδεματος	165
Εικόνα 6.2.27: Υψίκορμες πεδιλοδοκοί έδρασης μονόπλευρων και αμφίπλευρων μανδυών.... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 6.2.28: Διατάξεις μικροπασσάλων με κεφαλοδέσιμο. Πάνω κεντρική διάταξη (καλή στατική λειτουργία, δυσκολία κατασκευής), κάτω έκκεντρη διάταξη (κακή στατική λειτουργία, ευκολία κατασκευής).....	169
Εικόνα 6.2.29: Υποθεμελίωση με ριζοπασσάλους (χώρις κεφαλοδέσιμο)	170
Εικόνα 6.2.30: Συνδυασμός αβαθούς υποθεμελίωσης με ριζοπασσάλους.....	170
Εικόνα 6.2.31: Ενέσεις εδάφους.....	171
Εικόνα 7.2.1: Ενίσχυση υποστρώματος με μανδύα, ενίσχυση δοκού με ινοπλισμένα πολυμερή.....	172
Εικόνα 7.2.2: Συνέχεια οπλισμού μανδύα στον επόμενο όροφο	173
Εικόνα 7.2.3: Συνδέσεις οπλισμών μανδύα	173
Εικόνα 7.2.4: Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με εμφάνιση οπλισμού.....	174

Εικόνα 7.2.5: Συνέχεια οπλισμού μανδύα από την θεμελιώση	174
Εικόνα 7.2.6: Ενίσχυση τοιχώματος με την μέθοδο των ινοπλισμένων πολυμερή	175
Εικόνα 7.2.7: Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με εμφάνιση οπλισμών	175
Εικόνα 7.2.8: Αποδιοργάνωση σκυροδέματος σε τοίχωμα με εμφάνιση οπλισμών	176
Εικόνα 7.2.9: Εξοπλισμός για εκτοξευμένο σκυρόδεμα.....	176
Εικόνα 7.2.10: Εξοπλισμός για εκτοξευμένο σκυρόδεμα.....	177
Εικόνα 7.2.11: Αποκατάσταση τοιχοποιίας με την μέθοδο των ενεμάτων	177
Εικόνα 7.2.12: Αποκατάσταση υπερθύρων σε φέρουσα τοιχοποιία με ενσωμάτωση μεταλλικού δοκού	178
Εικόνα 7.2.13: Δέσιμο φέρουσας τοιχοποιίας με την μέθοδο των ελκυστήρων	178
Εικόνα 7.2.14: Δέσιμο φέρουσας τοιχοποιίας με την μέθοδο των ελκυστήρων	179

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Ο.Α.Σ.Π:	Οργανισμός Αντισεισμικών Σχεδιασμών και Προστασίας
ΚΑΝ.ΕΠΕ:	Κανονισμός επεμβάσεων
Υ.Α.Ζ:	Υπηρεσία Αποκατάστασης ζημιών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επιπτώσεις που προκαλεί ένας ισχυρός σεισμός εκδηλώνονται τόσο στο έδαφος όσο και στο δομημένο και ανθρώπινο περιβάλλον. Στο έδαφος παρατηρούνται ρωγμές, χάσματα (επιφανειακά ίχνη ρηγματών), κατολισθήσεις, εδαφικές βαθύνσεις, ρευστοποίηση, υψομετρικές μεταβολές (καθιζήσεις ή εξάρσεις του εδάφους). Στις κατασκευές οι επιπτώσεις είναι πιο ορατές με βλάβες στα δομικά στοιχεία μεμονωμένα ή στο σύνολο της κατασκευής ακόμα και καταρρεύσεις. Ένας ισχυρός σεισμός επηράζει το δομημένο περιβάλλον αλλά παράλληλα και τον άνθρωπο που ζει και δραστηριοποιείται μέσα σε αυτό. Σε πολλές περιπτώσεις ένας ισχυρός σεισμός έχει επιφέρει δραματικές για την ανθρώπινη ζωή επιπτώσεις όπως είναι αυτές των τραυματισμών και του θανάτων.

Στη Κύπρο η πλειονότητα των κατασκευών που μελετήθηκαν και οικοδομήθηκαν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα αλλά υπάρχει και ένας σημαντικός αριθμός οικοδομημάτων από φέρουσα τοιχοποιία, όπου στις μέρες μας παρατηρείται μια έντονη ευαισθητοποίηση για την αποκατάσταση και συντήρησή τους.

Κατά την διάρκεια σεισμών που έχουν συμβεί στο παρελθόν πολλά από αυτά τα κτίρια έχουν υποστεί μικρότερης ή μεγαλύτερης έκτασης βλάβες. Η φυσική φθορά που υφίσταται μια κατασκευή με το χρόνο εφόσον δεν υπάρχει πρόνοια για συντήρηση ή και ενίσχυση της, μειώνει την αντοχή της για την ανάλληψη των σεισμικών φορτίων. Κατά συνέπεια ένας μεγάλος αριθμός υφιστάμενων οικοδομών διαπιστώνεται ότι χρήζουν επεμβάσεων.

Οι στόχοι του ανασχεδιασμού μιας κατασκευής ορίζονται από τον Κύριο του Έργου και την ισχύουσα νομοθεσία. Αρχικά γίνεται η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατασκευής και στη συνέχεια επιλέγεται η στρατηγική η οποία θα ακολουθηθεί και το σύστημα επεμβάσεων. Ο Μηχανικός πρέπει να αξιολογήσει κατά πόσο η υιοθέτηση της συγκεκριμένης στρατηγικής είναι εφαρμόσιμη και τέλος μαζί με τον Κύριο του Έργου να επιλέξουν την βέλτιστη λύση. Με τον όρο βέλτιστη λύση εννοούμε η κατασκευή να έχει την επιθυμητή συμπεριφορά για την αντίστοιχη σεισμική δράση σχεδιασμού. Μετά την επιλογή της στρατηγικής των επεμβάσεων είναι απαραίτητο να επιλεγεί το σύστημα επεμβάσεων που θα εφαρμοστεί και στη συνέχεια να εκπονηθεί η προμελέτη. Εάν από την προμελέτη προκύψει ότι οι επιλογές είναι ικανοποιητικές ακολουθεί η οριστική μελέτη που περιλαμβάνει τον πλήρη σχεδιασμό των προτεινόμενων επεμβάσεων (Κ.Σπυράκος 2004).

Στη παρούσα μελέτη παρουσιάζονται τα εξής θέματα αναλυτικότερα :

Στο κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται οι Αντισεισμικοί κανονισμοί οι οποίοι δίνουν τις κατευθυντήριες γραμμές για τον έλεγχο των βλαβών και την επιλογή μεθόδων ενίσχυσης και επισκευής μετασεισμικών οικοδομών καθώς και η στρατηγική που ακολουθεί η Κυπριακή Πολιτεία για τον έλεγχο των μετασεισμικών οικοδομών.

Στο κεφάλαιο 2 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του σεισμού και εξηγείτε η έντονη σεισμική δραστηριότητα της Κύπρου.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται τα κριτήρια και οι τύποι που έχουν αναπτυχθεί για τον σχεδιασμό επεμβάσεων, καθώς και οι στόχοι και τα στοιχεία της μελέτης επεμβάσεων.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι βλάβες σε μετασεισμικές οικοδομές από οπλισμένο σκυρόδεμα, στον φέροντα οργανισμό (υποστυλώματα, τοιχώματα, κόμβους, δοκούς) αλλά και στις τοιχοπληρώσεις και η κατάταξη τους σε βαθμούς.

Στο κεφάλαιο 5 αναφέρονται οι αρχές και οι μέθοδοι επεμβάσεων στις μετασεισμικές οικοδομές από οπλισμένο σκυρόδεμα και παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι τρόποι επισκευής ή ενίσχυσης της κατασκευής ως συνόλου, έτσι ώστε να μειωθεί η ένταση στα αδύναμα σημεία της, σε χαμηλότερα επίπεδα από τα ανεκτά όρια ικανότητας τους ή των μεμονωμένων αδύναμων δομικών στοιχείων της κατασκευής προσδίδοντας τους πρόσθετη ικανότητα (αντοχή, πλαστιμότητα, ευκαμψία).

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται ο φέρων οργανισμός, η παθολογία, ο έλεγχος των βλαβών από σεισμικά φορτία και οι επεμβάσεις (επισκευές και ενισχύσεις), σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και γίνονται εισηγήσεις σχετικά με το αντικείμενο της μελέτης.

1 Αντισεισμικοί κανονισμοί και Κυπριακή πολιτεία

1.1 Αντισεισμικοί Κανονισμοί

Ο Ελληνικός Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας το 2001 είχε συστήσει επιτροπή ειδικών για την σύνταξη Σχεδίου Κανονισμού για την επισκευή και ενίσχυση υφιστάμενων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα με τίτλο ΚΑΝ.ΕΠΕ (Κ.Στυλιανίδης 2009) .

Το 2009 η αρμόδια επιτροπή για την σύνταξη του Σχεδίου Κανονισμού παρέδωσε το έργο της , το οποίο τέθηκε σε δημόσια διαβούλευση , ώστε στη συνέχεια να προχωρήσει η θεσμοθέτηση του. Το 2011 η σύνταξη του κανονισμού ολοκληρώθηκε μετά από κάποιες τροποποιήσεις και προσθήκες . Τον Ιανουάριο του 2012 ο κανονισμός εγκρίθηκε επίσημα από την Ελληνική κυβέρνηση (Εφημερίδα της Ελληνικής κυβέρνησεως 2012). Επιπλέον για την επιμόρφωση των Μηχανικών ο Ο.Α.Σ.Π σχετικά με τον κανονισμό σε συνεργασία με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας διοργανώνει σχετικά σεμινάρια στη Ελλάδα και στην Κύπρο.

Ο κανονισμός επισκευών και ενισχύσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ) καθορίζει την προσεισμική ενίσχυση των υφιστάμενων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα προσαρμοζόμενος στους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς (Ευρωκώδικες) και έρχεται να καλύψει την απουσία του μέχρι σήμερα κανονιστικού πλαισίου.

Οι κατευθυντήριες γραμμές που ακολουθούνται στην Κύπρο για τις επισκευές και ενισχύσεις των μετασεισμικών πηγάζουν από τον συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο.

Πέρα των Αντισεισμικών Κανονισμών το σχήμα επεμβάσεων που θα χρησιμοποιηθεί σε μια μετασεισμική οικοδομή και τις διαδικασίες που κατευθύνουν τους μηχανικούς, η απόφαση της στρατηγικής που θα ακολουθηθεί υπόκειται στην κρίση και την εμπειρία του μηχανικού που αναλαμβάνει την αποκατάσταση της οικοδομής.

1.2 Κυπριακή Πολιτεία

1.2.1 Στρατηγική για έλεγχο των μετασεισμικών οικοδομών στη Κύπρο

Στη Κύπρο τον συντονισμό για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων ενός σεισμού έχει ο Έπαρχος κάθε επαρχίας. Όσον αφορά τις κατασκευές γίνεται έλεγχος στη πληγείσα περιοχή, της αποτίμησης της ασφάλειας των κτιρίων. Ο έλεγχος αφορά όλων των ειδών τα κτίρια, ιδιώτικα, δημόσια, κρατικά αλλά και όλες τις υποδομές, δίκτυο δρόμων, γέφυρες, υδατοφράκτες. Τα τμήματα που έχουν την ευθύνη του ελέγχου σε συγκεκριμένα κτίρια είναι τα εξής :

1. Τμήμα Δημοσίων Έργων αναλαμβάνει έργα για τα οποία έχει την ευθύνη κατασκευής ή επίβλεψη κατασκευής από προσφοροδότες όπως το οδικό δίκτυο, τις γέφυρες, λιμάνια, αεροδρόμια κ.λ.π καθώς και κυβερνητικά κτίρια.
2. Οι Τεχνικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού αναλαμβάνουν τα Σχολικά κτίρια.
3. Το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως αναλαμβάνει τους Κυβερνητικούς Οικισμούς.
4. Οι αρμόδιες τοπικές Αρχές αναλαμβάνουν τα κτίρια δημόσιας χρήσης όπως κινηματογράφους, θέατρα, εστιατόρια, κ.λ.π.
5. Η Υπηρεσία Αποκατάστασης Ζημιών (ΥΑΖ) αναλαμβάνει τον έλεγχο των ιδιωτικών κατασκευών και οικοδομών.

Σε περίπτωση που ο όγκος εργασίας είναι μεγάλος, τα διάφορα τμήματα μπορούν να ζητήσουν βοήθεια από μηχανικούς στον ιδιωτικό τομέα μέσω του ΕΤΕΚ.

Οι ενέργειες που αποσκοπούν στον έλεγχο των κτιρίων αμέσως μετά από ένα καταστροφικό σεισμό είναι (Κρίστης Ζ. Χρυσοστόμου 2009) :

1. Έλεγχος όλων των κτιρίων της πληγείσας περιοχής και η σήμανση τους ως προς την ασφάλεια για χρήση (Η σήμανση που χρησιμοποιείται επισυνάπτεται στο παράρτημα).
2. Εντοπισμός και άρση επικινδυνότητων.
3. Εντοπισμός κτιρίων που απαιτούν άμεσες υποστυλώσεις.

Οι έκτακτοι ελέγχοι χωρίζονται σε πρωτοβάθμιους ταχείς, όπου ξεχωρίζουν τα εμφανή ασφαλή και μη ασφαλή κτίρια και οι δευτεροβάθμιοι λεπτομερείς για τα κτίρια όπου χαρακτηρίστηκαν μη ασφαλή. Οι ομάδες των δομοστατικών μηχανικών που απαρτίζουν τα συνεργεία ελέγχου συμπληρώνουν Δελτία Αυτοψίας (Δ.Α) για το κάθε κτίριο μετά τον έλεγχο.

Σε μια προσπάθεια για οδηγίες για την εκτέλεση μετασεισμικών ελέγχων των οικοδομών στη Κύπρο, στα πλαίσια του προγράμματος «training Civil Engineers on Post – Earthquake Safety Assessment of Damaged Buildings», συντάχθηκε οδηγός για την εκτέλεση μετασεισμικών ελέγχων οικοδομών ο οποίος κατευθύνει τους μηχανικούς στην κατηγοροποίηση των βλαβών σε κτίρια με διαφορετικούς τύπους φέροντος οργανισμού (οπλισμένο σκυρόδεμα, φέρουσα τοιχοποιία, μεταλλικό), από τον Διδάκτορα καθηγητή κύριο Κρίστη Χρυσοστόμου.

1.2.2 Υπηρεσία Αποκατάστασης Ζημιών

Το Φλεβάρη του 1995 μετά από τον καταστρεπτικό σεισμό που έγινε στη Πάφο λήφθηκε απόφαση για την σύσταση της Υπηρεσίας Αποκατάστασης Ζημιών (ΥΑΖ) η οποία δημιούργησε τις δομές και καθιέρωσε τις μεθοδολογίες αποκατάστασης ζημιών από τον σεισμό και πρόσφερε καθοδήγηση στους πολιτικούς μηχανικούς και τους ιδιοκτήτες για την σωστή προσέγγιση επιδιόρθωσης των κτιρίων.

Η εμπειρία και η γνώση που αποκτήθηκε μετά την επαφή με τους σεισμούς συνέβαλε ουσιαστικά στην πιο αποτελεσματική δράση και εμπλοκή τόσο του κράτους όσο και της κοινωνίας γενικότερα στα θέματα αντιμετώπισης του σεισμού.

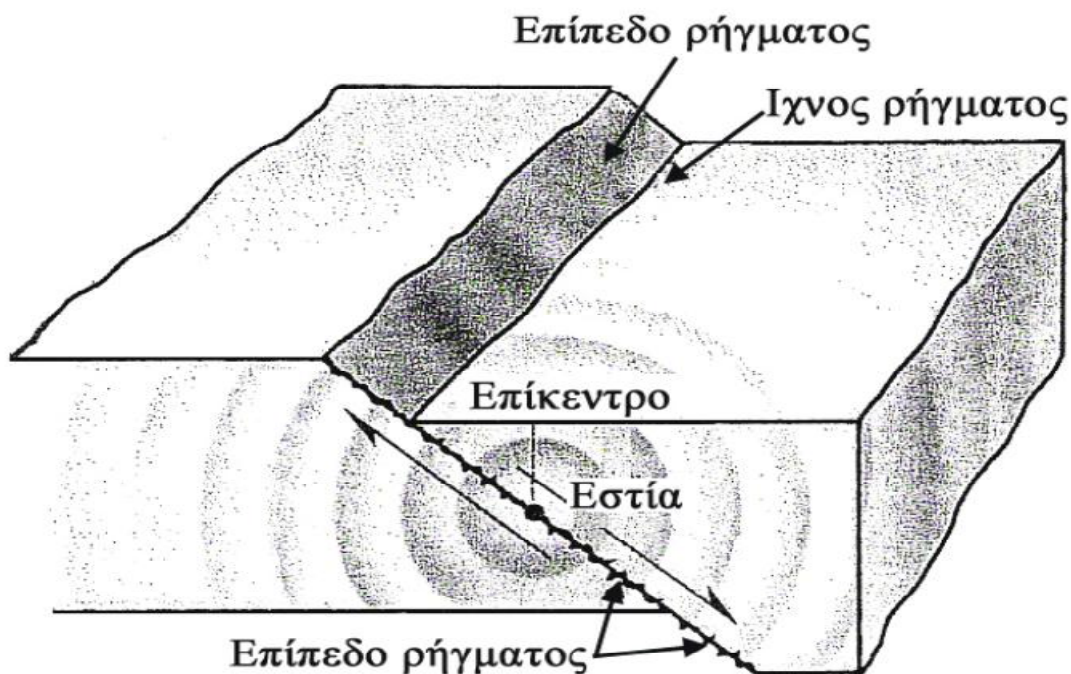
Η (ΥΑΖ) και το Υπουργείο Εσωτερικών το 2000 σε μια προσπάθεια τους να καθοδηγήσουν τους Κύπριους μηχανικούς για την αντιμετώπιση των μετασεισμικών οικοδομών, έκδοσαν το εγχειρίδιο «Επιδιόρθωση και Συντήρηση Κτιρίων που έπαθαν ζημιές από σεισμό» (Χρ.Χριστοδουλου 2000).

2 Σεισμοί

2.1 Η δημιουργία των σεισμών

Οι δονήσεις του υπεδάφους που δημιουργούνται κατά την διάρκεια διαταράξεων της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων (διάρρηξη και μετακίνηση) από φυσικά αίτια χαρακτηρίζονται ως σεισμοί (Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008). Στο εσωτερικό της γής, από την δράση τεκτονικών δυνάμεων, συσσωρεύονται τάσεις που όταν υπερβούν το όριο αντοχής των πετρωμάτων αυτά θραύονται και απελευθερώνεται ελαστική ενέργεια, που προκαλεί μετακίνηση των ριξηγενών τεμάχων και δημιουργούνται σεισμικά κύματα. Η διάρρηξη των πετρωμάτων δημιουργεί σεισμό. Οι περισσότεροι καταστρεπτικοί σεισμοί προέρχονται από μετατοπίσεις γήινων τεμάχων κατά μήκος των ρηγμάτων και καλούνται τεκτονικοί. Με τον όρο «τεκτονικός» αναφερόμαστε σε κάθε μεταβολή που επέρχεται σε πέτρωμα εξαιτίας των μετατοπίσεων ή των παραμορφώσεων (Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008).

Η διάρρηξη αρχίζει σε μια συγκεκριμένη περιοχή και διαδίδεται πάνω στο ρήγμα με μια ορισμένη ταχύτητα μέχρι να σταματήσει. Την θέση που έγινε η διάρρηξη την θεωρούμε ως σημείο και την ονομάζουμε «σεισμική εστία». Η κατακόρυφη προβολή του σημείου αυτού στην επιφάνεια λέγεται «επίκεντρο του σεισμού» και η απόσταση της σεισμικής εστίας και του επίκεντρου λέγεται «εστιακό βάθος» (Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008).



Εικόνα 2.1 Χαρακτηριστικά ρήγματος

Οι σεισμοί διακρίνονται ανάλογα με τα αίτια γένεσης στους εξής :

- α) Τεκτονικοί οι οποίοι προκαλούνται από την διάρρηξη των πετρωμάτων.
- β) Ηφαιστειογενείς οι οποίοι προκαλούνται από ηφαιστειακές εκρήξεις.
- γ) Εγκατακρημισιογενείς οι οποίοι προκαλούνται από την εγκατακρήμιση της οροφής υπόγειων σπηλαίων ή κρατήρων ηφαιστείων.

2.1.1 Μέγεθος και ένταση του σεισμού

Το μέγεθος (M) ενός σεισμού είναι το μέτρο της ολικής ενέργειας που απελευθερώνεται κατά τον σεισμό και προσδιορίζεται με μετρήσεις των παραμέτρων των σεισμικών κυμάτων που παράγονται (Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008). Η ενέργεια αυτή καταγράφεται από τους σειсмоγράφους και μετριέται με την λογαριθμική κλίμακα Ρίχτερ. Η ποσότητα της ενέργειας δεν μετριέται επακριβώς αλλά προσεγγίζεται με βάση τα πλάτη των ταλαντώσεων των σεισμικών κυμάτων.

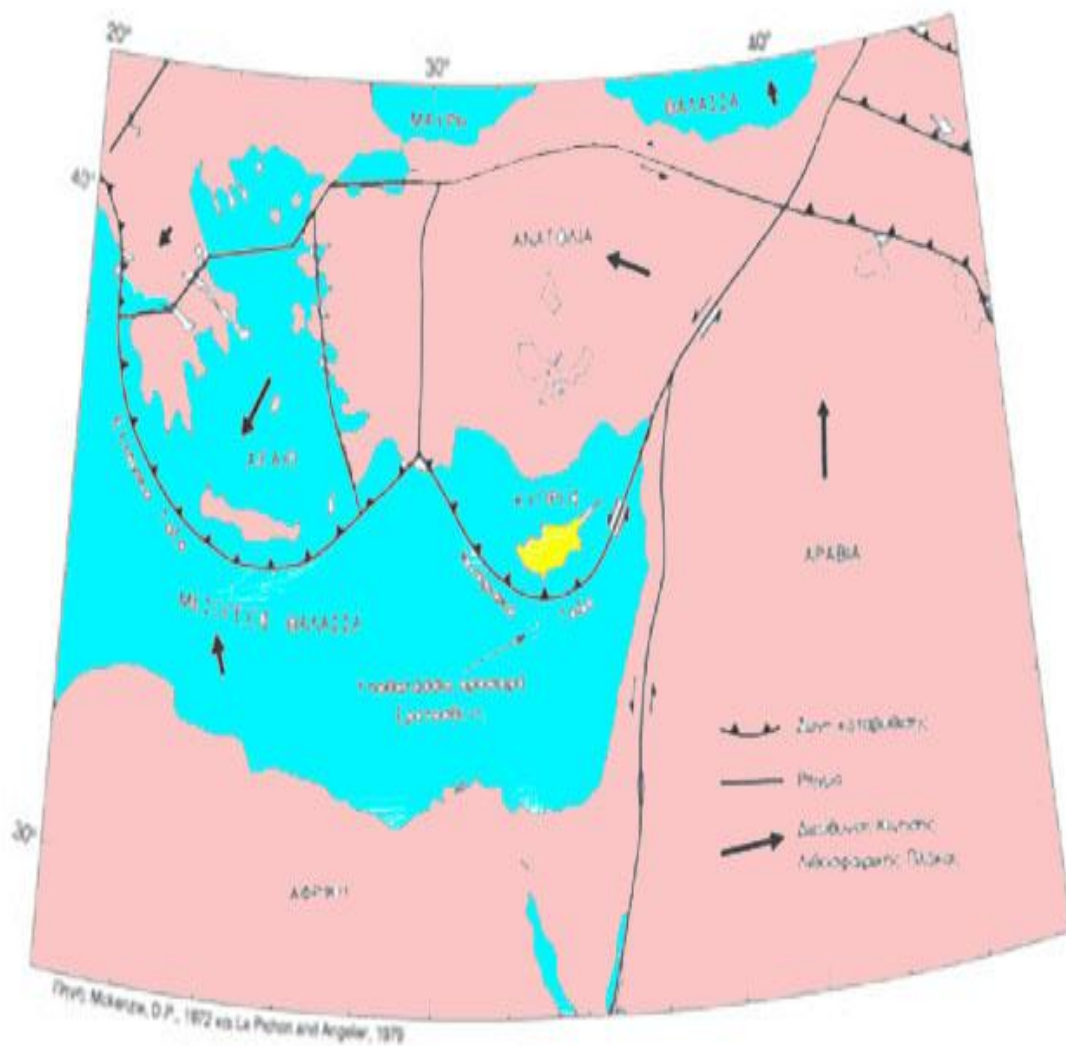
Η ένταση (I) ενός σεισμού είναι το μέτρο των φυσικών καταστροφών που προκαλεί ένας σεισμός και έχει εμπειρικό χαρακτήρα, δηλαδή πόσο αισθητός έγινε ο σεισμός σε μια περιοχή και τι ζημιές προκάλεσε (Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008). Η ένταση ορίζεται με βάση την δωδεκαβάθμια εμπειρική κλίμακα Mercalli-Siemberg η οποία βαθμονομήθηκε βάση παρατηρήσεων και περιγραφών μετά από σεισμούς (Η κλίμακα παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα).

2.2 Η σεισμικότητα της Κύπρου

Η Κύπρος βρίσκεται σε μια περιοχή με έντονη σεισμική δραστηριότητα. Κατατάσσεται στη σεισμογόνο ζώνη των Άλπεων – Ιμαλαίων , μέσα στην οποία εκδηλώνεται περίπου το 15% των σεισμών παγκοσμίως. Η σεισμικότητα της Κύπρου αποδίδεται στο «Κυπριακό Τόξο», που αποτελεί το τεκτονικό όριο μεταξύ της Αφρικάνικης και Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Το «Κυπριακό Τόξο» εντοπίζεται στη νοτιοδυτική θαλάσσια περιοχή του νησιού (Εκπαιδευτικό εργαλείο Κυπριακής Γεωλογικής κληρονομιάς).

Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί πολλοί καταστροφικοί σεισμοί. Πολλές πόλεις του νησιού επλήγησαν από καταστρεπτικούς σεισμούς όπως η Πάφος, το Κούριο, η Σαλαμίνα με ακραίες επιπτώσεις όπως αυτές της ισοπέδωσης ολόκληρης της πόλης (οι ιστορικοί σεισμοί της Κύπρου παρουσιάζονται αναλυτικότερα στο παράρτημα).

Παρατηρείται μια πολυπλοκότητα της σεισμικής δραστηριότητας στη Κύπρο που έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη σεισμό από εντελώς επιφανειακούς μέχρι και σεισμούς μεγάλου βάθους (Εκπαιδευτικό εργαλείο Κυπριακής Γεωλογικής κληρονομιάς).



Εικόνα 2.2 «Κυπριακό Τόξο»

3 Σχεδιασμός επεμβάσεων

3.1 Κριτήρια και τύποι επεμβάσεων

3.1.1 Κριτήρια επεμβάσεων

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για την λήψη απόφασης για επισκευή ή ενίσχυση και για τον τύπο και βαθμό ενίσχυσης μέχρι σήμερα. Τα σημαντικότερα κριτήρια τα οποία λαμβάνονται υπόψη είναι :

1. Ο δείκτης φέρουσας ικανότητας της κατασκευής και εκφράζεται ως :
 - α) Ο λόγος της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας πρό του σεισμού προς την απαιτούμενη $R_{C1}=V_C/V_R$
 - β) Ο λόγος της απομένουσας σεισμικής ικανότητας πρό του σεισμού μετά την εκδήλωση των βλαβών προς την διαθέσιμη πρό του σεισμού $R_{C2}=V_D/V_C$Όπου : V_R = απαιτούμενη σεισμική ικανότητα, V_C = διαθέσιμη σεισμική ικανότητα, V_D = απομένουσα σεισμική ικανότητα
2. Η διάταξη του φέροντος οργανισμού η οποία χαρακτηρίζεται καλή , αποδεκτή ή ασαφής.
3. Η ευκαμψία της κατασκευής.
4. Η πλαστιμότητα της κατασκευής.

3.2 Τύποι επεμβάσεων

Βάση του ΚΑΝ.ΕΠΕ 2012 οι τύποι επεμβάσεων κατηγοροποιούνται ως εξής (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001):

- **Τύπος I:** Βελτίωση της πλαστιμότητας και της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας με ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (π.χ. λεπτούς μανδύες στους στύλους με πυκνούς συνδετήρες, περίσφιγξη με ελάσματα ή σύνθετα υλικά).
- **Τύπος II:** Αύξηση της αντοχής και της ακαμψίας με ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (π.χ. αύξηση πάχους τοιχείων).
- **Τύπος III:** Αύξηση της αντοχής, της ακαμψίας και της πλαστιμότητας με ενίσχυση των υφισταμένων στοιχείων (π.χ. επαύξηση πάχους τοιχείων και μανδύες στα υποστυλώματα).
- **Τύπος IV:** Αύξηση της αντοχής, ακαμψίας και πλαστιμότητας με την προσθήκη νέων φερόντων στοιχείων (π.χ. προσθήκη νέων τοιχείων σε συνδυασμό με μανδύες σε υφιστάμενα υποστηλώματα).
- **Τύπος V :** Ενσωμάτωση στην κατασκευή παθητικών, μηχανικών συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ιξώδους ή υστερητικής συμπεριφοράς.

Οι επεμβάσεις που θα γίνουν σε μια κατασκευή για ενίσχυση της εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως το κόστος , τα διαθέσιμα υλικά , η αισθητική του κτιρίου εξαρτώνται όμως και από τεχνικά χαρακτηριστικά όπως είναι η απαίτηση κανονικότητας , η πλαστιμότητα , η ακαμψία και πολλά άλλα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η κάθε κατασκευή πρέπει να αντιμετωπίζεται διαφορετικά βάση των δικών της ιδιαίτερων χαρακτηριστικών.

3.3 Σύνταξη μελέτης επεμβάσεων

3.3.1 Στόχοι της μελέτης

Οι στόχοι οι οποίοι πρέπει να επιτευχούν στην επισκευή μιας κατασκευής η οποία υπέστη ζημιές από σεισμό είναι :

- Η αποκατάσταση του βαθμού αντισεισμικής ασφάλειας , η αύξηση δηλαδή της ικανότητας του κτιρίου να απορροφήσει τη σεισμική ενέργεια και να την κατανέμει στον φέροντα οργανισμό.
- Θα πρέπει να επισκευάζονται τα ρήγματα και οι ζημιές που δεν επηρεάζουν την ασφάλεια του κτιρίου αλλά επηρεάζουν την αισθητική του κτιρίου και την ψυχολογία των χρηστών.
- Η επιλογή της μεθόδου επισκευής θα πρέπει να βασίζεται στο γεγονός ότι θα πρέπει να είναι απαραίτητη η ομογένεια μεταξύ των στοιχείων της κατασκευής και των υλικών που θα χρησιμοποιήθουν (μέτρο ελαστικότητας , ηλεκτρικά χαρακτηριστικά , υδατοαπορροφητικότητα).
- Οι μέθοδοι επισκευής να συνάδουν με την μελέτη αλλά και με τις δυνατότητες που περιέχει η συγκεκριμένη περιοχή και η χρονική περίοδος.
- Οι προτινόμενες λύσεις θα πρέπει να είναι πραγματοποιήσιμες (υλικά , μηχανήματα , εξειδικευμένο προσωπικό).
- Οι εργασίες επισκευής θα πρέπει να εκτελεστούν με μεγάλη επιμέλεια και από εξειδικευμένο προσωπικό γιατί οι αντισεισμικές επισκευές από την φύση τους δεν επιδέχονται ατέλειες ή κακοτεχνίες και η επιτυχία τους βασίζεται από τις κατασκευαστικές μικρολεπτομέρειες.

3.3.2 Στοιχεία μελέτης

Για την σύνταξη της μελέτης επεμβάσεων στις υφιστάμενες κατασκευές απαιτείται μια σειρά ενεργειών ώστε να περιληφθούν σε αυτή όλα τα στοιχεία για την επίτευξη του στόχου της επέμβασης (τα στοιχεία αναλύονται λεπτομερώς στο παράρτημα) :

- Εγκεκριμένος φάκελος άδειας κατασκευής του κτιρίου (οικοδομική άδεια , μελέτες , κατασκευαστικά σχέδια).
- Επιπλέον στοιχεία και πληροφορίες πού αφορούν :
 - Ø Το ιστορικό κατασκευής
 - Ø Γενικές πληροφορίες
- Επιθεώρηση
- Αποτύπωση
- Επιτόπου μετρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές
 - Ø Γεωμετρικές μετρήσεις
 - Ø Διερεύνηση του εδάφους
- Ποιοτικός έλεγχος υλικών κατασκευής
 - Ø Σκυρόδεματος
 - Ø Χάλυβα
 - Ø Δομικός χάλυβας
 - Ø Ξύλινα στοιχεία
 - Ø Τοιχοποιία
- Δοκιμαστικές φορτίσεις
- Στατικός – Αντισεισμικός έλεγχος
- Τεχνική Έκθεση για την συμπεριφορά της κατασκευής
- Παραδοχές ανασχεδιασμού
- Μελέτη επεμβάσεων
- Τεύχη και σχέδια μελέτης
- Ποιοτικοί ελέγχοι επεμβάσεων
 - Ø Επεξεργασία επιφανειών
 - Ø Επισκευή ρωγμών , κενών
 - Ø Μανδύες
 - Ø Πρόσθετες εισαγόμενες δυνάμεις κατά την επισκευή ή ενίσχυση
- Συντήρηση

4 Βλάβες σε μετασεισμικές οικοδομές απο οπλισμένο σκυρόδεμα

Στις μετασεισμικές οικοδομές εντοπίζονται συνήθως σοβαρές βλάβες στα υποστυλώματα , τα τοιχώματα και στους κόμβους δοκών – υποστυλώματων. Η αξιολόγηση της σοβαρότητας των βλαβών είναι πολύ σημαντική για την εκτίμηση της ασφάλειας της κατασκευής. Οι βλάβες συνδέονται άμεσα με την απομένουσα φέρουσα ικανότητα των βλαβέντων δομικών στοιχείων και της κατασκευής ως συνόλου. Η εικόνα των βλαβών αποτελεί αμειψίαστο στοιχείο της σεισμικής ικανότητας των δομικών στοιχείων της κατασκευής και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την απόφαση επισκευής ή της ενίσχυσης της κατασκευής

4.1 Κατάταξη βλαβών

Η κατάταξη των βλαβών γίνεται για τον προσδιορισμό των περιθωρίων ασφάλειας αλλά και για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επισκευής ή ενίσχυσης των στοιχείων. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι τυπικοί βαθμοί βλάβης σε δομικά στοιχεία όπως ορίζονται από τον Ελληνικό Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001). Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζονται τυπικές εικόνες βλάβης κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων όπως και η κατάταξη των βαθμών βλάβης για υποστυλώματα και τοιχώματα.

4.1.2 Βαθμοί βλάβης σε υποστυλώματα

Βαθμός βλάβης Α

Μεμονωμένες οριζόντιες ρωγμές με πλάτος λιγότερο από 1-2 mm, με την προϋπόθεση ότι ένας απλός υπολογισμός έχει αποδείξει ότι αυτές οι ρωγμές δεν οφείλονται σε ανεπάρκεια της διατομής σε κάμψη, αλλά μάλλον σε τοπικές αδυναμίες όπως π.χ. αρμοί διακοπής εργασίας, επίδραση της εν επαφή τοιχοπλήρωσης, ανεπαρκής αγκύρωση οπλισμών, κ.τ.λ.

Βαθμός βλάβης Β

Αρκετές πλατιές καμπτικές ρωγμές ή μεμονωμένες λοξές διατμητικές ρωγμές με πλάτος μικρότερο από 0.5 mm, υπό τον όρο ότι δεν παρατηρούνται εναπομένουσες μετακινήσεις.

Βαθμός βλάβης Γ

Χιαστί λοξές διατμητικές ρωγμές ή έντονη τοπική σύνθλιψη και αποδιοργάνωση του σκυροδέματος, υπό τον όρο ότι δεν παρατηρούνται άξιες λόγου εναπομένουσες μετακινήσεις. Ρηγματώσεις στους κόμβους θεωρούνται ως βαθμός βλάβης Γ.

Βαθμός βλάβης Δ

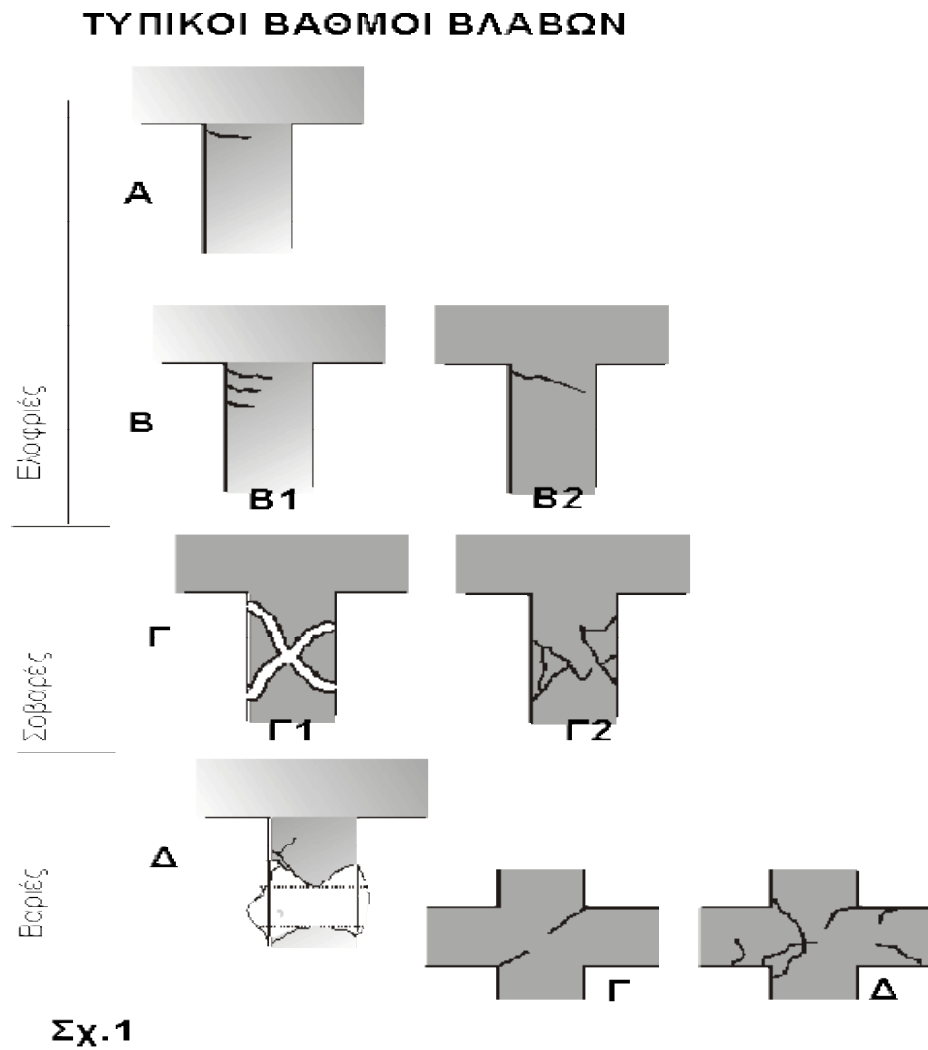
Πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος στην περιοχή βλάβης, λυγισμός των διαμηκών ράβδων, διαρροή ή θραύση των συνδετήρων της περιοχής, ασυνέχεια στην περιοχή χωρίς κατάρρευση του υποστυλώματος. Προϋποτίθεται επίσης ότι οι εναπομένουσες μετακινήσεις που παρατηρούνται (οριζόντιες και κατακόρυφες) και ιδιαίτερα οι κατακόρυφες είναι σχετικά μικρές.

Σοβαρή αποδιοργάνωση στους κόμβους θεωρείται ως βαθμός βλάβης Δ.

Βαθμός βλάβης Ε

- Πλήρης κατάρρευση του υποστυλώματος.
- Ως μία γενικότερη παρατήρηση σημειώνεται ότι εάν η γενική εικόνα βλάβης συμφωνεί με μία από τις εικόνες βλάβης του Σχήματος 3 χωρίς όμως να τηρούνται οι προβλεπόμενες συνθήκες για τις εναπομένουσες μετακινήσεις, τότε ως βαθμός βλάβης θεωρείται ένα επίπεδο παραπάνω απ' ότι δηλώνεται στο σχήμα. Έτσι για παράδειγμα μία βλάβη με εικόνα τύπου Δ, όπου όμως υπάρχουν μεγάλες κατακόρυφες μετακινήσεις, πρέπει να θεωρηθεί βαθμός βλάβης Ε.

Από πλευράς μορφολογίας ισχύουν τα σκίτσα Σχ. 4.1 για τα υποστυλώματα και τους κόμβους.



Σχήμα 4.1 Τυπικοί βαθμοί βλαβών

4.1.3 Βαθμοί βλάβης σε τοιχώματα και κόμβους

Η συνεισφορά των τοιχωμάτων και των κόμβων στη φέρουσα ικανότητα των κτιρίων είναι πολύ σημαντική για την ανάληψη των σεισμικών φορτίων για αυτό κάθε βλάβη και ρηγμάτωση έστω και ελαφριά, μικρού ανοίγματος θεωρείται σημαντική και αντιμετωπίζεται ως ως σοβαρή βλάβη βαθμού Δ αν έχει συμβεί αποδιοργάνωση του σκυροδέματος ή και βλάβη των οπλισμών. Στα τοιχώματα και στους κόμβους ισχύουν τα σκίτσα του Σχ.4.1 με την διαφορά ότι οι βαθμοί Α και Β θεωρούνται Γ και οι βαθμοί Γ θεωρούνται Δ. Ο βαθμός της βλάβης του κόμβου χαρακτηρίζει το υποστύλωμα που συντρέχει σε αυτόν εκτός εάν το υποστυλώμα που συντρέχει σε αυτόν εκτός εάν το υποστύλωμα έχει μεγαλύτερου βαθμού βλάβη. Ο βαθμός βλάβης Ε αφορά δύσκολα κατασκευάσιμες βλάβες, όταν οι μετακινήσεις του σκελετού είναι μέτριες έως μεγάλες, παρατηρούνται αποκολλήσεις ή μερικές καταρρευσεις.

4.2 Βλάβες τοπικού και γενικού χαρακτήρα

Οι βλάβες στα φέροντα στοιχεία του οργανισμού ενός κτιρίου είναι δυνατόν να έχουν μόνο τοπική σημασία (Βλάβες Τοπικού Χαρακτήρα) ή να επηρεάζουν γενικότερα την ασφάλεια του κτιρίου (Βλάβες Γενικού Χαρακτήρα). Στην πρώτη περίπτωση (Βλάβες Τοπικού Χαρακτήρα) η μεμονωμένη αποκατάσταση ή ενδεχομένως και η ενίσχυση του βλαβέντος στοιχείου είναι επαρκής. Στη δεύτερη περίπτωση, που οι ζημιές επηρεάζουν γενικότερα την ασφάλεια του κτιρίου, είναι απαραίτητο ο φέρων οργανισμός να εξετασθεί λεπτομερώς και να αντιμετωπιστεί ως ενιαίο σύνολο (Βλάβες Γενικού Χαρακτήρα). Διακρίνουμε τις βλάβες που παρουσιάζονται στα διάφορα δομικά στοιχεία μίας κατασκευής μετά από σεισμό όσον αφορά τον χαρακτήρα και την έκτασή τους όπως παρακάτω:

4.2.1 Βλάβες τοπικού χαρακτήρα

Εμφανίζονται σε μεμονωμένα στοιχεία του κτιρίου. Ο χαρακτήρας και η έκτασή τους δεν επηρεάζουν τη γενική ευστάθεια του κτιρίου.

Διακρίνονται σε:

α. Βλάβες τοπικού χαρακτήρα στο Φέροντα Οργανισμό :

- i. Βλάβες ελαφρές ή σοβαρές σε δοκούς και πλάκες
- ii. Τριχοειδείς ρωγμές οιασδήποτε κατεύθυνσης σε κατακόρυφα φέροντα στοιχεία (υποστυλώματα, τοιχεία), εφόσον τα βλαβέντα στοιχεία δεν υπερβαίνουν σε κάθε στάθμη το 30% του συνόλου των κατακόρυφων στοιχείων της στάθμης.

β. Βλάβες στον Οργανισμό πληρώσεως της οικοδομής :

Ελαφρές: όταν εμφανίζονται ρηγματώσεις σε επιχρίσματα και ειδικότερα στις γραμμές επαφής τοιχοποιίας και φέροντα οργανισμού για την αποκατάσταση των οποίων απαιτείται τοπική επισκευή.

Σοβαρές: όταν εμφανίζονται έντονες διαμπερείς ρηγματώσεις και αποδιοργάνωση μάζας στις τοιχοποιίες διαγώνιες ή χιαστί, για την αποκατάσταση των οποίων απαιτείται καθαίρεση και ανακατασκευή.

4.2.2 Βλάβες γενικού χαρακτήρα

Είναι οι γενικευμένες βλάβες στον Φέροντα Οργανισμό του κτιρίου των οποίων ο χαρακτήρας και η έκτασή τους επηρεάζουν την γενική ευστάθεια του κτιρίου. Οι βλάβες πιθανόν να υποδηλώνουν ότι υπάρχει πρόβλημα στη σύνθεση και σχεδιασμό του φορέα, ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα εδάφους θεμελίωσης, ότι υπάρχει κάποιο σφάλμα στον υπολογισμό του φορέα (αρχική μελέτη), ότι υπάρχει κάποιο σοβαρό πρόβλημα λόγω μη τήρησης της αρχικής μελέτης, ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα με την αντοχή του σκυροδέματος κα.

Οι βλάβες στον Φέροντα Οργανισμό μπορεί να συνοδεύονται από ελαφρές, σοβαρές ή και βαρείες βλάβες στους τοίχους πλήρωσης. Οι βλάβες στον οργανισμό πλήρωσεως χαρακτηρίζονται βαρείες, όταν εμφανίζεται θλιπτοδιατμητική θραύση, έντονες διαμπερείς ρηγματώσεις, πλήρης αποσύνθεση τοιχοποιίας, σπάσιμο τούβλων, απόκλιση από κατακόρυφο στο σύνολο σχεδόν των τοίχων πλήρωσης της οικοδομής.

4.3 Διάκριση κτιρίων ανάλογα με την επιρροή των βλαβών

Λαμβάνοντας υπόψη τις βλάβες που έχουν προκληθεί από το σεισμό και την επιρροή τους στη γενική ευστάθεια του κτιρίου, τα βλαβέντα κτίρια κατατάσσονται σε κατηγορίες.

4.3.1 Κτίρια με βλάβες οι οποίες δεν επηρεάζουν την γενική τους ευστάθεια

4.3.1.1 Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα

Στα κτίρια αυτά μπορεί να εμφανίζονται:

- i. ελαφρές ή σοβαρές βλάβες σε δοκούς και πλάκες.
- ii. ελαφρές βλάβες στα κατακόρυφα στοιχεία μιας στάθμης των βλαβών στο συνημμένο, εφόσον τα βλαβέντα στοιχεία δεν ξεπερνούν το 30% του συνόλου των κατακορύφων στοιχείων της στάθμης.
- iii. βλάβες στους τοίχους πλήρωσης οι οποίες χαρακτηρίζονται:
ελαφρές: όταν εμφανίζονται ρηγματώσεις σε επιχρίσματα και ειδικότερα στις γραμμές επαφής τοιχοποιίας και φέροντα οργανισμού για την αποκατάσταση των οποίων απαιτείται τοπική επισκευή.
σοβαρές: όταν εμφανίζονται έντονες διαμπερείς ρωγμές, διαγώνιες ή χιαστί.
βαρείς: όταν εμφανίζεται θλιπτοδιατμητική θραύση, έντονες διαμπερείς ρηγματώσεις, πλήρης αποσύνθεση τοιχοποιίας, σπάσιμο τούβλων, απόκλιση από την κατακόρυφο.

4.3.1.2 Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία

Στα κτίρια αυτά μπορεί να εμφανίζονται:

- i. τοπικές ρωγμές σε πεσσούς, σε υπέρθυρα, στις ποδιές ανοιγμάτων ή στην περιοχή στήριξης της στέγης.
- ii. ελαφρές βλάβες, σε ποσοστό μικρότερο του 30% των φερόντων τοίχων ανά κατεύθυνση.
- iii. βλάβες στους τοίχους πλήρωσης. Οι βλάβες αυτές πιθανόν να υποδηλώνουν ότι οφείλονται στη στέγη ή γενικότερα ότι η στέγη ήταν ασύνδετη στη δομή της ή δεν συνεργάστηκε με τις τοιχοδομές ή ότι οφείλονται σε συγκεκριμένα τοπικά αίτια, όπως μεγάλο άνοιγμα, μικρός πεσσός, ελαττωματικό υπέρθυρο.

4.3.2 Κτίρια με βλάβες οι οποίες επηρεάζουν την γενική τους ευστάθεια

4.3.2.1 Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα

Τα κτίρια αυτά εμφανίζουν βλάβες στον Φέρογτα Οργανισμό, των οποίων ο χαρακτήρας και η έκταση επηρεάζουν τη γενική τους ευστάθεια. Οι βλάβες πιθανόν να υποδηλώνουν ότι υπάρχει πρόβλημα στη σύνθεση και σχεδιασμό του φορέα ή ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα του εδάφους θεμελίωσης ή ότι υπάρχει κάποιο σφάλμα στον υπολογισμό του φορέα (αρχική μελέτη) ή ότι υπάρχει κάποιο σοβαρό πρόβλημα λόγω μη τήρησης της αρχικής μελέτης ή ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα με την αντοχή του σκυροδέματος.

4.3.2.2 Κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία

Στα κτίρια αυτά μπορεί να εμφανίζονται:

- i. ελαφρές βλάβες, σύμφωνα με την ταξινόμηση των βλαβών στο συνημμένο παράρτημα, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% των φερόντων τοίχων ανά κατεύθυνση.
- ii. Δισδιαγώνιες ανοιχτές ρωγμές σε σημαντικούς τοίχους ή πεσσούς (ή σε μεγάλο ποσοστό τους).
- iii. Θλιπτικές θραύσεις στις εδράσεις τοίχων ή σε πεσσούς.
- iv. Εκτεταμένη αποκόλληση εγκαρσίων φερόντων τοίχων.

4.4 Κυπριακή μεθοδολογία για τον έλεγχο των μετασεισμικών οικοδομών

Ο έλεγχος που παρουσιάζεται πιο κάτω είναι αυτούσιο κομμάτι από τον Οδηγό για την εκτέλεση μετασεισμικών ελέγχων οικοδομών (Δρ. Κρίστης Ζ. Χρυσοστόμου, 2009).

4.4.1 Ταχύς μετασεισμικός έλεγχος

Έλεγχος της γενικής ισορροπίας του κτιρίου.

- Μεγάλες οριζόντιες μετατοπίσεις.
- Απόκλιση από την κατακόρυφο.

Έλεγχος πιλοτών.

- Κατάσταση υποστηλωμάτων

Έλεγχος εξωτερικής όψης της κατασκευής.

Έλεγχος στο εσωτερικό κτιρίου.

- Τοιχεία
- Υποστυλώματα
- Φέροντες τοίχοι
- Δοκοί

4.4.2 Κατηγορίες βλαβών

Η κατηγοροποίηση των βλαβών στην Κύπρο γίνεται με βάση ενδεικτικής περιγραφής των ζημιών. Τα κτίρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες πράσινο, κίτρινο και κόκκινο.

Κατηγορία ΠΡΑΣΙΝΟ – κτίριο κατάλληλο για χρήση

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια που δεν έχουν υποστεί βλάβες και η σεισμική τους ικανότητα δεν έχει μειωθεί.

Οι βλάβες που εντοπίζονται σε αυτή την περίπτωση είναι :

- Ελαφρές ρωγμές στους τοίχους πλήρωσης και στο επίχρισμα της οροφής.
- Τριχοειδής μη διαγώνιες ρωγμές σε οριζόντια στοιχεία του φέροντος οργανισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Κατηγορία ΚΙΤΡΙΝΟ – κτίριο προσωρινά ακατάλληλο για χρήση

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια που η αντισεισμική τους ικανότητα έχει μειωθεί ή που για λόγους ασφαλείας δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν μέχρι να αρθούν επικινδυνότητες που παρουσιάζονται σε στοιχεία όψεων ή σε άλλα μη φέροντα στοιχεία.

Οι βλάβες που εντοπίζονται σε αυτή την περίπτωση είναι :

- Αποκόλληση μεγάλων κομματιών επιχρίσματος από τους τοίχους και την οροφή.
- Ελαφρές βλάβες , μερική ή ολική ολίσθηση ή πτώση της επικάλυψης στέγης
- Βλάβες ή και μερική αστοχία σε καμινάδες σοφίτες , στηθαία
- Διαγώνιες ή άλλες ρωγμές σε φέροντες τοίχους
- Διαγώνιες ρωγμές ή θρυμματίσμο του υλικού σε τοίχους ανάμεσα σε παράθυρα ή πόρτες ή συναφή στοιχεία της κατασκευής
- Ρωγμές σε φέροντα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα (υποστυλώματα, δοκούς , τοιχεία)
- Βλάβες ή κατάρρευση ή σημαντική στρέβλωση της στέγης
- Ελαφρά παραμόρφωση φέροντων στοιχείων

Κατηγορία ΚΟΚΚΙΝΟ – κτίριο ακατάλληλο για χρήση, Επικίνδυνο

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κτίρια που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες και υπάρχει η πιθανότητα αυτά ή τμηματά τους να καταρρεύσουν ξαφνικά.

Οι βλάβες που εντοπίζονται σε αυτή την περίπτωση είναι :

- Παραμόρφωση φέροντων στοιχείων
- Σοβαρές βλάβες στις συνδέσεις και στους κόμβους των φέροντων στοιχείων
- Το κτίριο ή κάποιος όροφος παρουσιάζει σημαντικές παραμορφώσεις
- Η φέρουσα τοιχοποιία παρουσιάζει απόκλιση από την κατακόρυφο ή αποσάθρωση της μάζας της ή σοβαρές ρωγμές
- Ολική ή μερική κατάρρευση του κτιρίου ή ορόφου

4.4.3 Έλεγχος εδάφους και θεμελίων

Μετά από ένα ισχυρό σεισμό θα πρέπει εκτός από τις βλάβες που προκλήθηκαν στις κτίρια να ελέγξει και το έδαφος όπου τα κτίρια εδράζονται και η θεμελίωση τους στοιχεία άμεσα συνδεδεμένα με τις κατασκευές και τα οποία επηρεάζουν την φέρουσα ικανότητα τους.

- Καθίζηση θεμελίων

Υποδηλώνεται με την παρουσία διαγώνιων ρωγμών που ξεκινούν από γωνιές παραθύρων ή θυρών και πιθανή αποκόλληση του εδάφους από το κτίριο κατα μήκος των τοίχων ή στα πλευρά των υποστυλωμάτων

- Ρευστοποίηση

Η ρευστοποίηση μπορεί να προκαλέσει κλίση στο κτίριο ή άλλες βλάβες από ρηγμάτωση μέχρι κατάρρευση. Παρουσιάζεται σε αμμώδης εδάφη. Μπορεί να εντοπισθεί σε παρακείμενο έδαφος υπο μορφή διατάραξης του εδάφους λόγω ροής του νερού από το έδαφος.

- Ρωγμές στο έδαφος

Ρωγμές που παρουσιάζονται στο έδαφος μπορεί να είναι ενδείξεις για σημαντική μετακίνηση του εδάφους ή προβολή υπόγειου ρήγματος προς την επιφάνεια.

- Μετακίνηση πρανών

Η μετακίνηση πρανούς μπορεί να δημιουργήσει καθολική ρηγμάτωση στο κτίριο. Εάν το κτίριο είναι κτισμένο πάνω σε πρανές ή βρίσκεται κοντά σε πρανές, θα πρέπει να ελεγχθεί κατα πόσο υπάρχει μετακίνηση του πρανούς γύρω από το κτίριο και στο πόδα του πρανούς.

- Πτώση βράχων

Για κτίρια που βρίσκονται σε πλαγιές, κοντά στον πόδα της πλαγιά ή πάνω στην πλαγιά, η πτώση βράχων δυνατόν να αποτελεί σημαντική απειλή για την ασφάλεια του κτιρίου

4.4.4 Βλάβες σε κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος

Οι βαθμοί βλάβης σε κτίρια από οπλισμένο σκυροδέμα ταξινομούνται και συμβολίζονται ως εξής :

Βαθμός βλάβης 1 (καμία βλάβη) :

Κανένα ορατό σημάδι καταπόνησης.
Πολύ ελαφριές βλάβες σε μή φέροντα στοιχεία.
Τριχοειδείς ρηγματώσεις σε λίγες τοιχοπληρώσεις και στο σοβά.
Ελαφρά απολέπιση της επικάλυψης.

Βαθμός βλάβης 2 (ελαφρές βλάβες) :

Μικρές ρωγμές σε λίγες τοιχοπληρώσεις ($d \leq 3.00\text{mm}$).
Ελαφρά απολέπιση σκυροδέματος.
Ρωγμές σε κάποια φέροντα στοιχεία.
Διαταραχή ,ολίσθηση ή πτώση κεραμιδίων από την στέγη.
Ρηγμάτωση ή μερική κατάρρευση καμινάδων ή στηθαίων.
Κλίση κτιρίου μόλις ορατή.
Διαταραχή , ολίσθηση ή πτώση κεραμιδίων από την στέγη.
Ρηγμάτωση ή μερική κατάρρευση καμινάδων ή στηθαίων.
Κλίση κτιρίου μόλις ορατή.

Ενδεικτικά εύρη ρωγμών :

Δοκοί : $d_{\text{diag}} \leq 0.5\text{mm}$, $d_{\text{vert}} \leq 2.00\text{mm}$

Υποστυλώματα : $d_{\text{diag}} \leq 0.5\text{mm}$, $d_{\text{horiz}} \leq 2.00\text{mm}$

Τοιχεία ακαμψίας : $d_{\text{diag}} \leq 0.5\text{mm}$, $d_{\text{horiz}} \leq 1.00\text{mm}$

Κλίμακες : $d \leq 3.00\text{mm}$

Πλάκες : $d \leq 1.00\text{mm}$

Βαθμός βλάβης 3 (Μέτριες σοβαρές βλάβες) :

Εκτεταμένες ή άλλες διαγώνιες μεγάλες ρηγματώσεις σε τοιχοπληρώσεις σε ένα ή περισσότερους ορόφους ($d > 3.00\text{mm}$).
Αποκολλήσεις ή μερικές αστοχίες τοιχοπληρώσεων.
Απολεπίσεις – μερική αποδιοργάνωση σκυροδέματος.
Έντονες ρηγματώσεις σε αρκετά φέροντα στοιχεία.
Μετακινήσεις – μερικές καταρεύσεις καμινάδων και στηθαίων.
Ορατή κλίση του κτιρίου.
Ελαφρά μετακίνηση φέροντων στοιχείων.
Ήσσονος σημασία παραμόρφωση εδάφους αλλά όχι ενδείξεις αστοχίας θεμελίωσης

Ενδεικτικά εύρη ρωγμών :

Δοκοί : $d_{diag} \leq 2.00\text{mm}$, $d_{vert} \leq 4.00\text{mm}$

Υποστυλώματα : $d_{diag} \leq 2.00\text{mm}$, $d_{horiz} \leq 5.00\text{mm}$

Τοιχεία ακαμψίας : $d_{diag} \leq 1.00\text{mm}$, $d_{horiz} \leq 3.00\text{mm}$

Κόμβοι : $d_{diag} \leq 2.00\text{mm}$

Κλίμακες : $d \leq 10.00\text{mm}$

Πλάκες : $d \leq 2.00\text{mm}$

Βαθμός βλάβης 4 (Βαρείες βλάβες) :

Μερική ή ολική κατάρρευση.

Αποδιοργάνωση σκυροδέματος σε πολλά φέροντα στοιχεία κόμβους , αποκάλυψη και λυγισμός ράβδων οπλισμού σε αρκετές θέσεις.

Εκτεταμένες αστοχίες τοιχοπληρώσεων ή σοβαρές ρηγματώσεις και απο τις δύο πλευρές.

Κατάρρευση καμινάδων και στηθαίων.

Εκτεταμένες βλάβες και /ή ολίσθηση στέγης.

Σημαντική μετατόπιση φέροντων στοιχείων , παραμένουσα μετατόπιση σε κάποιο όροφο ή κλίση ολόκληρου του κτιρίου.

Σημαντικές μετακινήσεις εδάφους , ανασήκωμα πεδίων.

Θραυση πεδιλοδοκών ή κύρτωση περιμετρικών τοιχομάτων.

Ενδεικτικά εύρη ρωγμών :

Δοκοί : $d_{diag} > 2.00\text{mm}$, $d_{vert} > 4.00\text{mm}$

Υποστυλώματα : $d_{diag} > 2.00\text{mm}$, $d_{horiz} > 5.00\text{mm}$

Τοιχεία ακαμψίας : $d_{diag} > 1.00\text{mm}$, $d_{horiz} > 3.00\text{mm}$

Κόμβοι : $d_{diag} > 2.00\text{mm}$

Κλίμακες : $d > 10.00\text{mm}$

4.4.5 Βλάβες σε μη φέροντα δομικά στοιχεία κτιρίων απο οπλισμένο σκυρόδεμα

Καμία βλάβη (1)

- Ø Κλίμακες : τριχοειδής ρηγματώσεις στο σοβά
- Ø Τοιχοπληρώσεις : τριχοειδής ρηγματώσεις στο σοβά
- Ø Καμινάδες ή στηθαία : καμία βλάβη
- Ø Κλίση κτιρίου : καμία

Ελαφρές βλάβη (2)


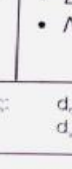
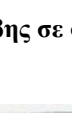
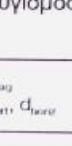
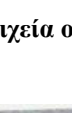
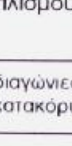
- Ø Κλίμακες : μικρές ρωγμές $d \leq 3.00\text{mm}$, απολέπιση επικάλυψης
- Ø Τοιχοπληρώσεις : μικρές ρωγμές $d \leq 3.00\text{mm}$ περιορισμένου μήκους
- Ø Καμινάδες ή στηθαία : ρηγμάτωση ή μερική αστοχία καπνοδόχων και στηθαίων , αποδιοργάνωση ή ολίσθηση ή πτώση κεραμιδιών
- Ø Κλίση κτιρίου : μόλις ορατή απόκλιση απο την κατακόρυφο

Μέτριες – σοβαρές βλάβες (3)

- Ø Κλίμακες : ρωγμές $3.00\text{mm} < d \leq 10.00\text{mm}$, αποκάλυψη οπλισμού
- Ø Τοιχοπληρώσεις : μεγάλες διαγώνιες ή άλλες ρωγμές $d > 3.00\text{mm}$ που εκτείνονται σε όλη την έκταση , αποκόλληση απο τα περιμετρικά πλαίσια
- Ø Καμινάδες ή στηθαία : γενική αποδιοργάνωση καπνοδόχων , μετακίνηση ή μερική κατάρρευση καπνοδόχων και στηθαίων , αποκόλληση κεραμιδιών , τοπική αστοχία στέγης
- Ø Κλίση κτιρίου : ελαφριά απόκλιση απο την κατακόρυφο , παραμένουσα μετακίνηση φέροντων στοιχείων

Βαρίες – Ολικές βλάβες (4)


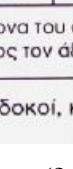

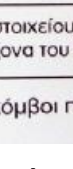

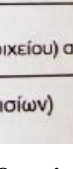
- Ø Κλίμακες : ρωγμές $d < 10.00\text{mm}$, αποδιοργάνωση σκυροδέματος , παραμένουσα μετακίνηση
- Ø Τοιχοπληρώσεις : ευρείες ρωγμές ορατές και απο τις δύο πλευρές , αποδιοργάνωση , μερικές ή ολικές καταρρεύσεις
- Ø Καμινάδες ή στηθαία : κατάρρευση καπνοδόχων και στηθαίων , ευρεία ολίσθηση στέγης , μερική ή ολική κατάρρευση της οροφής
- Ø Κλίση κτιρίου : σημαντική απόκλιση απο την κατακόρυφο , παραμένουσες μετακινήσεις φέροντων στοιχείων

Βαθμός βλάβης	Υποστυλώματα Ο.Σ.	Διατμητικά Τοιχώματα Ο.Σ.
1 Καμμία	<ul style="list-style-type: none"> Μικρές ρωγμές στο κονίαμα Ελαφρά αποφλοιώση σκυροδέματος 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν υπάρχουν ορατές ρωγμές
2 Ελαφρές	<ul style="list-style-type: none"> $d_{horiz} \leq 2.0 \text{ mm}$ $d_{diag} \geq 0.5 \text{ mm}$ Αποφλοιώση σκυροδέματος 	<ul style="list-style-type: none"> $d_{horiz} \leq 1.0 \text{ mm}$ $d_{diag} \geq 0.5 \text{ mm}$ 
3 Μέτριες - Σοβαρές	<ul style="list-style-type: none"> $2.0 \text{ mm} < d_{horiz} \leq 2.0 \text{ mm}$ $0.5 \text{ mm} < d_{diag} \leq 2.0 \text{ mm}$ Μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος 	<ul style="list-style-type: none"> $1.0 \text{ mm} < d_{horiz} \leq 3.0 \text{ mm}$ $0.5 \text{ mm} < d_{diag} \leq 1.0 \text{ mm}$ Αποφλοιώση σκυροδέματος 
4 Βαριές - Ολικές	<ul style="list-style-type: none"> $5.0 \text{ mm} < d_{horiz}$ $2.0 \text{ mm} < d_{diag}$ Εκτεταμένη αποδιοργάνωση σκυροδέματος Λυγισμός διαμήκους οπλισμού 	<ul style="list-style-type: none"> $3.0 \text{ mm} < d_{horiz}$ $1.0 \text{ mm} < d_{diag}$ Αποδιοργάνωση σκυροδέματος 

Συμβολισμός: d_{diag} : διαγώνιες ρωγμές (με κλίση ως προς τον άξονα του στοιχείου)
 d_{vert}, d_{horiz} : κατακόρυφες και οριζόντιες ρωγμές (ως προς τον άξονα του στοιχείου) αντίστοιχα

Εικόνα 3α: Βαθμοί Βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (υποστυλώματα, διατμητικά τοιχώματα)

Σχήμα 4.2 Βαθμοί βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (υποστυλώματα , διατμητικά τοιχώματα)

Βαθμός βλάβης	Δοκοί Ο.Σ.	Κόμβοι πλαισίων Ο.Σ.
1 Καμμία	<ul style="list-style-type: none"> Τριχασειδείς ρωγμές στο σκυροδέμα 	
2 Ελαφρές	<ul style="list-style-type: none"> $d_{vert} < 2.0 \text{ mm}$ $d_{diag} < 0.5 \text{ mm}$ Αποφλοιώση σκυροδέματος 	<ul style="list-style-type: none"> Αποφλοιώση σκυροδέματος στις γωνίες 
3 Μέτριες - Σοβαρές	<ul style="list-style-type: none"> $2.0 \text{ mm} < d_{vert} \leq \sim 4.0 \text{ mm}$ $0.5 \text{ mm} < d_{diag} \leq \sim 2.0 \text{ mm}$ Εκτενής αποφλοιώση, μερική αποδιοργάνωση σκυροδέματος 	<ul style="list-style-type: none"> Αποφλοιώση σκυροδέματος Λοξές ρωγμές $d \leq 2.0 \text{ mm}$ 
4 Βαριές - Ολικές	<ul style="list-style-type: none"> $4.0 \text{ mm} < d_{vert}$ $2.0 \text{ mm} < d_{diag}$ Λυγισμός οπλισμού 	<ul style="list-style-type: none"> Διαγώνιες ρωγμές $2.0 \text{ mm} < d_{diag}$ Αποδιοργάνωση σκυροδέματος 

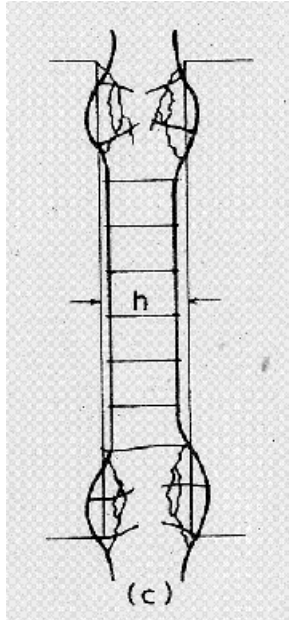
Συμβολισμός: d_{diag} : διαγώνιες ρωγμές (με κλίση ως προς τον άξονα του στοιχείου)
 d_{vert}, d_{horiz} : κατακόρυφες και οριζόντιες ρωγμές (ως προς τον άξονα του στοιχείου) αντίστοιχα

Εικόνα 3β: Βαθμοί Βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (δοκοί, κόμβοι πλαισίων)

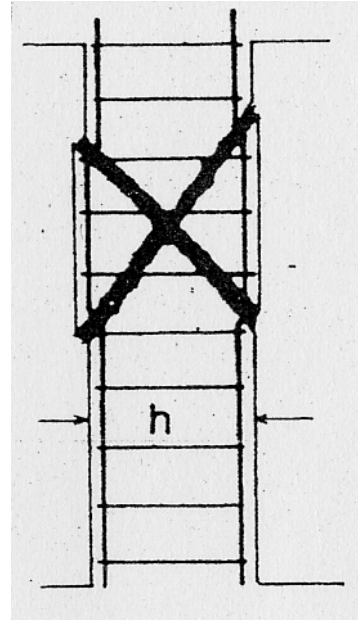
Σχήμα 4.3 Βαθμοί βλάβης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (δοκοί , κόμβοι πλαισίων)

4.4.6 Τύποι βλαβών σχηματικά

Βλάβες σε υποστυλώματα

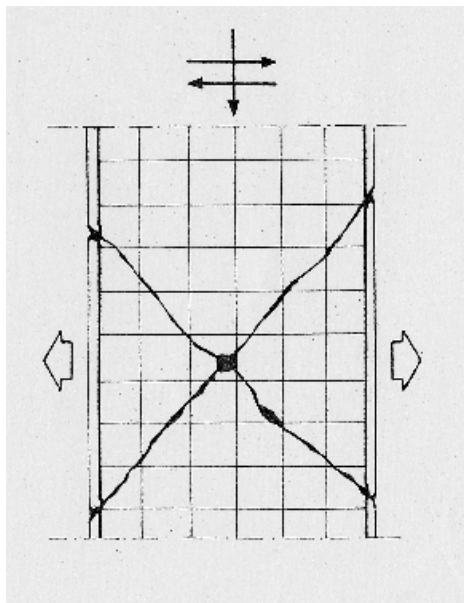


Σχήμα 4.4 Βλάβη λόγω καπτικής, διατμητικής και αξονικής φόρτισης

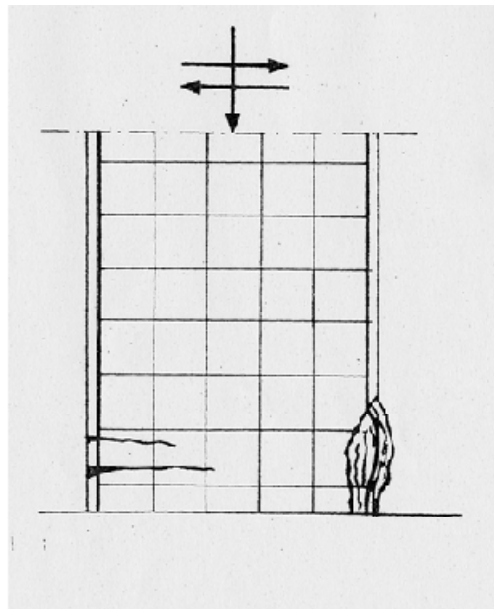


Σχήμα 4.5 Βλάβη λόγω τέμνουσας και αξονικής δύναμης

Βλάβες σε τοιχεία

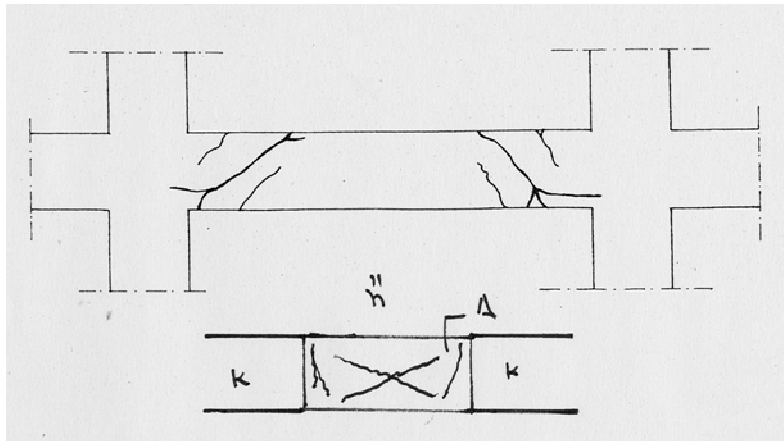


Σχήμα 4.6 Βλάβη λόγω διάτμησης

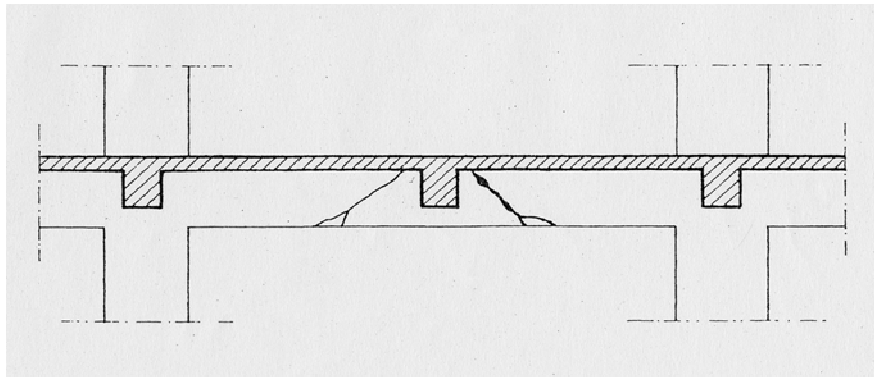


Σχήμα 4.7 Βλάβη λόγω κάμψης

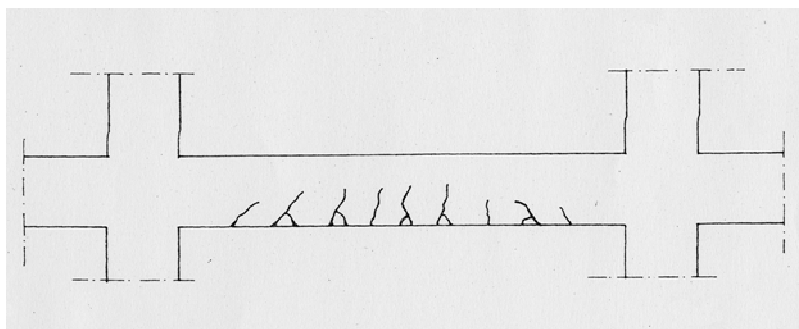
Βλάβες σε δοκούς



Σχήμα 4.8 Βλάβη λόγω διάτμησης

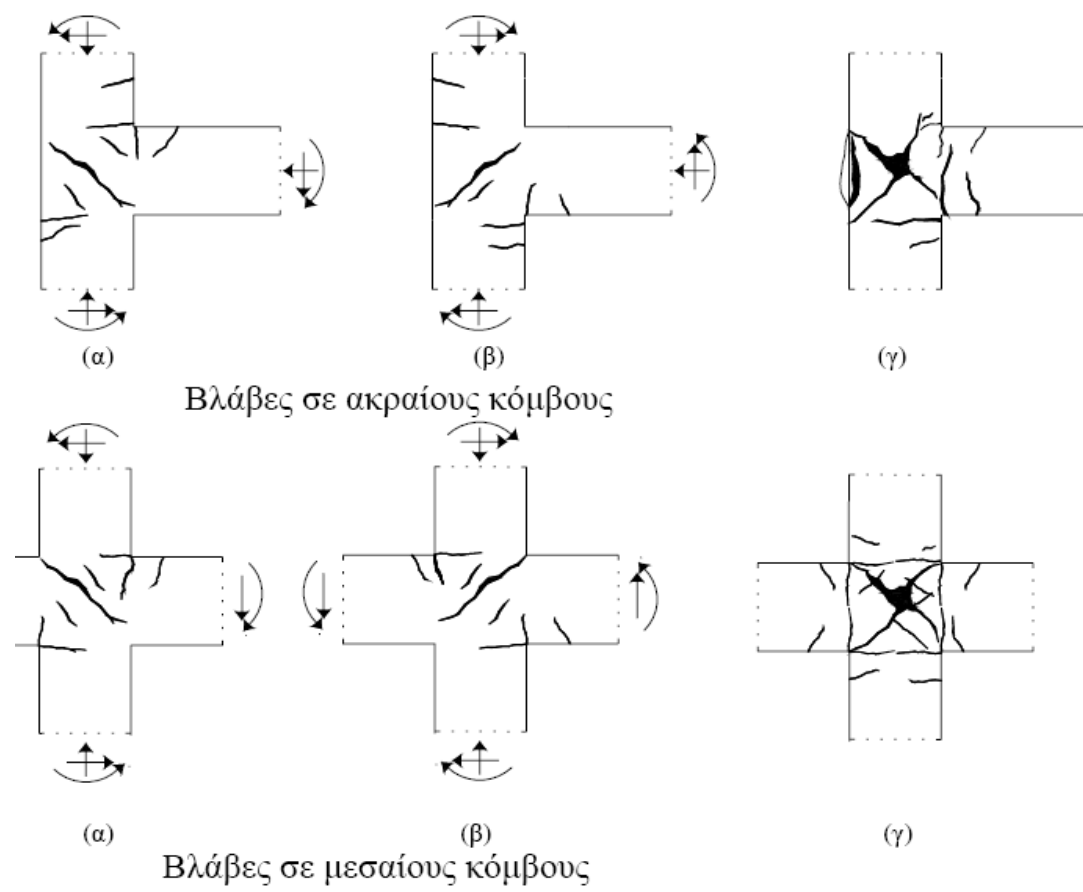


Σχήμα 4.9 Βλάβη λόγω διάτμησης



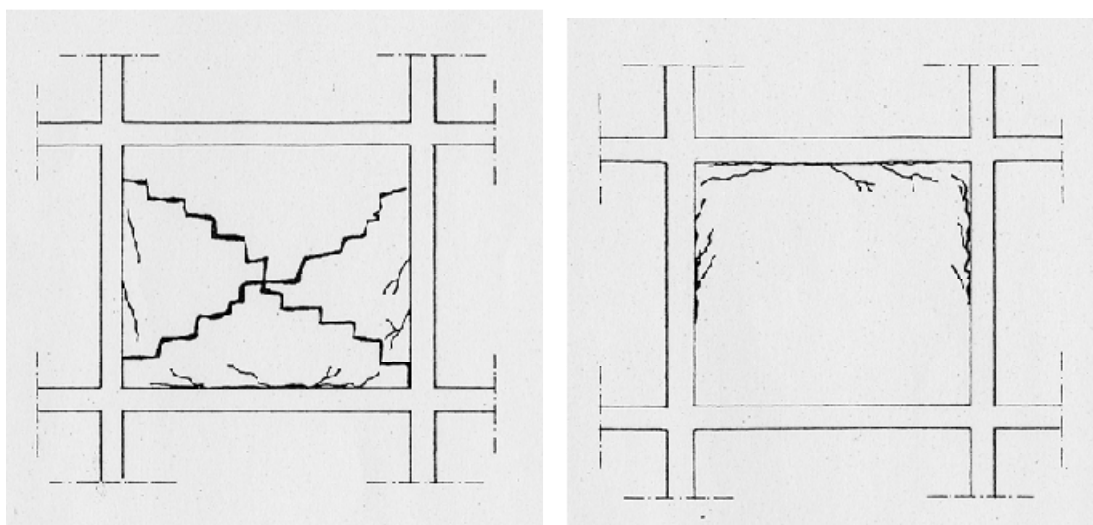
Σχήμα 4.10 Βλάβη λόγω κάμψης

Βλάβες σε κόμβους



Σχήμα 4.11 Βλάβες σε κόμβους

Βλάβες στις τοιχοπληρώσεις



Σχήμα 4.12 Βλάβες σε τοιχοπληρώσεις

5 Επισκευές και ενισχύσεις μετασεισμικών οικοδομών

5.1 Μέθοδοι επεμβάσεων στις κατασκευές

Με βάση την διεθνή βιβλιογραφία, σε μια προσπάθεια υπογραφής «χαρτών» από την διεθνή κοινότητα, στους οποίους διατυπώνονται οι βασικές αρχές για την προστασία και τις επεμβάσεις σε μνημεία, ταξινομήθηκε και προσδιορίστηκε η κάθε μορφή επέμβασης (Μίλτος Α. Δημοσθένους, 2009).

Ως «επισκευή» ορίζεται η επαναφορά βλαβέντος δομικού στοιχείου ή κτίσματος στην κατάσταση προ της βλάβης. Έτσι, σε περίπτωση εκτεταμένων ή σοβαρών βλαβών είναι φρόνιμο η επέμβαση να περιλαμβάνει και ενίσχυση της κατασκευής, ενώ σε περιορισμένες ή μικρές βλάβες αρκεί συνήθως η επισκευή.

Ως «ενίσχυση» ορίζεται το σύνολο των μέτρων αναβάθμισης των μηχανικών χαρακτηριστικών (αντοχή, δυσκαμψία, πλαστιμότητα κ.λ.π.) δομικού στοιχείου ή κτίσματος μέχρις ενός επιθυμητού ή απαιτητού επιπέδου. Σημειώνεται βέβαια ότι είναι δυνατή η προληπτική «ενίσχυση» χωρίς να απαιτείται προηγουμένως εμφάνιση βλαβών.

Ως «ανακατασκευή» (reconstruction) ορίζεται η κατασκευή, στην θέση του παλιού, ενός νέου δομικού στοιχείου ή κτίσματος. Το νέο δομικό στοιχείο ή κτίσμα μπορεί να είναι αντίγραφο ή ανάλογο του υφισταμένου ή ακόμη και τελείως νέο. Η τελική απόφαση βασίζεται σε ιστορικούς, κοινωνικούς, χρηστικούς ή άλλους λόγους.

Ως «αναστήλωση» (restoration) ορίζεται η επαναφορά του δομήματος στην αρχική του μορφή. Είναι όρος που χρησιμοποιείται συνήθως για επεμβάσεις σε μνημειακά κτίσματα και έχει ένα χαρακτήρα αυστηρότητας όσον αφορά τον σεβασμό της ιστορικής φυσιογνωμίας του κτίσματος.

Ως «επανάχρηση» (rehabilitation) ορίζεται η περιορισμένη συνήθως διαρρύθμιση και μετατροπή ενός κτιρίου ώστε να εξυπηρετήσει νέες και σύγχρονες χρήσεις και λειτουργίες. Αναφέρεται συνηθέστερα σε αρχιτεκτονικού χαρακτήρα παρεμβάσεις.

Ως «διατήρηση» (preservation) ορίζεται η διαφύλαξη της υπάρχουσας κατάστασης με μέτρα αποτροπής περαιτέρω φθορών.

Με τον όρο «συντήρηση» (conservation) εννοούμε συνήθως περιορισμένου ή και πρόσκαιρου, αλλά όχι πρόχειρου χαρακτήρα, μέτρα εν όψει τελικής ή ριζικότερης επέμβασης. Με τον όρο Επέμβαση (intervention) αναφερόμαστε ή υπονοούμε οποιαδήποτε από τις παραπάνω έννοιες ή εργασίες.

5.2 Αρχές επεμβάσεων

Η αποκατάσταση μιας κατασκευής η οποία έχει υποστεί βλάβες από σεισμό θα πρέπει να μελετάται και να εφαρμόζεται λαμβάνοντας υπόψη τις πιο κάτω σημαντικές αρχές επεμβάσεων :

1. Αντιμετώπιση του κτιρίου σαν σύνολο
2. Αποφυγή αλλαγών του δομικού συστήματος
3. Αποφυγή απότομων αλλαγών στην αντοχή , δυσκαμψία και μάζα καθ' ύψος και στη κάτοψη του κτιρίου.
4. Επιλογή όσο το δυνατόν «ελαφρών» επεμβάσεων
5. Ταυτόχρονη αποκατάσταση των αιτιών βλάβης
6. Βελτιώση της συμπεριφοράς του φέροντος οργανισμού αλλά και των υπολοίπων στοιχείων της κατασκευής.
7. Τήρηση των κανονισμών για τους ελέγχους και τον ανασχεδιασμό.
8. Χρήση υλικών και εφαρμογή ευκόλων τεχνικών οι οποίοι ελέγχονται ποιοτικά.
9. Τα προβλήματα υπεδάφους και θεμελίωσης να αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή γιατί μπορεί να γίνουν επικίνδυνα για την ασφάλεια του συνόλου της κατασκευής (όπως καθιζήσεις, ολισθήσεις, βλάβες συνδετηρίων δοκών, ανησυχητική μορφολογία ρηγματώσεων ανωδομής, κλπ).
10. Αν η κατασκευή έχει μελετηθεί με κανονισμούς προγενέστερους του ισχύοντος κανονισμού τα δομικά στοιχεία τα οποία θα επισκευαστούν ή ενισχυθούν θα πρέπει να διαστασιολογηθούν με τους σύγχρονους κανονισμούς.

5.3 Αποκατάσταση

Η αποκατάσταση των βλαβών σε μια κατασκευή διακρίνεται σε δύο κατηγορίες . Αποκατάσταση βλαβών τοπικού χαρακτήρα , στην οποία οι βλάβες στο κτίριο αποκαθίστανται με τοπική επισκευή του στοιχείου ή των στοιχείων που έχουν υποστεί βλάβες χωρίς επαναπολογισμό του φέροντος οργανισμού και η αποκατάσταση βλαβών γενικού χαρακτήρα στην οποία απαιτείται επαναπολογισμός και ανασχεδιασμός του φέροντος οργανισμού με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού.

5.4 Εισαγωγή στις επεμβάσεις

Η απόφαση για την επιλογή που θα χρησιμοποιηθεί μεταξύ επέμβασης , ενίσχυσης ή κατεδάφισης για την αποκατάσταση των βλαβών ένα κτίριο είναι αποτέλεσμα μιας επαναλήπτικής εξέτασης εναλλακτικών σχημάτων επέμβασης , με στόχο την την αποδεκτή σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής ως σύνολο.

Αν επιλεγεί η λύση της ενίσχυσης η αναζήτηση του σχήματος επεμβασης μπορεί να γίνει σε δύο καταευθύνσεις :

- Η κατασκευή ενισχύεται ως σύνολο έτσι ώστε να μειωθεί η ένταση στα αδύναμα στοιχεία της κατασκευής σε επίπεδα χαμηλότερα από τα ανεκτά όρια ικανότητας τους
- Ενισχύονται τα αδύναμα στοιχεία της κατασκευής προσδίδοντας πρόσθετη ικανότητα (αντοχή , πλαστιμότητα) ή άλλα ελλειπόντα χαρακτηριστικά

Ο σχεδιασμός της λύσης επέμβασης περιλαμβάνει την διαστασιολόγηση των επισκευαζόμενων/ενισχυόμενων στοιχείων. Η χρήση νέων στοιχείων σε σχέση με τα παλαιά δημιουργεί νέα πολυφασικά , σύνθετα υλικά , η διαστασιολόγηση των οποίων διαφοροποιείται συχνά από τις συνηθισμένες διαδικασίες μονολιθικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η χρήση νέων υλικών (υφασμάτων ή ελασμάτων από ινοπλισμένα πολυμερή)για την ενίσχυση υφιστάμενων στοιχείων , δημιουργεί ένα ενδιαφέρον πεδίο εφαρμογής αλλά χρειάζεται μεγάλη προσοχή λόγω έλλειψης πείρας αλλά και λόγω ευκόλης εφαρμογής.

Η τελική επιλογή επέμβασης θα πρέπει να κριθεί βάση δεδομένων όπως είναι η ασφάλεια , η λειτουργικότητα , το οικονομικό κόστος , η διάρκεια εφαρμογής , η αισθητική , οι τοπικές συνθήκες , οι νομικοί και πολεοδομικοί κανονισμοί , η ευκολία εφαρμογής της λύσης , η διαθεσιμότητα κατάλληλου τεχνικού προσωπικού, κλπ.

5.5 Ενίσχυση κατασκευής ως συνόλου

Σήμερα γίνεται χρήση συνολικά έξι μεθόδων και τεχνικών για την αντισεισμική ενίσχυση μιας κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001) :

1. Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων.
2. Προσθήκη διχτυώτων συστημάτων εντος πλαισίων.
3. Κατασκευή πλευρικών τοιχωμάτων σε συνέχεια των υποστυλωμάτων.
4. Κατασκευή μανδύων σε κατακόρυφα στοιχεία της κατασκευής.
5. Προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων στη κατασκευή.
6. Ενσωματώση στη κατασκευή συστημάτων απορρόφησης.

5.5.1 Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής

Στόχος : Η μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας και αντοχής της κατασκευής και της σεισμικής αντίστασης του φορέα.

Λόγος εφαρμογής : Όταν διαπιστωθεί έντονη ασυμμετρία κατανομής δυσκαμψίας ή αντοχής καθ' ύψος ή εκκεντρότητα δυσκαμψίας σε κάτοψη.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

- Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα (έγχυτα ή εκτοξευμένο) κατασκευασμένα στο τόπο του έργου.
- Προκατασκευασμένα τοιχώματα (panel).
- Τοιχοποιία από συμπαγής οπτόπλινθους ή τσιμεντόπλινθους.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Εναλλακτικές λύσεις για την συγκεκριμένη επέμβαση (Σ. Δρίτσος 2009) :

- Προσθήκη «απλού» γεμίματος

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται :

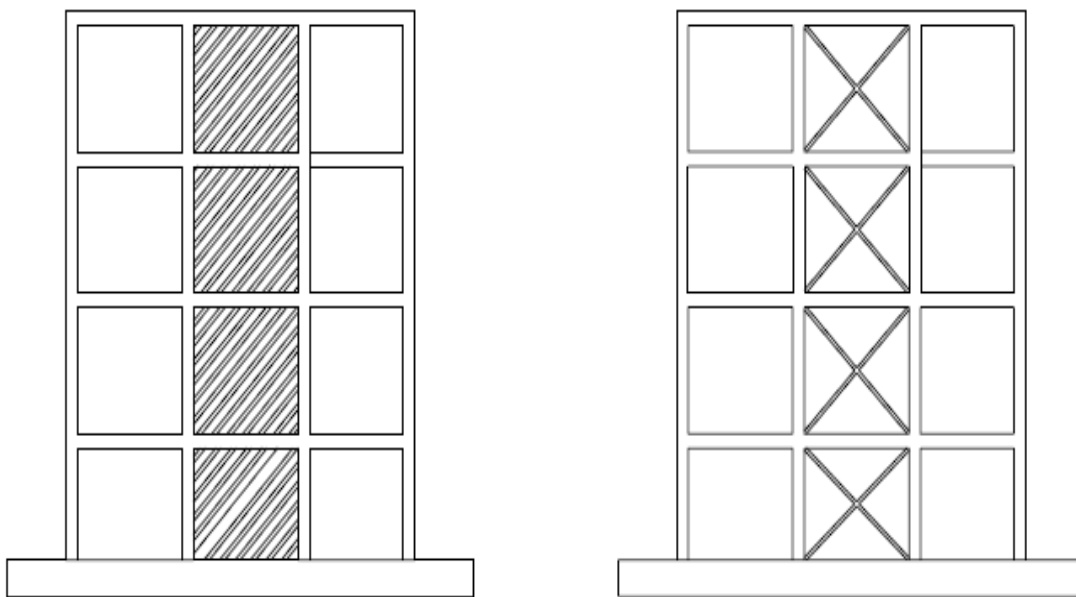
- α) άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (έγχυτο ή προκατασκευασμένο)
- β) άοπλη ή οπλισμένη τοιχοποιία

- Τοιχοματοποίηση πλαισίου

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται εμφάνωση πλαισίων με οπλισμένο σκυρόδεμα . Επιβάλλεται η εξασφάλιση σύνδεσης με το περιβάλλον πλαίσιο και γίνεται κατασκευή κλειστών μανδύων στα υποστρώματα εκατέρωθεν του νέου τοιχώματος με κατακόρυφους συνεχείς οπλισμούς και οπλισμό περίσφιξης.

- Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως

Στη μέθοδο αυτή γίνεται αμφίπλευρη εκτόξευση σκυροδέματος ελάχιστου πάχους 20mm και αντοχής 30MPa.



Σχήμα 5.1 α) τοιχώματα εντός πλαισίων, β) δικτυωτά συστήματα

5.5.1 Προσθήκη δικτυωτών συστημάτων εντος πλαισίου

Στόχος : Η σημαντική αύξηση της αντοχής και κυρίως η μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας και πλαστιμότητας της κατασκευής.

Λόγος εφαρμογής : Η δυνατότητα ανελαστικής παραμόρφωσης των μεταλλικών στοιχείων προσφέρει ένα μεγάλο παραγοντα σεισμικής απορρόφησης. Υπάρχει ευκολία στην εφαρμογή της μεθόδου όταν υπάρχουν τοιχοπληρώσεις εντός των πλαισίων.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

- μεταλλικά συστήματα
- συστήματα από οπλισμένο σκυρόδεμα (σπάνια)

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογή παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Εναλλακτικές λύσεις για την συγκεκριμένη επέμβαση (Σ. Δρίτσος 2009) :

Τύπος μεταλλικών συστημάτων : Χιαστί διαγωνίων , σχήματος Λ ή V , ορθού ή αντεστραμμένου Υ.

Λεπτομέρειες : Προτιμάται η εμφάνιση της μεταλλικής δικτύωσης , έστω και μόνο στα υποστυλώματα πχ. στο εσωτερικό του κτιρίου χωρίς την καθαίρεση των τοιχοπληρώσεων. Συνιστάται η κατασκευή μεταλλικού περιμετρικού πλαισίου . Οι ατέλειες προσαρμογής στο περιβάλλοντα φέροντα οργανισμό αντιμετωπίζονται με την κατασκευή πρόσθετης στρώσης σκυροδέματος σύνδεσης μεταλλικού πλαισίου και φέροντος οργανισμού.

5.5.2 Κατασκευή πλευρικών τοιχωμάτων σε συνέχεια των υποστυλωμάτων

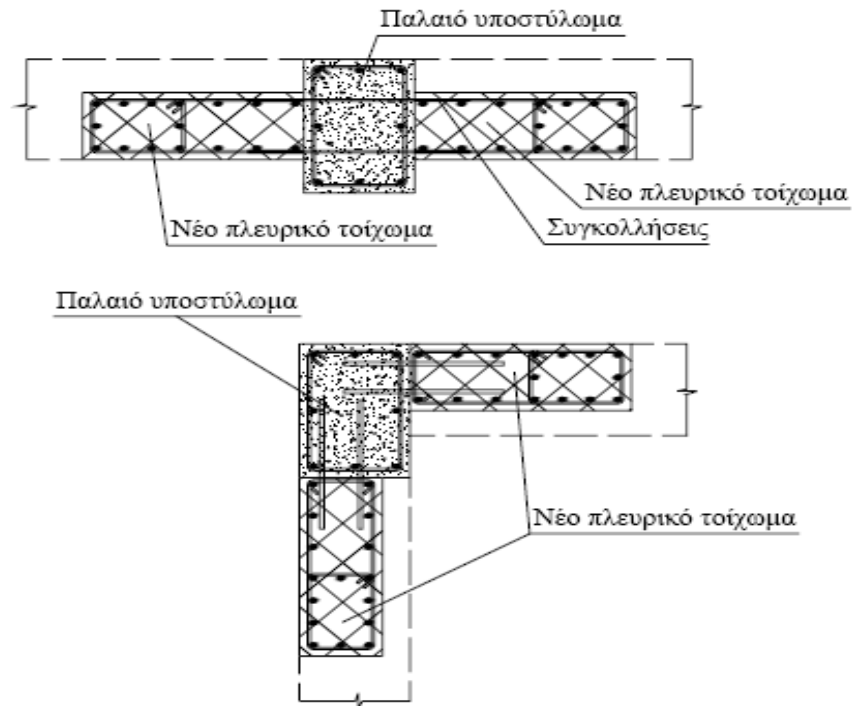
Στόχος : Η μέτρια αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας και σε βελτίωση της πλαστιμότητας της κατασκευής.

Λόγος εφαρμογής : Εφαρμόζεται σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις του φορέα συνδιαζόμενη συνήθως με την ενίσχυση των μεμονομένων υποστυλωμάτων που έχουν ανεπαρκή αντοχή ή πλαστιμότητα. Η προσθήκη του τοιχώματος γίνεται προς την επιδιωκόμενη διεύθυνση αύξησης της αντίστασης της κατασκευής.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

- Τοιχώματα από έγχυτο σκυρόδεμα
- Τοιχώματα από προκατασκευασμένο στοιχείο

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογή παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 5.2 προσθήκη τοιχωμάτων σε συνέχεια υποστυλωμάτων

5.5.3 Ενσωμάτωση στη κατασκευή συστήματα απορρόφησης ενέργειας

Στόχος : Η μείωση της σεισμικής ενέργειας στην κατασκευή

Λόγος εφαρμογής : εφαρμόζεται πολύ σπάνια λόγω κόστους

Οι ισχυρές επεμβάσεις , που επιλέγονται να πραγματοποιηθούν σε ένα κτίριο , στις οποίες προβλέπεται προσθήκη νέων στοιχείων τα οποία προσαρμόζονται πάνω στην υφιστάμενη κατασκευή , αλλάζουν ριζικά το αρχικό στατικό σύστημα της κατασκευής γι' αυτό θα πρέπει να επιλέγονται με μεγάλη προσοχή.

Απαιτείται εξ' ολοκλήρου νέος σχεδιασμός της κατασκευής που πιθανότατα θα απαιτήσει εκτεταμένες επεμβάσεις και σε άλλα στοιχεία της κατασκευής όπως πχ. στη θεμελίωση. Απαιτούνται επίσης νέοι ελέγχοι στις θέσεις αλληλεπίδρασης , που θα επιβεβαιώνουν τις ικανότητες των συνδέσεων για την μεταφορά δυνάμεων μεταξύ των νέων στοιχείων και των υφιστάμενων.

5.6 Επισκευή και ενίσχυση υποστυλωμάτων

Τα υποστυλώματα λόγω της ιδιαίτερης σημασίας που έχουν για τον αντισεισμικό σχεδιασμό μιας υφιστάμενης κατασκευής, αποτελούν τα στοιχεία στα οποία κατα κανόνα επικεντρώνονται οι επεμβάσεις αλλά είναι και τα μέλη τα οποία συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό βλαβών λόγω σεισμού εξαιτίας κυρίως των μεγάλων επιβαλλόμενων παραμορφώσεων και των αυξημένων απαιτήσεων πλαστιμότητας. Όταν διαπιστωθούν βλάβες στα υποστυλώματα η λύση της επέμβασης μπορεί να προβλέπει αποκατάσταση των αρχικών χαρακτηριστικών του υποστυλώματος (επισκευή) είτε την βελτίωση τους (ενίσχυση).

5.6.1 Επισκευές υποστυλωμάτων

§ Επισκευές με κόλλες ή επισκευαστικά κονιάματα

Λόγος εφαρμογής :

Όταν οι βλάβες είναι ελαφριές και περιορίζονται σε ρηγματώσεις ή αποφλοιώσεις σκυροδέματος χωρίς αποδιοργάνωση του περισιγμένου τμήματος του υποστυλώματος και λυγισμό ράβδων του οπλισμού.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

- Κόλλες για τις ρηγματώσεις
- Επισκευαστικά κονιάματα για τις επιφανειακές αποφλοιώσεις του σκυροδέματος
- Ρητινοκονιάματα για μικρό πάχος
- Συρρικνούμενα κονιάματα με βάση το τσιμέντο για μεγάλο πάχος

§ Τοπικές αποκαταστάσεις ίσης διατομής

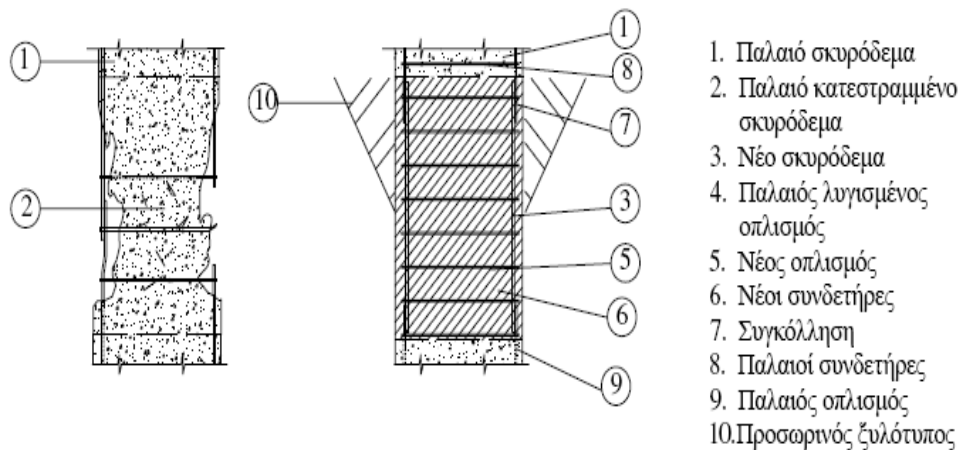
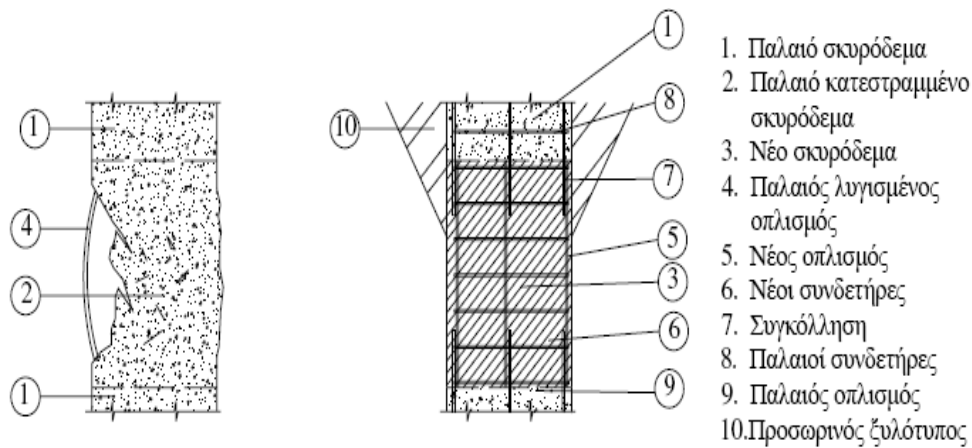
Λόγος εφαρμογής :

Όταν οι βλάβες είναι σοβαρές και αφορούν την αποδιοργάνωση του σκυροδέματος ή διάρρηξη που μπορεί να ακολουθείται από άνοιγμα ή διάρρηξη των συνδετήρων και λυγισμό των διαμήκων ραβδών. Συνήθως μετά από μια τέτοια επισκευή ακολουθεί ενίσχυση με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος.

Τεχνική που χρησιμοποιούνται :

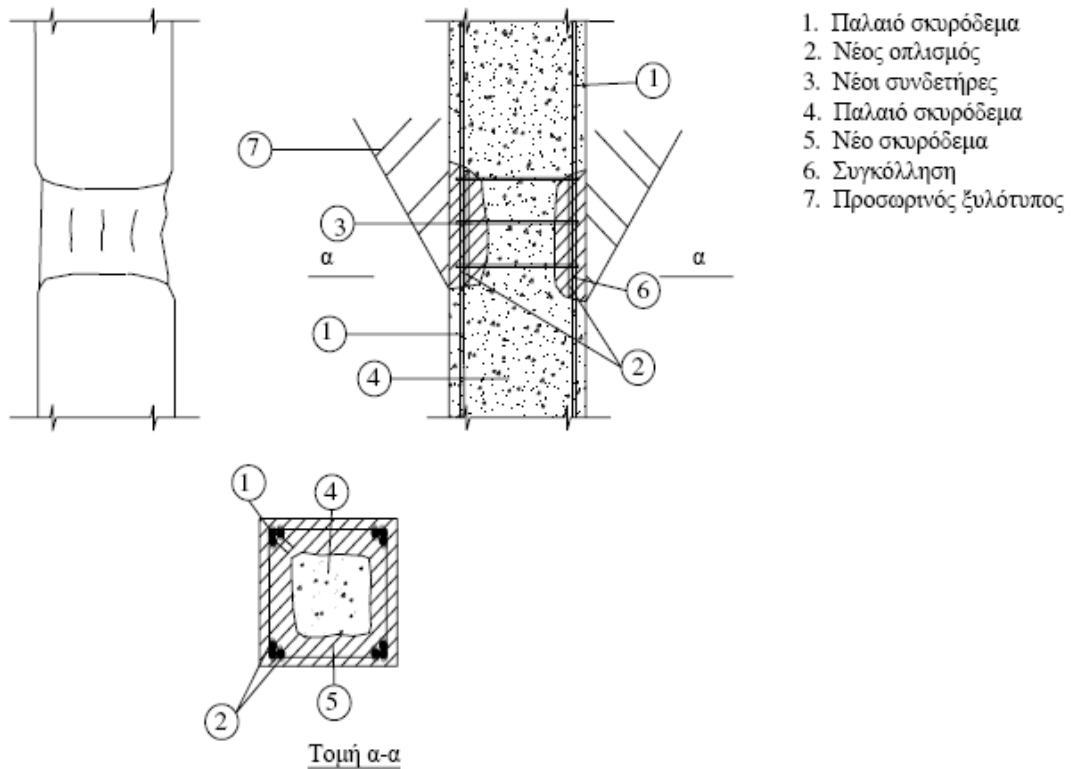
- Καθαίρεση και απομάκρυνση κάθε υλικού σκυροδέματος σε μήκος σκυροδέματος μεγαλύτερο από την βλαβείσα περιοχή και καλός καθαρισμός.
- Απομάκρυνση συνδετήρων στην περιοχή.
- Κόψιμο των τμημάτων των διαμήκη ράβδων που έχουν λυγίσει.
- Ηλεκτροσυγκόλληση νέων τμημάτων των διαμήκη ράβδων.
- Τοποθέτηση νέων πυκνών συνδετήρων.
- Σκυροδέτηση του καθαιρεθέντος τμήματος.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 5.3 Τοπικές αποκαταστάσεις ίσης διατομής

Στη περίπτωση που το κεντρικό τμήμα της διατομής του υποστυλώματος παραμένει αβλαβές δεν απομακρύνεται. Οι διαμήκεις ράβδοι οπλισμού δεν αντικαθιστώνται εφόσον δεν έχουν λυγίσει, αλλά πιθανότατα να απαιτηθεί η τοποθέτηση νέων συνδετήρων. Στις διεπιφάνειες του παλαιού και νέου σκυροδέματος η ικανότητα μεταφοράς διατμητικού φορτίου εξασφαλίζεται μέσω του μηχανισμού της τριβής. Συνήθως το αξονικό φορτίο και του υποστυλώματος και ο οπλισμός που διαπερνούν την επιφάνεια εξασφαλίζουν την ανάπτυξη της απαραίτητης διατμητικής αντίστασης.



Σχήμα 5. 4 Αποκατάσταση υποστυλώματος με μερική αποδιοργάνωση της βλαβείσας περιοχής

5.6.2 Ενισχύσεις υποστυλωμάτων

Με την ενίσχυση ενός υποστυλώματος επιτυγχάνεται η αύξηση της φέρουσας ικανότητας του και γενικότερα βελτιώνεται η συμπεριφορά του.

5.6.2.1 Ενίσχυση υποστυλώματος με περίσφιγξη

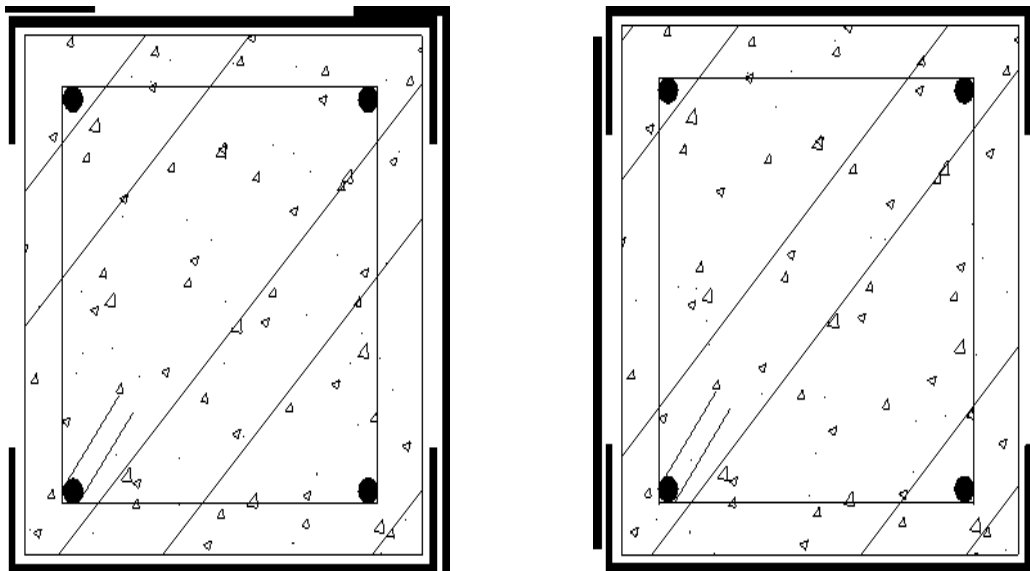
Λόγοι εφαρμογής :

- Όταν απαιτείται αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος.
- Όταν απαιτείται της διατμητικής αντοχής του υποστυλώματος.
- Όταν μια αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος μέχρι 30% το πολύ είναι επαρκής.
- Όταν υπάρχει κίνδυνος αστοχία της συνάφειας των κατακόρυφων οπλισμών του υποστυλώματος στηνπεριοχή υπερκάλυψης τους. Όταν απαιτείται η μεταφορά ενός τμήματος των κατακόρυφων φορτίων του υποστυλώματος , η τεχνική συνδυάζεται με την εφαρμογή εξωτερικής σιδηροκατασκευής.

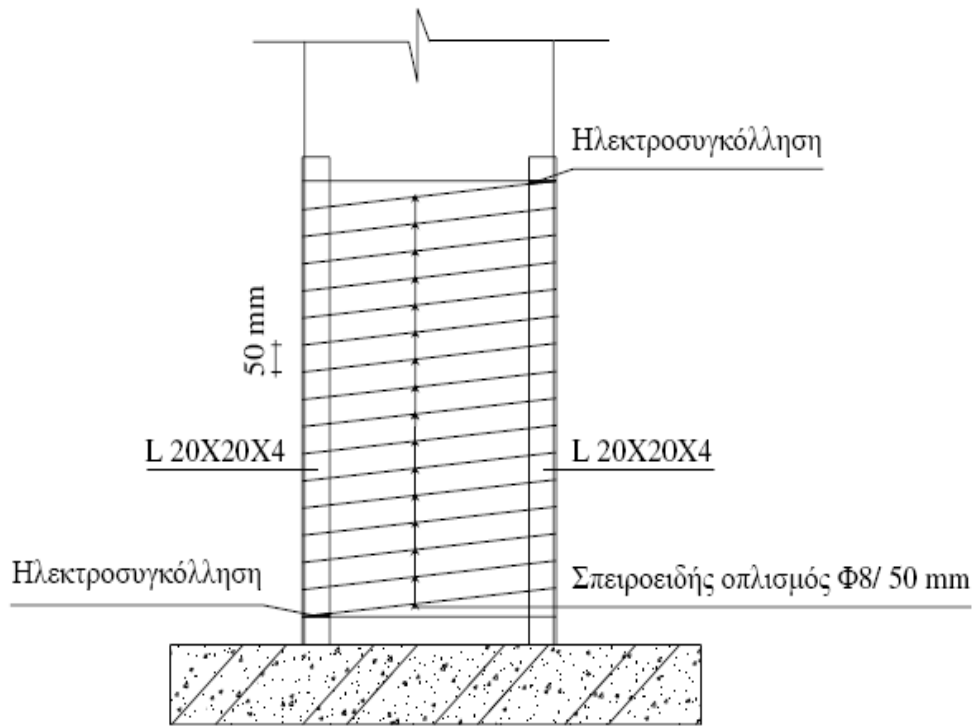
Τεχνικές περίσφυξης που χρησιμοποιούνται :

- Με χρήση επικολλητών κολλάρων που μπορεί να είναι μεταλλικά ελάσματα πάχους 1 – 2 mm ή λωρίδες απο ινοπλισμένα πολυμερή (FRP_S).
- Με χρήση προεντεταμένων κολλάρων από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή (FRP_S) που μπορεί να έχουν την μορφή ταινιών «πακεταρίσματος».
- Με την χρήση σπειροειδούς οπλισμού που μπορεί να είναι από μεταλλικό έλασμα ή από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP_S).
- Με την χρήση ολόσωμου μανδύα από φύλλα χάλυβα ή ινοπλισμένο πολυμερές (FRP_S), επικολλητών επι των πλευρών του υποστυλώματος .
- Με χρήση μεταλλικού κλώβου που δημιουργείται με κατακόρυφα γωνιακά ελάσματα και είτε οριζόντια μεταλλικά κολλάρα είτε πλήρη χαλύβδινα φύλλα.

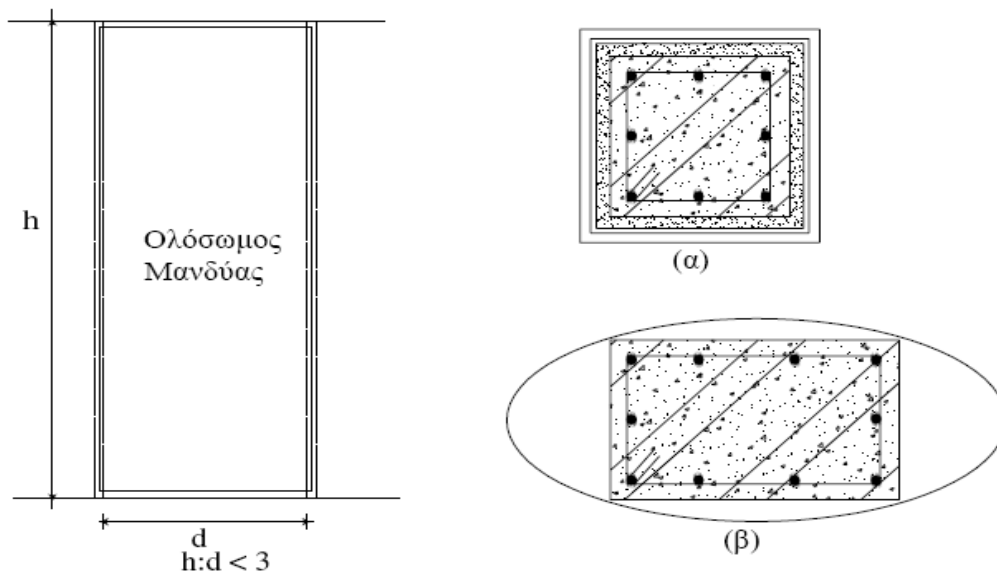
Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής για κάποιες από τις πιο πάνω τεχνικές παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



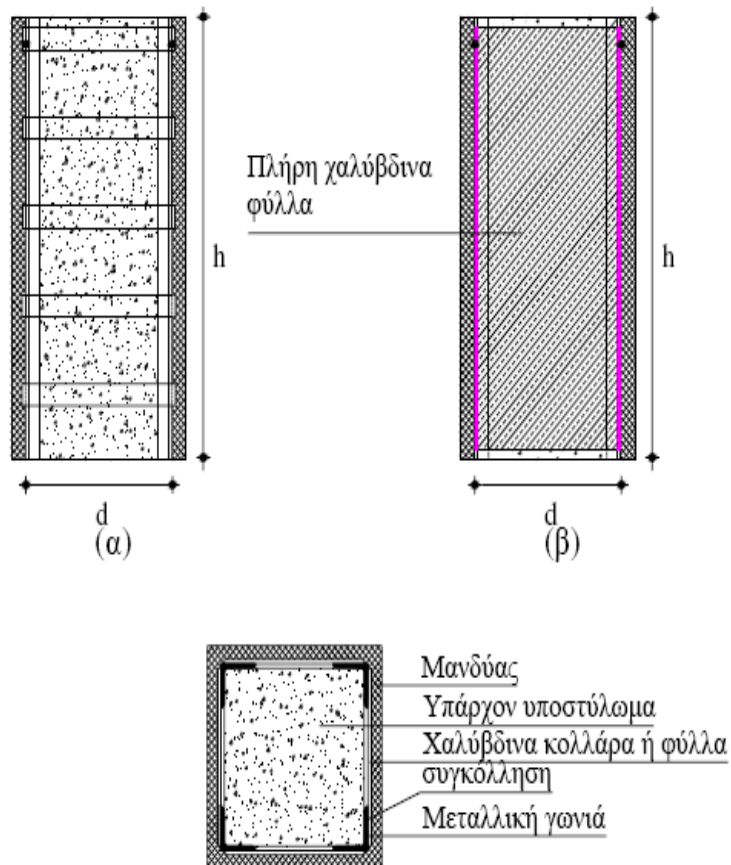
Σχήμα 5.5 Περίσφυξη με μεταλλικά επικολλητά ελάσματα



Σχήμα 5.6 Περίσφυξη με σπειροειδή οπλισμό



Σχήμα 5.7 Περίσφυξη με μεταλλικό μανδύα



Σχήμα 5.8 Περίσφυγξη με μεταλλικό κλώβο

5.6.2.2 Μανδύες υποστυλωμάτων απο οπλισμένο σκυρόδεμα

Λόγοι εφαρμογής :

Η τεχνική της κατασκευής μανδύων από οπλισμένο σκυρόδεμα εφαρμόζεται σε υποστυλώματα με σοβαρές βλάβες από σεισμό και αποτελεί την πλέον αποτελεσματική μέθοδο αύξησης της αντοχής , δυσκαμψίας και πλαστιμότητας τους.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

Η τεχνική περιλαμβάνει τη αύξηση της διατομής του υποστυλώματος με νέο σκυρόδεμα και νέους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς περιμετρικά του αρχικού στοιχείου και μπορεί να εκτείνεται σε όλο το μήκος του υποστυλώματος (ολικός μανδύας) είτε σε ένα μόνο τμήμα του (τοπικός).

Μανδύας από έγχυτο σκυρόδεμα.

- Για μανδύες μεγάλου πάχους ($d > 80\text{mm}$)
- Απαιτείται ξυλότυπος
- Μειονέκτημα της τεχνικής η δυσκολία σκυροδέτησης ιδιαίτερα στην κορυφή του υποστυλώματος
- Η χύτευση πρέπει να γίνεται με χαμηλή πίεση
- Το μέγεθος των αδρανών δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλο
- Συνιστάται ιδιαίτερη χρήση πρόσμικτων και ρευστοποιήτων που παρεμποδίζουν την συστολή ξύρασης

Μανδύας από εκτοξευμένο σκυρόδεμα.

- Για μανδύες μικρού πάχους ($d < 100\text{mm}$)
- Δεν απαιτείται ξυλότυπος

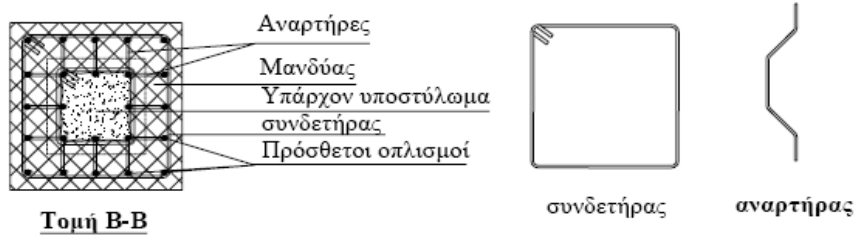
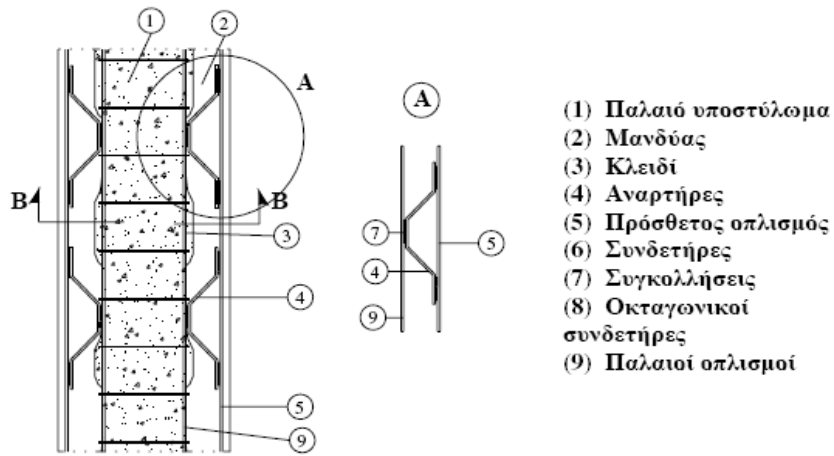
Μανδύας από σκυροτσιμεντόπηγμα.

- Πλεονέκτημα της μεθόδου η απρόσκοπτη σκυροδέτηση παρουσία πυκνών οπλισμών

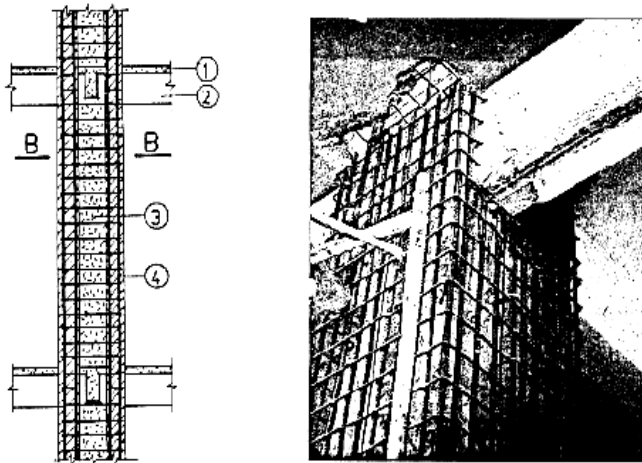
Μανδύας από ειδικά σκυροδέματα ή τσιμεντοκονιάματα (μικρό πάχος μανδύα).

- Χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις λόγω του υψηλού κόστους εφαρμογής.
- Τα ειδικά τσιμεντοκονιάματα χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει απαίτηση για μικρό πάχος

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής για κάποιες από τις πιο πάνω τεχνικές παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα



Σχήμα 5.9 Μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος



- (1) Υφιστάμενη πλάκα
 (2) Υφιστάμενη δοκός
 (3) Υφιστάμενο υποστύλωμα
 (4) Μανδύας

Σχήμα 5.10 Ολικός μανδύας, διάτρηση δοκού στην περιοχή του κόμβου για διέλευση συνδετήρων

5.7 Επισκευές - ενισχύσεις τοιχωμάτων

5.7.1 Επισκευές τοιχωμάτων

Για τις επισκευές τοιχωμάτων χρησιμοποιούνται ακριβώς οι ίδιες τεχνικές που παρουσιάστηκαν πιο πάνω για τα υποστυλώματα.

5.7.2 Ενισχύσεις τοιχωμάτων

5.7.2.1 Ενίσχυση τοιχωμάτων με περίσφυξη

Η τεχνική περίσφυξης μπορεί να εφαρμοσθεί όπως και στις περιπτώσεις των υποστυλωμάτων δεν συνίσταται όμως γιατί ο μεγάλος λόγος πλευρών των τοιχωμάτων δεν επιτρέπει την αξιόλογη απόδοση της περίσφυξης. Από όλες τις τεχνικές περίσφυξης πιο αποδοτικές είναι αυτές που αναφέρονται πιο κάτω.

Τεχνικές περίσφυξης που χρησιμοποιούνται :

Μανδύας από ινοπλισμένα πολυμερή

- Ανάλυση διατμητικής και καπτικής έντασης
- Ευκολία εφαρμογής

Μεταλλικός κλώβος

- Η μικρή απόδοση της περίσφυξης μπορεί να αυξηθεί με παρεμβολή διαμπερώνμεταλλικών ραβδών σχήματος Z ή Π.
- Ανάλυση τέμνουσων δυνάμεων
- Αποτελεί αποτελεσματική λύση για προσωρινή άμεση ανάληψη κατακόρυφων φορτίων σε τοιχώματα που λόγω σοβαρής βλάβης από σεισμό αδυνατούν να φέρουν τα αξονικά τους φορτία.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής για κάποιες από τις πιο πάνω τεχνικές παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα

5.7.2.2 Ενίσχυση τοιχωμάτων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος

Λόγοι εφαρμογής :

Η τεχνική της κατασκευής μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος εφαρμόζεται σε τοιχώματα με σοβαρές βλάβες από σεισμό και αποτελεί την πλέον αποτελεσματική τεχνική ενίσχυσης των τοιχωμάτων.

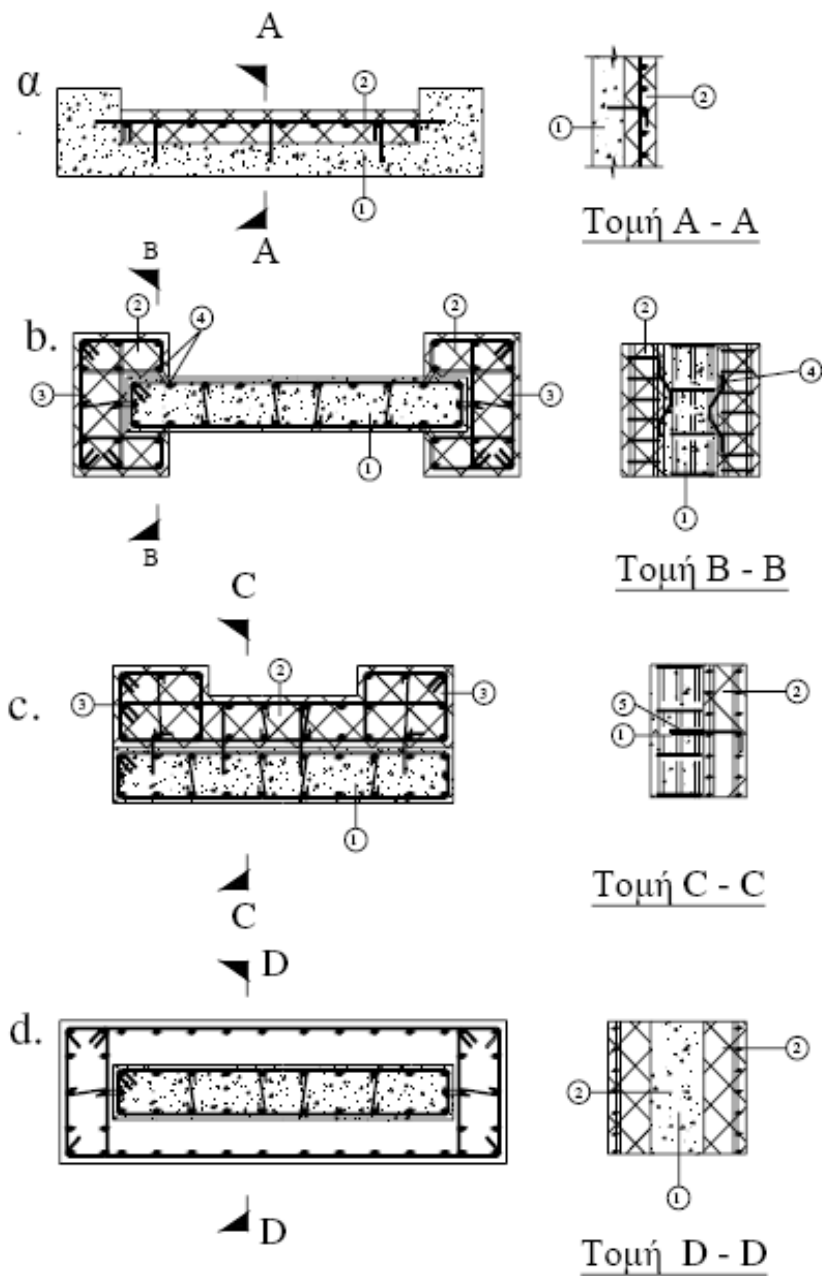
Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

Λόγω του μεγάλου μήκους της μιας διάστασης συχνά ο μανδύας δεν έχει κλειστή μορφή και ουσιαστικά πρόκειται για μονόπλευρη ή δίπλευρη αύξηση του πάχους του τοιχώματος ή για ενίσχυση των άκρων του. Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι εγχύτο ή εκτοξευμένο.

Στο σχήμα παρουσιάζονται οι διάφορες μορφές μανδύα ανάλογα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού και τις κατασκευαστικές του ικανότητες δυνατότητες.

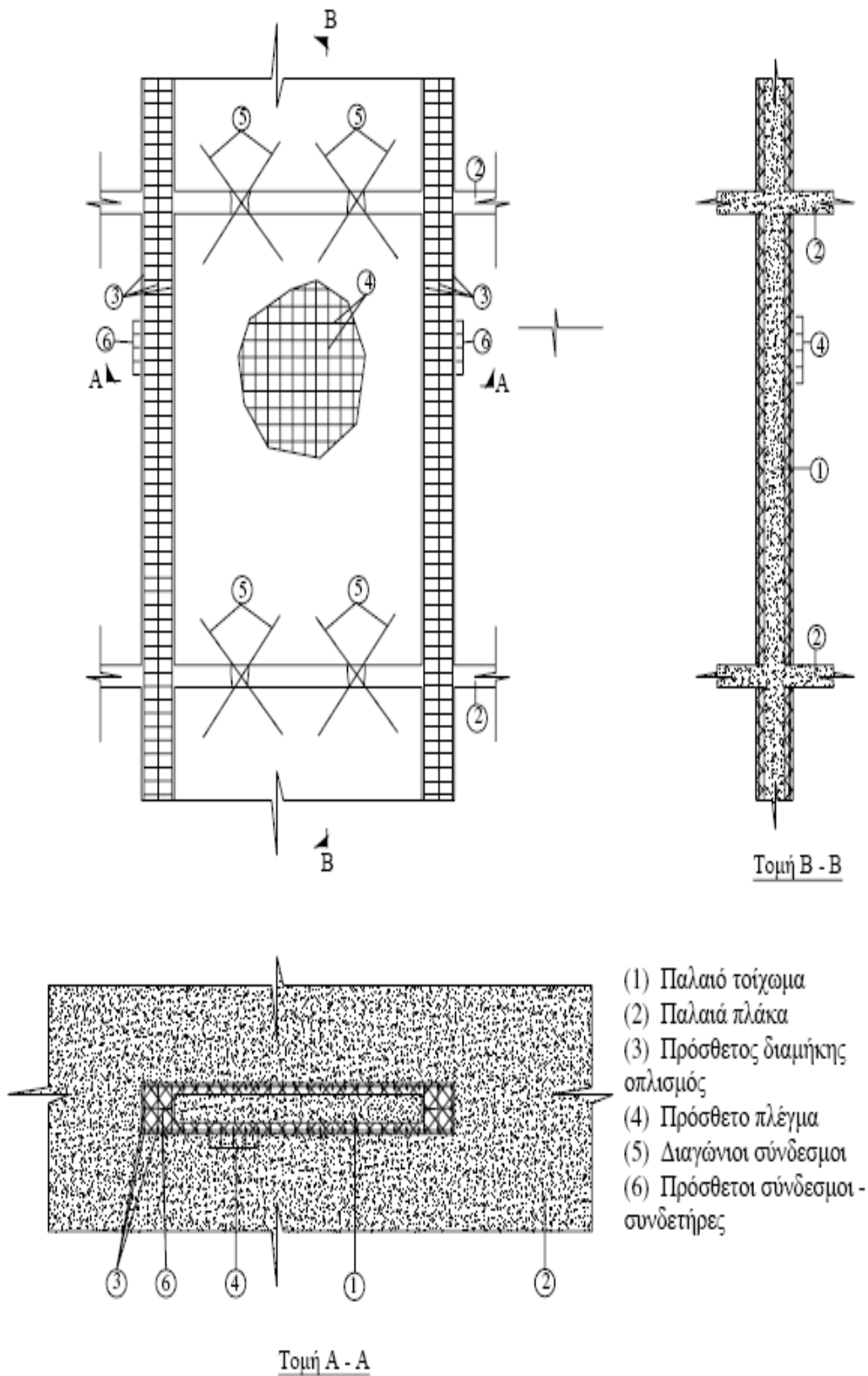
- Περίπτωση α) ελαφρά διατμητική ενίσχυση του τοιχώματος
- Περίπτωση β) καπτική ενίσχυση του τοιχώματος
- Περίπτωση γ) διατμητική και καπτική ενίσχυση
- Περίπτωση δ) διατμητική και καπτική ενίσχυση

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της τεχνικής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



- (1) Παλιό τοίχωμα
- (2) Νέα επένδυση Ο.Σ.
- (3) Ακραίες ενισχύσεις
- (4) Συγκολλήσεις
- (5) Αγκυρώσεις με εποξειδικές ρητίνες

Σχήμα 5.11 Ενίσχυση τοιχομάτων με μανδύες



Σχήμα 5.12 Γενική διάταξη ενίσχυσης τοιχώματος με μανδύα

5.8 Επισκευή – ενίσχυση δοκών και πλακών

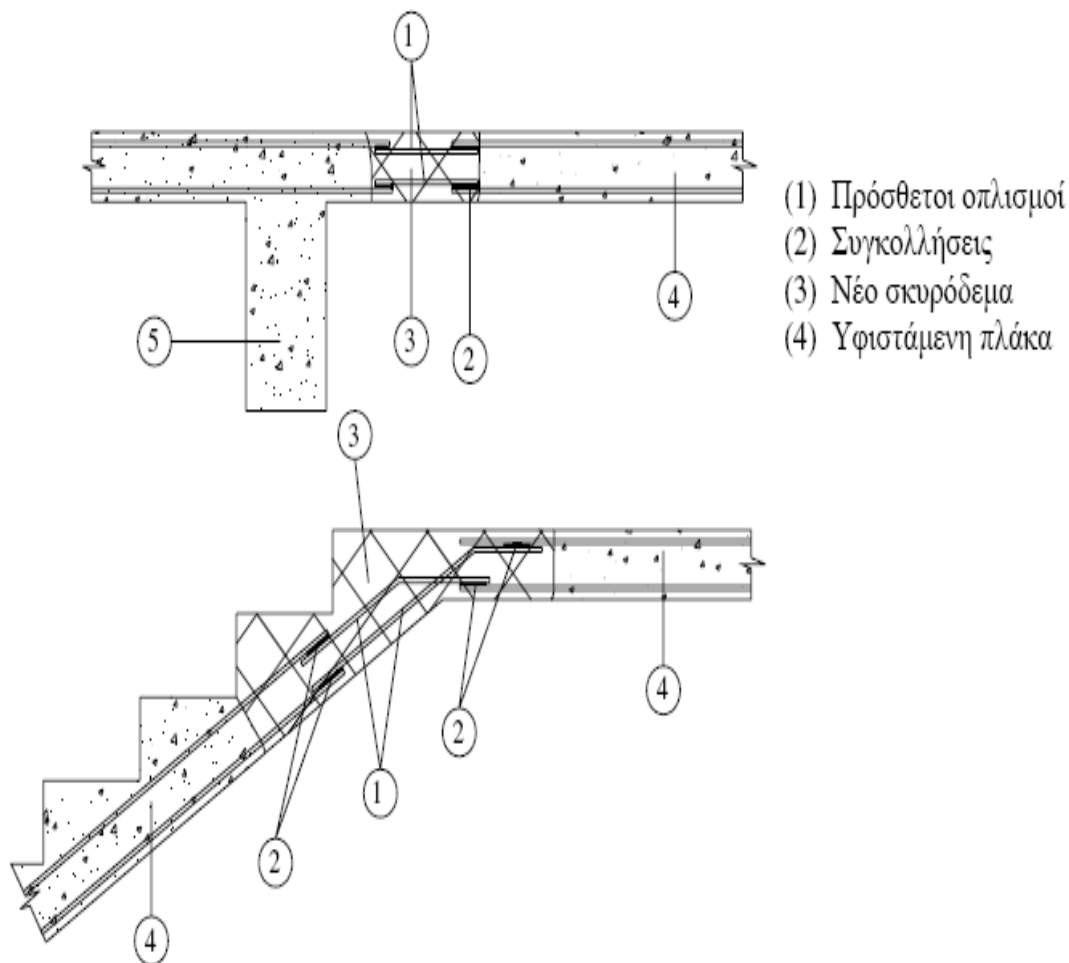
Οι τεχνικές για την επισκευή και ενίσχυση των δοκών και των πλακών είναι οι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν πιο πάνω για τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα.

Σύνηθως οι βλάβες μετά από ένα σεισμό συγκεντρώνονται στη περιοχή του κόμβου υποστυλώματος δοκού, έτσι η διαδικασία επέμβασης στις δοκούς αποτελεί μέρος μιας συνολικής επέμβασης που κυρίως αφορά τα κατακόρυφα στοιχεία και τους κόμβους.

5.8.1 Επισκευή δοκών και πλακών

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

- Ενέσεις κόλλας (ελαφρές βλάβες)
- Επισκευαστικά κονιάματα (ελαφρές βλάβες)
- Αποκατάσταση ίσης διατομής (βαριές βλάβες)



Σχήμα 5.13 Επισκευή με την τεχνική αποκατάστασης ίσης διατομής

5.8.2 Ενίσχυση δοκών και πλακών

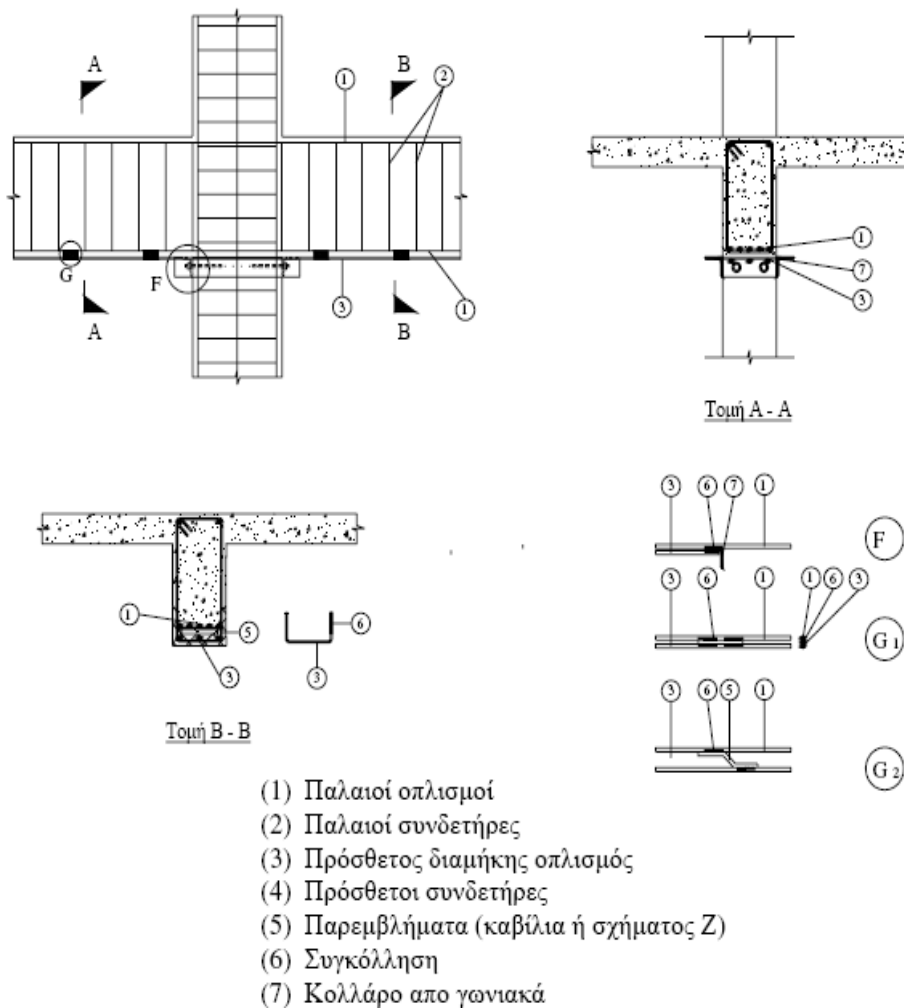
Οι τεχνικές ενίσχυσης δοκών και πλακών διακρίνονται ανάλογα αν υπάρχει απαίτηση για αύξηση της καπτικής ή της διατμητικής αντοχής ή και των δύο.

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

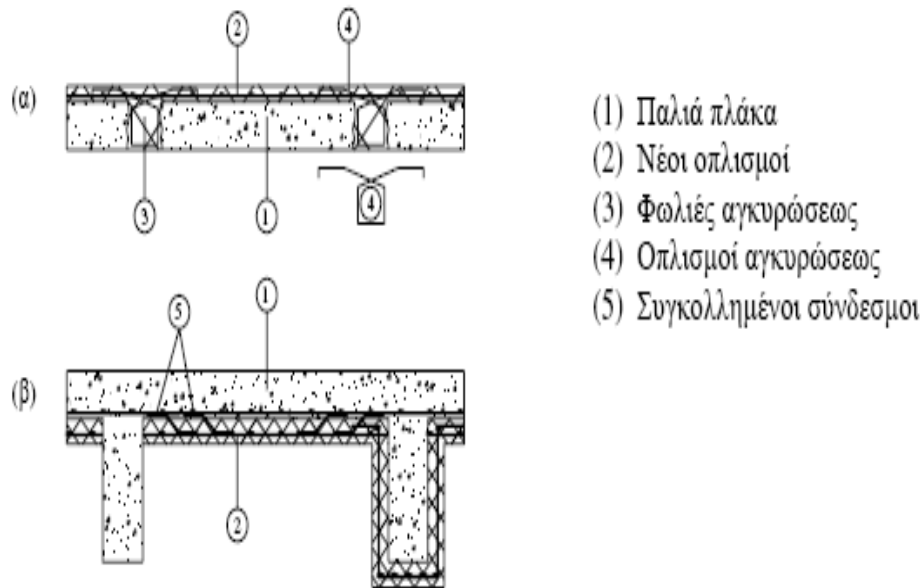
Καπτική ενίσχυση με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος

- Όταν πρόκειται για ισχυρές ενισχύσεις στο εφελκόμενο πέλμα της δοκού ή της πλάκας, οι οποίες γίνονται με νέους οπλισμούς οι οποίοι καλύπτονται από εκτοξευμένο σκυρόδεμα σε όλο το πλάτος της δοκού.
- Σπάνια εφαρμόζεται και στο θλιβόμενο πέλμα της δοκού ή της πλάκας χωρίς να χρειάζεται πρόσθετος οπλισμός μόνο με έγχυτο ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



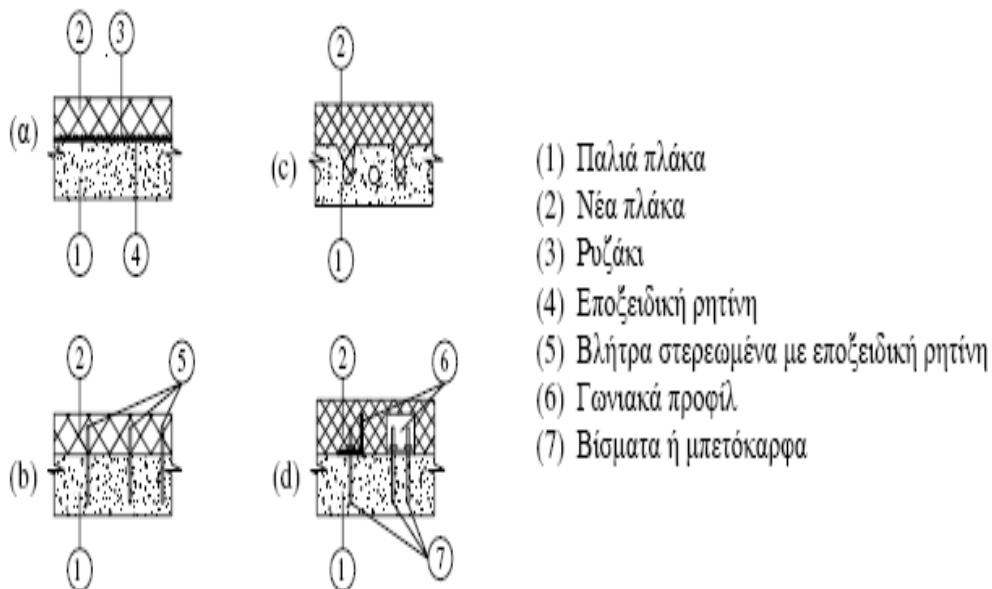
Σχήμα 5.14 Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού



Σχήμα 1.26 Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος

(α) στο πάνω πέλμα, (β) στο κάτω πέλμα

Σχήμα 5.15 Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος α) στο πάνω πέλμα β) στο κάτω πέλμα



Σχήμα 5.16 Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος . εναλλακτικοί τρόποι σύνδεσης στην διεπιφάνεια.

Καπτική ενίσχυση με επικολητά φύλλα από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) ως εξωτερικού οπλισμού στο πέλαμα της δοκού ή της πλάκας

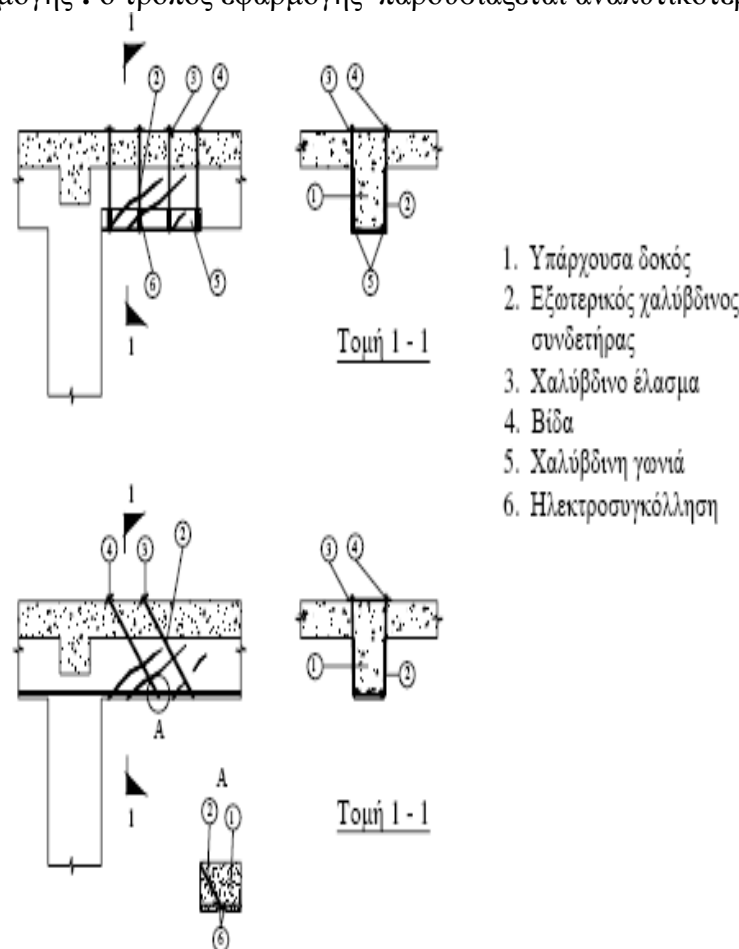
- Αύξηση της καπτικής αντοχής
- Σημαντική αύξηση της καπτικής ακαμψίας
- Μείωση των παραμορφώσεων
- Μείωση της ανοιγομενης ρωγμής
- Αδυναμία της τεχνικής παρουσιάζεται στην περιοχή αγκύρωσης των φύλλων , με πρόωρη αστοχία των άκρων με απόσχιση στη γειτονική περιοχή προς το έλασμα του σκυροδέματος και η ευαισθησία διάβρωσης τους στην περίπτωση του χάλυβα και οφείλεται στην ανάπτυξη μεγάλων τάσεων στη περιοχή

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Διατμητική ενίσχυση δοκών με εξωτερικά στοιχεία

- Μεταλλικά στοιχεία
- Επικολητα φύλλα χάλυβα
- Επικολητά φύλλα από ινοπλισμένα πολυμερή

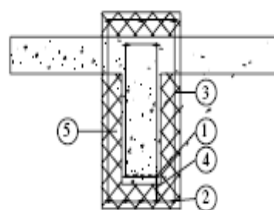
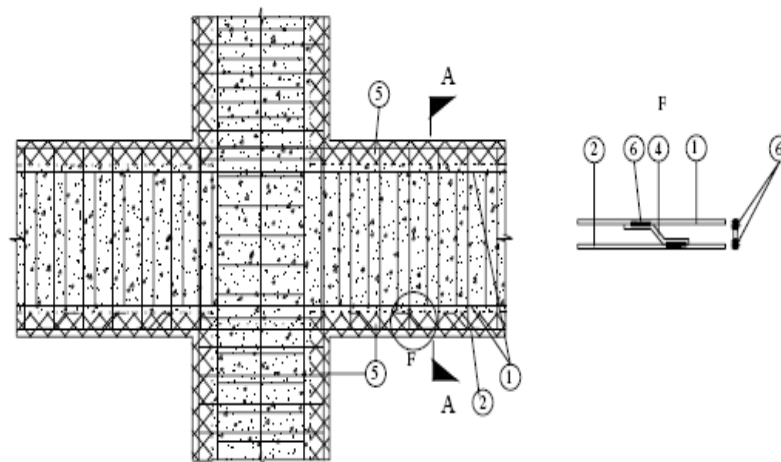
Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 5.17 Διατμητική ενίσχυση με εξωτερικά μεταλλικά στοιχεία

Ενίσχυση με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος

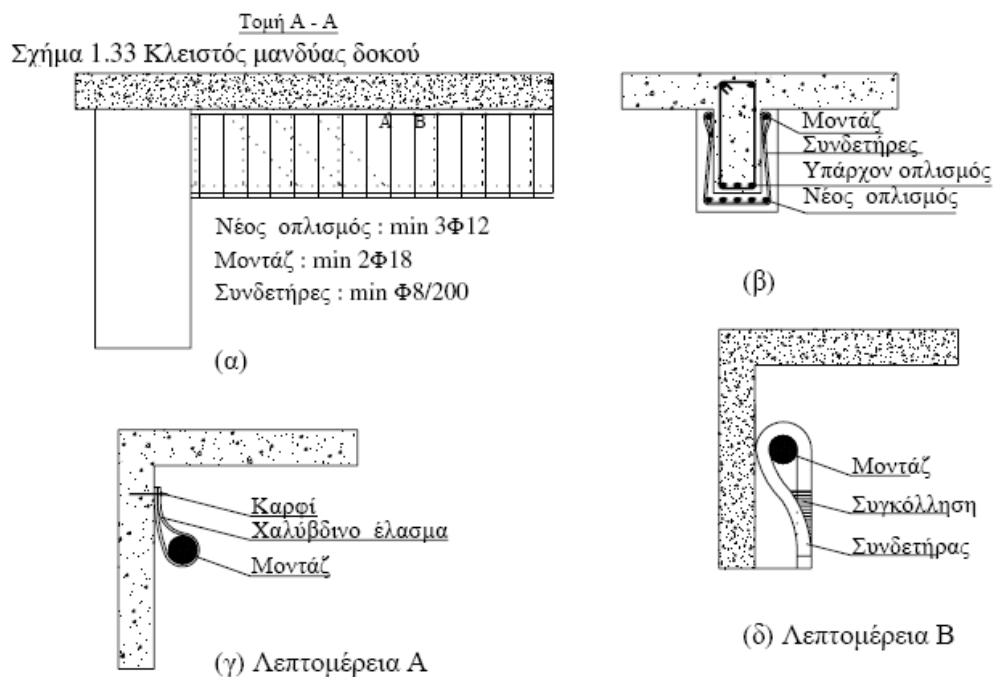
- Η τεχνική περιλαμβάνει την αύξηση της διατομής της δοκού με νέο σκυροδέμα , νέους διαμήκεις οπλισμούς και νέους συνδετήρες περιμετρικά του αρχικού στοιχείου. Για κατασκευαστική ευκολία επιλέγεται η χρήση εκτοξευμένου σκυροδέματος .
- Αποτελεσματική μέθοδος αύξησης της διατμητικής και καπτικής αντοχής των δοκών.
- Εφαρμόζεται κυρίως όταν υπάρχει η ανάγκη αύξησης της διατμητικής αντοχής της δοκού γιατί όταν πρόκειται για αύξηση μόνο της καπτικής αντοχής του επιλέγεται η απλούστερη τεχνική της ενίσχυσης με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος.
- Κατασκευαστική δυσκολία εντοπίζεται στη δημιουργία κλειστού μανδύα στο πάνω μέρος της δοκού , λόγω της ύπαρξης των πλακών σε αυτές τις περιπτώσεις επιλέγεται η τεχνική του ανοιχτού μανδύα.



Τομή Α - Α

- (1) Παλιός οπλισμός
- (2) Πρόσθετος οπλισμός
- (3) Πρόσθετοι συνδετήρες
- (4) Ράβδοι συνδέσεως
- (5) Μανδύας σκυροδέματος
- (6) Συγκόλληση

Σχήμα 5.18 Κλειστός μανδύας δοκού



Σχήμα 1.34 Ανοικτός μανδύας δοκού
 α) Γενική διάταξη οπλισμού ενίσχυσης (κατά μήκος τομή)
 β) Γενική διάταξη οπλισμού ενίσχυσης (εγκάρσια τομή)
 γ) Στήριξη οπλισμού προσαρμογής (μοντάζ)
 δ) Στήριξη απόληξης άκρων συνδετήρων

Σχήμα 5.19 Ανοικτός μανδύας δοκού

5.9 Επισκευή – ενίσχυση κόμβων δοκών- υποστυλωμάτων

Ένα από τα πλέον ευπαθή σημεία σε περιπτώσεις καταστρεπτικών σεισμών σε υφιστάμενες κατασκευές από οπλισμένο σκυροδεμα είναι οι κόμβοι κυρίως οι εξωτερικοί. Οι λόγοι της αστοχίας των κόμβων παρουσιάζονται πιο κάτω :

- α) Ψηλή διατμητική ένταση στην περιοχή των κόμβων.
- β) Ο σχεδιασμός των κόμβων δεν αποτελούσε αντικείμενο μελέτης τοπικής έντασης.
- γ) Περιοχές κακής σκυροδέτησης λόγω μεγάλης πυκνότητας των οπλισμών.
- δ) Οι βλαβες στους κόμβους είναι από τις πλέον κρίσιμες για την ασφάλεια της ακαιρέτητας του φορέα.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι κάθε ρηγμάτωση κόμβου , έστω και πολύ μικρού ανοίγματος εξετάζεται ως επικίνδυνη και αντιμετωπίζεται ως σοβαρότερη βλάβη σε σύγκριση με άλλα δομικά στοιχεία που έχουν την ίδια εικόνα ρηγμάτωσης.

Οι επισκευές και οι ενισχύσεις στην περιοχή των κόμβων αποτελούν ίσως την δυσκολότερη κατασκευαστική διαδικασία επειδή εκεί συντρέχουν πολλά στοιχεία του φορέα.

5.9.1 Επισκευή κόμβων

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

Ενέσεις κόλλας (ελαφρές βλάβες)

- Αποκαθίσταται πλήρως η αντοχή των κόμβων
- Αποκαθίσταται σχεδόν πλήρως η δυσκαμψία
- Αποκαθίσταται η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας και μπορεί και να αύξηθεί

Επισκευαστικά κονιάματα (ελαφρές βλάβες)

- Αποκαθίσταται πλήρως η αντοχή των κόμβων
- Αποκαθίσταται σχεδόν πλήρως η δυσκαμψία
- Αποκαθίσταται η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας και μπορεί και να αύξηθεί

Αποκατάσταση ίσης διατομής (βαριές βλάβες)

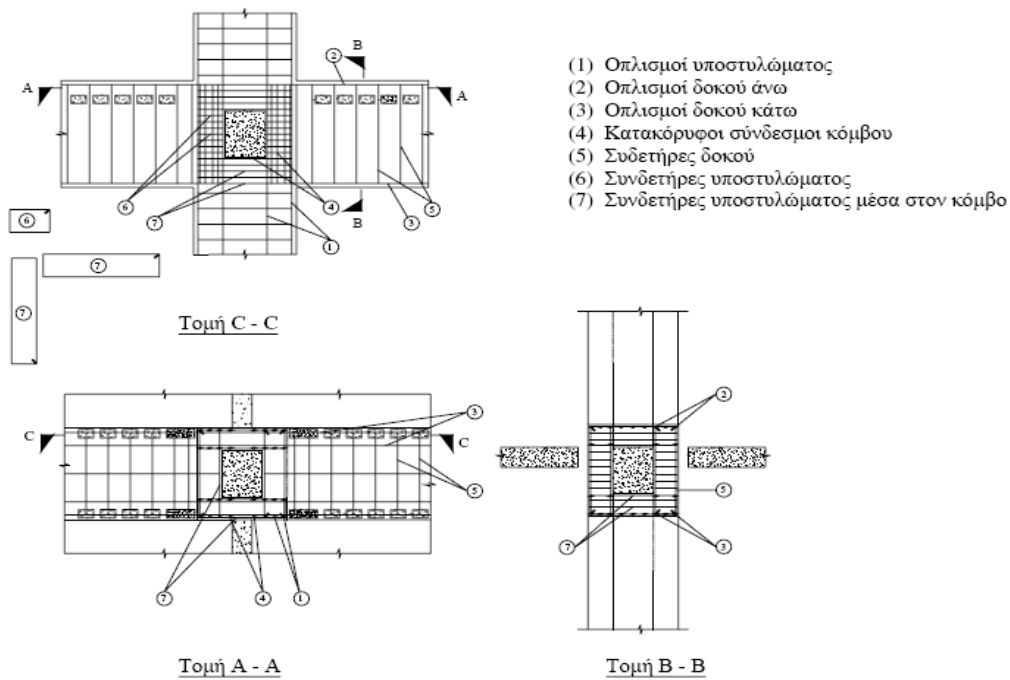
- Συγχρόνως γίνονται και διορθώσεις ελλειψοειδών της όπλισης
- Τα χαρακτηριστικά του κόμβου βελτιώνονται σημαντικά
-

5.9.2 Ενίσχυση κόμβων

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται :

Μανδύες από οπλισμένο σκυρόδεμα

- Συνήθως αποτελεί την συνέχεια του μανδύα που κατασκευάστηκε για την ενίσχυση του υποστυλώματος αλλά η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί και τοπικά μόνο στην περιοχή του κόμβου

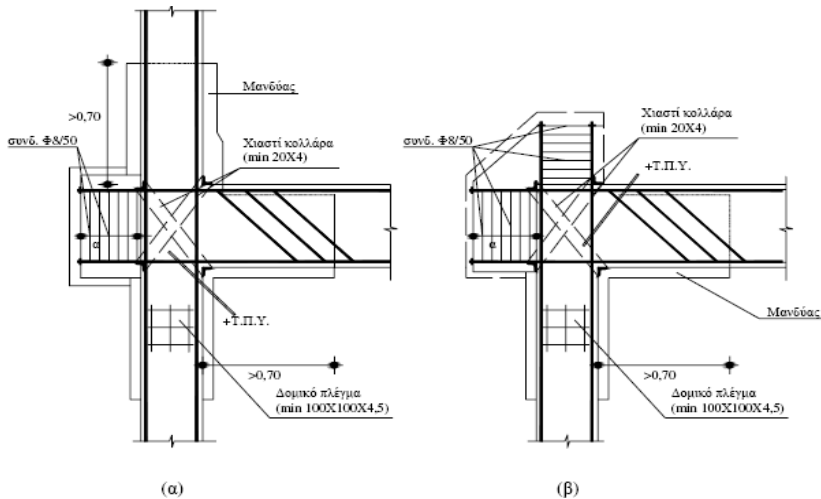


Σχήμα 5.20 Ενίσχυση κόμβου με μανδύα

Τεχνική των χιαστί κολλάρων

- Τα χιαστί κολλάρια τοποθετούνται και εντείνονται με μηχανικό τρόπο , περισφίγγοντας έτσι την περιοχή του κόμβου. Στη συνέχεια τοποθετούνται στις διατομές παρείας του υποστυλώματος δύο οριζόντια κολλάρια τα οποία συγκολλούνται πάνω στα χιαστί κολλάρια σταθεροποιώντας έτσι το σύστημα περισφύγισης. Πολλές φορές η όλη περιοχή καλύπτεται μανδύα από έγχυτο ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα , οπλισμένο με ένα ελαφρύ ανοξείδωτο πέλμα.
- Η τεχνική αυτή μπορεί να συνδιαστεί και με την τεχνική ενίσχυσης με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος.
- Η εφαρμογή της παρουσιάζει πρόβλημα όταν στον κόμβο συντρέχουν τέσσερις δοκοί επειδή η διέλευση των χιαστί διαγωνίων θα πρέπει να γίνει με διάτρηση των εγκάρσιων δοκών και η διατομή των κολλάρων να μετατραπεί σε κυκλικές ράβδους.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της τεχνικής για τους εξωτερικούς κόμβους παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



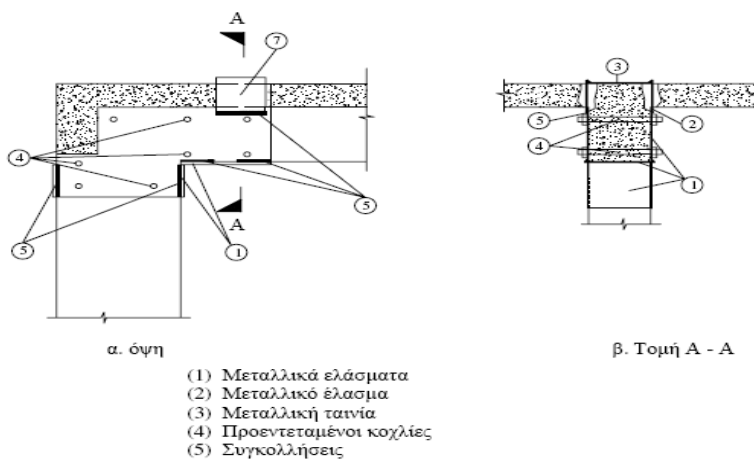
Σχήμα 5.21 εφαρμογή χιαστί κολλάρων σε εξωτερικούς κόμβους

α) Με υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο

β) Χωρίς υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο

Τεχνική των επικολλητών φύλλων από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)

- Προσφέρει σημαντικά στην ενίσχυση του κόμβου.
- Στην περίπτωση της ενίσχυσης με επικόλλητα φύλλα από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) υπάρχει μεγάλη ευκολία τοποθέτησης τους στην δύσκολη περιοχή του κόμβου.
- Στην περίπτωση της ενίσχυσης με χαλύβδινα ελάσματα αυτά προεκτείνονται εκατέρωθεν του κόμβου στις συντρέχουσες δοκούς και τα υποστυλώματα σε μήκος τουλάχιστο ίσο με το αντίστοιχο πλάτος του κόμβου. Η σύνδεση των ελασμάτων με τον υπάρχοντα φορέα δεν γίνεται μόνο μέσω κόλλας αλλά χρησιμοποιούνται και βίδες και ντίζες.



Σχήμα 5.22 Ενίσχυση κόμβου με επικόλλητα ελάσματα

5.10 Ενισχύσεις στοιχείων θεμελίωσης

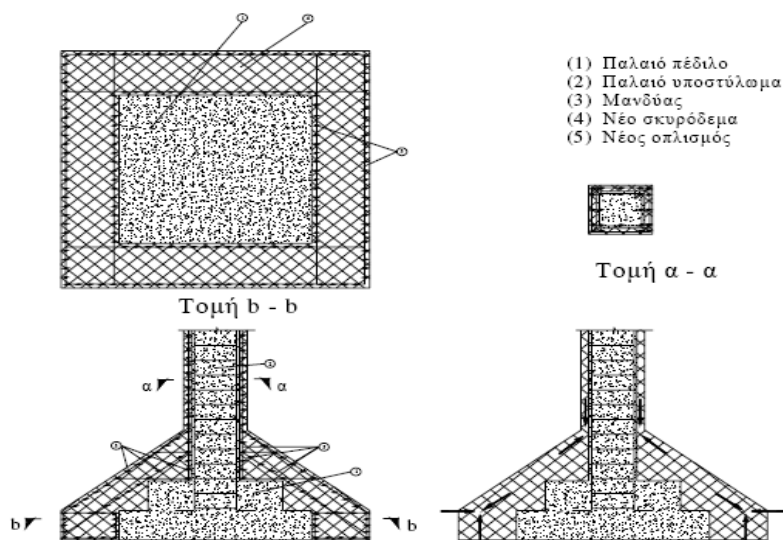
Οι ενισχύσεις των στοιχείων θεμελίωσης έχουν να κάνουν με τις επεμβάσεις στο έδαφος θεμελίωσης μερικές από τις οποίες είναι :

- Ενίσχυση του εδάφους με τσιμεντοενέσεις
- Κατασκευή ριζοπασσάλων

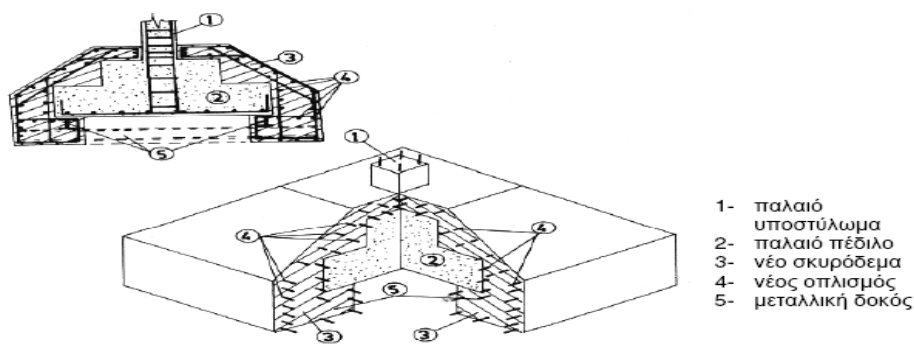
Τεχνικές που χρησιμοποιούνται για θεμελίωση με πέδιλα:

- Ενίσχυση της βάσης του πεδύλου και του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου (υποστυλώματος ή τοιχώματος) με την τεχνική των μανδύων
- Ενίσχυση της μόνο της βάσης του πεδύλου με την τεχνική των μανδύων

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της τεχνικής παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 5.23 Ενίσχυση πεδύλων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου.



Σχήμα 5.24 Ενίσχυση πεδύλων με την τεχνική των μανδύων όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου.

6 Κτίρια απο φέρουσα τοιχοποιία

6.1 Εισαγωγή

Η τοιχοποιία είναι από τα αρχαιότερα δομικά στοιχεία εντούτοις οι γνώσεις μας για την μηχανική της συμπεριφορά είναι περιορισμένες. Η αντίφαση αυτή μπορεί να αποδοθεί στους εξής λόγους (Χ.Ιγνατάκης) :

α) Η ανάπτυξη της επιστήμης της μηχανικής συνέπεσε με την εμφάνιση νέων ισχυρών δομικών υλικών του χάλυβα και του σκυροδέματος.

β) Η τοιχοποιία έχει σχετικά χαμηλή αντοχή και εμφανίζει ψαθυρή συμπεριφορά γεγονός που αυξάνει τις διατομές των δομικών στοιχείων και περιορίζει τον αριθμό των ορόφων σε μια κατασκευή.

γ) Η τοιχοποιία είναι ένα υλικό πολυφασικό , πολύμορφο και «απείθαρχο».

Κατά την διάρκεια ενός σεισμού διαπιστώνεται η μεγάλη τρωτότητα των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία η οποία μπορεί να αποδοθεί στους εξής λόγους (Χ.Ιγνατάκης) :

- Στην ψαθυρότητα της άοπλης τοιχοποιίας.
- Στην ανεπαρκή διαφραγματική λειτουργία πατωμάτων και στεγών.
- Στην ανεπαρκή σύνδεση κατακόρυφων και οριζόντιων στοιχείων του φέροντος οργανισμού.
- Στην απουσία μελέτης.
- Σε κακοτεχνίες.
- Σε κατακιρούς τροποποιήσεις και προσθήκες.
- Στην κακή συντήρηση και γέρανση των υλικών

6.2 Φέρων οργανισμός

Τα στοιχεία τα οποία καθορίζουν την σύνθεση του φέροντος οργανισμού και την απόκριση των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία (KAN.ΕΠΕ 2001) είναι τα εξής :

α) Ο τύπος των πατωμάτων και στεγών :

Συναντώνται τέσσερεις βασικοί τύποι πατωμάτων σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία , οι πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος , πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση , ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξυλινων δοκών) , κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας. Ο βαθμός της διαφραγματικής τους λειτουργίας , ο ισότροπος ή μη χαρακτήρας της απόκρισης τους , το βάρος τους , η εμφάνιση ή μη οριζόντιων ωθήσεων υπό κατακόρυφα φορτία είναι τα βασικά μηχανικά χαρακτηριστικά των πατωμάτων ή δωματίων που επηρεάζουν καθοριστικά την συμπεριφορά των κτιρίων υπό κατακόρυφα αλλά κυρίως από οριζόντια σεισμικά φορτία.

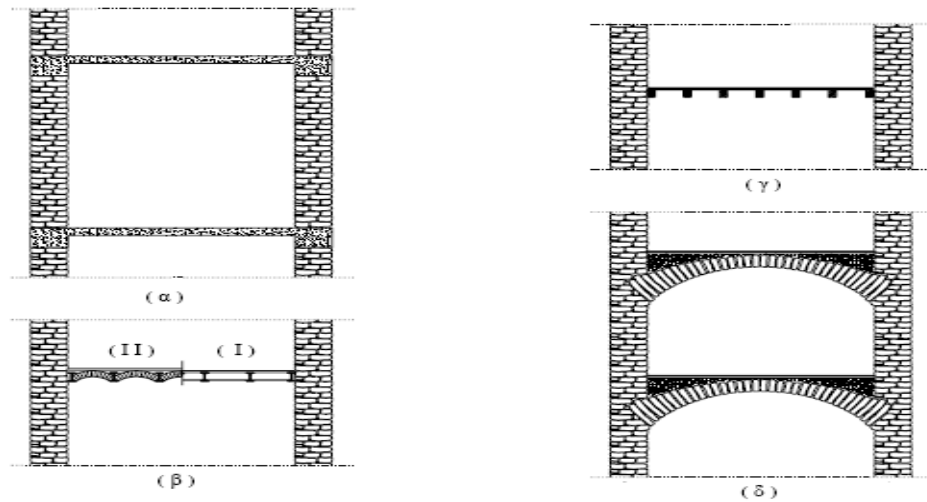
β) Ο τύπος των φέρουσων τοιχοποιιών (κατακόρυφα φορτία) :

Οι τύποι αόπλης φέρουσας τοιχοποιίας που συναντώνται είναι λιθοδομή φυσικών λίθων , πλινθοδομή πλήρων οπτόπλινθων , πλινθοδομή διάτρητων οπτόπλινθων , πλινθοδομή ωμόπλινθων ξυλόπηκτη τοιχοποιία , ξυλόπλεκτη τοιχοποιία και τα κονιάματα δόμησης που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι το ασβεστοτσιμεντοκονίαμα , το ασβεστοκονίαμα και το αργιλοκονίαμα.

γ) Η παρουσία και ο τύπος διαζωμάτων και ελκυστήρων :

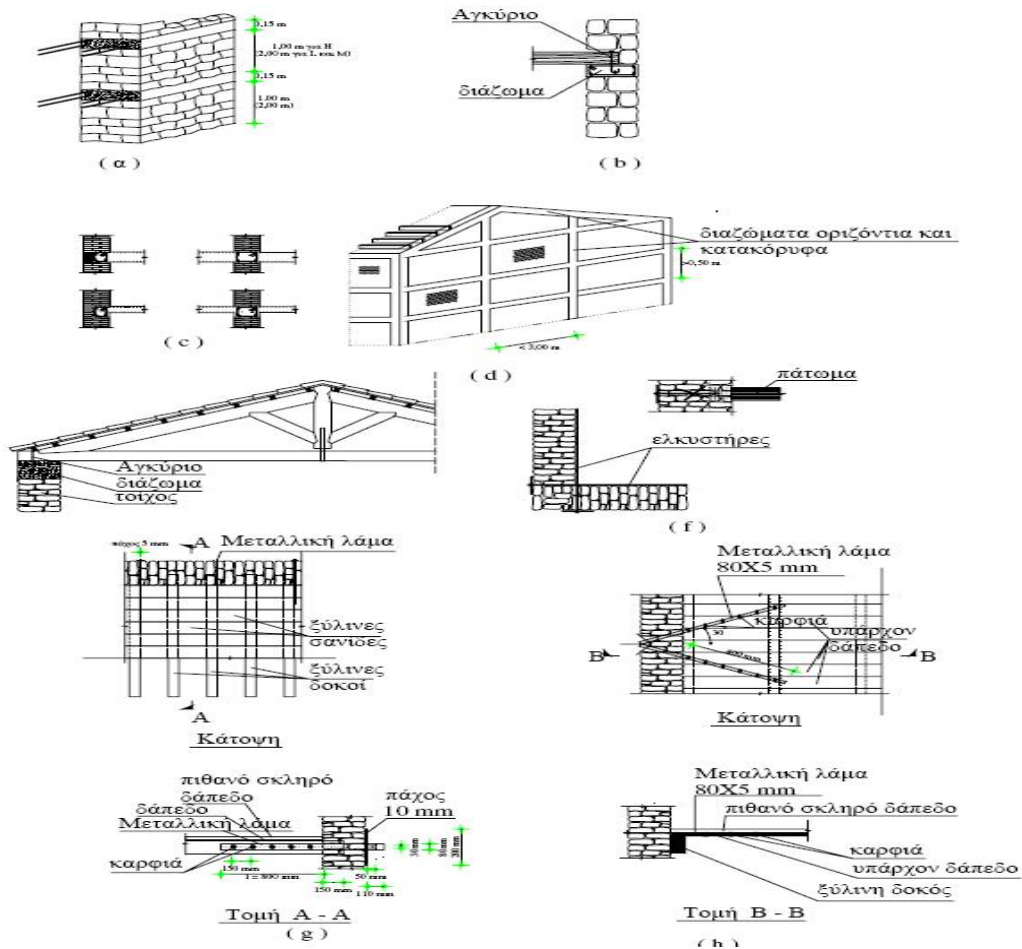
Αποτελούν τα ξύλινα ή μεταλλικά ή σε πρόσφατες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα υπέρθυρα (πρέκια) στα ανώφλια των ανοιγμάτων ή και σε ενδιάμεσες στάθμες στο ύψος των ορόφων (μή συνεχή διαζώματα) , συνεχή ξύλινα (ξυλοδεσιές) , μεταλλικά ή σε πρόσφατες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα οριζόντια διαζώματα στις στάθμες των ανωφλίων των ανοιγμάτων ή στις στάθμες των ορόφων και της στέγης , μεταλλικοί ελκυστήρες ή ξύλινοι ελκυστήρες στις στάθμες των ορόφων ή της στέγης ή και των ανωφλίων , κατακόρυφα ξύλινα ή σε πρόσφατες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα ή σπανιότερα μεταλλικά διαζώματα.

δ) Η παρουσία εγκάρσιων τοίχων



- α. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος
- β. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση
- γ. Ξύλινα πατώματα
- δ. Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας

Σχήμα 6.1 Τύποι πατωματων κτιρίων απο φέρουσα τοιχοποιία (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001)



Σχήμα

Σχήμα 6.2 Τύποι διαζωμάτων, ελκυστήρων και συνδέσεων πατωματων κσι στεγων με τις φέρουσες τοιχοποιίες (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001)

6.3 Παθολογία κτιρίων απο φέρουσα τοιχοποιία

Η παθολογία των κτιρίων επηρεάζεται από τα κατακόρυφα φορτία (κινητά και το ίδιο βάρος των δομικών στοιχείων του κτιρίου) αλλά και οριζοντία φορτία (σεισμικά) που ασκούνται στην κατασκευή. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι βλάβες που προκαλούνται σε ένα κτίριο από φέρουσα τοιχοποιία όταν σε αυτό επιδρούν κατακόρυφα και οριζόντια φορτία (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001).

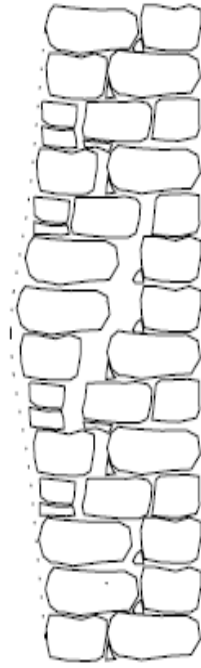
6.3.1 Βλάβες από κατακόρυφα φορτία

Τα προβλήματα που παρουσιάζουν τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία είναι τα εξής :

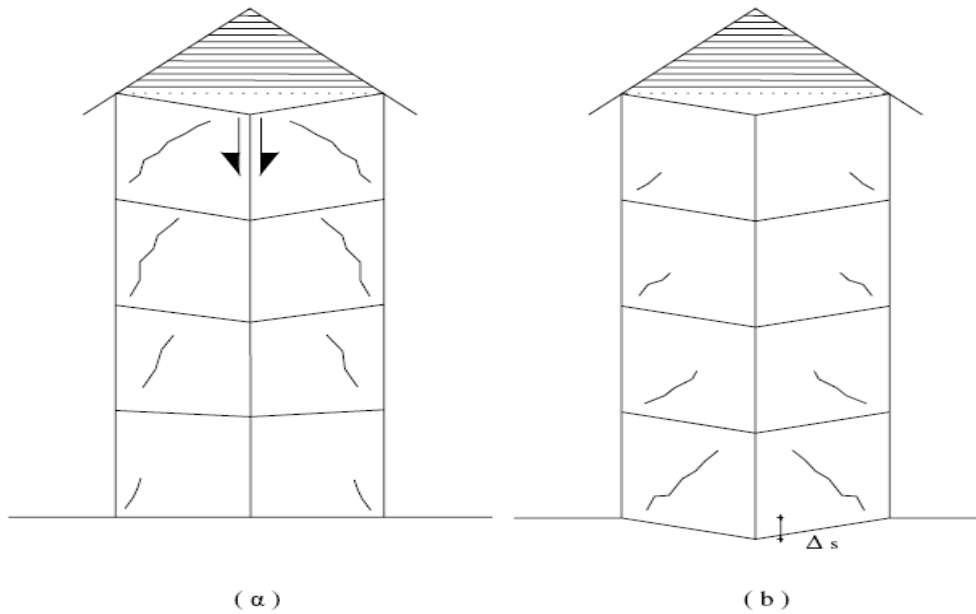
- Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας όπως τοπική ρηγμάτωση τοιχοποιίας από μοναχικά φορτία ή λόγω αναντιστοιχίας ανοιγμάτων καθ' ύψος.
- Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από διαφορικές καθιζήσεις της θεμελίωσης.
- Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας από επεμβάσεις , διαρρυθμίσεις ή προσθήκες καθ' επέκταση.
- Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από προσθήκες καθ' ύψος.
- Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από αλλαγή χρήσης (αύξηση κινητών φορτίων).
- Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από γήρσση υλικών.

Τύποι βλαβών :

- Κατακόρυφες ρηγματώσεις οι οποίες οφείλονται στις εφελκυστικές τάσεις που αναπτύσσονται μονοαξονικά στην θλιβόμενη τοιχοποιία. όταν υπάρχει τοπική υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής είτε από κακό σχεδιασμό είτε από συγκέντρωση φορτίου.
- Κατακόρυφο επίπεδο ρηγμάτωσης – διαχωρισμού κατά το πάχος του τοίχου και εκδηλώνεται με μονόπλευρο ή αμφίπλευρο φούσκωμα της τοιχοποιίας.
- Λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης κατά μήκος της θλιβόμενης διαγωνίου σε πεσσούς ή δίσκους τοιχοποιίας κατά μήκος του πόδα των οποίων εκδηλώνεται η διαφορική καθίζηση ,λόγω διαφορικής καθίζησης.
- Λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης στους εγκάρσιους τοίχους, , παρομοιες με αυτές της II περίπτωσης με την διαφορά ότι οι βλάβες είναι εντονότερες στους πάνω ορόφους.



Σχήμα 6.3 Μονόπλευρο φούσκωμα τρίστρωτης λιθοδομής με ασύνδετες όψεις υπό κατακόρυφα θλιπτικά φορτία.



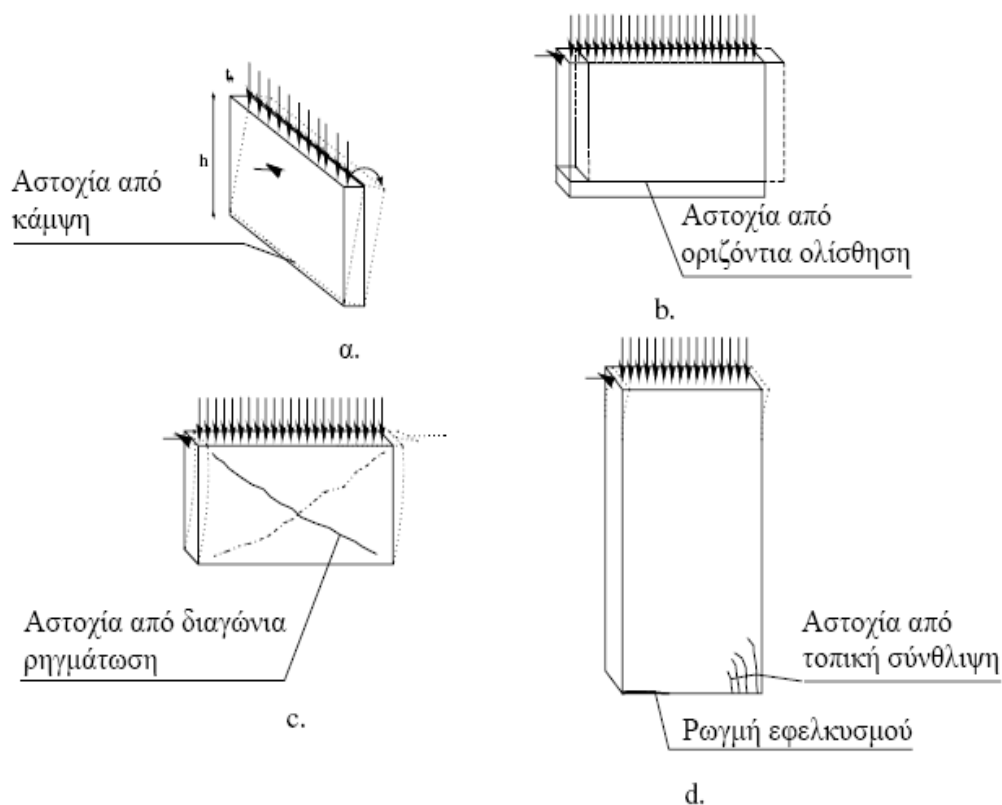
Σχήμα 6.4 Εικόνα ρηγμάτωσης λόγω διαφορετικής βράχυνσης μεσαίου τοίχου (α) και λόγω διαφορετικής καθίζησης μεσαίου τοίχου (β)

6.3.2 Βλάβες από οριζόντια (σεισμικά) φορτία

Πιο κάτω παρουσιάζονται οι πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου ή πεσσού ενός τυπικού μονώροφου κτιρίου και οι τυπικές μορφές ρηγμάτων που εμφανίζονται σε ένα τυπικό όροφο κτιρίου με ικανοποιητικά διαζώματα.

6.3.2.1 Μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου ή πεσσού ενός τυπικού μονώροφου κτιρίου

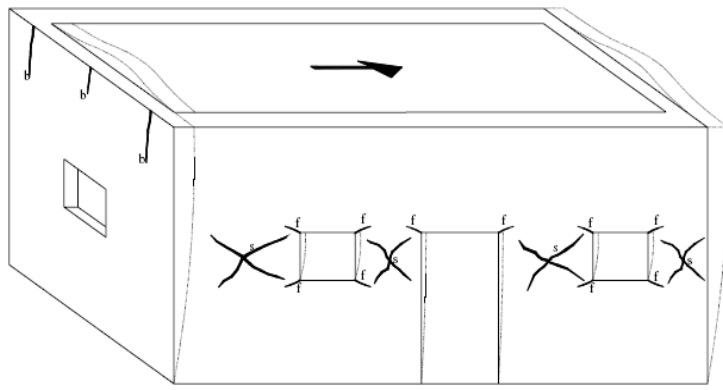
- Ολίσθηση ή καθαρή διατμητική αστοχία κατά μήκος ενός οριζόντιου αρμού.
- Διαγώνια ρηγμάτωση από λοξές κύριες εφελκυστικές τάσεις είτε με τεθλασμένη αποκόλληση – ολίσθηση κατακόρυφων και οριζόντιων αρμών είτε και με ρηγμάτωση πλίνθων ή λίθων.
- Καπτική αστοχία από συντριβή (πυκνά σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα και εγκάρσια διάρρηξη) της θλιβόμενης γωνιάς της βάσης αμέσως μετά την οριζόντια ρηγμάτωση κατά μήκος της εφελκυσόμενης ζώνης.



Σχήμα 6.5 Μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου – προβολού α) Σεισμική τέμνουσα εκτός επιπέδου (b,c,d) Σεισμική τέμνουσα εντός επιπέδου

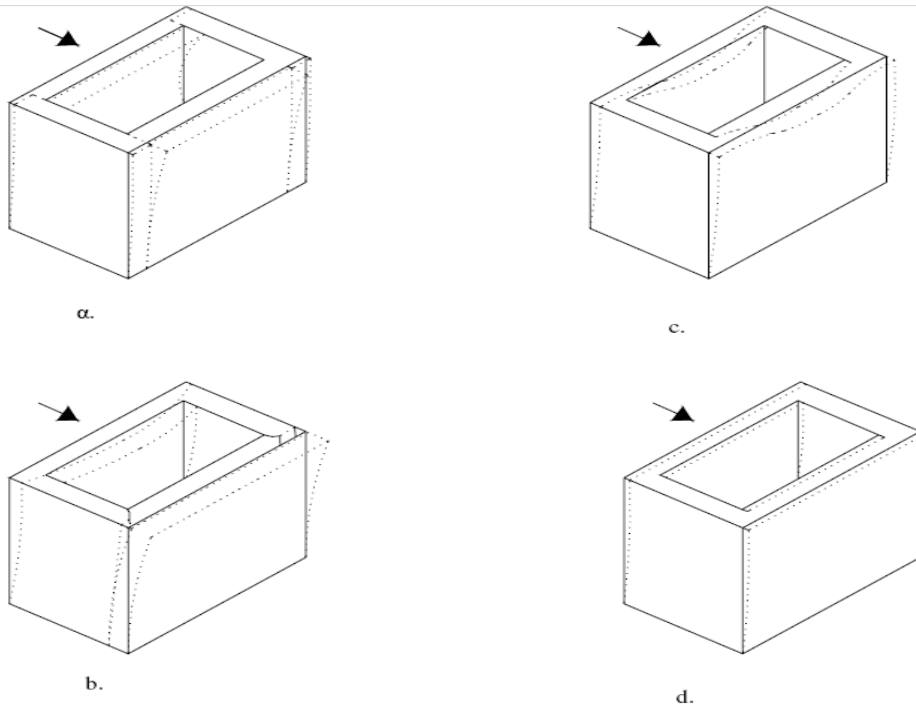
6.3.2.2 Τυπικές μορφές ρηγμάτων που εμφανίζονται σε ένα τυπικό όροφο κτιρίου με ικανοποιητικά διαζώματα.

- Σε τοίχους κάθετα στη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης , λόγω ανεπαρκούς διαφραγματικής λειτουργίας , εμφανίζονται ρωγμές τύπου b από κάμψη εκτός επιπέδου (bending). Σε περιπτώσεις ανεπαρκούς σύνδεσης στις ακμές με τους εγκάρσιους τοίχους , οι ρωγμές αυτές οδηγούν σε αποκόλληση των τοίχων και στην αστοχία τους.
- Σε τοίχους κατά την διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης , οι πεσσοί μεταξύ των ανοιγμάτων είναι πιο ευκάπτοι από τις ζώνες τοιχοποιίας πάνω και κάτω από τα παράθυρα με αποτέλεσμα οι παραμορφώσεις να εμφανίζονται στους πεσσούς. Στις διατομές πόδα και κεφαλής των πεσσών εμφανίζονται οι ισχυρότερες θλιπτικές και εφελκυστικές τάσεις, ενώ η σταθερή καθ' ύψος του πεσσού τέμνουσα δύναμη προκαλεί τις καπτικές ρωγμές τύπου f (flexure) , ενώ η υπέρβαση της λοξής εφελκυστικής αντοχής της υπό τις κύριες όρθες τάσεις στο σώμα του πεσσού προκαλεί τις λοξές χιαστί καμποδιατμητικές ρωγμες τύπου s (shear).
- Τελικά οι πεσσοί , ανάλογα με την γεωμετρία τους και τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας , αστοχούν είτε από χιαστί καμποδιατμητικά ρήγματα , είτε από υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής στα άκρα της κεφαλής ή της βάσης τους μετά από διαδοχικούς κύκλους επέκτασης των ρηγμάτων τύπου f.
- Στη περίπτωση πολυόροφου κτιρίου με εύκαμπτα ξύλινα πατώματα χωρίς οριζόντια διαζώματα στο επίπεδο των ορόφων και με σχετικά αραιά ανοίγματα , οι ζώνες σύζευξης των ισχυρών πεσσών – προβόλων είναι πλέον ευαίσθητες περιοχές και καταπονούνται σε κάμψη και διάτμηση. Οι ζώνες αυτές αστοχούν συνήθως με χιαστί καμποδιατμητικά ρήγματα πριν από την αστοχία των πεσσών. Η αστοχία των ζωνών αυτών προκαλεί απώλεια των πατωμάτων.
Σημ. Στο σχήμα που ακολουθεί διακρίνονται οι τυπικές μορφές ρηγματώσεων b , f , s.

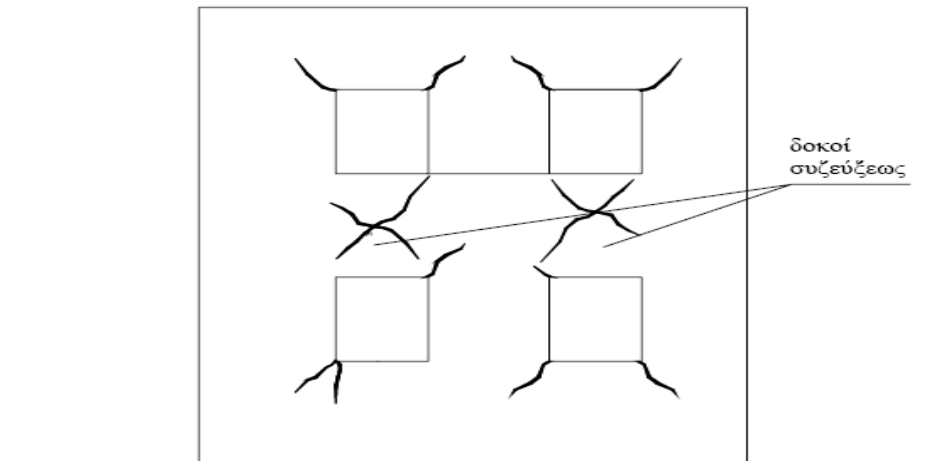


b : ρωγμές απο κάμψη εκτός επιπέδου
 s : ρωγμές διαγώνιου εφελκυσμού
 f : ρωγμές καμπτικού εφελκυσμού

Σχήμα 6.6 τυπικές μορφές ρηγματώσεων σε τυπικό όροφο κτιρίου απο φέρουσα τοιχοποιία



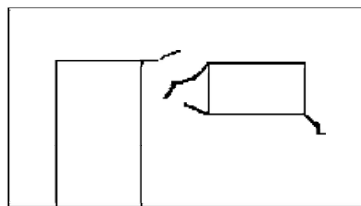
Σχήμα 6.7 τυπικές μορφές ρηγματώσεων σε τυπικό όροφο κτιρίου απο φέρουσας τοιχοποιίας απο σεισμική καταπόνηση



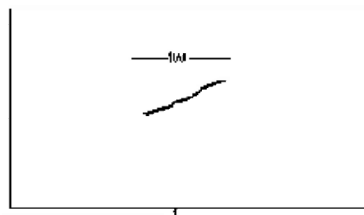
Σχήμα 6.8 Μηχανισμός αστοχίας στις ζώνες σύζευξης πεσσών ενός διώροφου τοίχου χωρίς διαζώματα ή άκαμπτα διαφράγματα στις σταθμές των ορόφων.

2. ΤΥΠΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ ΒΛΑΒΗΣ

Ελαφριές βλάβες

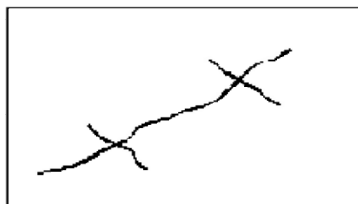


A
Εύρος ρωγμής < 1mm μήκος ≤ 1m



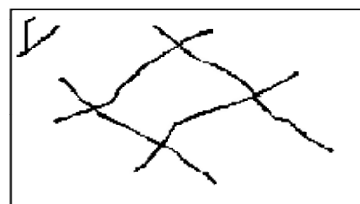
B
 $\frac{1w}{1} < \frac{1}{3}$ Εύρος ≤ 5m

Σοβαρές βλάβες



Γ

Βαριές βλάβες



Δ

Γοπτική αστοχία αποδιοργάνωση

6.4 Κυπριακή μεθοδολογία για τον έλεγχο των βλαβών

Ο έλεγχος που παρουσιάζεται πιο κάτω είναι από τον οδηγό για την εκτέλεση μετασεισμικών ελέγχων οικοδομών (Δρ. Κρίστης Ζ. Χρυσοστόμου 2009).

6.4.1 Βαθμοί βλάβης σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία

Οι βαθμοί βλάβης σε κτίρια από οπλισμένο σκυροδέμα ταξινομούνται και συμβολίζονται ως εξής :

Καμία (1)

- Καμία ορατή ένδειξη βλάβης.
- Τριχοειδείς ρωγμές σε διαχωριστικούς τοίχους, ορατές μόνο από την μία πλευρά.

Ελαφρές (2)

- Μικρορηγματώσεις σε διαχωριστικούς τοίχους ορατές και από τις δύο πλευρές ($d \leq 3.00\text{mm}$).
- Μικρές ρωγμές σε φέροντες τοίχους που αρχίζουν ως επί το πλείστον από γωνίες ανοιγμάτων ($d \leq 3.00\text{mm}$).
- Αποκόλληση τμήματος σοβά από την οροφή ή τους τοίχους.
- Διαταραχή, μερική ολίσθηση ή πτώση κεραμιδιών από την στέγη.

Μέτριες – Σοβαρές (3)

- Σημαντικές ρηγματώσεις διαχωριστικών τοίχων ($d > 3.00\text{mm}$).
- Διαγώνιες ρωγμές σε φέροντες τοίχους ($d < 5.00\text{mm}$), αλλά όχι τόσο εκτεταμένες ώστε να συνεπάγονται αστοχία.
- Μετακίνηση, αποκόλληση ή τοπική αστοχία στέγης και των πλαισίων έδρασης των πατωμάτων.
- Μετακινήσεις και /ή μερική κατάρρευση καμινάδων, στηθαίων ή στεγών.
- Τοπικές σοβαρές βλάβες σε κάποιο σημείου του κτιρίου

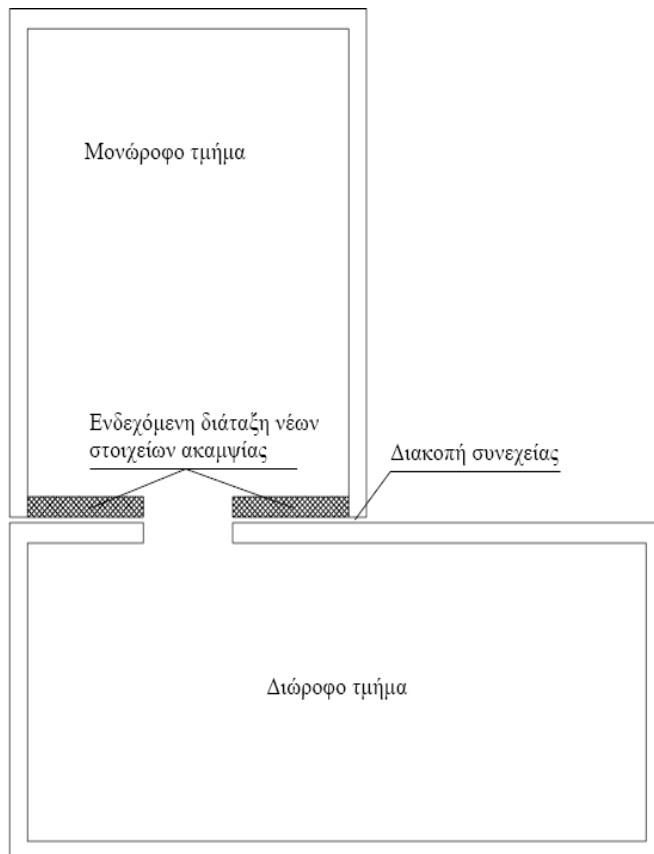
• Βαριές – Ολικές (4)

- Φέροντες τοίχοι με μεγάλες ρωγμές ($d > 5.00\text{mm}$), ορατές και από τις δύο πλευρές
- Μερική ή ολική αστοχία φέροντων τοίχων, πατωμάτων ή της στέγης.
- Τοίχοι με κλίση ως προς την κατακόρυφο.
- Αστοχία στις στηρίξεις πατωμάτων και στέγης και μετακίνηση των πλαισίων στηριξής τους.
- Πάσης φύσεως βλάβη που είναι ενδεικτική σημαντικού κινδύνου κατάρρευσης

6.5 Επεμβάσεις

Οι επεμβάσεις που γίνονται σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία διακρίνονται σε επεμβάσεις μέσης στάθμης και σε επεμβάσεις υψηλής στάθμης. Κατά την επισκευή και ενίσχυση των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία σημαντικό είναι να ακολουθήθουν κάποιες σημαντικές αρχές όπως :

- Η μείωση του βάρους της κατασκευής με την αφαίρεση ή αντικατάσταση με ελαφρύτερα δομικά ή διακοσμητικά στοιχεία μεγάλου βάρους όπως επιστεγάσματα , γείσα , εξώστες , καμινάδες , επικαλύψεις στεγών κ.λ.π.
- Η εξασφάλιση της ευστάθειας εξώστων πακτωμένων σε τοιχοποιία , όταν πρόκειται να γίνουν επεμβάσεις σε υπερκείμενο τοίχο που δρά ως αντίβαρο για πάκτωση του εξώστη.
- Η αναδόμηση (συμπλήρωση) ανοιγμάτων που βρίσκονται κοντα στις γωνίες του κτιρίου και εξασθενούν τη σύνδεση των διασταυρούμενων τοίχων.
- Η διόρθωση έντονης εκκεντρότητας μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος (μή κανονική κάτοψη) με την προσθήκη νέων τοίχων σε κατάλληλες θέσεις.
- Η δημιουργία κατασκευαστικού αρμού με διακοπή της συνέχεις υφιστάμενων και προσθήκη νέων τοίχων στο επίπεδο του αρμού σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας σε κάτοψη ή καθ' ύψος (πχ. σύνδεση μονώροφου με διώροφο) .
- Η δυνατότητα εφαρμογής των επιλογών των μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων (προσπελασιμότητα , εξοπλισμός , εξειδικευμένα συνεργεία ,έλεγχος ποιότητας , σημασία και αξία του κτιρίου).
- Η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας με την αύξηση της δυσκαμψίας , της ατένειας και της αντοχής των πατωμάτων.
- Η βελτίωση των συνδέσεων μεταξύ των φέροντων στοιχείων (σύνδεση αλληλοτεμνόμενων ή απέναντι τοίχων , αγκύρωση διαφραγμάτων στα κατακόρυφα στοιχεία κ.λ.π).
- Η προσθήκη σε περίπτωση που δεν υπάρχει νέου διαφράγματος στο επίπεδο των πατωμάτων ή της στέγης.



Σχήμα 6.9 Δημιουργία κατασκευαστικού αρμού σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας καθ' ύψος.

6. 5. 1 Επεμβάσεις μέσης στάθμης (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001)

Βαθύ αρμολόγημα

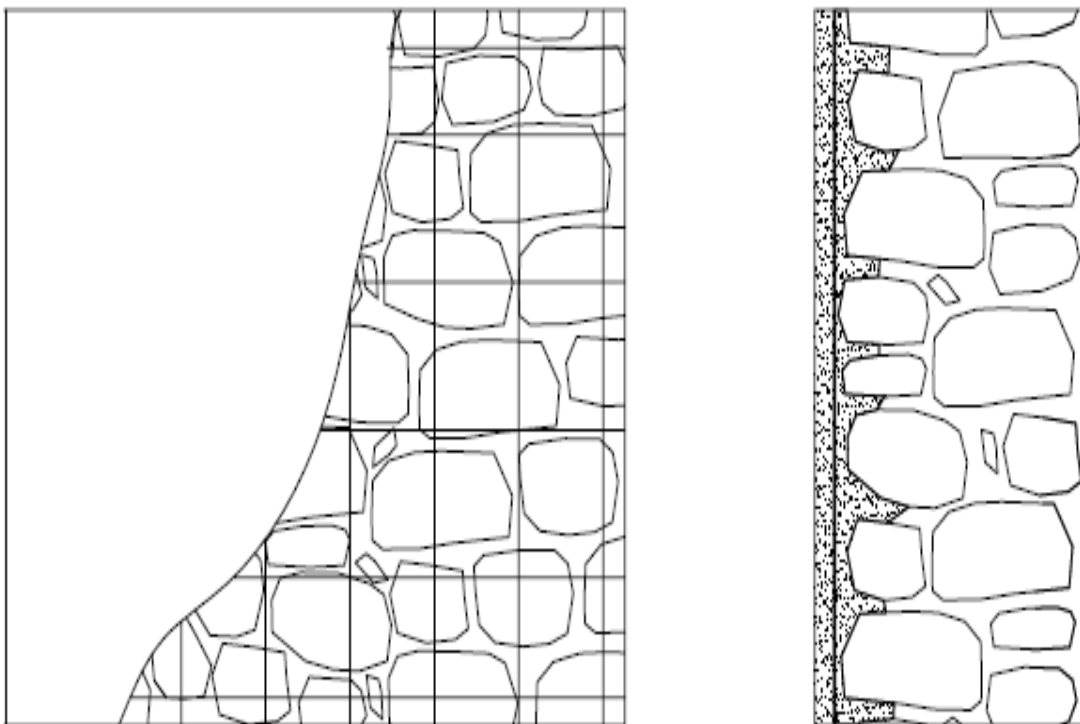
- Συνιστάται σε τοιχοποιίες από λιθοδομή μικρού πάχους ($t < 300-400\text{mm}$) ή πλινθοδομές που παρουσιάζουν ρηγματώσεις εύρους μέχρι και 10mm.
- Ο βαθμός αποτελεσματικότητας της μεθόδου εξαρτάται από τον βαθμό αντικατάστασης του υπάρχοντος κονιάματος με χαμηλή αντοχή από κονίαμα υψηλής αντοχής.
- Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι η βελτίωση της αντοχής της τοιχοποιία επιτυγχάνεται τοπικά μόνο στο συγκεκριμένο σημείο όπου εφαρμόζεται.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

Οπλισμένο ή ινοπλισμένο επίχρισμα

- Επιτυγχάνεται η αύξηση της διατμητικής και καπτικής αντοχής της τοιχοποιίας.
- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που δεν είναι απαραίτητη η διατήρηση της όψης της τοιχοποιίας.
- Μπορεί να εφαρμοστεί μονόπλευρα μέσω κατάλληλων φωλιών στην τοιχοποιία για την αποτελεσματική αγκύρωση του επιχρίσματος ή αμφίπλευρα με κατάλληλες διαμπερείς συνδέσεις.
- Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από το πάχος του επιχρίσματος και την καλή αγκύρωση του με την τοιχοποιία.
- Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός της συγκέντρωσης και του εγκλωβισμού υγρασίας στη διεπιφάνεια μεταξύ τοιχοποιίας και επιχρίσματος με σταδιακή αποδιοργάνωση του υφιστάμενου κονιάματος με αποτέλεσμα την μείωση της αντοχής της τοιχοποιίας.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα .



Σχήμα 6.10 Οπλισμένο επίχρισμα τοποθετημένο μονόπλευρα (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001)

Συρραφή μεγάλων ρωγμών

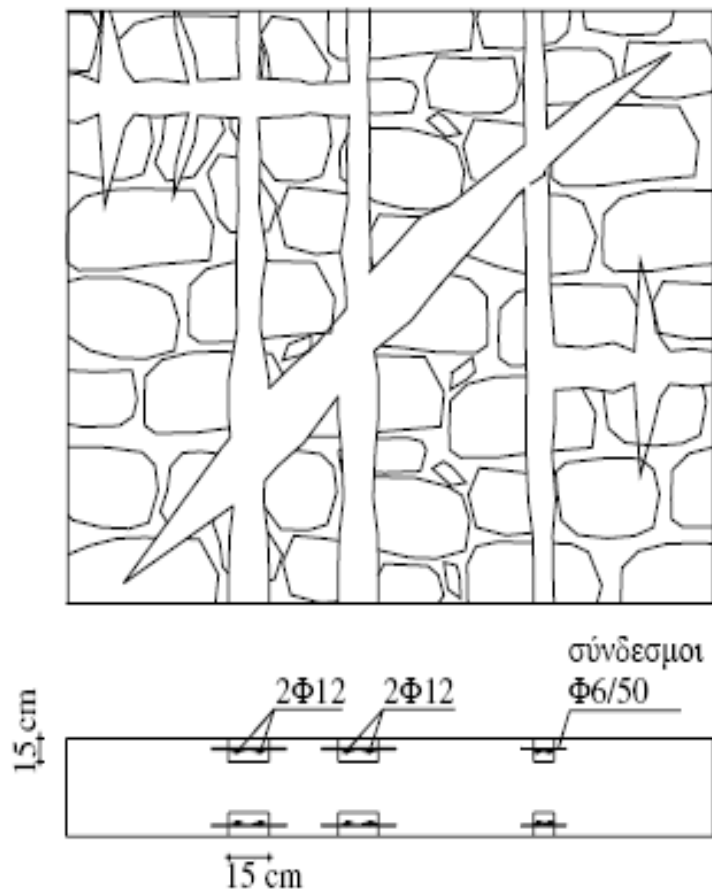
Εφαρμόζεται όταν υπάρχουν :

- Μεγάλες διαμπερείς ρωγμές που διακόπτουν την συνέχεια της τοιχοποιίας
- Ρωγμές μεγάλου εύρους (>10mm)
- Ρωγμές μεγάλου μήκους που μπορεί να εκτείνονται οριζόντια και κατακόρυφα ή διαγώνια στην επιφάνεια του τοίχου.

Επιτυγχάνεται η αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι χρειάζονται εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική επιμέλεια και ιδιαίτερη φροντίδα στήριξης των τοίχων στη φάση που διανοίγονται τα αυλάκια και το γεγονός αλλίωσης της εξωτερικής όψης της τοιχοποιίας σε πολλά σημεία.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα .

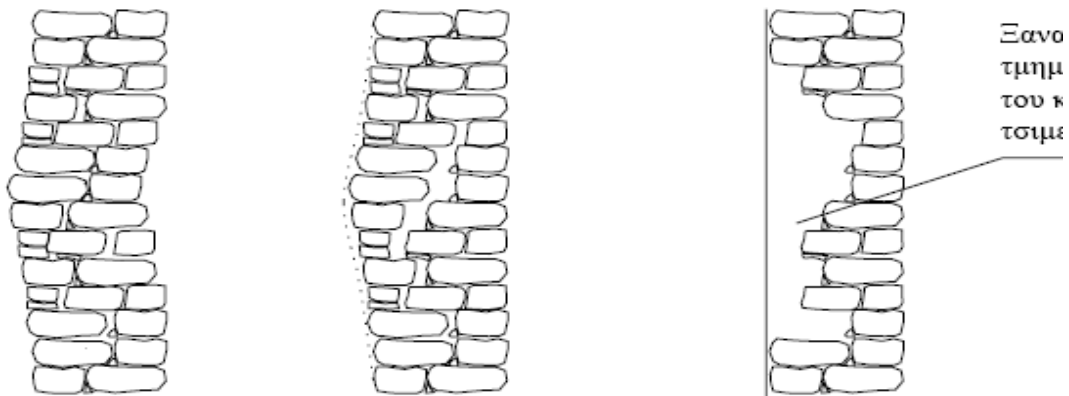


Σχήμα 6.11 Οριζόντιες και κατακόρυφες ζώνες ραφής (ΚΑΝ.ΕΠΕ 2001)

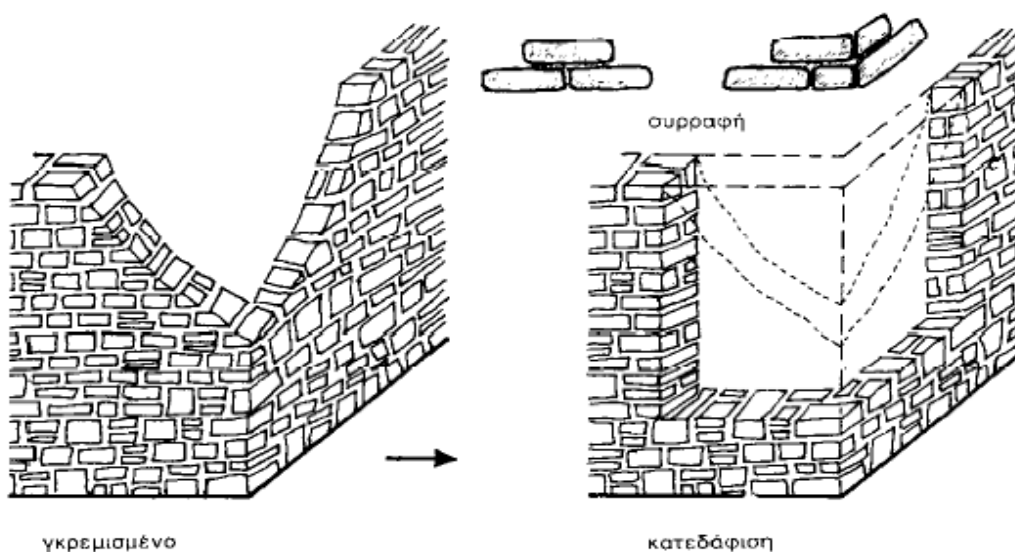
Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η τοιχοποιία παρουσιάζει τοπικό «καμπούριασμα», είτε στη μια πλευρά είτε και στις δύο.
- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που υπάρχει κατέρρευση γωνιών είτε στο πάνω μέρος είτε στο κάτω.
- Ανακτάται εν μέρη τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας.
- Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι χρειάζονται εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική εργασία στη φάση της υποσύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης τμήματος του τείχους.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 6.5.8 “Καμπούριασμα” τοιχοποιίας [4], [6], [11]



Σχήμα 6.12 καμπούριασμα τοιχοποιίας (πάνω), κατέρρευση άνω μέρους γωνίας (κάτω)

Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις :

- Ρωγμών αποκόλλησης.
- Μερικής κατάρρευσης στη θέση ενώσης κάθετα μεταξύ τους εξωτερικών (γωνιακών) ή εσωτερικών τοίχων.

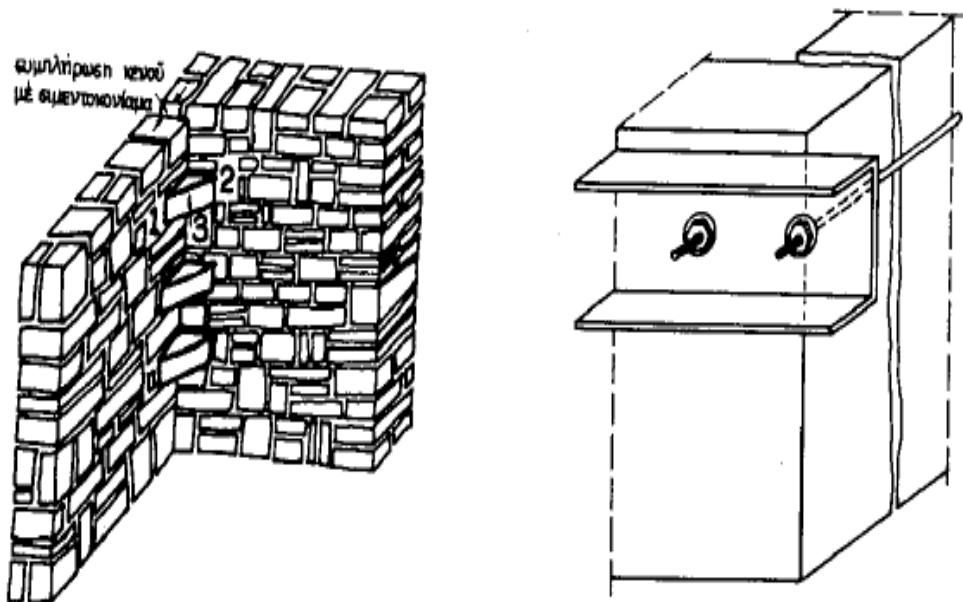
Ανακτάται και αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας.

Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι χρειάζονται εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική εργασία στη φάση της υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους στην ανακατασκευασμένη περιοχή.

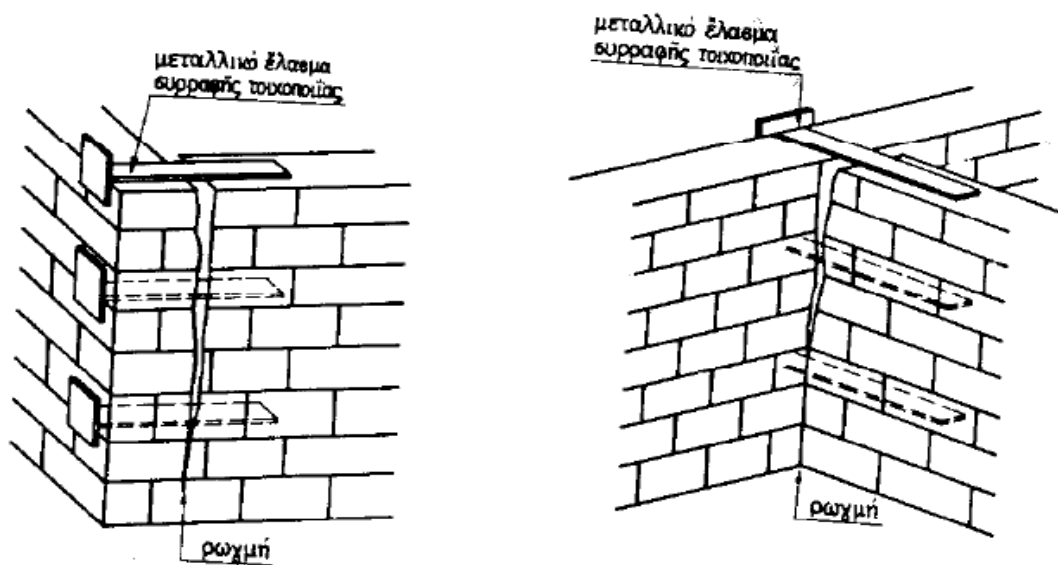
Υπάρχουν τρεις τρόποι αποκατάστασης των αποκολλημένων τοίχων :

- Λιθοσυρραφή μέσα και έξω
- Προσθήκη ελκυστήρων
- Ενσωμάτωση υποστυλωμάτων

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 6.13 Λιθοσυρραφή στη γωνία του τοίχου (αριστερά) , διάταξη ελκυστήρων για την σύνδεση αποκολλημένων τοίχων (δεξιά)



Σχήμα 6.14 Τοποθέτηση χαλύβδινων λαμών στις γωνίες (KAN.ΕΠΕ 2001).

Επισκευή και κατασκευή διαζωμάτων

Εφαρμόζεται όταν επιδιώκεται :

- Η καθολική αύξηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου
- Η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας του κτιρίου
- Η ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων στέγης
- Η βελτίωση εδογενών προβλημάτων όπως προβλημάτων στις γωνίες , διασταυρώσεων τοίχων , έδρασης και αγκύρωσης δαπέδων και στεγών κ.λ.π.

Διακρίνονται τέσσερεις τύποι διαζωμάτων οι οποίοι αναλύονται λεπτομερώς στο παράρτημα. Βελτιώνεται σε σχετικά υψηλό βαθμό η συμπεριφορά της κατασκευής έναντι των σεισμικών φορτίων.

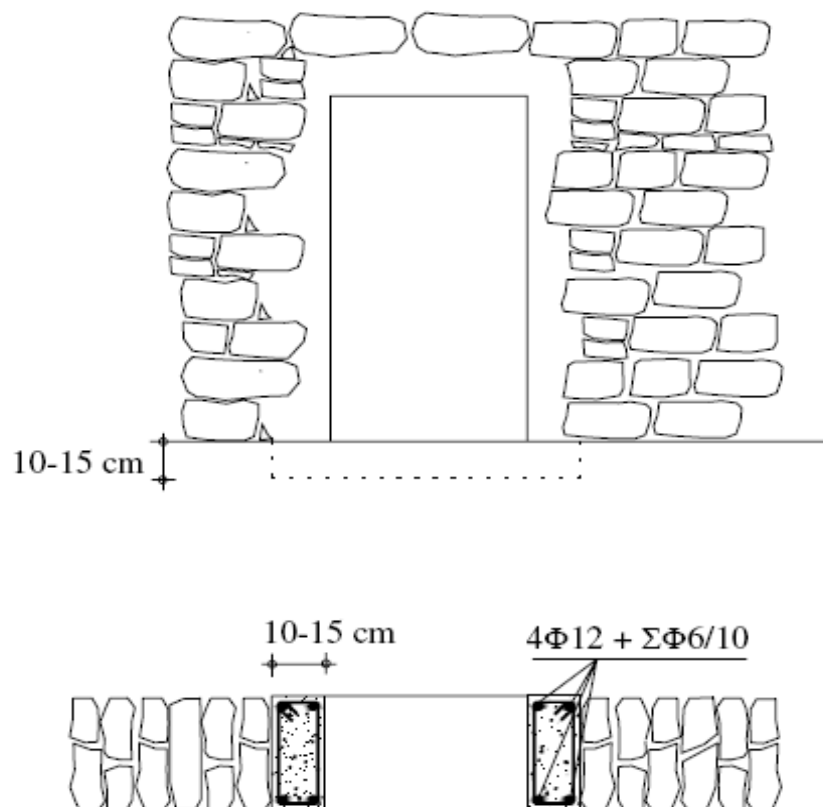
Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι χρειάζονται εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική εργασία στη φάση της υποσύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους στην ανακατασκευασμένη περιοχή.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα

Επισκευή ή κατασκευή υπέρθυρων

- Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις σημαντικών βλαβών στις θέσεις των ανοιγμάτων και εκτιμάται ότι οι βλάβες αυτές οφείλονται στην σχετική αδυναμία του υφιστάμενου δομήματος.
- Η επισκευή των υπέρθυρων προηγείται άλλων επεμβάσεων.
- Βελτιώνεται σε σχετικά υψηλό βαθμό η συμπεριφορά του τμήματος της κατασκευής στις θέσεις των ανοιγμάτων έναντι των σεισμικών φορτίσεων λόγω του περιορισμού των παραμορφώσεων στα σημεία αυτά.
- Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι χρειάζονται εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική εργασία στη φάση της υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τα υπέρθυρα μέχρι την στέγη.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα

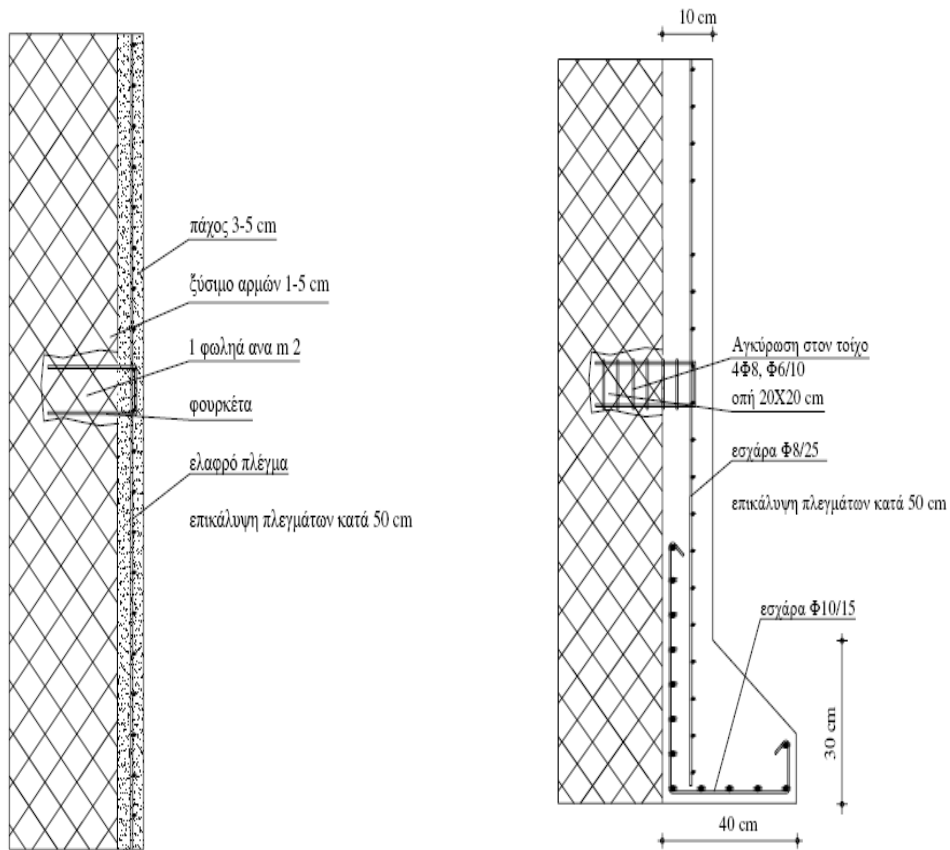


Σχήμα 6.15 Πλαίσιο ενίσχυσης κουφωμάτων

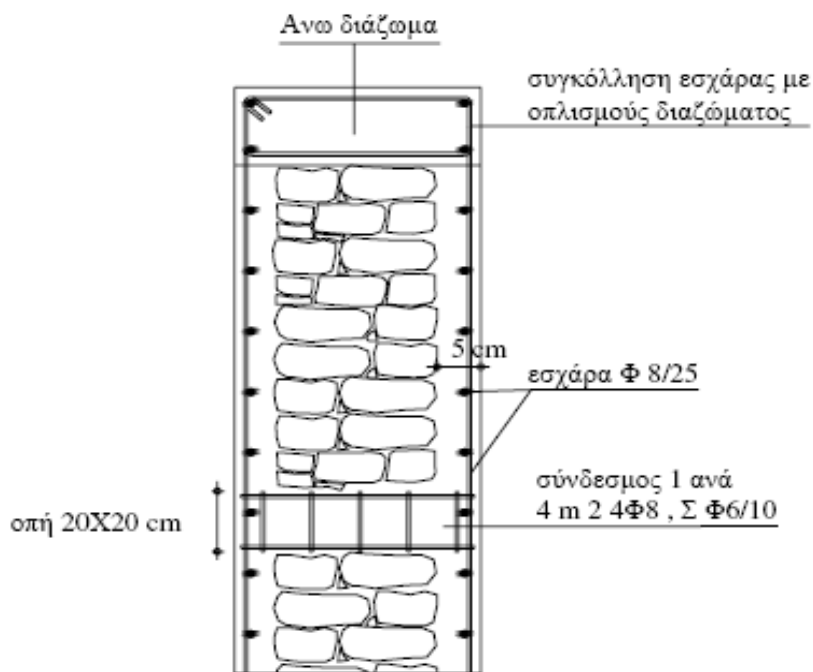
Ενίσχυση τοιχοποιίας με μανδύες

- Εφαρμόζεται όταν κρίνεται απαραίτητη η καθολική επέμβασης σε περίπτωση εκτεταμένων ζημιών στους τοίχους.
- Κατασκευάζονται τρία είδη μανδύων στην συγκεκριμένη περίπτωση οι ελαφρά οπλισμένοι οι μονόπλευροι και οι αμφίπλευροι όπου οι τελευταίοι κρίνονται ως οι καλύτεροι λόγω συμμετρίας της διατομής τους.
- Οι μονόπλευροι μανδύες κατασκευάζονται όταν υπάρχουν περιορισμοί και πρακτική δυσκολία κατασκευής και στις δύο πλευρές του τοίχου (πχ .έλλειψη δυνατότητας εργασιών στο εσωτερικό χώρο , διατήρηση των εξωτερικών όψεων ενός κτιρίου για αρχιτεκτονικούς σκοπούς).
- Επιτυγχάνεται η αύξηση της εφελκυστικής , θλιπτικής και διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας. Όταν οι μανδύες εκτείνονται σε όλη την κατασκευή αυτό προσδίδει σε μεγάλο βαθμό μονολιθικότητα στην κατασκευή γεγονός που βελτιώνει τη σεισμική συμπεριφορά και συμβάλει στην καλύτερη κατανομή της έντασης.
- Τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι η αλλίωση των όψεων της τοιχοποιίας , οι εκτεταμένες εργασίες υψηλού κόστους , η πιθανότητα εγκλωβισμού υγρασίας.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 6.16 ελαφρά οπλισμένος μανδύας (αριστερά) , μονόπλευρος μανδύας (δεξιά)



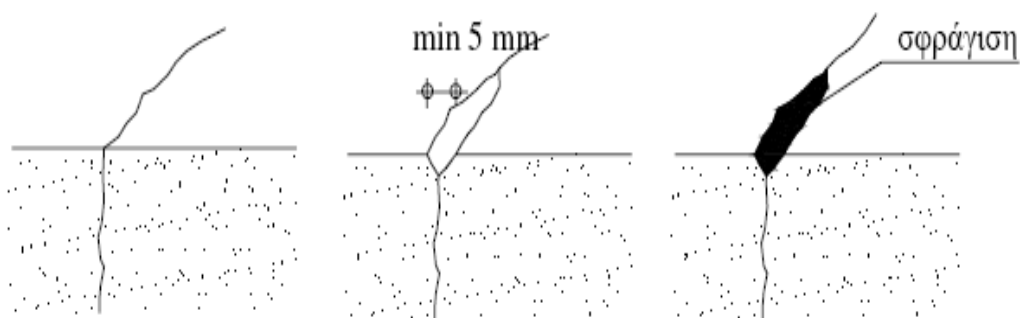
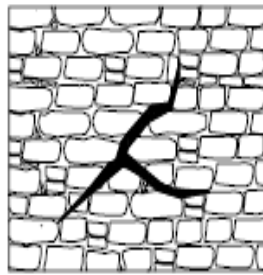
Σχήμα 6.17 Αμφίπλευρος μανδύας

6.6.1 Επεμβάσεις υψηλής στάθμης

Ενέσεις σε ρωγμές

- Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που το άνοιγμα των ρωγμών της τοιχοποιίας δεν υπερβαίνει τα 10mm.
- Εφαρμόζεται για τοιχοποιίες πάχους > 400mm.
- Η τεχνική αυτή οδηγεί σε αποκατάσταση της αρχικής αντοχής της τοιχοποιίας.
- Για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της τεχνικής θα πρέπει το ένεμα να είναι σταθερό καθ' όλη την διάρκεια της διαδικασίας , να αποφευχεται η απόμιξη , να έχει επαρκή ενεσιμότητα ώστε να εισχωρεί και στις λεπτότερες ρωγμές ,να μην παρουσιάζει σημαντική συστολή ξήρανσης διότι ενδέχεται να ανοίξουν οι ρωγμές πριν απο την επιβολή φορτίων και να έχει επαρκή αντοχή.
- Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι πρόκειται για μία τεχνική ιδιαίτερα υψηλού κόστους η οποία απαιτεί την υπάρξη ειδικού εξοπλισμού και σχολαστικής εργασίας.

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα .



Σχήμα 6.18 Προετοιμασία της τοιχοποιίας για εφαρμογή του ενέματος

Ομογενοποίηση μάζας

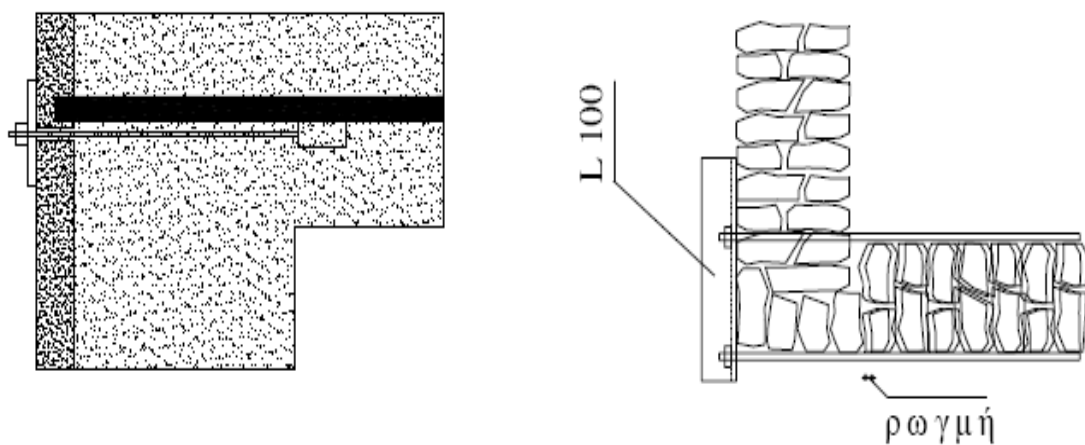
- Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου επιδιώκεται η εισαγωγή ενέματος στη μάζα της τοιχοποιίας όχι μόνο για την πλήρωση των ενδεχομένων ρωγμών αλλά όλων των κενών στο εσωτερικό της τοιχοποιίας.
- Αποδοτική μέθοδος για αργολιθοδομές με μεγάλο ποσοστό κονιάματος χαμής ποιότητας και για τριστηρωτη τοιχοποιία.
- Μειονεκτήματα αποτελεί το υψηλό κόστος της μεθόδου έτσι εφαρμόζεται μόνο σε σημεία κρίσιμα για την συμπεριφορά της κατασκευής (πχ. περιοχές μεγάλης βλάβης , γωνίες κτιρίου).

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.

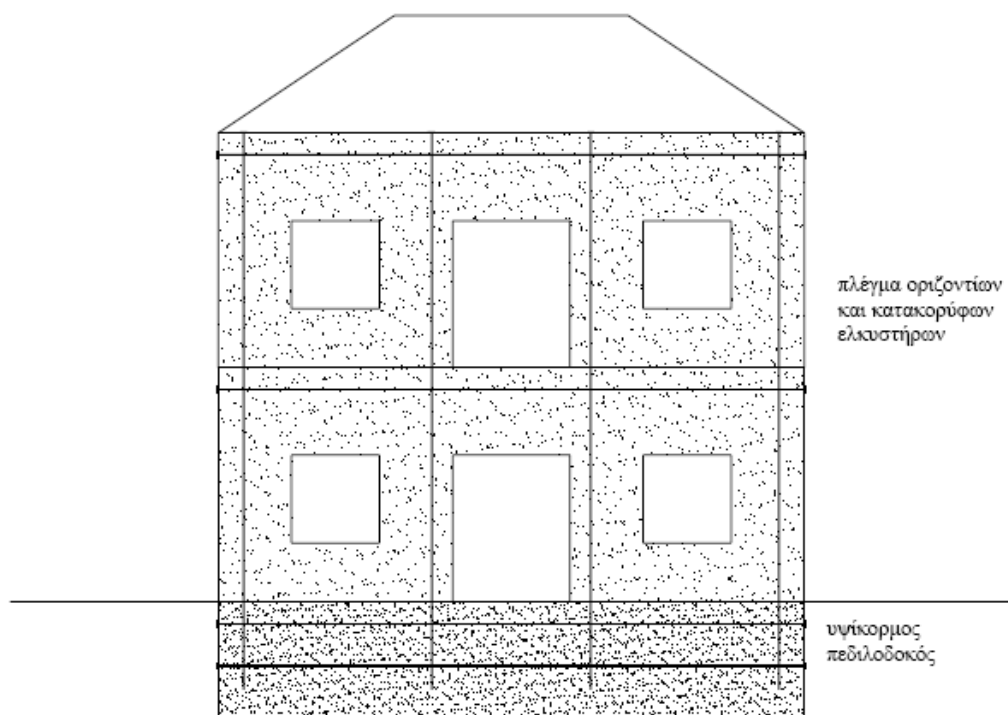
Ελκυστήρες – τένοντες

- Διακρίνονται σε οριζόντιους και κάθετους.
- Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις αποκόλλησης διασταυρούμενων τοίχων ή αποδιοργάνωσης γωνίων τοίχων.
- Εφαρμόζονται για την βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής συνδέοντας τα τμήματα της , μέσω της ευνοϊκής χαμηλής θλιπτικής τάσης.
- Εφαρμόζονται σε περιπτώσεις ενίσχυσης θεμελίων.
- Επιτυγχάνεται βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής σε οριζόντιες μετακινήσεις λόγω κυρίως σεισμικής φόρτισης.
- Η μέθοδος είναι εύκολα αναστρέψιμη.
- Μειονεκτήματα της μεθόδου παρουσιάζονται λόγω επρυσμού όπου οι ελκυστήρες υπόκειντε σε χαλάρωση με την πάροδο του χρόνου για αυτό επιβάλλεται συστηματικός έλεγχος. Η μέθοδος αποτελεί συμπληρωματική μορφή επέμβασης .

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 6.19 Χρήση ελκυστήρων για σύνδεση τοίχων σε γωνία

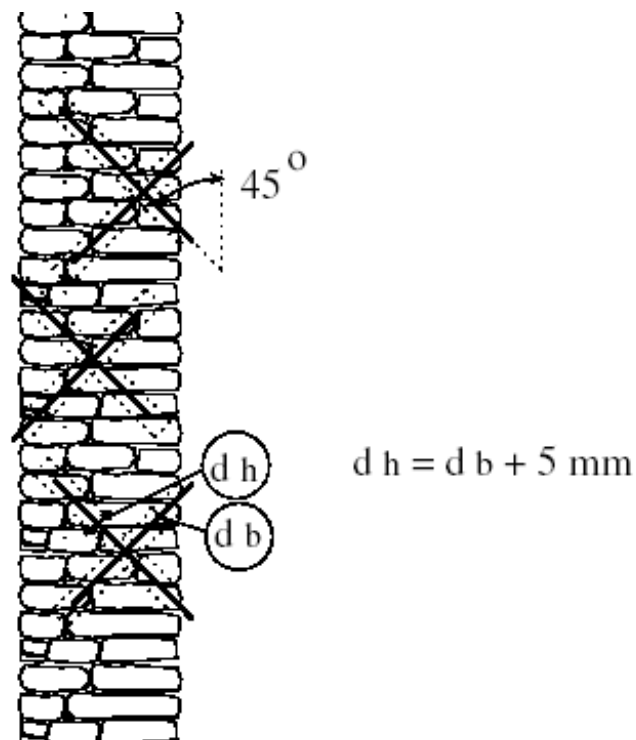


Σχήμα 6.20 Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων

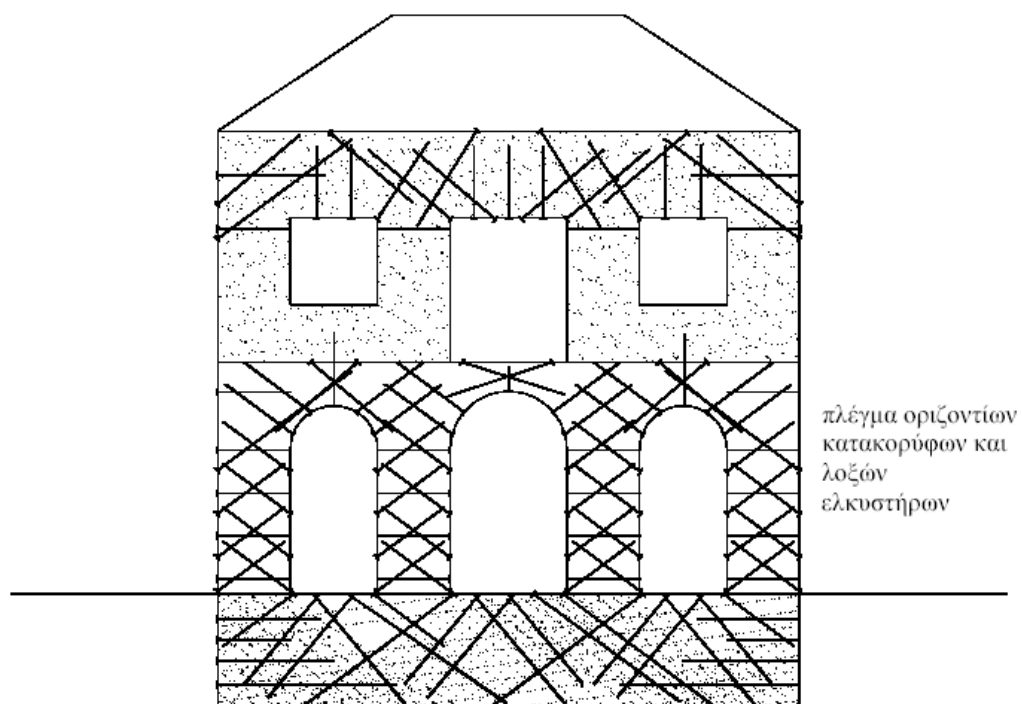
Ριζοπλισμοί

- Η μέθοδος εφαρμόζεται σε παλιές λιθοδομές μεγάλου πάχους για την βελτίωση της μάζας, τοπικές ενισχύσεις ή και καθολική ενίσχυση.
- Επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας.
- Στις θέσεις εφαρμογής των ριζοπλισμών επέρχεται σχετικά μικρή αύξηση της θλιπτικής αντοχής και σημαντική αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας ανάλογα με την πυκνότητα τοποθέτησης και των διαμέτρων ριζοπλισμών.
- Μειονεκτήματα της μεθόδου τα οποία συνδέονται συνήθως με μνημεία , είναι η αλλίωση της δομής της τοιχοποιίας

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής της μεθόδου παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα.



Σχήμα 6.21 Τοπική ενίσχυση



Σχήμα 6.22 Καθολική ενίσχυση

6.6 Ενισχύσεις θεμελίωσης

- Αβαθής υποθεμελίωση
- Βαθιά υποθεμελίωση
- Βελτίωση και ενίσχυση του εδάφους με ενέσεις

Τρόπος εφαρμογής : ο τρόπος εφαρμογής των μεθόδων παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο παράρτημα

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο έλεγχος της αξιοπιστίας μιας υφιστάμενης κατασκευής στόχο έχει η κατασκευή να λειτουργήσει με ασφάλεια για την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής της.

Για τον έλεγχο των υφιστάμενων κατασκευών οι οποίες έχουν υποστεί βλάβες από σεισμό δημιουργούνται πολλά ερωτήματα όπως ποιοί είναι οι απαραίτητοι έλεγχοι και ποιές είναι απαραίτητες αναλύσεις που πρέπει να γίνουν, ποιοί είναι οι κίνδυνοι από την περαιτέρω χρήση της κατασκευής, ποιά είναι τα άμεσα μέτρα που πρέπει να ληφθούν και οι ποιές οι κατάλληλες επεμβάσεις που πρέπει να γίνουν για την αποκατάσταση της κατασκευής, ποιός είναι ο βαθμός υποκειμενικότητας κατα την αξιολόγηση της ασφάλειας των υφιστάμενων κατασκευών.

Οι αβεβαιότητες αυτές αυξάνονται, όταν δεν υπάρχει εμπειρία επιστημονικής μελέτης στο συγκεκριμένο θέμα και από την ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με τις επεμβάσεις στα μετασεισμικά κτίρια.

Όλα τα πιο πάνω ερωτήματα επιβάλλουν την αναγκαιότητα για την θέσπιση κανονισμών επεμβάσεων σε κτίρια που έχουν υποστεί βλάβες από σεισμό.

Σημαντική προσπάθεια για την θέσπιση ενός τέτοιου κανονισμού έγινε στην Ελλάδα όπου μια ομάδα διακεκριμένων επιστημόνων η οποία ανέλαβε την σύνταξη του Κανονισμού Επεμβάσεων το 2001. Σήμερα ο (ΚΑΝ.ΕΠΕ) αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τις κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθήσει ένας μηχανικός σε θέματα αποκαταστάσεων.

Πέραν όμως των κανονισμών πολύ σημαντικό στοιχείο αποτελεί η προσωπική γνώμη και κρίση του μηχανικού που αναλαμβάνει την εκτίμηση των βλαβών και την επιλογή της βέλτιστης λύσης σε θέματα αποκατάστασης και συντήρησης μετασεισμικών οικοδομών.

Μετά την έρευνα μου για το αντικείμενο των επεμβάσεων διαπίστωσα ότι η Κύπρος παρ' όλο που είναι μια χώρα με εντόνη σεισμική δραστηριότητα δεν διαθέτει κανονιστικά κείμενα ή οδηγίες για μετασεισμικές επεμβάσεις στις κατασκευές. Η μελέτη για επεμβάσεις είναι αρκετά διαφορετική από την μελέτη σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου και χρειάζεται διαφορετική διαδικασία προσέγγισης.

Θα ήταν σημαντικό οι Κυπριακές Αρχές και οι αρμόδιοι φορείς να ασχοληθούν ιδιαίτερα με το θέμα αυτό και να δώσουν τις κατευθυντήριες γραμμές που θα πρέπει να ακολουθούν οι Μηχανικοί για τα δεδομένα της Κύπρου. Ακόμη σημαντική θα ήταν η εκπαίδευση των Μηχανικών στο θέμα των επεμβάσεων με εντατικά σεμινάρια και πρακτική εξάσκηση. Αναγκαίο κατά την άποψη μου αποτελεί το γεγονός το συγκεκριμένο αντικείμενο να ενταχθεί στα Κυπριακά Πανεπιστήμια σαν μάθημα επιλογής ή ακόμη και σαν μεταπτυχιακό θέμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Εφημερίδα της Ελληνικής κυβέρνησης 2012, *Αποφάσεις*, 20 Ιανουαρίου 2012, http://www.sate.gr/data_source/2012%CE%A5%CE%A0%CE%95%CE%A7%CE%A9%CE%94%CE%95-24393.pdf
- Κ. Στυλιανίδης 2009, *Οι βασικές αρχές και καινοτομίες του Κανονισμού Επεμβάσεων*, ΤΕΕ/τμ.Μαγνησίας, Βόλος 14 Νοεμβρίου 2009 <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teemagn/drastiriotites/stilianidis.pdf>
- Σ. Δρίτσος 2007, *Στρατηγικές και σχεδιασμός αντισεισμικής ενίσχυσης κτιρίων*, ΤΕΕ Αθήνα, Νοέμβριος 2007, http://library.tee.gr/digital/m2278/m2278_dritsos.pdf
- Σ. Δρίτσος 2009, *Αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών και επεμβάσεις Ευροκώδικας 8 – μέρος 3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ*, ΤΕΕ /Τμ. Κέρκυρας, Ιούνιος 2009, http://lib.teeker.gr:8080/jspui/bitstream/lib.teeker.gr/199/1/ker_m336_Dritsos.pdf
- Αλίκη Αλεξούλη – Λειβαδίτη 2008, *Γενική γεωλογία στοιχεία δυναμικής και τεκτονικής γεωλογίας*, ΕΜΠ, Αθήνα 2008, www.metal.ntua.gr/uploads/3605/Biblio_Tektonikis.pdf
- Κ. Σπυράκος 2004, *Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φορτία*, ΤΕΕ, Αθήνα 2004, <http://lee.civil.ntua.gr/pdf/dimosiefseis/vivlia/enisxisi.pdf>
- Χ. Ιγνατάκης, *Μηχανική της Τοιχοποιίας – Σύνθεση φέροντος οργανισμού – Απόκριση και τυπολογία βλαβών υπό κατακόρυφα και σεισμικά φορτία*, σεμινάριο μικρής διάρκειας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος – Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/ferousa_toixopoia_vlavves_apokatastash/%D3%E5%EC%20%F4%EF%E9%F7%20%D4%C5%C5_1_.pdf
- Μίλτων Α. Δημοσθένους 2009, *Μεθόδους και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*, Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας Κατασκευών (ΠΣΑΚ), Φεβρουάριος 2009, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/ferousa_toixopoia_vlavves_apokatastash/H/Milton_%20Demosthenous_2009.pdf

- Τμήμα Γεωλογικής επισκόπησης, *Ιστορικοί σεισμοί*, Κυπριακή Δημοκρατία, http://www.moa.gov.cy/moa/gsd/gsd.nsf/dmlHistEarthquakes_gr/dmlHistEarthquakes_gr?OpenDocument
- Εκπαιδευτικό εργαλείο Κυπριακής Γεωλογικής κληρονομιάς - Μονάδα περιβαλλοντικών μελετών ,κέντρο ερευνών και ανάπτυξης Intercollage, *Η σεισμικότητα της Κύπρου*, UNDP & USAID, http://www.cyprusgeology.org/greek/5_1_seismicity_gr.htm
- Κρίστης Ζ. Χρυσοστόμου 2009, *Οδηγός για την Εκτέλεση Μετασεισμικών Ελέγχων Οικοδομών*, 1^η Έκδοση, πρόγραμμα Leonardo Da Vinci, Κύπρος 9 Φεβρουάριου 2009
- Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001, *Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια*, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων ,Αθήνα Απρίλιος 2001, <http://atlas.oasp.gr/oasp/sites/default/files/Recommendations%20for%20foreshock%20and%20aftershock%20Interventions%20in%20buildings.pdf>
- Υπηρεσία Αποκατάστασης Ζημιών 2000, *Παραδοσιακές πετρόχτιστες οικοδομές(Εγχειρίδιο για Αποκατάσταση Βλαβών από τον Σεισμό)*, Λευκώσια Κύπρος
- ΤΕΕ-ΟΑΣΠ-Επιτροπή ΚΑΝΕΠΕ 2009, *Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝΕΠΕ)*, 16 Δεκεμβρίου 2009
- Γ.Γ.Πενέλη, Α.Ι.Κάππος 1990, *Αντισεισμικές Κατασκευές από Σκυρόδεμα*, ιστοσελίδα
- Δρίτσος Σ. 2000, *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα- Σχεδιασμός και Διαστασιολόγηση*, Διδακτικό Βιβλίο Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών
- Ε.Μ.Π 1987, *Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό*
- Νεοκλέους Κ., Πηλακούτας Κ., Δρίτσος Σ., Τριανταφύλλου Θ 1999, *Σχεδιασμός Οπλισμένου Σκυροδέματος με Ινοπλισμένα Πολυμερή*, Πρακτικά 13^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος (Ρέθυμνο)
- Πενέλης Γ., Κάππος Α., 1990, *Αντισεισμικές Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*
- ΥΠΕΧΩΔΕ Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων 1995, *Κανονισμός για την Μελέτη και την Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα*
- Φαρδής Μ, 2000, *Μαθήματα Οπλισμένου Σκυροδέματος*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών Μέρος 1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1.2 Έλεγχος αυτοψίας συνόλου οικοδομής

Πιο κάτω παρουσιάζονται τα έντυπα που χρησιμοποιούνται στη Κύπρο για την αυτοψία των οικοδομών μετά από ένα σεισμό.

2.2 Σεισμική δραστηριότητα

2.2.1 Εκτίμηση μακροσεισμικών αποτελεσμάτων με βάση την τροποποιημένη κλίμακα Mercalli

Με βάση την τροποποιημένη κλίμακα Μερκάλι (Harry Wood & Frank Neumann 1931), οι σεισμοί ταξινομούνται με βάση την ένταση τους σε 12 επίπεδα :

I. Μη αισθητός :

Δεν γίνεται αισθητός. Καταγράφεται μόνο από σειсмоγράφους.

II. Ελάχιστα αισθητός :

Αισθητός από μερικούς ανθρώπους που βρίσκονται σε ανάπαυση στους ψηλότερους ορόφους κτιρίων.

III. Ασθενής :

Αισθητός μέσα στα σπίτια, ως δονήσεις σαν να περνάει ελαφρύ φορτηγό. Μπορεί να μην αναγνωριστεί ως σεισμός.

IV. Μέτριος :

Αισθητός μέσα στα σπίτια, ως δονήσεις σαν να περνάει βαρύ φορτηγό δίπλα στο σπίτι. Λιγότερο αισθητός στην ύπαιθρο. Τίθενται σε κίνηση κρεμασμένα αντικείμενα. Τζάμια τρίζουν. Κρότοι πιάτων και παραθύρων, χτύπος στις πόρτες. Σταματημένα αυτοκίνητα κλυδωνίζονται. Την νύχτα μερικοί ξυπνούν.

V. Σχετικά ισχυρός :

Αισθητός από όλους μέσα στα σπίτια, ως δονήσεις σαν να περνάει τραίνο δίπλα στο σπίτι. Ενδεχομένως μη αισθητός στην ύπαιθρο υπό ορισμένες συνθήκες. Αιώρηση κρεμασμένων αντικειμένων. Ανατροπή μερικών μικρών αντικειμένων και σπάσιμο πιάτων. Ανοιχτές πόρτες ταλαντεύονται. Υγρά από δοχεία χύνονται. Την νύχτα όλοι ξυπνούν.

VI. Ισχυρός :

Αισθητός από όλους. Πολλοί τρομοκρατούνται και τρέχουν έξω από τα κτίρια. Οι άνθρωποι περπατούν με αστάθεια. Μετακίνηση ή ανατροπή πολυάριθμων μεγάλων αντικειμένων και επίπλων. Τζάμια σπάζουν. Βλάβες σε σοβάδες, κεραμίδια, καπνοδόχους. Μικρές καμπάνες ηχούν. Ζημιές λίγες, ελαφρές.

VII. Πολύ ισχυρός :

Δύσκολη η όρθια στάση. Πτώση πολυάριθμων κεραμιδιών, καπνοδόχων. Μικρές ζημιές σε ισχυρές κατασκευές. Σοβάδες και τοιχοποιία ρηγματώνονται στις συνηθισμένες κατασκευές. Στις κακές κατασκευές πέφτουν σοβάδες, αποκολλώνται τούβλα και πέτρες. Γίνεται αισθητός από οδηγούς αυτοκινήτων. Μεγάλες καμπάνες ηχούν. Κυματισμός στις λίμνες, θόλωμα νερού από λάσπη.

VIII. Καταστροφικός :

Επηρεάζεται η οδήγηση των αυτοκινήτων. Αρκετές ζημιές και μερική κατάρρευση στις συνηθισμένες κατασκευές. Μέτριες ζημιές στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών και μεγάλες στις κακές κατασκευές. Κλαδιά σπάνε από τα δένδρα. Αλλαγές στη ροή και στη θερμοκρασία του νερού σε πηγές και σε πηγάδια.

IX. Πολύ καταστροφικός :

Γενικός πανικός. Σοβαρές βλάβες στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών. Γενική καταστροφή στις κακές κατασκευές. Μικρού μεγέθους κτίρια αποσπώνται από τα θεμέλια. Υπόγειοι αγωγοί σπάζουν. Σε περιοχές με υπόγεια ύδατα αναβλύζει από το έδαφος λεπτή άμμος, ιλύς και νερό.

X. Εξαιρετικά καταστροφικός :

Τα περισσότερα κτίρια καταστρέφονται. Πτώση μερικών καλά κατασκευασμένων ξύλινων κτιρίων και γεφυρών. Σχεδόν όλες οι κατασκευές τοιχοποιίας και τα προκατασκευασμένα κτίσματα καταρρέουν μέχρι θεμελίων. Σοβαρές ζημιές στο οδικό δίκτυο, φράγματα, υδροφράκτες και αναχώματα. Μεγάλες κατολισθήσεις. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται.

XI. Ασύλληπτα καταστροφικός :

Ελάχιστα κτίρια μένουν όρθια. Πτώση σχεδόν όλων των ανθρώπινων κατασκευών. Υπόγειοι αγωγοί καταστρέφονται εντελώς. Καταστροφή οδικού δικτύου, πτώση γεφυρών και ανισόπεδων κόμβων. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται έντονα. Πολυάριθμες κατολισθήσεις, ρήγματα και παραμορφώσεις του εδάφους

XII. Ολική καταστροφή :

Ολική καταστροφή. Κατάρρευση όλων των κτιρίων μέχρι θεμελίων. Τρομακτικές παραμορφώσεις του εδάφους. Τα σεισμικά κύματα φαίνονται στην επιφάνεια. Αλλαγές στο ανάγλυφο του εδάφους και την γραμμή του ορίζοντα. Αλλαγή ροής ποταμών. Δημιουργία καταρρακτών. Παραμόρφωση της όρασης. Μεγάλα αντικείμενα εκτινάσσονται στον αέρα.

3.2 Η σεισμικότητα της Κύπρου

Πιο κάτω παρουσιάζεται ιστορία των σεισμών στη Κύπρο (Τμήμα Γεωλογικής επισκόπησης).

26 π.Χ.	Πάφος (VII), Αίγυπτος (IV)	ΝΔ της Κύπρου	Καταστρεπτικός σεισμός που έπληξε την Αίγυπτο με πιθανή δημιουργία τσουνάμι.
15 π.Χ.	Πάφος (IX), Κούριο (IX) και σε άλλες πόλεις στην Κύπρο (VIII)	ΝΔ της Πάφου	Καταστρεπτικός σεισμός στην Πάφο που ερήμωσε την πόλη. Οι Ρωμαίοι την έκτισαν ξανά με το όνομα Αυγούστα. Από τις περιγραφές φαίνεται ότι ήταν μια σειρά από σεισμούς.
76 μ.Χ.	Σαλαμίνα (X), Πάφος (IX), Λάρνακα (IX)	ΝΑ της Κύπρου	Καταστρεπτικός σεισμός που έγινε στην θαλάσσια περιοχή της Κύπρου. Υπάρχουν ορισμένες υπερβολικές αναφορές για ταυτόχρονη ηφαιστειακή έκρηξη στην περιοχή Καπέδες αλλά το πιο πιθανό είναι να μπερδεύεται με την έκρηξη του Βεζούβιου την ίδια χρονιά. Μερικές αναφορές παρουσιάζουν την δημιουργία τσουνάμι.
332-333 μ.Χ.	Σαλαμίνα (VII)	Ανατολικά της Κύπρου	Ισχυρός σεισμός που κατέστρεψε την πόλη της Σαλαμίνας.
342 μ.Χ.	Πάφος (X)	ΝΔ ακτή της Κύπρου	Η Πάφος καταστράφηκε ολοκληρωτικά από αυτόν τον σεισμό. Μικροί ποταμοί άλλαξαν την πορεία τους λόγω του σεισμού (πιθανή εμφάνιση επιφανειακών εκδηλώσεων του σεισμογόνου ρήγματος) και έγιναν μαζικές κατολισθήσεις σε ολόκληρη την επαρχία.
365 μ.Χ.	Κούριο (VII), Ακρωτήρι (VII), νότιες	ΝΔ της Κύπρου	Ο πρώτος σεισμός έγινε στις 21 Ιουλίου του 365 και προξένησε εκτεταμένες ζημιές στην Ελλάδα, Κρήτη, Μικρά Ασία και Αίγυπτο με πιθανό επίκεντρο κοντά

	ακτές της Κύπρου (VIII)		στις Ανατολικές Ακτές της Κρήτης. Ταυτόχρονα με τον παραπάνω σεισμό εκδηλώθηκε μια σεισμική ακολουθία πιθανότατα κοντά στην Κύπρο κατά την περίοδο 365-378 που κατέστρεψε ολοκληρωτικά το Κούριο.
394 μ.Χ.	Πάφος (VII), Σαλαμίνα (VII)	Ανατολικά της Κύπρου	Ισχυρός σεισμός που κατέστρεψε ναούς και σπίτια σε Πάφο και Σαλαμίνα.
1144	Πάφος (VII)	Δυτικά της Κύπρου	Μέτριας ισχύς περιοχικός σεισμός με πιο πιθανό επίκεντρο δυτικά της Κύπρου που έπληξε ιδιαίτερα την Πάφο.
1183	Πάφος (VIII)	Κοντά στην Πάφο	Τοπικός σεισμός που προκάλεσε κάποιες ζημιές σύμφωνα με τις περιγραφές του Αγίου Νεοφύτου.
1202-1203	Κύπρος (VI)	ΝΔ της Κύπρου	Μια σεισμική ακολουθία από τουλάχιστον 4 σεισμούς προκάλεσε λίγες ζημιές.
3 Μαΐου 1222	Πάφος (IX), Λεμεσός (VIII)	ΝΔ της Κύπρου	Ένας από τους πιο ισχυρούς σεισμούς των ιστορικών καταλόγων ο οποίος προκάλεσε και τσουνάμι. Ο σεισμός και το τσουνάμι προκάλεσαν εκτεταμένες καταστροφές στην Πάφο και Λεμεσό. Το φρούριο της Πάφου καταστράφηκε και το λιμάνι έμεινε χωρίς νερό.
7-8 Αυγούστου 1303	Λευκωσία (V), Λεμεσός (V)	Νότια της Κύπρου	Μάλλον μέτριας ισχύς σεισμός που κατέστρεψε τον καθεδρικό ναό της Αγίας Σοφίας και προκάλεσε πανικό στον πληθυσμό.
3 Μαΐου 1481	Πάφος (VI), Λευκωσία (VI)	Δυτικά της Κύπρου	Πρόκειται πιθανόν για έναν σεισμό που έπληξε την Ρόδο και έγινε αισθητός σε Μικρά Ασία, Κρήτη και Αίγυπτο.
25 Απριλίου 1491	Μεσαορία (IX), Λευκωσία	Κύπρος	Τοπικός ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και προκάλεσε σημαντικές καταστροφές στην Λευκωσία και σε άλλες πόλεις της Μεσαορίας.

	(VIII), Λεμεσός (VII)		
12 Δεκεμβρίου 1542	Κύπρος (IV- III)	ΒΔ της Κύπρου	Μέτριας ισχύς σεισμός που προκάλεσε μικρές ζημιές.
1546	Λευκωσία, Αμμόχωστος (VI)	Κύπρος	Πρόκειται πιθανόν σεισμό που έγινε στο Ισραήλ και είχε ως αποτέλεσμα την καταστροφή του καθεδρικού ναού της Αγίας Σοφίας.
25 Απριλίου 1567	Λεμεσός (VII), Λευκωσία, Αμμόχωστος (V)	Νότια της Κύπρου	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και προκάλεσε σημαντικές καταστροφές σε Λεμεσό, Λευκωσία και Αμμόχωστο.
28 Ιανουαρίου 1577	Κούριο (VI), Λευκωσία, Σαλαμίνα (V)	Νότια της Κύπρου	Καταστρεπτικός σεισμός με αναφορές για 140 τουλάχιστον μετασεισμούς.
10 Δεκεμβρίου 1735	Αμμόχωστος (VIII)	Κοντά στην Αμμόχωστο	Τοπικός σεισμός με 200 θύματα.
1741	Αμμόχωστος (VI)	Κοντά στην Αμμόχωστο	Τοπικός σεισμός χωρίς να υπάρχουν θύματα ή σημαντικές καταστροφές.
29 Ιουνίου 1896	Ακρωτήρι (VIII), Λεμεσός (VII)	190km νότια της Κύπρου	Η προσεισμική ακολουθία άρχισε στις 18 Μαρτίου και συνεχίστηκε με πιο έντονο βαθμό στις 19 και 22 Ιουνίου. Ο κύριος σεισμός έγινε αισθητός σε ολόκληρο το νησί. Στο Ακρωτήρι ανοίχθηκαν ρωγμές στο έδαφος και προκλήθηκαν εκτεταμένες κατολισθήσεις κατά μήκος των ακτών.

23 Φεβρ.	34.30	33.50	5.3	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί
----------	-------	-------	-----	---

1906				και προκάλεσε σημαντικές καταστροφές σε Λεμεσό και Κολότσι.
29 Σεπτ. 1918	35.10	34.80	6.3	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και ιδιαίτερα στην Λάρνακα και στην Αμμόχωστο. Έγινε αισθητός ακόμα στο Ισραήλ και στον Λίβανο. Καταγράφηκε σε 23 σειсмоγράφους.
18 Φεβρ. 1924	34.80	34.30	6.0	Έγινε αισθητός κυρίως στο νότιο-ανατολικό τμήμα του νησιού προκαλώντας μικρές ζημιές στην Αμμόχωστο.
13 Δεκ. 1927	34.80	33.00	5.0	Ισχυρός τοπικός σεισμός στην περιοχή της Λεμεσού, του οποίου προηγήθηκε σεισμική δόνηση μεγέθους Ms=4.8 στις 12 Δεκεμβρίου. Ο σεισμός προξένησε σημαντικές βλάβες σε κτίρια σε όλη σχεδόν την επαρχία της Λεμεσού. Καταγράφηκε σε ένα σεισμοσκόπιο που ήταν εγκατεστημένο στο Γενικό Νοσοκομείο Λεμεσού. Η σεισμική δραστηριότητα συνεχίστηκε για περίπου ένα χρόνο.
9 Μαΐου 1930	34.64	32.19	5.4	Καταστροφικός σεισμός που έπληξε κυρίως την επαρχία Πάφου (εκκλησίες και σπίτια σε Πάφο, Πέγεια, Έμπα) και προξένησε κατολισθήσεις σε Νατά και Επισκοπή Πάφου.
26 Ιουνίου 1937	34.88	32.80	4.7	Ισχυρός τοπικός σεισμός στη νοτιοδυτική Κύπρο, ο οποίος κατέστρεψε σπίτια και εκκλησίες σε Πάχνα, Πλάτρες, Πενταλιά, Όμοδος, Άρσος, Σαλαμιού και προξένησε κατολισθήσεις στην Αρμίνου.
20 Ιαν.1941	35.17	33.65	5.9	Πολύ ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο. Προκάλεσε σημαντικές καταστροφές στην επαρχία Αμμοχώστου (τραυματισμοί και καταρρεύσεις σπιτιών σε Παραλίμνι και Αμμόχωστο), ζημιές σε Λευκωσία και Λάρνακα και δημιούργησε ένα μικρό τσουνάμι που

				έπληξε τις ακτές του Ισραήλ.
9 Δεκ. 1947	36.46	34.66	5.4	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και ιδιαίτερα στην Λευκωσία και στην Αμμόχωστο. Ο σεισμός που είχε επίκεντρο τον κόλπο της Αλεξανδρέττας έγινε αισθητός κυρίως στην Τουρκία και στο Βόρειο Ισραήλ.
10 Σεπτ. 1953	34.72	32.24	6.0	Καταστροφικός διπλός σεισμός στην επαρχία Πάφου. Σκοτώθηκαν 40 άνθρωποι, τραυματίστηκαν 100 και 4000 έγιναν άστεγοι. Επηρεάστηκαν 158 χωριά και πόλεις. Οι περισσότερες ζημιές προκλήθηκαν από τις κατολισθήσεις και τις επιφανειακές ρωγμές. Μέσα σε ελάχιστα δευτερόλεπτα καταστράφηκαν 1,600 σπίτια ενώ άλλα 10,000 σπίτια και δημόσια κτήρια έπαθαν διάφορες ζημιές. Πέντε χωριά (Στρουμπί, Κιδάσι, Λαπηθιού, Αξύλου, Φασούλα) μετατράπηκαν σε ερείπια και άλλα 105 είχαν μικρότερες ζημιές. Επειδή κατά την ώρα που έγινε ο σεισμός πολλοί αγρότες βρίσκονταν στις εργασίες τους αποφεύχθηκαν μεγαλύτερες απώλειες. Οι σεισμοί προκάλεσαν σημαντικές ζημιές στην Λεμεσό, όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης και παρατηρήθηκε ένα μικρό τσουνάμι στις ακτές της Πάφου. Έγιναν αισθητοί σε Λίβανο, Ισραήλ, Αίγυπτο, Καστελόριζο, Ρόδο και Τουρκία. Ακολούθησαν 26 μετασεισμοί για έναν περίπου χρόνο.
15 Σεπτ. 1961	34.91	33.83	5.7	Μέτριας ισχύς σεισμός με επίκεντρο στην θαλάσσια περιοχή της Λάρνακας, που έγινε αισθητός σχεδόν σε όλο το νησί. Προκλήθηκαν μικρές ζημιές στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού.

28 Μαρτ.1984	34.75	33.58	4.5	Μέτριας ισχύς σεισμός που προκάλεσε κυρίως πανικό και μικροζημιές στην Λάρνακα και στο Κίτι. Έγινε αισθητός στην Λεμεσό και στην Λευκωσία.
23 Φεβρ. 1995	35.02	32.23	5.7**	Καταστρεπτικός σεισμός στην επαρχία Πάφου με 2 νεκρούς. Αρκετά σπίτια κατέρρευσαν στα χωριά Πάνω Αρόδες και Μηλιού. Ζημιές προκλήθηκαν επίσης στα χωριά Περιστερώνα, Στενή, Γιαλιά, Αργάκα, Πωμός, Πύργος, Λεύκα, Νέο Χωριό Ακάμα, Λατσί και Πόλη Χρυσοχούς.
9 Οκτ. 1996	34.53	32.10	6.5**	Πολύ ισχυρός σεισμός στο Νοτιοδυτικό τμήμα της Κύπρου. Προκάλεσε πανικό στους κατοίκους της Πάφου και της Λεμεσού, καθώς και σε ενοίκους πολυκατοικιών σε Λευκωσία, Λάρνακα και Παραλίμνι. Δύο άτομα έχασαν τη ζωή τους από δευτερογενή αίτια και 20 τραυματίστηκαν ελαφρά. Προκλήθηκαν περιορισμένες ζημιές, κυρίως σε Πάφο και Λεμεσό.
11 Aug. 1999	34.75	33.035	5.6**	Ισχυρός σεισμός με επίκεντρο στο χωριό Γεράσας Λεμεσού ο οποίος έγινε έντονα αισθητός σε όλο το νησί. Προκάλεσε ζημιές σε κτίρια στη Λεμεσό και σε χωριά στο βόρειο μέρος της επαρχίας. 40 άτομα τραυματίστηκαν ελαφρά λόγω πανικού. Μεγάλος αριθμός μετασεισμών συνεχίστηκε για πολλούς μήνες.

4.2 Στοιχεία συνταξής μελέτης επεμβάσεων

Ακολουθεί η ανάλυση των στοιχείων που αφορούν την επίτευξη της επισκευής μιας κατασκευής.

- **Εγκεκριμένος φάκελος άδειας κατασκευής του κτιρίου (οικοδομική άδεια , μελέτες , κατασκευαστικά σχέδια).**
- **Επιπλέον στοιχεία και πληροφορίες πού αφορούν :**

1.2 Ιστορικό κατασκευής :

Ημερομηνία κατασκευής , κανονισμός μελέτης , φάκελος ποιοτικού ελέγχου , υπολογισμός της παραμένουσας αξίας του κτιρίου.

Αξιολόγηση του φακέλου της υφιστάμενης μελέτης με την εξέταση των κατασκευαστικών σχεδίων για την ορθότητα των προβλεπόμενων λεπτομερειών και τον υπολογισμό για την επαλήθευση των εντατικών μεγεθών για τα δομικά στοιχεία που υπέστησαν ζημιές.

2.2 Γενικές πληροφορίες :

Για την προηγούμενη κατάσταση του κτιρίου.

Για την συμπεριφορά της κατασκευής στο χρόνο και κατά την διάρκεια κάποιου σεισμού.
Βλάβες.

Εσκαφές σε κοντινή απόσταση.

- **Επιθεώρηση :**

Οπτική εξέταση και προσδιορισμός στατικού συστήματος.

Προσδιορισμός πιθανών σφαλαμάτων στη κατασκευή και κακοτεχνιών.

Εκτίμηση της κατάστασης των φέροντων και μή φέροντων στοιχείων.

Εκτίμηση της κατάστασης των υλικών που έχουν υποστεί ζημιές λόγω περιβαλλοντικών επιπτώσεων (μηχανική φθορά , διάβρωση).

- **Αποτύπωση :**

Αποτύπωση ζημιών σε φέροντα και μή φέροντα στοιχεία σε σχέδια όψεων , κατόψεων, ξυλότυπων.

Φωτογράφιση μελών με ζημιές.

Ενδεικτικές αλλά αντιπροσωπευτικές αποτυπώσεις οπλισμών με αποκαλύψεις ή μαγνητομετρήσεις ή με την χρήση ραδιογραφημάτων.

Σημαντικό για τα κτίρια από τοιχοποιία είναι να γίνονται αποκαλύψεις (τοπικές καθαιρέσεις) για τον έλεγχο του είδους δομήσεως της τοιχοποιίας , των διαστάσεων των λιθοσωμάτων , το μέσο πάχος αρμών , το ποσοστό κονιάματος / λιθοσωμάτων , των συνδέσεων μεταξύ εγκάρσιων τοιχοποιιών , την διερεύνηση για ύπαρξη ελκυστήρων , την κατάσταση λιθοσωμάτων , την εκτίμηση του όγκου κένων της τοιχοποιίας κλπ.

- **Επιτόπου μετρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές**

Γεωμετρικές μετρήσεις :

Διάστάσεις διατομών.

Χωροσταθμίσεις , μετρήσεις εκκεντροτήτων , αποκλίσεις από την κατακόρυφο.

Ευρός ρωγμών , αποκολλήσεις.

Παραμορφώσεις και ασυνέχειες σε αρμούς.

Παραμένουσες παραμορφώσεις.

Χρονική εξέλιξη των ανωτέρων (μετά από κάποιο σεισμό).

- **Διερεύνηση του εδάφους**

Εδαφοτεχνική έρευνα.

Θεμελίωση.

Ενδεικτικό αλλά αντιπροσωπευτικό γεωμετρικό έλεγχο θεμελίων.

Εαν υπάρχουν φρεάτια.

Ποιοτικός έλεγχος υλικών κατασκευής :

- Ø **Σκυρόδεμα**

Λήψη και θράυση τουλάχιστον 6 δοκιμίων (κρουσίμετρο, υπέρηχοι, εξόλκευση ήλου)

- Ø **Χάλυβας**

Οπτικός έλεγχος και αναγνώριση κατηγορία χάλυβα.

Λήψη και θράυση τουλάχιστο 3 δοκιμίων ανά κατηγορία για προσδιορισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών όριων διαρροής f_y , εφελκυστικής αντοχής f_t , παραμόρφωση θράυσης .

Δοκιμές κάμψης ανάκαμψης , αναδίπλωσης.

Έλεγχος χημικής σύστασης.

Μετρήσεις δυναμικού χάλυβα

- Ø **Δομικός χάλυβας**

Οπτικός έλεγχος.

Λήψη δοκιμίων για προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών.

Οπτικός έλεγχος συγκολλήσεων.

Έλεγχος χημικής σύστασης όταν πρόκειται να γίνει χρήση εκτεταμένων ηλεκτροσυγκολλήσεων.

- Ø **Ξύλινα στοιχεία**

Οπτικός έλεγχος

Λήψη και θράυση δοκιμίων για τον προσδιορισμό :

1. Αντοχή σε θλίψη κάθετα και παράλληλα προς τις ίνες

2. Αντοχής σε εφελκυσμό από κάμψη.

Ø Τοιχοποιία

Οπτικός έλεγχος λιθοσωμάτων (λίθοι , οπτόπλινθοι , συμπαγή διάτρητα τούβλα, ωμόπλινθοι)
Οπτικός έλεγχος κονιάματος ή επιχρήσεως

Λήψη και θραύση δοκιμίων για προσδιορισμό :

1. Αντοχή σε θλίψη της τοιχοποιίας
2. Αντοχή σε θλίψη των λιθοσωμάτων
3. Αντοχή σε θλίψη του κονιάματος
4. Αντοχή σε εφελκυσμό των λιθοσωμάτων
5. Αντοχή σε εφελκυσμό του κονιάματος

• Δοκιμαστικές φορτίσεις

Η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής ως σύνολο ή η γνώση των δυναμικών της χαρακτηριστικών (ιδιόσυχότητα , απόσβεση) μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες έτσι μπορεί να γίνει διερεύνηση της συμπεριφοράς της κατασκευής με την πρόκληση μικροδονήσεων ή δοκιμαστική φόρτιση.

• Στατικός – Αντισεισμικός έλεγχος

Μετά την συγκέντρωση των πιο πάνω στοιχείων γίνεται επανέλεγχος της κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη την ορθολογική και αξιόπιστη εκτίμηση βασικών χαρακτηριστικών των τυχαίων μεταβλητών δράσεων S και αντιστάσεων R καθώς και η ορθολογική αποτίμηση του διαθέσιμου δείκτη συμπεριφοράς q απαραίτητου για τον αντισεισμικό έλεγχο.

Ο επανέλεγχος της αξιοπιστίας των υφιστάμενων κατασκευών γίνεται αναγκαίος όταν υπάρχει :

Διαπίστωση σφαλμάτων κατά την μελέτη και εκτέλεση.

Αποκλίσεις από την αρχική μελετη.

Αρνητικές ενδείξεις κατά τον έλεγχο της κατασκευής.

Χρήση ακατάλληλων υλικών και μεθόδων κατασκευής.

Βλάβες στο φέροντα οργανισμό μετά από σεισμό ή τυχηματικές δρασσεις όπως πυρκαγιά ,πρόσκρουση οχήματος.

Βλάβες που δεν οφείλονται σε εμφανείς αιτίες.

Αλλαγή χρήσεως της κατασκευής.

Λήξη της απομένουσας διάρκειας ζωής της κατασκευής.

- **Τεχνική Έκθεση για την συμπεριφορά της κατασκευής**

Σε αυτή αναφέρονται τα αίτια και η ερμηνεία των βλαβών , κρίνεται η αναμενόμενη συμπεριφορά της κατασκευής και παρουσιάζονται τεχνικές παρατηρήσεις όπως :

- Κακή σύλληψη του έργου
- Σύγκριση φασμάτων αποκρίσεως με φάσματα σχεδιασμού
- Ασύμμετρη μορφή κάτοψης
- Αστοχία από ασύμμετρη διάταξη στοιχείων ακαμψίας σε κάτοψη ή όψη (μαλακός όροφος)
- Δημιουργία ευκάμπτου ορόφου
- Κοντά υποστυλώματα
- Αστοχία υποστυλωμάτων από έκκεντρη θλίψη , διαγώνιο εφελκυσμό ή συνδιασμό των δύο.
- Ψαθυρή αστοχία υποστυλωμάτων
- Κακοτεχνίες
- Ύπαρξη εσοχών
- Αλλαγή χρήσης

- **Παραδοχές ανασχεδιασμού**

Σε αυτή την Τεχνική Έκθεση θα περιλαμβάνονται στοιχεία και πληροφορίες όπως :

Κανονιστικό πλαίσιο ανασχεδιασμού.

Σεισμική δράση ανασχεδιασμού.

Καθορισμός ακαμψιών (K).

Υφιστάμενη στάθμη πλαστιμότητας και επιθυμητή στάθμη πλαστιμότητας μετά τις επεμβάσεις (q).

Επιλογή μεθόδου αναλύσεως.

- **Μελέτη επεμβάσεων**

Μετά την επιλογή της επέμβασης θα πρέπει να γίνεται έλεγχος της ικανοποίησης των κριτηρίων ανασχεδιασμού που καθορίζονται απο το πλαίσιο ανασχεδιασμού που έχει επιλεγεί.

Η διαδικασία ανασχεδιασμού θα πρέπει να περιλαμβάνει τα εξής βήματα :

- Προκαταρτικό σχεδιασμό
- Ανάλυση
- Έλεγχο
- Αντοχές σχεδιασμού
- Προσομοιώματα συμπεριφοράς επισκευασμένων I ενισχυμένων στοιχείων και συνδέσεων
- Κατασκευαστικά σχέδια και Τεχνική περιγραφή

- **Τεύχη και σχέδια μελέτης**
- Τεχνική έκθεση αυτοψίας / Επιθεωρήσεως / αποτυπώσεως
- Τεχνική έκθεση αξιολόγησης και δικαιολόγησης των αποφάσεων επέμβασης
- Τεχνική έκθεση εφαρμογής επεμβάσεων
- Παράρτημα των τεχνικών εκθέσεων με στοιχεία όπως :
 1. Αποτελέσματα επί τόπου μετρήσεων και εργαστηριακών δοκιμών
 2. Υπολογισμός αναλύσεων και ελέγχων
- Προδιαγραφές υλικών και εργασιών
- Απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου
- Τεχνική έκθεση με πιθανές προβλέψεις μέτρων συντήρησης
- Σχέδια αποτύπωσης βλαβών
- Σχέδια περιγραφής επεμβάσεων
- Σχέδια λεπτομερειών

Ποιοτικοί ελέγχοι επεμβάσεων

Επεξεργασία επιφανειών

- Οπτική αναγνώριση ή και με όργανα όλων των επιφανειών που χρειάζονται επέμβαση.
- Επιλογή περιοχών προκειμένου να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα των μεθόδων , του εξοπλισμού και του προσωπικού.
- Έλεγχος της αποτελεσματικότητας των τεχνικών καθαρισμού (αμμοβολή, υδροβολή, μηχανική/θερμική/χημική απολέπιση).
- Ετοιμασία «Προγράμματος δράσης» όπου θα προδιαγράφονται τα διορθωτικά βήματα που θα γίνονται στις περιπτώσεις όπου οι διαδικασίες διασφάλισης της ποιότητας δείχνουν ότι δεν επιτυγχάνεται η απαιτούμενη ποιότητα.

Επισκευή ρωγμών , κενών

- Διαδικασίας προετοιμασίας και έλεγχος καθαρισμού
- Δοκιμή των υλικών πλήρωσεως ή συγκολλήσεως
- Έλεγχος τάσεων και παραμορφώσεων που δημιουργούν τα εξωτερικά φορτία πριν από την πλήρωση ανοικτών ρωγμών.
- Μέτρηση των τοπικών τάσεων που δημιουργούνται κατά τις εργασίες πλήρωσεως με ένεμα.
- Εξαγωγή πυρήνων σε επιλεγμένες περιοχές ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των ενεμάτων.

Μανδύες

- Έλεγχος προετοιμασίας της επιφάνειας
- Δυνατότητα συγκόλλησης
- Έλεγχος της συμπεριφοράς των διεπιφανειών (δοκιμές εξόλκευσης και διατμητικές δοκιμές μεταξύ υπαρχόντων και προτιθέμενων υλικών)

Πρόσθετες εισαγόμενες δυνάμεις κατά την επισκευή ή ενίσχυση

- Περισφίξεις
- Προένταση
- Ανύψωση και σφήνωση
- Εξέταση περιοχών όπου θα εφαρμοσθούν συγκεντρωμένες δυνάμεις (περιοχές αγκύρωσης)
- Παρακολούθηση παραμορφώσεων στο χρόνο
- Έλεγχος αλληλοεπιδράσεων με άλλες κατηγορίες επεμβάσεων
- Μετρήσεις τάσεων , παραμορφώσεων και σύγκριση με τις αναμενόμενες τιμές
- Έλεγχος μη αποδεκτών εγκάρσιων μετατοπίσεων

- Έλεγχος αντιδιαβρωτικών μέτρων

Συντήρηση

Στις περιπτώσεις επισκευής ή ενίσχυσης δομικών στοιχείων θα πρέπει να δίνεται μεγάλη σημασία στις διεπιφάνειες που δημιουργούνται αλλά και στην χρήση νέων υλικών .

Η μελέτη θα πρέπει να περιλαμβάνει προτάσεις σχετικά με πιθανά πρόσθετα μέτρα συντήρησης όπως περιοδική επιθεώρηση , έλεγχο της αποτελεσματικότητας των μέτρων ανθεκτικότητας και σε εξαιρετικές περιπτώσεις ακόμη και περιοδική δοκιμή.

5.2 Τεχνικές λεπτομέρειες επισκευής και ενίσχυσης δομικών στοιχείων

5.2.1 Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής

Τεχνικές που χρησιμοποιούνται και ο τρόπος εφαρμογής τους (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001) :

- Τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα (έγχυτα ή εκτοξευμένο) κατασκευασμένα στο τόπο του έργου.

Τοιχώματα από έγχυτο ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα κατασκευάζονται σε κατάλληλα επιλεγμένα πλαίσια του φέροντος οργανισμού της κατασκευής και συνδέονται κατά μήκος της περιμέτρου τους με τα υπάρχοντα υποστυλώματα και τις δοκούς (Σχ. 5.2.2).

Στις περιπτώσεις που επιδιώκεται μία περισσότερο πλάστιμη συμπεριφορά της κατασκευής, η σύνδεση γίνεται μόνο στις δοκούς, δηλαδή στο πάνω και κάτω μέρος του τοιχώματος, ενώ στα πλάγια, μεταξύ του τοιχώματος και των υποστυλωμάτων δεν γίνεται σύνδεση και αφήνεται ένα μικρό κενό.

Η θεμελίωση των νέων τοιχωμάτων συνδέεται πάντοτε με την υπάρχουσα θεμελίωση, ακόμα και στην περίπτωση που τα τοιχώματα δεν συνδέονται με τα υποστυλώματα του πλαισίου.

Στο Σχήμα 5.2.3 παρουσιάζονται, από τη βιβλιογραφία, οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θεμελίωσης από μία εφαρμογή της μεθόδου.

Είναι άξιο προσοχής ότι στη συνήθη περίπτωση σύνδεσης των νέων τοιχωμάτων με τα υποστυλώματα, τα τελευταία αποτελούν πλέον τα άκρα ενός νέου τοιχώματος όπου προφανώς αναμένεται ιδιαίτερα αυξημένη ένταση.

Ως εκ τούτου τις περισσότερες φορές τα άκρα του νέου τοιχώματος επεκτείνονται σε ένα μανδύα γύρω από τα υποστυλώματα, ενισχύοντας έτσι και αυτήν την περιοχή.

Κρίσιμο σημείο εφαρμογής της μεθόδου είναι η εξασφάλιση της μεταφοράς των οριζοντίων δράσεων στα νέα τοιχώματα. Απαιτείται δηλαδή έλεγχος στις στάθμες των ορόφων ότι οι δοκοί που συντρέχουν στο τοίχωμα (με διεύθυνση τον ισχυρό άξονα του τοιχώματος) έχουν επαρκή διαμήκη οπλισμό για την μεταφορά των οριζοντίων δράσεων του ορόφου. Αν ο οπλισμός αυτός είναι ανεπαρκής η ενίσχυση περιλαμβάνει και την προσθήκη νέων οριζοντίων στοιχείων σύνδεσης.

Ένας τρόπος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί γι' αυτήν τη σύνδεση είναι ο εξής:

Αρχικά νέες οριζόντιες διαμήκεις ράβδοι οπλισμού αγκυρώνονται στο νέο τοίχωμα στις στάθμες των ορόφων με διεύθυνση τον ισχυρό άξονα του τοιχώματος. Στη συνέχεια οι οπλισμοί αυτοί συγκολλούνται επάνω σε ισχυρές μεταλλικές πλάκες που έχουν αγκυρωθεί πάνω στις δοκούς, που συντρέχουν στο τοίχωμα και έχουν την ίδια ως άνω διεύθυνση. Τελικά οι οπλισμοί καλύπτονται με εκτοξευμένο σκυρόδεμα μετά από κατάλληλη προεργασία

(εκτράχυνση και καθαρισμό) της επιφάνειας της δοκού.

Ειδικά μέτρα λαμβάνονται πάντοτε για την εξασφάλιση της συνέχειας στις διεπιφάνειες παλαιού και νέου σκυροδέματος με κατάλληλους διατμητικούς συνδέσμους. Συνήθως χρησιμοποιούνται μηχανικά ή χημικά χαλύβδινα βλήτρα αφού προηγουμένως εκτραχυνθεί και καθαριστεί η επιφάνεια των παλαιών στοιχείων.

Ο έλεγχος που γίνεται στις διεπιφάνειες πρέπει να εξασφαλίζει ότι η διατμητική ένταση που αναπτύσσεται σ' αυτές τις διατομές μπορεί να αναληφθεί μέσω των μηχανισμών ανάληψης φορτίου που θα αναπτύξει η σύνδεση. Η εκτίμηση του διατμητικού φορτίου της διεπιφάνειας συνήθως γίνεται θεωρώντας μονολιθική σύνδεση του νέου τοιχώματος με το πλαίσιο, δηλαδή αγνοείται η ολίσθηση μεταξύ των δύο στοιχείων.

Δύο προβλήματα που αφορούν τη σύνδεση των τοιχωμάτων με τα περιβάλλοντα πλαίσια απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή.

Το πρώτο πρόβλημα οφείλεται στα αποτελέσματα της συστολής ξήρανσης του νέου σκυροδέματος, και εκδηλώνεται με ρηγμάτωση της διεπιφάνειας, εκεί όπου το υψηλότερο τμήμα του τοιχώματος εφάπτεται στον πυθμένα της δοκού του πλαισίου. Εδώ η συστολή ξήρανσης αντιμετωπίζεται συνήθως με σκυρόδεμα ειδικής σύνθεσης, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί ειδικά πρόσμικτα.

Εναλλακτικά, πολλές φορές το τοίχωμα σκυροδετείται μέχρι ύψος 20cm περίπου χαμηλότερα από τον πυθμένα της δοκού και μετά πάροδο ικανού χρόνου από την ημέρα σκυροδέτησης, συμπληρώνεται το υπόλοιπο (δηλαδή το τμήμα του τοιχώματος κοντά στον πυθμένα της δοκού) με εποξειδικό ή πολυεστερικό κονίαμα. Μερικές φορές ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες του έργου το τοίχωμα μπορεί να σκυροδετηθεί μέχρι ύψος 5-7 mm χαμηλότερα από τον πυθμένα της δοκού, οπότε πλέον το κενό συμπληρώνεται με ρητινοειδή κόλλα χρησιμοποιώντας την τεχνική των ρητινενέσεων.

Το δεύτερο πρόβλημα αφορά μόνο την περίπτωση των έγχυτων τοιχωμάτων και ειδικότερα την δυσκολία σκυροδέτησης του υψηλότερου τμήματος του τοιχώματος λόγω ανεπαρκούς πρόσβασης από την κορυφή. Γι' αυτό η χρήση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, αποτελεί έναν πρόσθετο λόγο προτίμησης.

Μερικές φορές η ενίσχυση με πρόσθετα τοιχώματα μπορεί να γίνει εξωτερικά του φορέα.

Συχνά αυτό οφείλεται σε λειτουργικούς λόγους, όπως π.χ. σε περιπτώσεις που στα επιλεγμένα πλαίσια του φορέα προϋπάρχουν τοιχοπληρώσεις των οποίων η διατήρηση κρίνεται απαραίτητη. Όμως σ' αυτήν την περίπτωση απαιτούνται πρόσθετα μέτρα εξασφάλισης της μεταφοράς δυνάμεων μεταξύ των νέων τοιχωμάτων και του υφισταμένου φορέα. Επίσης, στην περίπτωση που απαιτείται η διατήρηση των τοιχοπληρώσεων η ενίσχυση μπορεί να γίνει με την μορφή μονόπλευρων ή αμφίπλευρων μανδυών από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, αποφεύγοντας έτσι τη χρήση ξυλοτύπου.

- Προκατασκευασμένα τοιχώματα (panels).

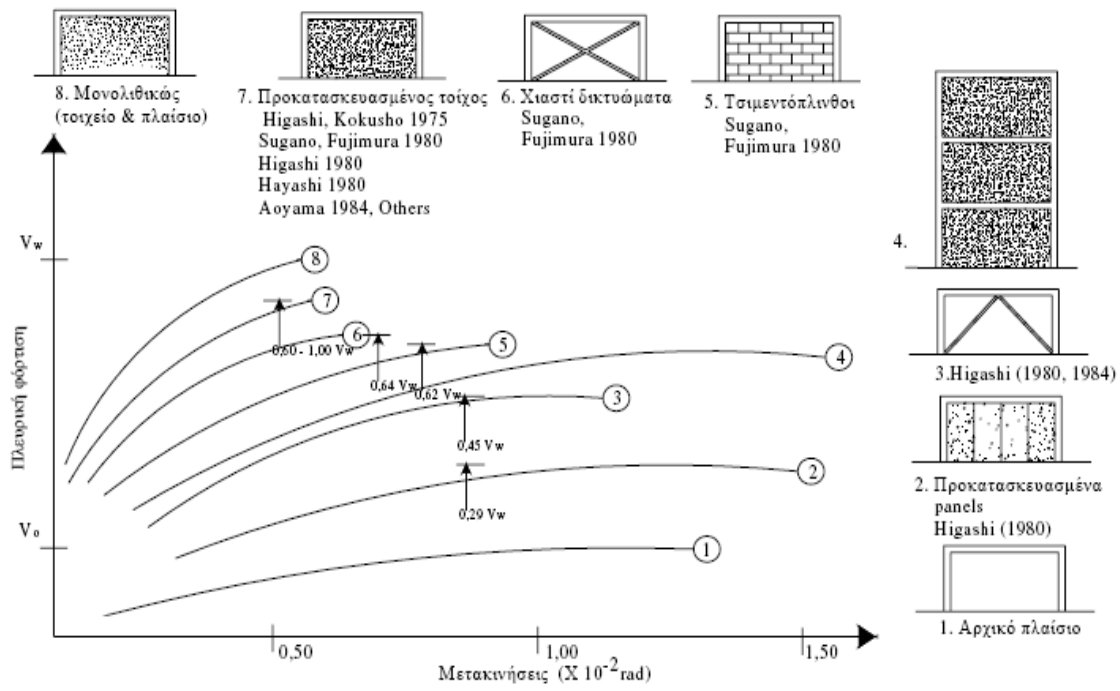
Η τεχνική της προσθήκης προκατασκευασμένων τοιχωμάτων (panels) εντός πλαισίων της κατασκευής έχει αρκετά κατασκευαστικά πλεονεκτήματα και είναι οικονομικότερη λύση συγκρινόμενη με αυτήν της προσθήκης νέων τοιχωμάτων από έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Όμως η προσφορά τους στην συνολική δυσκαμψία και αντοχή του φορέα είναι μικρότερη όπως μπορεί να παρατηρηθεί στο Σχήμα 5.2.1. Η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλυφθεί το σύνολο του ανοίγματος του πλαισίου ή τμήμα του. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους και με τα υποστυλώματα του πλαισίου ή όχι (Σχ.5.2.2β). Η σύνδεση με το περιβάλλον πλαίσιο γίνεται με ειδικές τεχνικές αγκύρωσης, που επιδρούν σημαντικά στην αποτελεσματικότητα της τεχνικής. Πολλές φορές πάντως, όταν επιδιώκεται μία περισσότερο πλάστιμη συμπεριφορά του φορέα, η σύνδεση γίνεται μόνο με τις δοκούς και δεν υπάρχει επαφή με τα υποστυλώματα. Τα προκατασκευασμένα τοιχώματα μπορεί να είναι είτε συμπαγή από οπλισμένο σκυρόδεμα είτε τύπου “σάντουιτς” με εξωτερικούς φλοιούς από οπλισμένο σκυρόδεμα ή ενισχυμένα μεταλλικά φύλλα, και εσωτερικό γέμισμα είναι κάποιο υλικό με μονωτικές ιδιότητες. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται εξωτερικά μεταλλικά φύλλα, απαιτείται ιδιαίτερη μέριμνα για προστασία από οξείδωση και φωτιά.

- Τοιχοποιία από συμπαγής οπτόπλινθους ή τσιμεντόπλινθους.

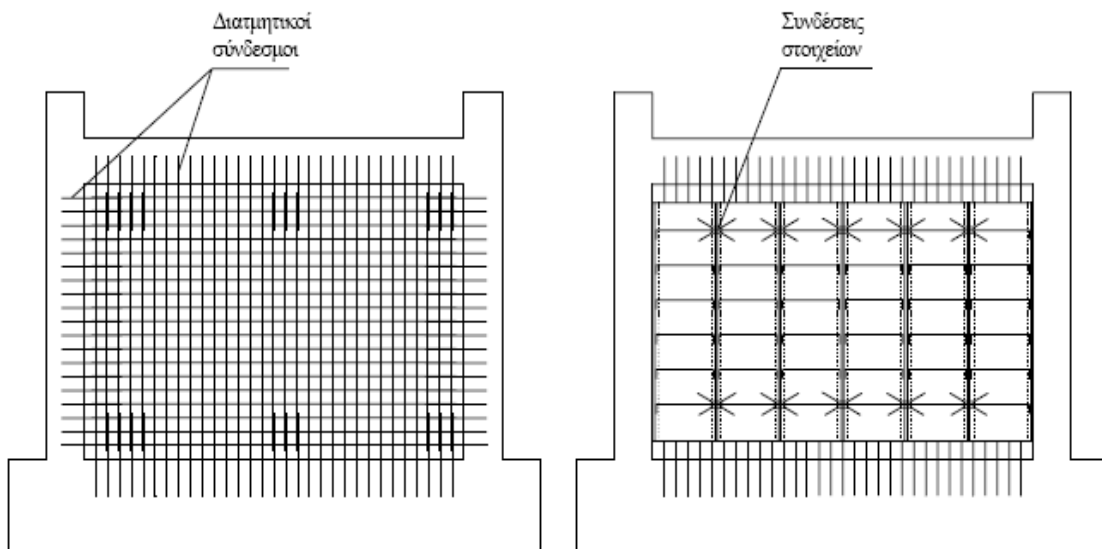
Η χρησιμοποίηση οπλισμένης ή άοπλης τοιχοποιίας από συμπαγή τούβλα ή τσιμεντοπλίνθους επαρκούς αντοχής, είναι μία δημοφιλής πρακτική λιγότερο αποτελεσματική αλλά αρκετά οικονομική που συμβάλλει σημαντικά στην κατανάλωση της σεισμικής ενέργειας που εισάγεται στην κατασκευή. Στην περίπτωση της οπλισμένης τοιχοποιίας, οι οπλισμοί αγκυρώνονται στο περιμετρικό πλαίσιο με ειδικές κόλλες αγκύρωσης ή με ειδικά αγκύρια και ηλεκτροσυγκόλληση των οπλισμών.

Βασικό μειονέκτημα της τεχνικής είναι ότι στην συνήθη αναλυτική εργασία ρουτίνας των μελετητών εφαρμογής, οι αβεβαιότητες των χαρακτηριστικών της τοιχοπλήρωσης καθώς επίσης και των χαρακτηριστικών της σύνδεσης στις διεπιφάνειες τοιχοπλήρωσης-πλαισίου δεν επιτρέπουν μία αξιόπιστη πρόβλεψη της συμπεριφοράς του φορέα στον ίδιο βαθμό αξιοπιστίας που ισχύει για τα αποτελέσματα της ανάλυσης στον γυμνό φορέα οπλισμένου σκυροδέματος. Ως εκ τούτου η χρησιμοποίηση της τεχνικής γίνεται στην πράξη με εμπειρικό τρόπο για να εξισορροπηθούν υφιστάμενες έντονες ασυμμετρίες κατανομής των τοιχοπληρώσεων ή και άλλων δύσκαμπτων στοιχείων της κατασκευής όπως π.χ. κλιμακοστασίων, σε κάτοψη ή καθ’ ύψος της κατασκευής.

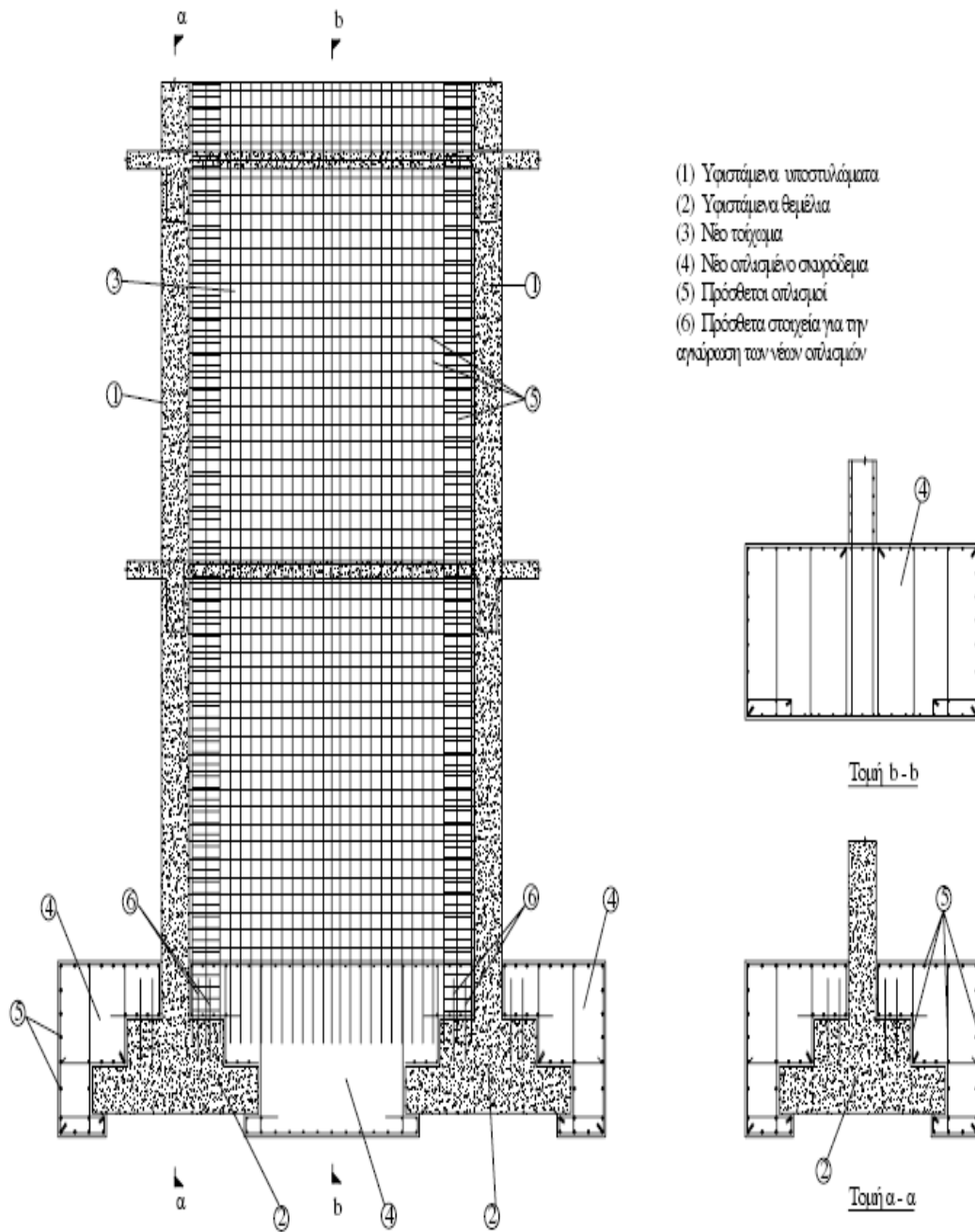
Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι είναι μειονέκτημα της τεχνικής το μεγάλο ίδιο βάρος της τοιχοποιίας, που όμως στις περιπτώσεις ισογείων μαλακών ορόφων, όπου αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συχνότερα, αντιμετωπίζεται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.



Σχήμα 5.2.1 Αποτελεσματικότητα διάφορων μεθόδων ενίσχυσης



Σχήμα 5.2.2 Τεχνικές κατασκευής τοιχομάτων εντός πλαισίων



Σχήμα 5.2.3 παράδειγμα θεμελίωσης νέου τοιχωμάτων εντός υφιστάμενου πλαισίου

5.2.2 Προσθήκη δικτυώτων συστημάτων εντος πλαισίου

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται και ο τρόπος εφαρμογής τους (Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας Ο.Α.Σ.Π 2001) :

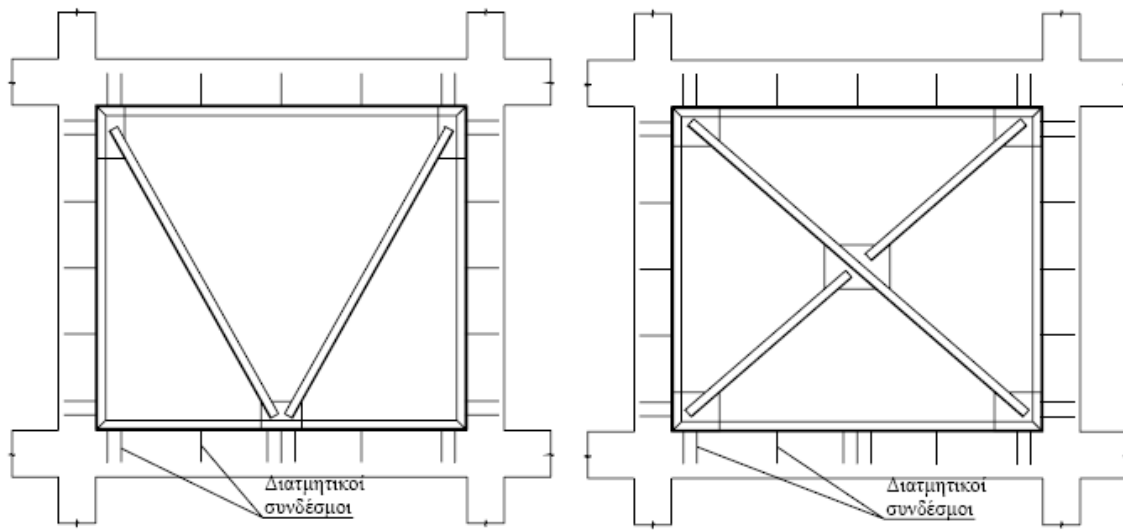
Σε μερικές περιπτώσεις η επαφή στον φέροντα οργανισμό της κατασκευής γίνεται με συνεχή σύνδεση ενός μεταλλικού πλαισίου, πάνω στο οποίο συνδέονται οι ράβδοι του δικτυώματος (Σχ.5.2.4). Σε άλλες περιπτώσεις οι ράβδοι του δικτυώματος προσαρμόζονται με ειδικές διατάξεις, απευθείας επάνω στον φέροντα οργανισμό (Σχ.5.2.5)

Κρίσιμα σημεία εφαρμογής της μεθόδου είναι:

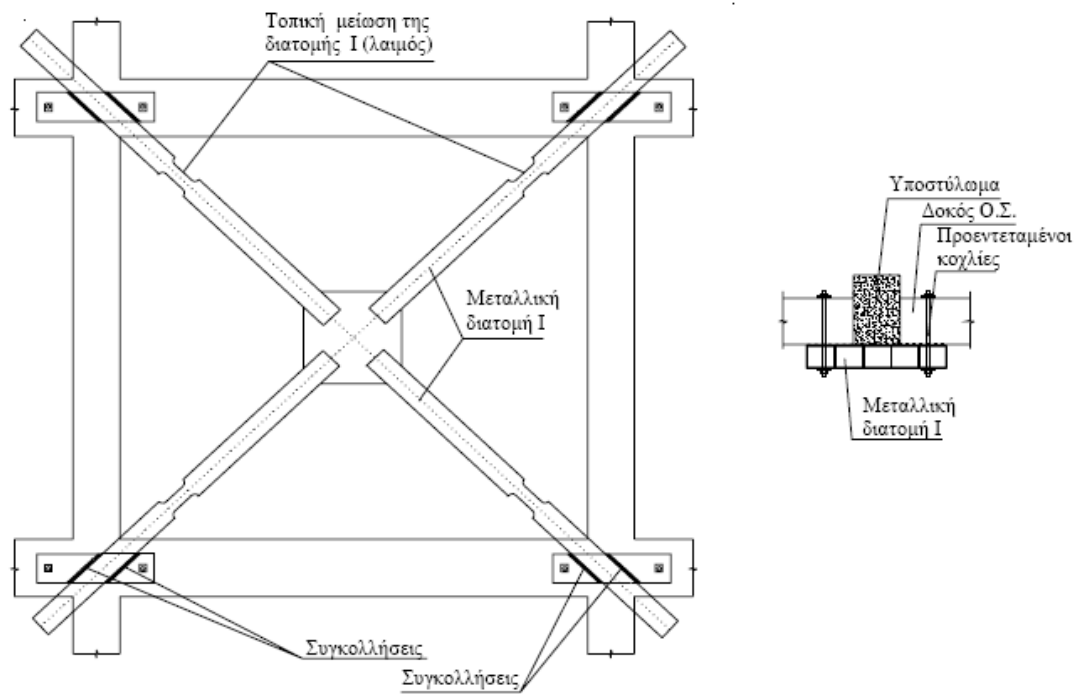
α) Οι κατασκευαστικές διατάξεις σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων με τον φέροντα οργανισμό της κατασκευής. Στο Σχήμα 5.2.4 απεικονίζονται σχετικές διατάξεις από τη βιβλιογραφία .

β) Ο λυγισμός των μεταλλικών ράβδων των δικτυωμάτων. Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα μίας πειραματικής διερεύνησης της μεθόδου για ανακυκλιζόμενες δράσεις, ο λυγισμός των ράβδων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα αποτελεσματικότητας της μεθόδου. Στην περίπτωση χιαστί διαγωνίων μπορούν να θεωρηθούν συνθήκες αμφίπακτου στύλου. Για την μείωση των κινδύνων λυγισμού των μεταλλικών ράβδων, στην περίπτωση των χιαστί διαγωνίων, έχει προταθεί ένα τοπικό “αδυνάτισμα” της διατομής κοντά στα σημεία σύνδεσης με τα πλαίσια (Σχ.5.2.5), που μειώνει τον κίνδυνο λυγισμού από εκκεντρότητες φορτίου.

γ) Η ανακατανομή της έντασης στον φορέα. Νέα εντατικά μεγέθη εισάγονται πλέον στον φορέα ιδιαίτερα στα στοιχεία του περιβάλλοντος πλαισίου. Επαρκής αντοχή των κόμβων (δοκών-υποστυλωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος) είναι απαραίτητη, επειδή αποτελούν τις περιοχές αλληλεπίδρασης του παλαιού φορέα με τα νέα στοιχεία. Πιθανή ανεπάρκεια των κόμβων συνεπάγεται την τροποποίηση της κατασκευαστικής διάταξης σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων στον φέροντα οργανισμό της κατασκευής, έτσι ώστε να περιλαμβάνονται στην ενίσχυση και οι κόμβοι.



Σχήμα 5.2.4 Μεταλλικά διχτυώματα εντός πλαισίου



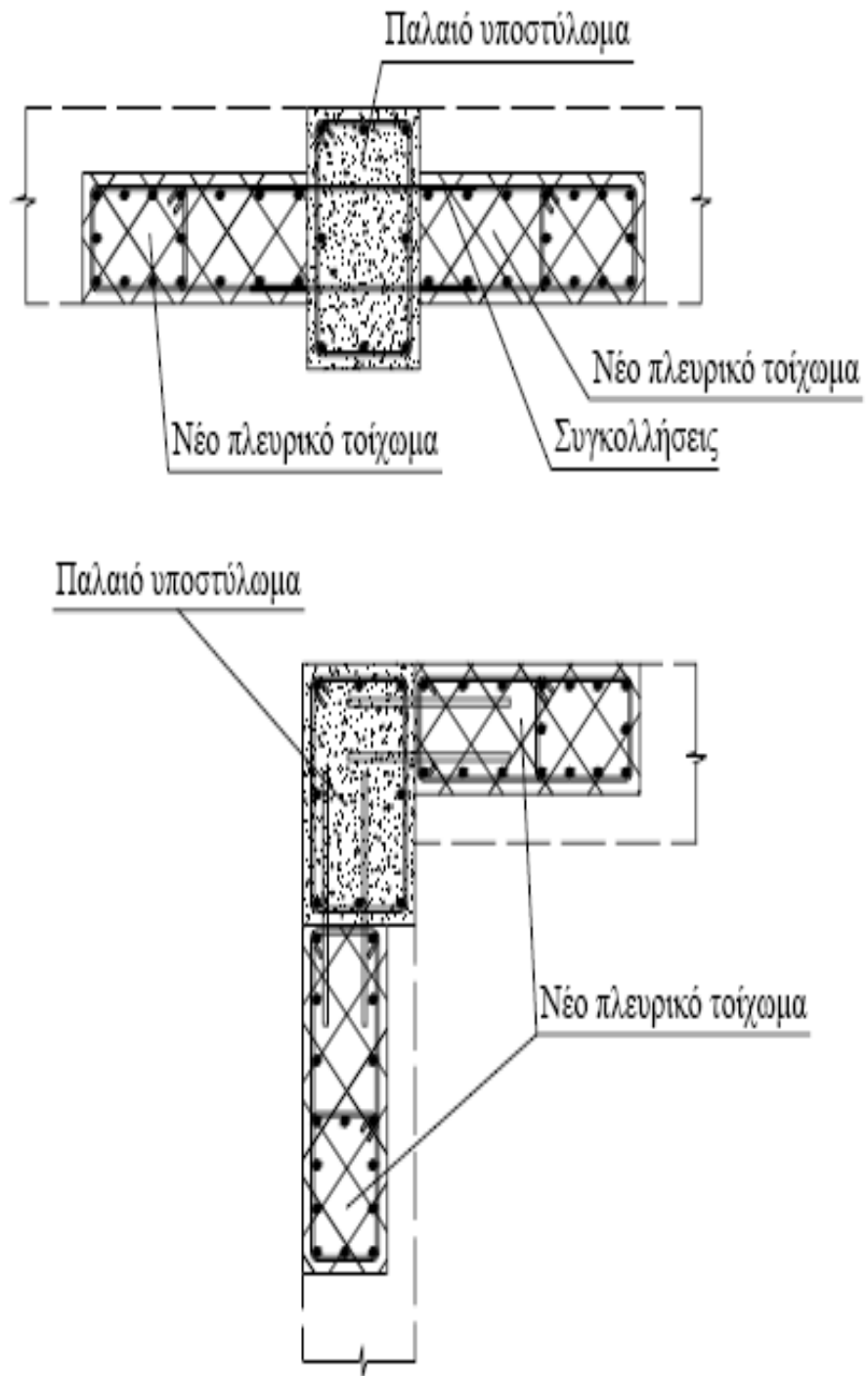
Σχήμα 5.2.5 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες σύνδεσης μεταλλικών διχτυώματων

5.2.3 Κατασκευή πλευρικών τοιχωμάτων σε συνέχεια των υποστυλωμάτων

Η προσθήκη τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος σε συνέχεια και σύνδεση με τα υπάρχοντα υποστυλώματα της κατασκευής, αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο αύξησης της πλαστιμότητας της κατασκευής με παράλληλη μέτρια αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας της (βλ. Σχ.5.2.1). Εφαρμόζεται σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις του φορέα συνδυαζόμενη συνήθως με την ενίσχυση μεμονωμένων υποστυλωμάτων που έχουν ανεπαρκή αντοχή ή/και πλαστιμότητα.

Η προσθήκη του τοιχώματος γίνεται προς την επιδιωκόμενη διεύθυνση αύξησης της αντίστασης της κατασκευής. Πολλές φορές σε γωνιακά υποστυλώματα, γίνεται προσθήκη τοιχωμάτων σε δυο διευθύνσεις (Σχ.5.2.6). Τα τοιχώματα κατασκευάζονται συνήθως από έγχυτο σκυρόδεμα ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν και προκατασκευασμένα στοιχεία. Σκόπιμο είναι να προηγείται αποφόρτιση και υποστύλωση πλακών και δοκών, έτσι ώστε, μετά την επέμβαση, τα νέα στοιχεία να παραλάβουν μέρος των κατακόρυφων φορτίων. Η μέθοδος αυτή έχει τύχει ευρείας εφαρμογής στην Ελλάδα, κυρίως επειδή δεν απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένο προσωπικό. Επιπλέον οι αβεβαιότητες των μοντέλων ανάλυσης είναι πολύ μικρότερες απ' ό,τι στις μεθόδους που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες υποενότητες, του παρόντος Κεφαλαίου.

Κρίσιμα σημεία εφαρμογής της μεθόδου είναι η σύνδεση των παλαιών και των νέων στοιχείων και η ανακατανομή της έντασης στην γειτονία της επέμβασης. Ειδικότερα: α) Η σύνδεση των παλαιών και των νέων στοιχείων γίνεται μετά από εκτράχυνση της επιφανείας επαφής των παλαιών στοιχείων και χρήση διατμητικών συνδέσμων όπως αυτά αναλυτικότερα αναφέρθηκαν προηγουμένως στην μέθοδο κατασκευής τοιχωμάτων εντός πλαισίων. Εξάλλου προβλήματα όπως τα σχετιζόμενα με την συστολή ξήρανσης του νέου σκυροδέματος και την δυσκολία σκυροδέτησης αντιμετωπίζονται με τους ίδιους τρόπους που ήδη αναφέρθηκαν στην παραπάνω περίπτωση (τοιχώματα εντός πλαισίων). β) Πέραν από το γενικότερο θέμα της ανακατανομής της έντασης στο σύνολο του φορέα, αξίζει ιδιαίτερη προσοχή η περιοχή σύνδεσης των νέων στοιχείων με τις γειτονικές δοκούς. Η καμπτική ένταση στις δημιουργούμενες νέες παρειές στήριξης των δοκών είναι πολύ υψηλότερη από την προηγούμενη (πριν την επέμβαση). Ως εκ τούτου είναι απαραίτητη επαρκής αντοχή ή πλαστιμότητα της περιοχής για την αντιμετώπιση της έντασης.



Σχήμα 5.2.6 Προσθήκη τοιχωμάτων σε συνέχεια υποστυλωμάτων

5.2.4 Επισκευή υποστύλωματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο της τοπικής αποκατάστασης ίσης διατομής

Στο Σχήμα 5.2.7 απεικονίζονται δύο περιπτώσεις αποκατάστασης, στις οποίες παρουσιάζεται πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείσας περιοχής, λυγισμός των διαμηκών ράβδων οπλισμού και διάρρηξη των συνδετήρων. Οι ενέργειες που απαιτούνται για την αποκατάσταση περιλαμβάνουν :

- Καθαίρεση και απομάκρυνση κάθε υλικού σκυροδέματος σε μήκος υποστύλωματος μεγαλύτερο από αυτό της βλαβείσας περιοχής, και καλό καθαρισμό.
- Απομάκρυνση συνδετήρων της περιοχής.
- Κόψιμο των τμημάτων των διαμηκών ράβδων που έχουν λυγίσει.
- Ηλεκτροσυγκόλληση νέων τμημάτων διαμηκών ράβδων.
- Τοποθέτηση νέων πυκνών συνδετήρων.
- Σκυροδέτηση του καθαιρεθέντος τμήματος.

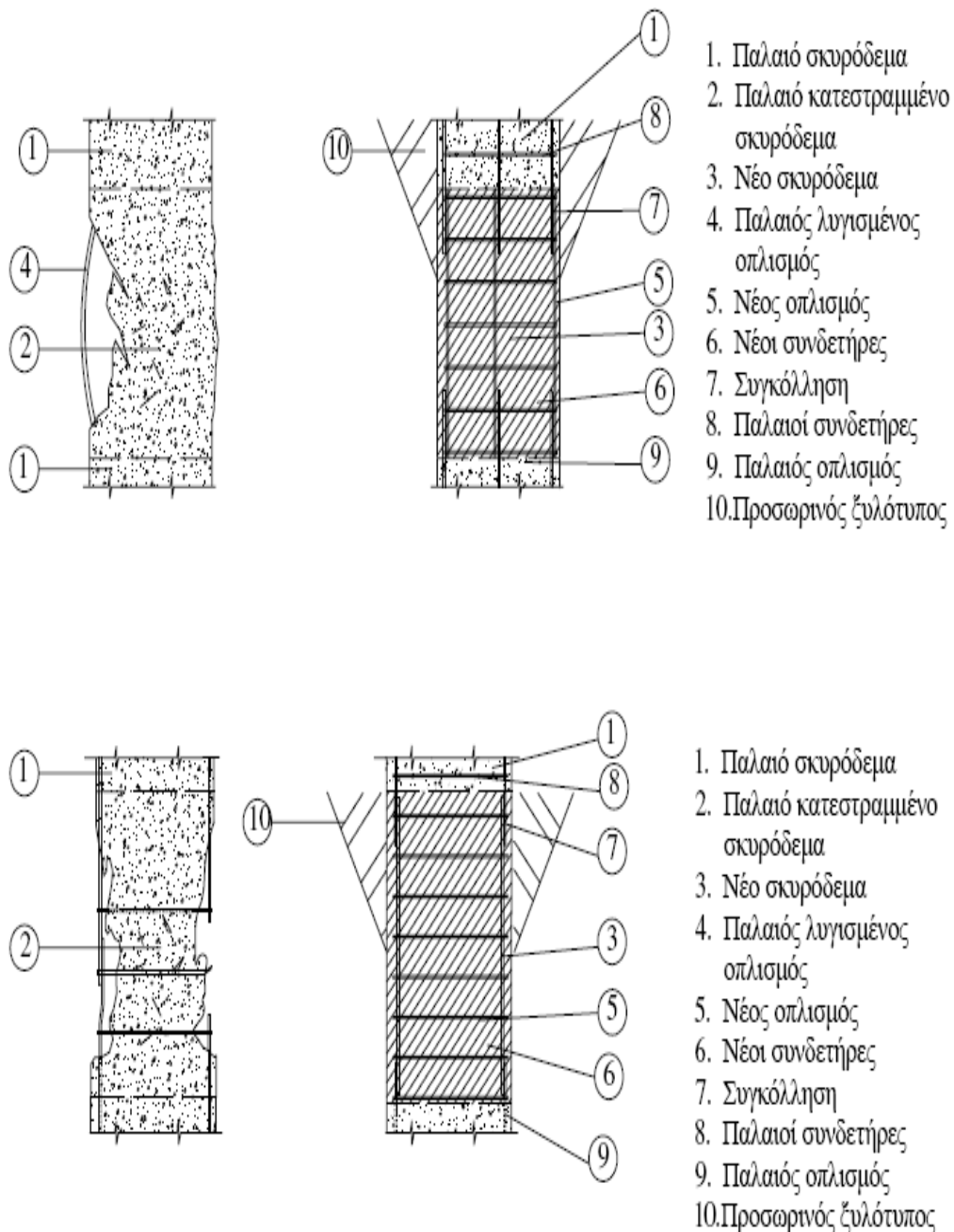
Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για να αντιμετωπιστεί η συστολή ξήρανσης του νέου σκυροδέματος. Προς τούτο χρησιμοποιούνται είτε ειδικά πρόσμικτα είτε ειδικές συνθέσεις σκυροδέματος στις οποίες το τσιμέντο έχει αντικατασταθεί από μη συρρικνούμενες κονίες. Σε κάθε περίπτωση η σύνθεση του σκυροδέματος πρέπει να περιλαμβάνει αδρανή με μέγιστο κόκκο ίσο με αυτό του υπάρχοντος και να ακολουθούνται αυστηρά οι οδηγίες των προμηθευτών για τα πρόσμικτα ή τις κονίες.

Για την διευκόλυνση της σκυροδέτησης και καλύτερη συμπίκνωση, ο ξυλότυπος καταλήγει προς τα πάνω σε χοάνη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2.7 και το επιπλέον πρισματικό τμήμα σκυροδέματος αφαιρείται την επόμενη ημέρα της σκυροδέτησης.

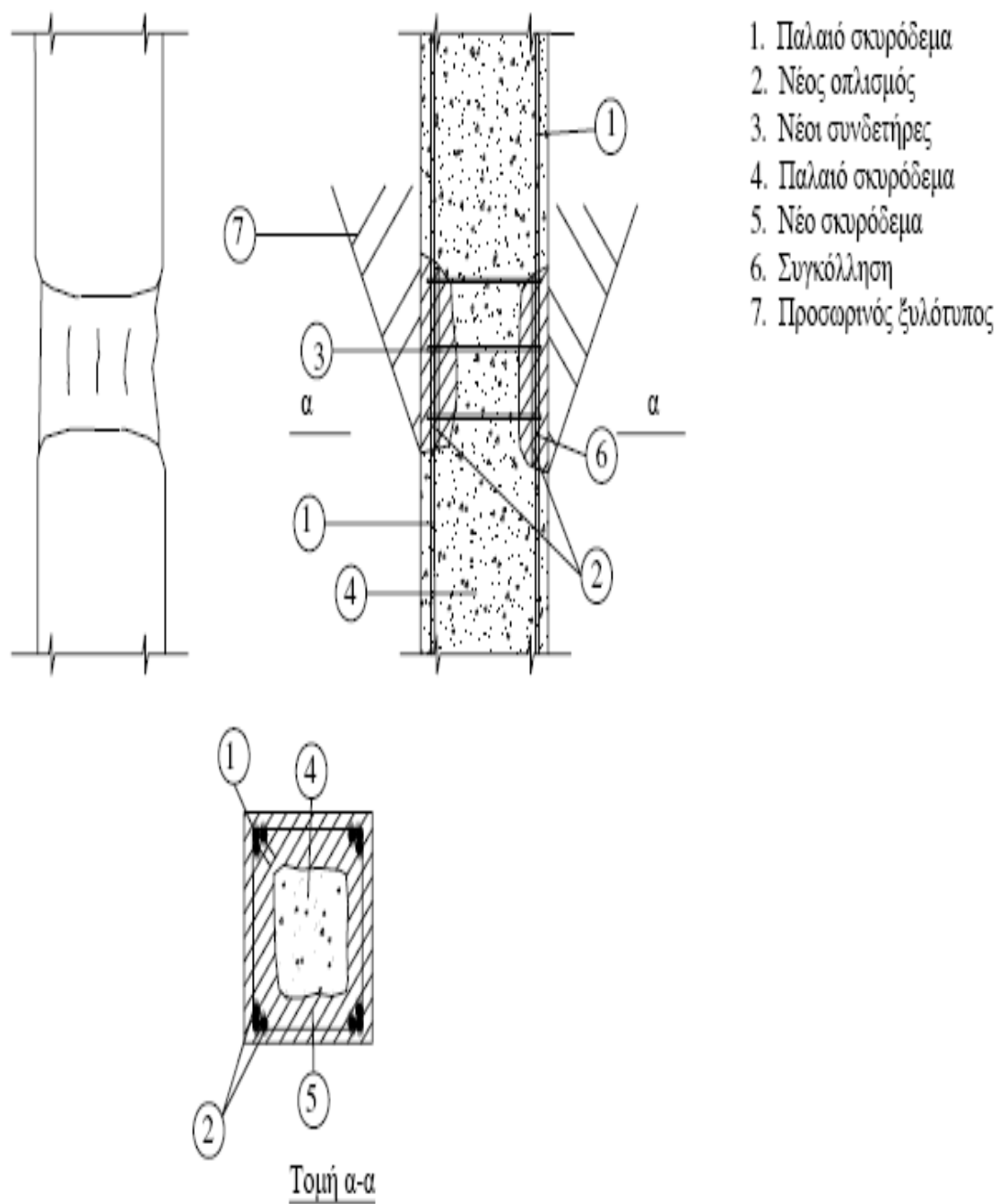
Επισημαίνεται ότι η επιτυχία της τεχνικής απαιτεί πλήρη αποφόρτιση της περιοχής των ορόφων που φορτίζουν το υποστύλωμα και σχολαστική υποστύλωση (ή δυνατόν με μικρή αρνητική φόρτιση) των δοκών που συντρέχουν σ' αυτό. Έτσι όταν μετά το πέρας της επέμβασης απομακρυνθεί η υποστύλωση και επιβληθούν τα φορτία, θα αναιρεθούν τυχόν παραμορφώσεις από συστολή ξήρανσης και το νέο στοιχείο θα αναλάβει θλιπτικό φορτίο.

Στο Σχήμα 5.2.8 απεικονίζεται η περίπτωση που το κεντρικό τμήμα της διατομής παρέμεινε αβλαβές και ως εκ τούτου δεν απομακρύνεται. Οι διαμήκεις ράβδοι οπλισμού δεν αντικαθιστώνται εφόσον δεν έχουν λυγίσει, αλλά πιθανότατα να απαιτηθεί η τοποθέτηση νέων συνδετήρων έτσι ώστε να πληρούνται οι κατασκευαστικές διατάξεις, του ισχύοντος κανονισμού.

Στις διεπιφάνειες παλαιού και νέου σκυροδέματος η ικανότητα μεταφοράς διατμητικού φορτίου εξασφαλίζεται μέσω του μηχανισμού της τριβής. Συνήθως το αξονικό φορτίο του υποστυλώματος και ο οπλισμός που διαπερνούν την διεπιφάνεια εξασφαλίζουν την ανάπτυξη της απαραίτητης διατμητικής αντίστασης. Οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες στα υποστυλώματα των ανωτέρων ορόφων επειδή εκεί το αξονικό φορτίο των υποστυλωμάτων είναι μειωμένο.



Σχήμα 5.2.7 Αποκατάσταση υποστυλώματος, με πλήρη αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείσας περιοχής



Σχήμα 5.2.8 Αποκατάσταση υποστυλώματος, με μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείσας περιοχής

5.2.5 Ενίσχυση υποστυλώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο της περίσφιγξης

Μανδύες από ινοπλισμένα πολυμερή.

Οι μανδύες με ινοπλισμένα πολυμερή (FRP_s) αποτελούν έναν εύχρηστο τρόπο επιβολής της περίσφιγξης.

Τα φύλλα εφαρμόζονται με τις ίνες τους σε οριζόντια διεύθυνση συμβάλλοντας έτσι, ιδιαίτερα στον εγκιβωτισμό του στοιχείου και στην αύξηση της διατμητικής του αντοχής. Εάν αυτοί μόνο είναι οι λόγοι της ενίσχυσης, τα φύλλα μπορούν να αντικατασταθούν από οριζόντιες λωρίδες (“κολλάρα”). Αυτή η εναλλακτική τεχνική έχει μεν οικονομία υλικού αλλά απαιτεί περισσότερα “εργατικά”, και γι’ αυτό η επιλογή θα πρέπει να εξαρτηθεί από την εκτίμηση του συνολικού κόστους.

Εάν συγχρόνως επιδιώκεται και η αύξηση της καμπτικής αντοχής του στοιχείου, θα πρέπει προφανώς να χρησιμοποιηθούν και φύλλα με κατακόρυφη διεύθυνση ινών. Όμως, σ’ αυτή την περίπτωση η τεχνική θα πρέπει να συνδυαστεί με ανάλογη εφαρμογή ενίσχυσης του κόμβου (δοκών-υποστυλωμάτων) επειδή τα άκρα του υποστυλώματος βρίσκονται σε περιοχές με αυξημένη καμπτική ένταση.

Η εφαρμογή της τεχνικής είναι απλούστερη και περισσότερο αποδοτική στα κυκλικά υποστυλώματα. Στα ορθογωνικά υποστυλώματα απαιτείται προηγουμένως κατάλληλη εξομάλυνση των γωνιών έτσι ώστε να αποκτήσουν καμπυλότητα με ακτίνα τουλάχιστον 30 mm. Η αποδοτικότητα της τεχνικής μπορεί να αυξηθεί εάν η εφαρμογή των φύλλων (ή των λωρίδων) γίνει με προένταση. Όμως, στην περίπτωση αυτή οι τεχνικές δυσκολίες του εγχειρήματος είναι αυξημένες και γι’ αυτό η εφαρμογή της θα πρέπει να εξετάζεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις.

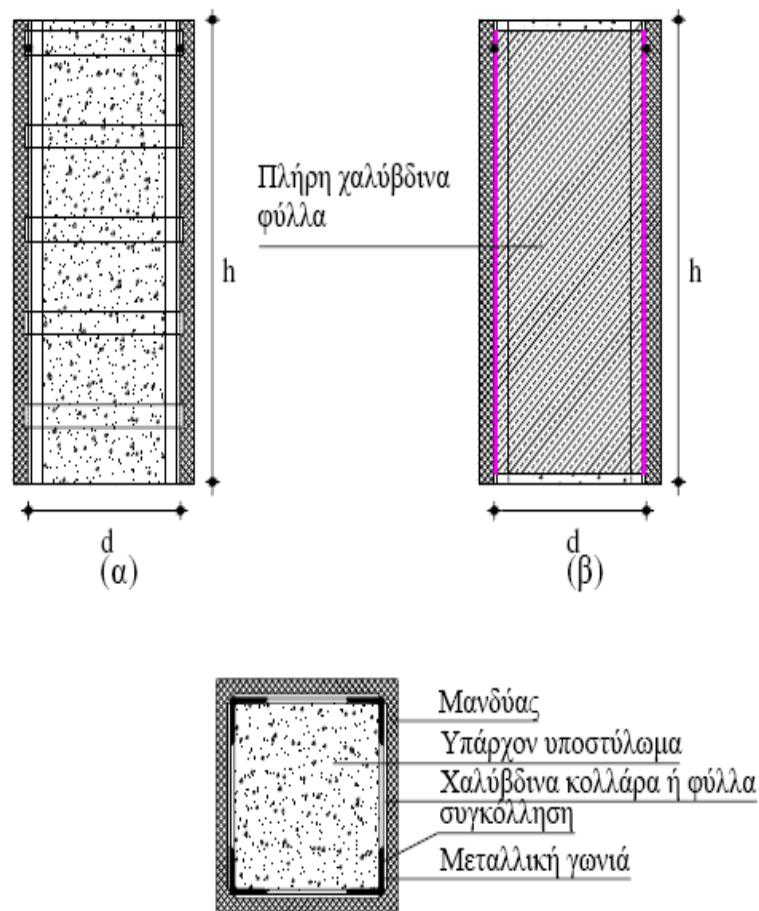
Τεχνική του μεταλλικού κλωβού

Η τεχνική του μεταλλικού κλωβού είναι η πλέον διαδεδομένη διαδικασία επιβολής της περίσφιγξης. Τέσσερα μεταλλικά γωνιακά ελάσματα, προσαρμόζονται στις γωνίες του υποστυλώματος και οριζόντια μεταλλικά ελάσματα “κολλάρα” (ή ράβδοι από δομικό χάλυβα) συγκολλούνται πάνω στα γωνιακά (Σχ.5.2.9). Πριν γίνει η συγκόλληση προηγείται σύσφιγξη των γωνιακών με ειδικά κλειδιά ή γίνεται προθέρμανση του οριζόντιου οπλισμού σε θερμοκρασία 200-400° C, έτσι ώστε να δημιουργηθεί περίσφιγξη με την συστολή που επέρχεται όταν γίνει απόψυξη. Εναλλακτικά αντί για συγκόλληση μπορεί να χρησιμοποιηθούν “βίδες” ή “ντίζες” όπως φαίνεται στο Σχ. 5.2.10. Τα κενά που δημιουργούνται στην επαφή του μεταλλικού κλωβού και του σκυροδέματος, συμπληρώνονται με ένα μη-συρρικνούμενο κονίαμα ή κόλλα. Η τελική επιφάνεια μπορεί να δημιουργηθεί με μία ισχυρή τσιμεντοκονία οπλισμένη με ένα ελαφρύ πλέγμα ενώ δεν είναι απαραίτητη η χρήση εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Στις περιπτώσεις που το ύψος του υποστυλώματος είναι σχετικά μικρό ($h/d < 3$) επιλέγεται συχνά η αντικατάσταση των κολλάρων με χαλύβδινα φύλλα (Σχ.5.2.9β).

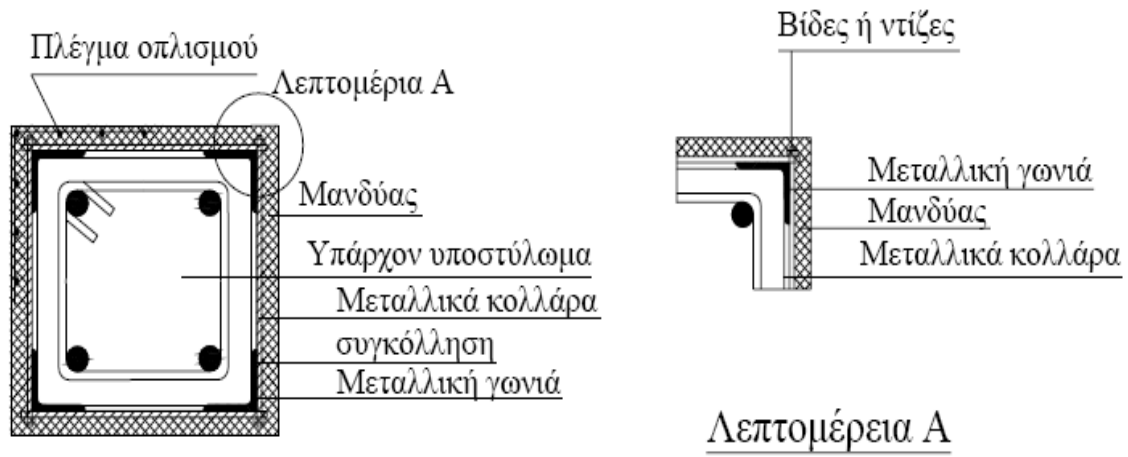
Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διαδικασίες, αποτελεί πλεονέκτημα της τεχνικής του μεταλλικού κλωβού η δυνατότητα μεταφοράς ενός τμήματος των κατακόρυφων φορτίων του υποστυλώματος. Σε συνδυασμό μάλιστα με την ταχύτητα με την οποία μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνική σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, η τεχνική αποτελεί κατάλληλη προσωρινή λύση

άμεσης ανάληψης κατακόρυφων φορτίων σε στοιχεία που υπέστησαν βλάβες και αδυνατούν πλέον να μεταφέρουν τα αξονικά τους φορτία (Σχ.5.2.11).

Εξ' άλλου στην περίπτωση τοπικής βλάβης του υποστύλωματος ο κλωβός μπορεί να εφαρμοστεί γύρω από την βλαφθείσα περιοχή όπως ακριβώς εφαρμόζεται ο "νάρθηκας" στην ορθοπεδική, στην "by pass" μεταφορά της έντασης.



Σχήμα 5.2.9 Περίσφιγξη με μεταλλικό κλωβό



Σχήμα 5.2.10 Εναλλάκτική εφαρμογή της τεχνικής του μεταλλικού κλώβου χρησιμοποιώντας βίδες και ντίζες



Σχήμα 5.2.11 Επέμβαση με μεταλλικό κλώβο για προσωρινή ανάληψη κατακόρυφων φορτίων

Από τα μέχρι σήμερα περιορισμένα αναλυτικά και πειραματικά δεδομένα της έρευνας, μπορούν να προταθούν οι παρακάτω περιορισμοί για την εφαρμογή της τεχνικής του μεταλλικού κλωβού:

(α) Η διατομή των γωνιακών πρέπει να είναι τουλάχιστον 50X50X5 mm

(β) Η διατομή του οριζόντιου οπλισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον 25X4 mm όταν χρησιμοποιούνται ελάσματα ή κατ' ελάχιστον Φ10 όταν χρησιμοποιούνται ράβδοι δομικού χάλυβα.

(γ) Οι αποστάσεις του οριζόντιου οπλισμού συνίσταται να είναι μικρότερες από το μισό της μικρότερης διάστασης της διατομής και από 150 mm. Συνήθως επιλέγεται 100 mm.

(δ) Για την περίπτωση τοπικής περίσφιγξης, ο μεταλλικός κλωβός επεκτείνεται πάνω και κάτω από την βλάβη σε απόσταση τουλάχιστον μιάμιση φορά στην μέση διάσταση της διατομής.

(ε) Απαιτούνται πρόσθετα μέτρα πυροπροστασίας (αν υπάρχει θέμα).

Η συνηθισμένη εφαρμογή της τεχνικής αφορά υποστυλώματα μικρής διατομής με επαρκή διαμήκη οπλισμό. Για παράδειγμα ως μέγιστη διάσταση διατομής θα μπορούσε να θεωρηθεί η διάσταση των 400 mm και ως ελάχιστος οπλισμός του υποστυλώματος τα 4Φ18. Σε περιπτώσεις μεγαλύτερων διαστάσεων απαιτούνται ενδιάμεσες διαμπερείς χαλύβδινες ράβδοι δομικού χάλυβα σε αποστάσεις της τάξης των 300 mm που διαπερνούν μέσω οπών το πάχος του υποστυλώματος και ηλεκτροσυγκολλούνται στις απέναντι μεταλλικές λάμες. Το κενό μεταξύ των ράβδων και των τοιχωμάτων των οπών συμπληρώνεται με κόλλα.

5.2.6 Επισκευή υποστυλώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο του μανδύα

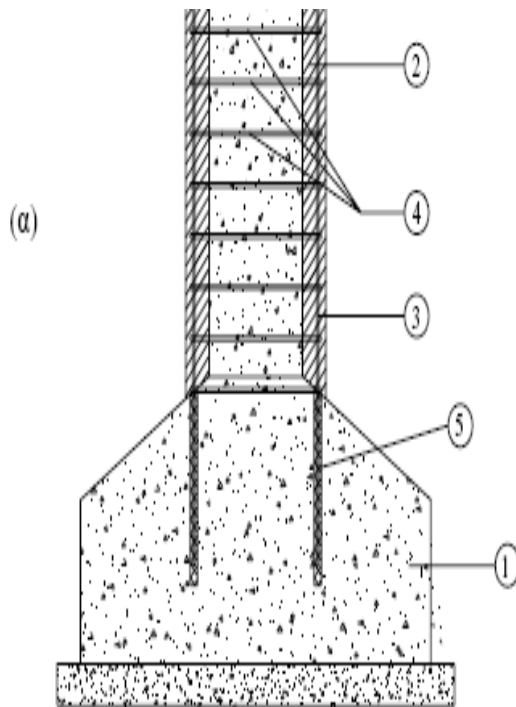
Διαδικασία κατασκευής μανδύων

Μία συνήθης σειρά που απαιτείται για την κατασκευή μανδύων είναι η παρακάτω:

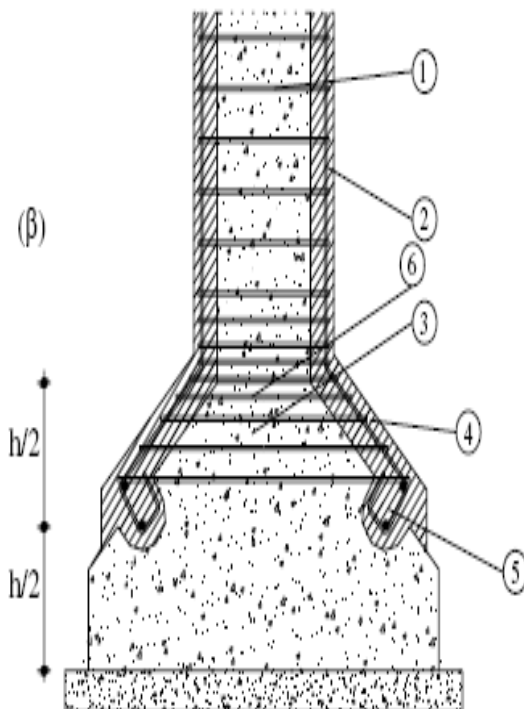
- Αποφορτίζονται και υποστυλώνονται οι πλάκες και οι δοκοί που συντρέχουν στο υποστύλωμα.
- Απομακρύνεται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα και αποκαθίσταται η συνέχεια του υποστυλώματος επισκευάζοντας τις τυχόν προϋπάρχουσες τοπικές βλάβες (π.χ. λυγισμένες ράβδοι οπλισμού).
- Αποκαλύπτονται οι οπλισμοί σε θέσεις που έχουν προεπιλεγεί για συγκόλληση με νέους οπλισμούς (εφόσον προβλέπεται).
- Διανοίγονται και προετοιμάζονται οι οπές στις θέσεις αγκύρωσης των νέων ράβδων οπλισμού και στις θέσεις που προβλέπονται βλήτρα.
- Εκτραχύνεται η επιφάνεια του σκυροδέματος με επιμέλεια σε βάθος 6 mm με κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό (π.χ. με “ματσακόνι” όχι απλώς με σφυρί και καλέμι), ή με υδροαμμοβολή, έτσι ώστε να απομακρυνθεί η εξωτερική επιδερμική στρώση τσιμεντοπολτού και να αποκαλυφθούν τα αδρανή.
- Καθαρίζεται επιμελώς η επιφάνεια χρησιμοποιώντας αέρα υπό πίεση, και το εσωτερικό των οπών με αναρρόφηση από τον πυθμένα.
- Αγκυρώνονται στα άκρα τους οι διαμήκεις ράβδοι οπλισμού με χημική πάκτωση (χρήση κόλλας). Για κατασκευαστική ευκολία είναι δυνατόν να μην αγκυρωθούν απευθείας οι διαμήκεις ράβδοι οπλισμού, αλλά να προηγηθεί η αγκύρωση μικρότερων τμημάτων ράβδων οπλισμού επί των οποίων στην συνέχεια θα “ματιστούν” οι νέες ράβδοι. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί και για την αγκύρωση των ράβδων οπλισμού στα στοιχεία θεμελίωσης (Σχ.5.2.12β). Στο Σχήμα 5.2.12β παρουσιάζεται εξ’ άλλου μία εναλλακτική διαδικασία που έχει προταθεί για την περίπτωση που η θεμελίωση είναι με πέδιλα. Προβλέπεται η συνέχεια του μανδύα γύρω από τον κώνο του πέδιλου σε μήκος τουλάχιστον ίσο προς το μισό του ύψους του, με διάταξη πυκνών κλειστών συνδετήρων σ’ αυτή τη περιοχή της τάξεως Φ12/100 mm, και απόληξη του μανδύα σε μία περιμετρική “φωλιά” που έχει δημιουργηθεί στο πέδιλο. Εάν ο διαμήκης οπλισμός του μανδύα είναι αρκετός (π.χ. περισσότερος από 4 ράβδοι) είναι προτιμότερο να γίνει μια μικτή εφαρμογή των δύο παραπάνω διαδικασιών. Στην περίπτωση που απαιτείται συγχρόνως και ενίσχυση των στοιχείων θεμελίωσης, η τεχνική προσαρμόζεται έτσι ώστε το θέμα να αντιμετωπιστεί συνολικά (βλ. Ενισχύσεις Στοιχείων Θεμελίωσης).

- Αγκυρώνονται τα μηχανικά ή χημικά βλήτρα (εφόσον και όπου προβλέπονται).
- Τοποθετούνται και ηλεκτροσυγκολλούνται τα χαλύβδινα παρεμβλήματα παλαιών και νέων οπλισμών (αναρτήρες), εφόσον προβλέπονται συγκολλήσεις.
- Τοποθετούνται νέοι συνδετήρες.
- Γίνεται ο τελικός καθαρισμός των επιφανειών με αέρα και νερό υπό πίεση.
- Διαβρέχεται η επιφάνεια του παλαιού σκυροδέματος τουλάχιστον 6 ώρες σκυροδέτηση του νέου σκυροδέματος. Η διαβροχή πρέπει να γίνεται και στον (εφόσον υπάρχει) και στα αδρανή για την περίπτωση του σκυροτσιμεντοπήγματος.
- Σκυροδετείται ο μανδύας και ακολουθούν τα μέτρα συντήρησης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος . Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την συντήρηση στην περίπτωση που χρησιμοποιείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα επειδή τότε η συστολή ξήρανσης είναι μεγαλύτερη.

Στις περιπτώσεις που η ενίσχυση του υποστυλώματος στοχεύει στην αύξηση της διατμητικής αντοχής ή της πλαστιμότητας του, χωρίς αύξηση της καμπτικής αντοχής του (όπως π.χ. στην περίπτωση που επιδιώκεται επέμβαση με σκοπό να προηγείται η όλκιμη καμπτική αστοχία από την διατμητική), είναι σκόπιμο να εξετάζεται η περίπτωση κατασκευής μανδύα χωρίς σύνδεση με τις δοκούς των ορόφων. Τότε ο μανδύας τερματίζεται 30-50 mm χαμηλότερα από την στάθμη του πυθμένα των δοκών.



- (1) παλαιό υποστύλωμα
- (2) μανδύας
- (3) διαμήκεις οπλισμοί
- (4) νέοι συνδετήρες
- (5) διατόρημα προς πάκτωση των οπλισμών με εποξειδική ρητίνη

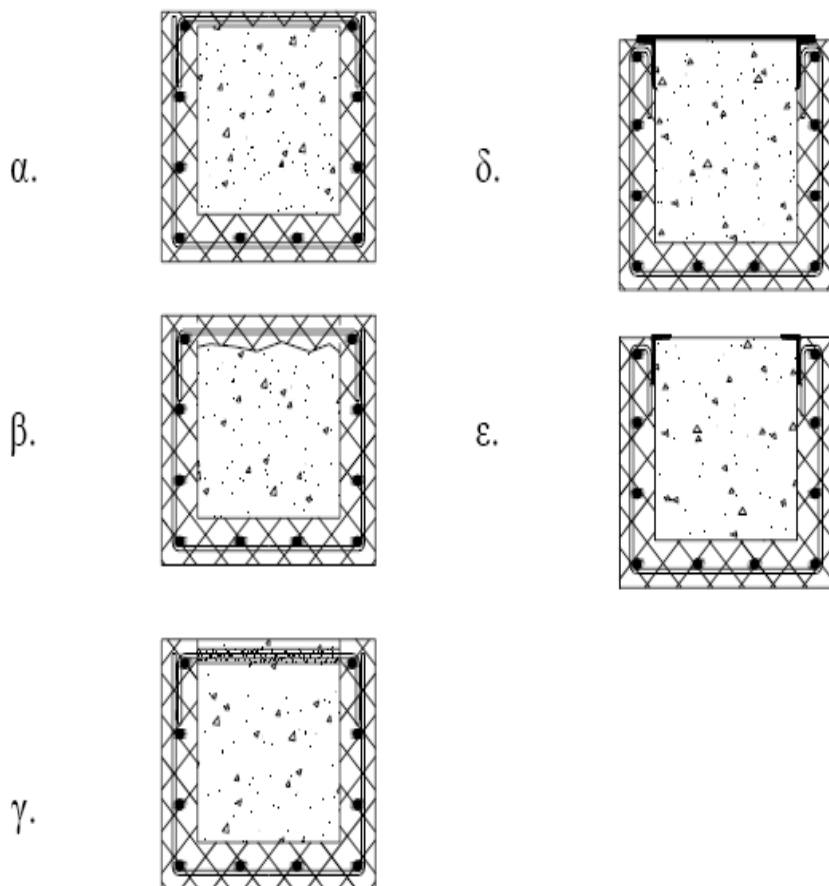


- (1) νέοι συνδετήρες $\Phi 12/10$
- (2) διαμήκεις οπλισμοί
- (3) παλιό σκυρόδεμα
- (4) νέο σκυρόδεμα
- (5) φωλιές στο παλιό σκυρόδεμα
- (6) πύκνωση συνδετήρων στην περιοχή εκτροπής διαμήκων ράβδων οπλισμού

Σχήμα 5.2.12 Διαδικασίες απόληξης μανδύα στα στοιχεία θεμελίωσης

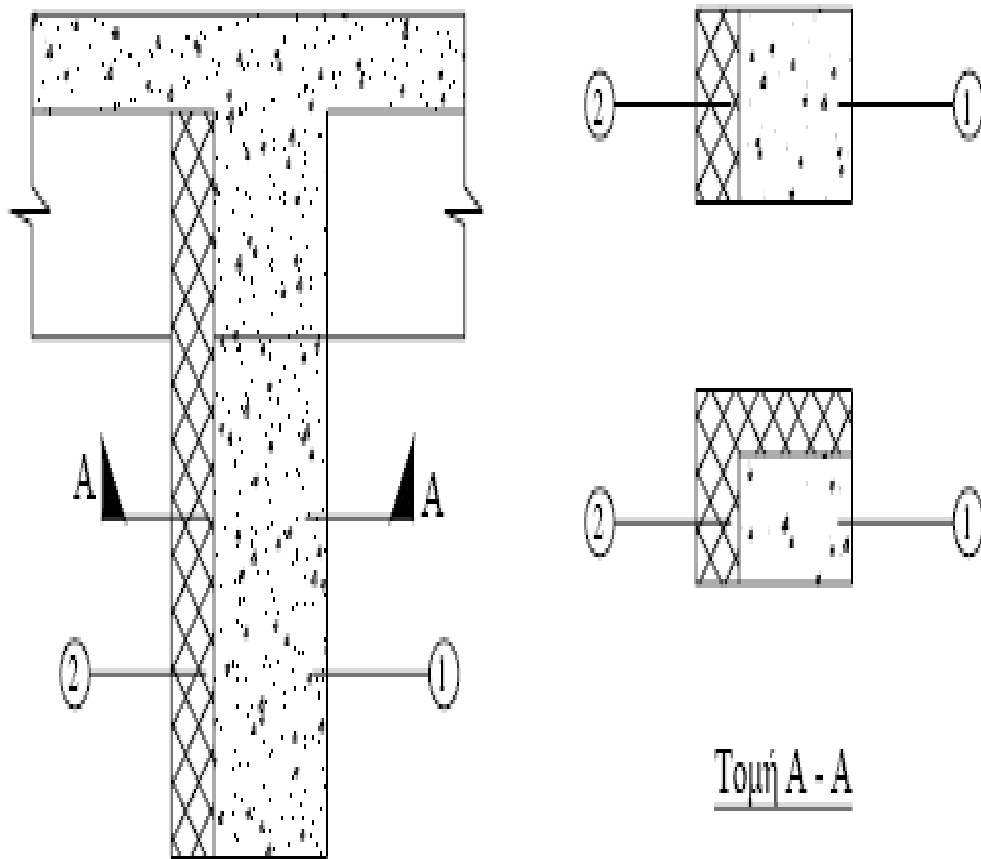
Ανοικτοί μανδύες

Στις περιπτώσεις που ο μανδύας δεν μπορεί να περιβάλλει ολόκληρη την διατομή όπως π.χ. σε υποστυλώματα που βρίσκονται στα όρια με άλλη οικοδομή, ο μανδύας λέγεται “ανοικτός”. Στο Σχήμα 5.2.13 παρουσιάζονται χρήσιμες διατάξεις που έχουν προταθεί για την περίπτωση που ο μανδύας περιβάλλει τρεις πλευρές του υποστυλώματος. Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ιδιαίτερη φροντίδα για την προετοιμασία της διεπιφάνειας και την συγκόλληση παλαιών και νέων οπλισμών. Επίσης απαιτούνται ξεχωριστά μέτρα για την διασφάλιση της λειτουργίας των συνδετήρων και της ανθεκτικότητας τους στο χρόνο, ειδικότερα στην περίπτωση που δεν εγκιβωτίζονται σε σκυρόδεμα. Όταν ο μανδύας περιβάλλει μόνο μία ή δύο πλευρές του υποστυλώματος (Σχ.5.2.14), στην πραγματικότητα πρόκειται πλέον για επέκταση του υποστυλώματος.



- α. Νέοι συνδετήρες με εξωτερική ράβδο ή λάμα και συγκόλληση
β,γ. Νέοι συνδετήρες με διαμπερές χάντρωμα ή τρύπα και συγκόλληση
δ. Νέοι συνδετήρες συγκολλημένοι σε δύο γωνιακά (π.χ. L 50X10X5 mm) και εξωτερική λάμα
ε. Νέοι συνδετήρες συγκολλημένοι σε δύο γωνιακά (π.χ. L 50X10X5 mm) στερεωμένα στο υποστυλώμα με βλήτρα.

Σχήμα 5.2.13 Περιπτώσεις ανοικτών μανδύων



1. Υπάρχον υποστύλωμα
2. Επέκταση υποστυλώματος

Σχήμα 5.2.14 Μονόπλευρη ή δίπλευρη επέκταση υποστυλώματος

Μεταφορά αξονικού φορτίου

Για την εκτίμηση του μεγέθους του αξονικού φορτίου που “μεταφέρεται” στους μανδύες υποστυλωμάτων όταν αφαιρεθεί η προσωρινή υποστύλωση ή όταν γενικά αυξηθεί το αξονικό φορτίο του παλαιού υποστυλώματος, έχει προταθεί ένα μαθηματικό προσομοίωμα απ’ όπου μπορούν να υπολογισθούν οι δυνάμεις και οι αντίστοιχες σχετικές ολισθήσεις στην διεπιφάνεια παλαιού-νέου σκυροδέματος. Οι υπολογιστικές σχέσεις που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα αναφέρονται μόνο στην μεταφορά του αξονικού φορτίου του υποστυλώματος και είναι προσεγγιστικές αφού τα αποτελέσματα της έρευνας στον τομέα αυτό είναι ιδιαίτερα λίγα. Έτσι τα υπολογιστικά βοηθήματα που δίνονται παρακάτω μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ως προσεγγιστική εκτίμηση των μεγεθών που προσδιορίζονται και οι κατασκευαστικές οδηγίες να θεωρηθούν προσωρινές.

Οι οδοί μεταφοράς δυνάμεων δείχνονται παραστατικά στο πιο κάτω σχήμα και περιγράφονται ως εξής :

«Οδός» μεταφοράς 1 : Μεταφορά δυνάμεων μέσω του μηχανισμού τριβής.

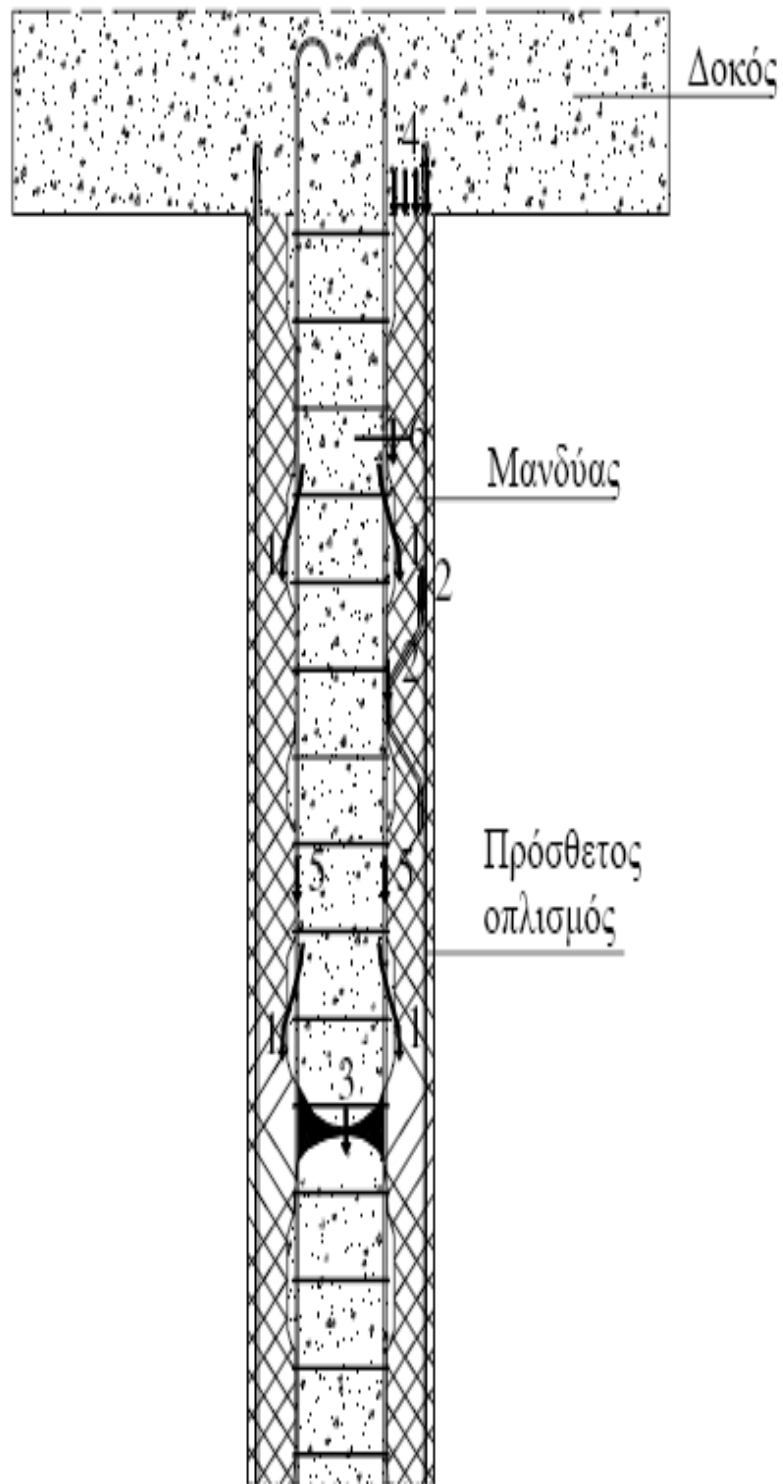
«Οδός» μεταφοράς 2 : Μεταφορά δυνάμεων μέσω συγκολλημένων οπλισμών.

«Οδός» μεταφοράς 3 : Μεταφορά δυνάμεων μέσω της περιοχής βλάβης μετά από αποκατάσταση της συνέχειας.

«Οδός» μεταφοράς 4: Μεταφορά δυνάμεων από τον υπερκείμενο όροφο απευθείας στον μανδύα.

«Οδός» μεταφοράς 5: Μεταφορά δυνάμεων μέσω των παλαιών οπλισμών.

«Οδός» μεταφοράς 6: Μεταφορά δυνάμεων μέσω του μηχανισμού δράσης βλήτρου. Για τις οδούς μεταφοράς δυνάμεων μέσω των “οδών” 1,2 και 6 περισσότερα μπορούν να αναζητηθούν αλλού, ενώ για τις “οδούς” 3,4 και 5 δεν έχει διατυπωθεί μέχρι σήμερα κάποιο αξιόπιστο φορμαλιστικό προσομοίωμα υπολογισμού.



Σχήμα 5.2.15 Οδοί μεταφοράς δυνάμεων

5.2.7 Επισκευή τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα

Για τις επισκευές τοιχωμάτων ισχύουν οι ίδιες ακριβώς τεχνικές που αναπτύχθηκαν για τα υποστυλώματα, χωρίς καμία διαφοροποίηση, είτε αναφερόμαστε σε περιπτώσεις τοιχωμάτων με ελαφριές βλάβες, οπότε χρησιμοποιούνται κόλλες ή επισκευαστικά κονιάματα, είτε σε περιπτώσεις με βαριές βλάβες όπου χρησιμοποιείται η τεχνική της τοπικής αποκατάστασης ίσης διατομής.

5.2.8 Ενίσχυση τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο της περίσφυξης

Η τεχνική της περίσφυξης μπορεί (τεχνικά) να εφαρμοστεί και σε τοιχώματα με τις ίδιες διαδικασίες που έχουν αναφερθεί για υποστυλώματα. Όμως ο μεγάλος λόγος πλευρών των τοιχωμάτων, δεν επιτρέπει αξιόλογη απόδοση της περίσφυξης και για αυτό το λόγο η τεχνική αυτή εν γένει δεν συνιστάται. Απ' όλες τις εφικτές διαδικασίες της τεχνικής περίσφυξης θα μπορούσαμε πάντως να ξεχωρίσουμε την τεχνική των μανδύων με ινοπλισμένα πολυμερή και την τεχνική του μεταλλικού κλωβού. Η τεχνική των μανδύων από ινοπλισμένα πολυμερή έχει το πλεονέκτημα της ευκολίας εφαρμογής και της δυνατότητας ανάληψης διατμητικής και καμπτικής έντασης. Εξάλλου η τεχνική του μεταλλικού κλωβού μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη επειδή:

(α) Η μικρή απόδοση της περίσφυξης μπορεί να αυξηθεί με την παρεμβολή διαμπερών μεταλλικών συνδέσμων (ράβδων) σχήματος Z ή Π που ηλεκτροσυγκολλούνται στα απέναντι μεταλλικά ελάσματα των κλωβών. Η απόσταση των μεταλλικών συνδέσμων είναι της τάξης των 300 mm, και το κενό μεταξύ των συνδέσμων και των τοιχωμάτων των οπών συμπληρώνεται με κόλλα.

(β) Η τεχνική προσφέρει στην ανάληψη τεμνουσών δυνάμεων.

(γ) Η τεχνική εξακολουθεί να αποτελεί αποτελεσματική λύση προσωρινής άμεσης ανάληψης κατακόρυφων φορτίων σε τοιχώματα που λόγω σοβαρής βλάβης τους αδυνατούν να μεταφέρουν τα αξονικά τους φορτία.

5.2.9 Ενίσχυση τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο του μανδύα

Η τεχνική των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος είναι η περισσότερο διαδεδομένη και πλέον αποτελεσματική τεχνική ενίσχυσης των τοιχωμάτων. Όμως λόγω του μεγάλου μήκους της μιας διάστασης, συχνά ο μανδύας δεν έχει κλειστή μορφή και ουσιαστικά πρόκειται για μονόπλευρη ή δίπλευρη αύξηση του πάχους του τοιχώματος ή για ενίσχυση των άκρων τους.

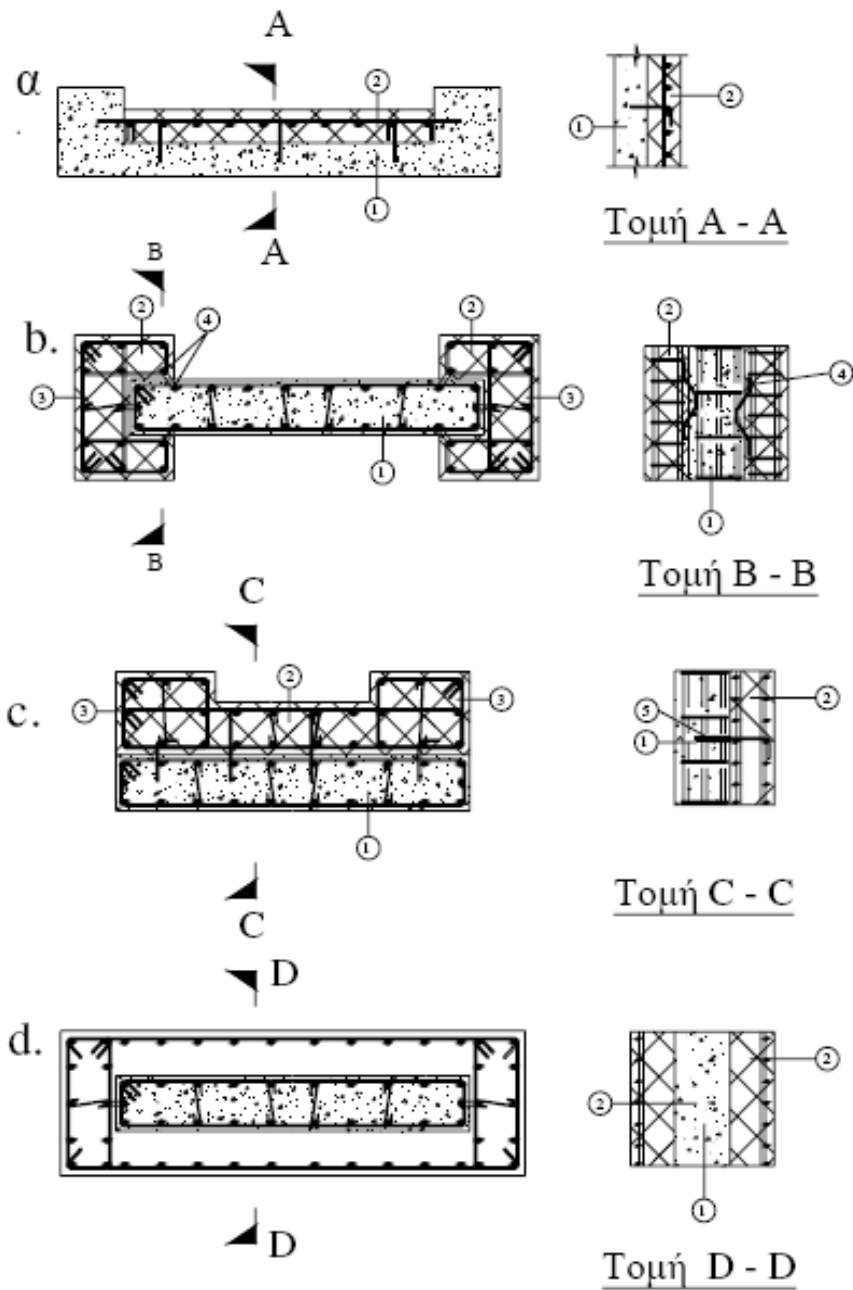
Η εφαρμογή της τεχνικής για την προετοιμασία της επιφάνειας και την τοποθέτηση των νέων οπλισμών είναι ακριβώς ίδια με ότι αναφέρθηκε για τα υποστυλώματα. Επίσης, το νέο σκυρόδεμα μπορεί να είναι είτε έγχυτο επί τόπου είτε εκτοξευόμενο.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού και τις κατασκευαστικές δυνατότητες μπορεί να επιλέγεται μία μορφή μανδύα από αυτές που εικονίζονται στο Σχήμα 5.2.16.

Η περίπτωση α μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν επιδιώκεται ελαφρά διατμητική ενίσχυση του τοιχώματος, ενώ η περίπτωση β χρησιμοποιείται όταν επιδιώκεται καμπτική ενίσχυση. Εξ-άλλου οι περιπτώσεις c και d εφαρμόζονται όταν επιδιώκεται συγχρόνως διατμητική και καμπτική ενίσχυση του τοιχώματος.

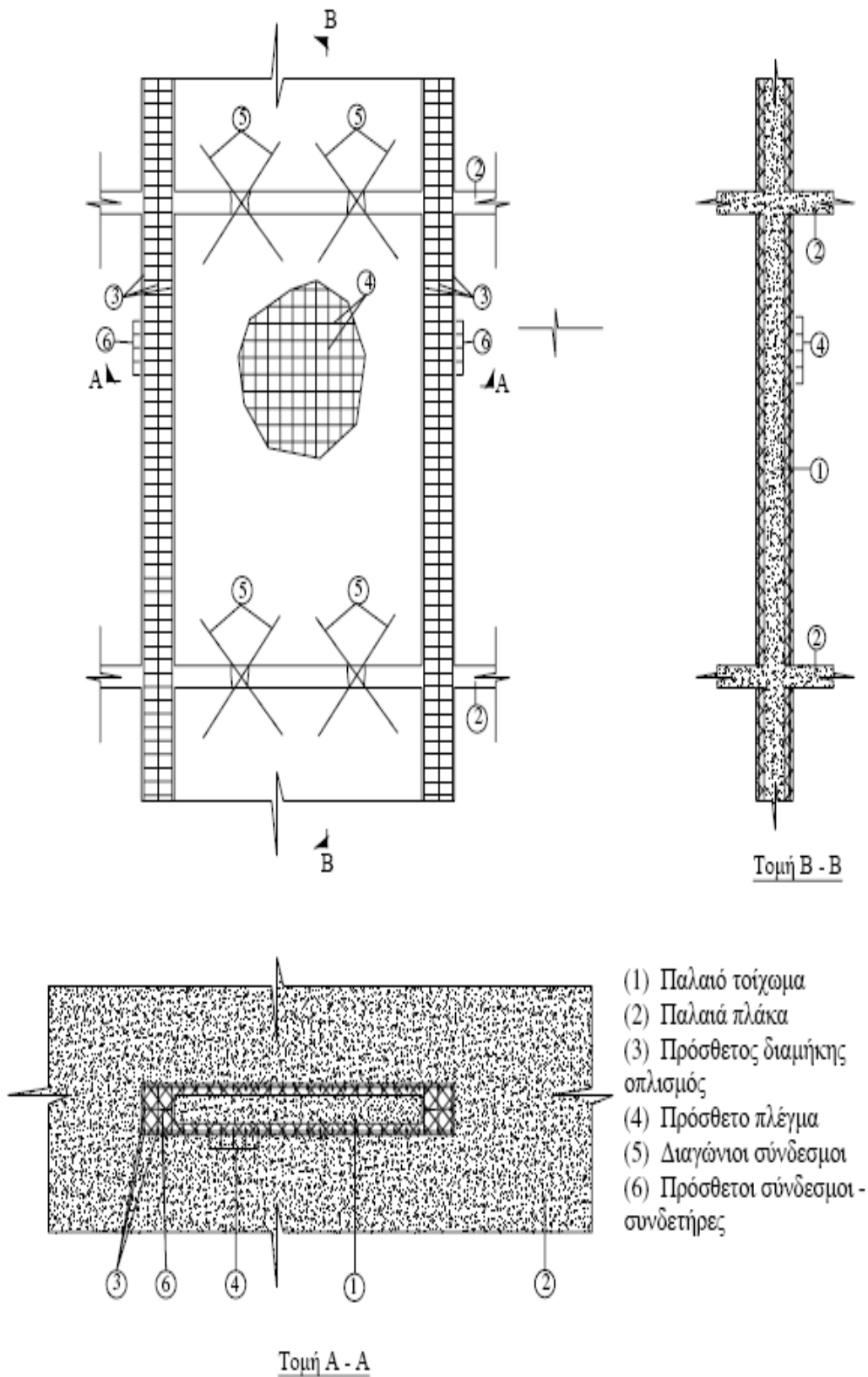
Πάντως προτιμότερη μορφή είναι αυτή που ο μανδύας περιβάλλει το παλαιό τοίχωμα όπως η περίπτωση d στο Σχήμα 5.2.16, γιατί έτσι μπορούν να ικανοποιηθούν οι περισσότερες από τις απαιτήσεις των σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών.

Η γενική διάταξη ενίσχυσης τοιχωμάτων με αυτό τον τρόπο φαίνεται σε μία εφαρμογή στο Σχήμα 5.2.17. Παρατηρείστε ότι για την εξασφάλιση της συνέχειας του τοιχώματος στις στάθμες των ορόφων διανοίγονται οπές στις πλάκες και τοποθετούνται διαγώνιοι σύνδεσμοι.



- (1) Παλιό τοίχωμα
- (2) Νέα επένδυση Ο.Σ.
- (3) Ακραίες ενισχύσεις
- (4) Συγκολλήσεις
- (5) Αγκυρώσεις με εποξειδικές ρητίνες

Σχήμα 5.2.16 Ενίσχυση τοιχομάτων με μανδύες



Σχήμα 5.2.17 Γενική διάταξη ενίσχυσης τοιχώματος με μανδύα

5.2.10 Επισκευή δοκών και πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα

Για τις επισκευές δοκών και πλακών, χρησιμοποιούνται ανάλογα με το βαθμό βλάβης είτε η τεχνική των ενέσεων κόλλας και των επισκευαστικών κονιαμάτων (για ελαφρές βλάβες) είτε η τεχνική της αποκατάστασης ίσης διατομής (για βαριές βλάβες).

Οι διαδικασίες εφαρμογής των παραπάνω τεχνικών έχουν ήδη περιγραφεί για την περίπτωση των υποστυλωμάτων και δεν θα επαναληφθούν

5.2.11 Καπτική ενίσχυση δοκών και πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μέθοδο των πρόσθετων στρώσεων σκυροδέματος

Η τεχνική αυτή, εφαρμόζεται συχνά για ισχυρές ενισχύσεις δοκών ή πλακών στο εφελκόμενο πέλμα. Μερικές φορές επίσης εφαρμόζεται και για ενισχύσεις στο θλιβόμενο πέλμα. Μερικές φορές επίσης εφαρμόζεται και για ενίσχυση στο θλιβόμενο πέλμα.

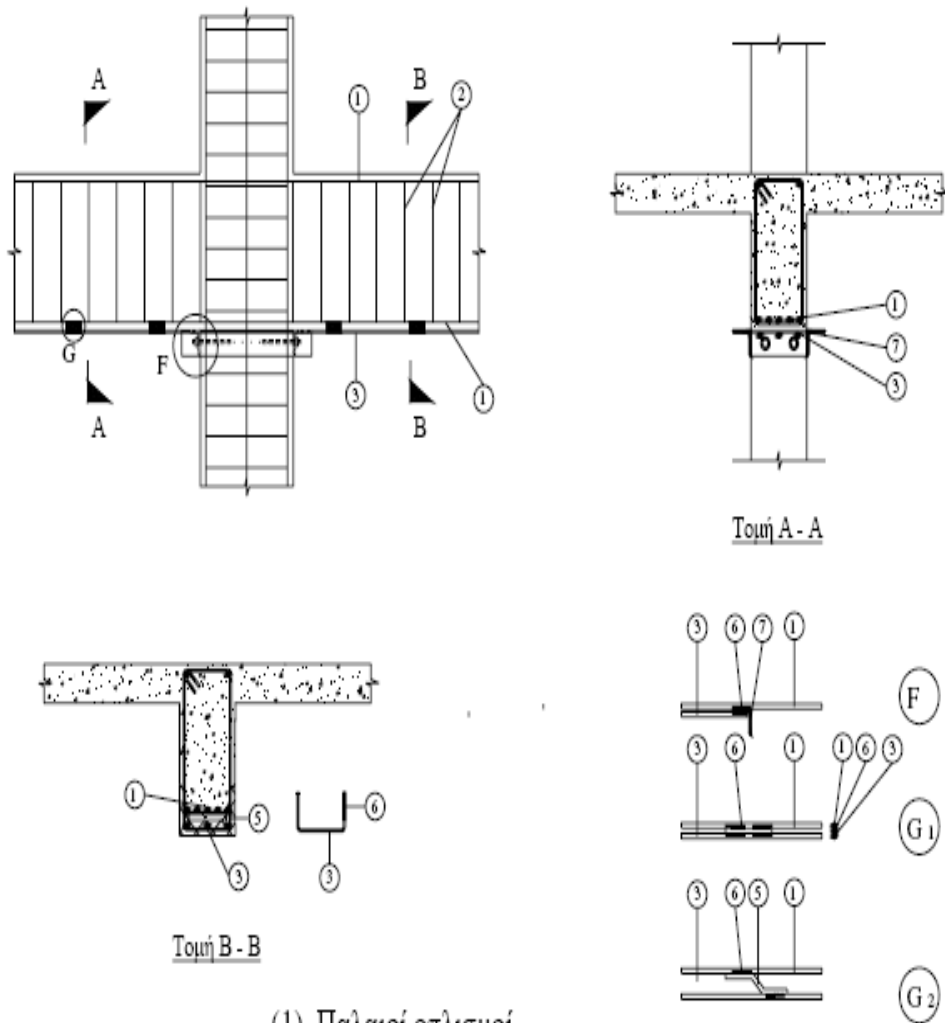
Η ενίσχυση στο εφελκόμενο πέλμα γίνεται με νέους οπλισμούς που καλύπτονται από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, με πάχος συνήθως 50-100 mm, σε όλο το πλάτος της δοκού.

Στις ενισχύσεις στο θλιβόμενο πέλμα, που μπορεί να γίνουν και χωρίς πρόσθετους οπλισμούς, χρησιμοποιείται είτε εκτοξευόμενο είτε έγχυτο σκυρόδεμα.

Η συνεργασία της νέας στρώσης σκυροδέματος με την δοκό γίνεται με χρήση διατμητικών συνδέσμων που συνήθως είναι χαλύβδινα βλήτρα (με ένα ή δύο σκέλη) ή ηλεκτροσυγκολλήσεις νέων και παλαιών ράβδων οπλισμού μέσω παρεμβλημάτων.

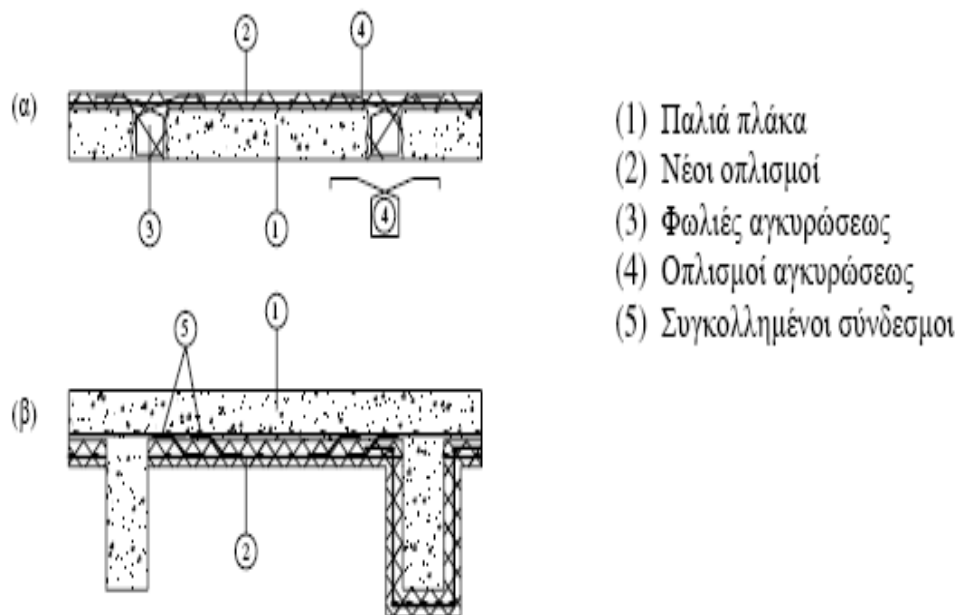
Επισημαίνεται πάντως ότι η χρήση των βλήτρων προτιμάται εν γένει έναντι των ηλεκτροσυγκολλήσεων λόγω των αρνητικών επιδράσεων των τελευταίων στα χαρακτηριστικά του χάλυβα. Εξ' άλλου η επιφάνεια της δοκού, καθ' όλο το μήκος επαφής της με την νέα στρώση σκυροδέματος πρέπει να έχει εκτραχυνθεί επιμελώς με υδροβολή ή χρήση ειδικού μηχανικού εξοπλισμού, για να αποκαλυφθούν τα αδρανή.

Στο Σχήμα 5.2.18 παρουσιάζεται μία εφαρμογή της τεχνικής για ενίσχυση στο κάτω πέλμα μίας δοκού, όπου γίνεται χρήση παρεμβλημάτων. Ανάλογα με το πάχος της νέας στρώσης τα παρεμβλήματα μπορεί να είναι είτε απλές καβίλιες (λεπτομέρεια G1) είτε ράβδοι σε σχήμα Z (λεπτομέρεια G2).

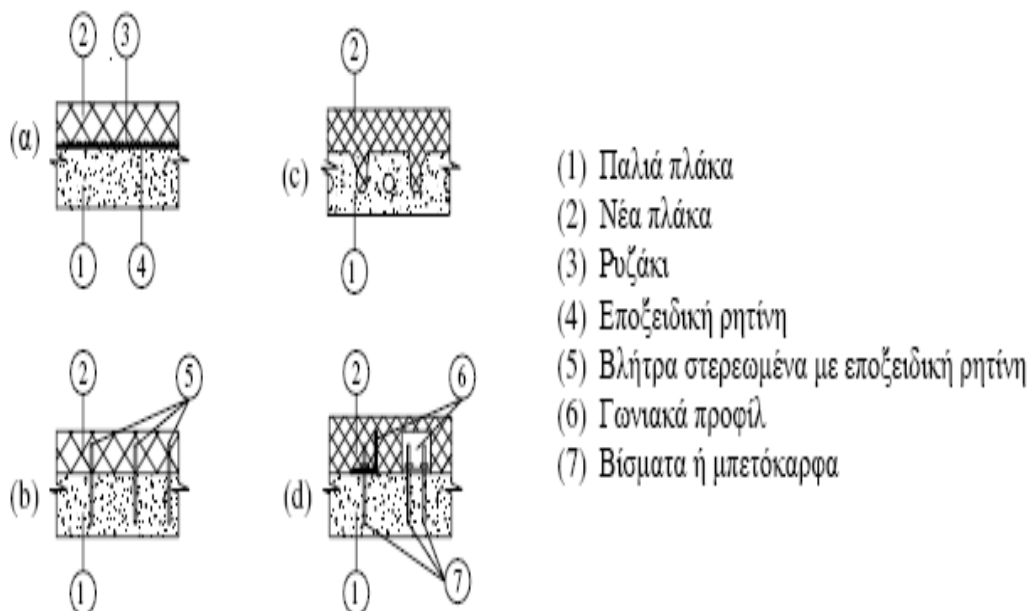


- (1) Παλαιοί οπλισμοί
- (2) Παλαιοί συνδετήρες
- (3) Πρόσθετος διαμήκης οπλισμός
- (4) Πρόσθετοι συνδετήρες
- (5) Παρεμβλήματα (καβίλια ή σχήματος Z)
- (6) Συγκόλληση
- (7) Κολλάρο απο γωνιακά

Σχήμα 5.2.18 Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού



Σχήμα 5.2.19 Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
(α) στο πάνω πέλμα (β) στο κάτω πέλματος δοκού



Σχήμα 5.2.20 Ενίσχυση πλακών με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος. Εναλλακτικοί τρόποι σύνδεσης στην διεπιφάνεια

5.2.12 Καπτική ενίσχυση δοκών και πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα με επικολλητά φύλλα από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή

Διακρίνονται δύο βασικοί έλεγχοι που αφορούν την περιοχή αγκύρωσης στα άκρα των επικολλητών φύλλων. Ο πρώτος στοχεύει στην εξασφάλιση επαρκούς μήκους αγκύρωσης πέραν της περιοχής που απαιτείται καμπτική ενίσχυση. Ο δεύτερος αφορά τον έλεγχο της συγκέντρωσης καμπτικών και διατμητικών τάσεων στην περιοχή των άκρων, λόγω της ύπαρξης πέρατος, δηλαδή λόγω της ασυνέχειας του επικολλητού φύλλου. Συνήθως ελέγχονται οι διατμητικές τάσεις της περιοχής. Όμως επειδή στην πραγματικότητα υπάρχουν συγχρόνως καμπτικές και διατμητικές τάσεις φαίνεται πιο λογικό να πρέπει να ελεγχθεί η αλληλεπίδραση των δύο εντάσεων.

Η χρήση φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή αντί για χαλύβδινα ελάσματα διαφοροποιεί την συμπεριφορά του ενισχυμένου στοιχείου, αφού ο νέος οπλισμός έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον ήδη υπάρχοντα με τον οποίο καλείται, από κοινού, να αναλάβει τις εφελκυστικές δυνάμεις.

Σημειώνεται ότι πρόσφατα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλαστιμότητα, των ενισχυμένων στοιχείων σε όρους καμπυλοτήτων και σε όρους ενέργειας, είναι σε πολλές περιπτώσεις σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των αρχικών στοιχείων. Ως εκ τούτου η παραπάνω τεχνική δεν συνιστάται εν γένει για την ενίσχυση στοιχείων που συμμετέχουν στην ανάληψη σεισμικής έντασης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μετά από ειδική μελέτη που θα εξασφαλίζει ότι η πλαστιμότητα του ενισχυμένου μέλους βρίσκεται εντός των αποδεκτών ορίων σχεδιασμού.

Ενίσχυση με επικολλητά ελάσματα

Η διαστασιολόγηση δομικών στοιχείων ενισχυμένων με επικολλητά ελάσματα γίνεται όπως και στα συμβατικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Στην περίπτωση αυτή συνυπολογίζονται οι “παλαιοί” υπάρχοντες οπλισμοί και οι “νέοι” (υπό μορφήν ελασμάτων) πρόσθετοι, χρησιμοποιώντας ένα μέσο στατικό ύψος.

Η διαδικασία προσδιορισμού του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης, όπως και ο έλεγχος των διατμητικών τάσεων απόσχισης και της αλληλεπίδρασης διατμητικής και καμπτικής έντασης στις περιοχές πέρατος του ελάσματος μπορεί να αναζητηθεί αλλού.

Ενίσχυση με ινοπλισμένα πολυμερή

Η διαδικασία ανάλυσης και διαστασιολόγησης δομικών στοιχείων ενισχυμένων με επικολλητά φύλλα από ινοπλισμένα πολυμερή βασίζεται στις αρχές για τη μελέτη στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω δύο βασικά σημεία :

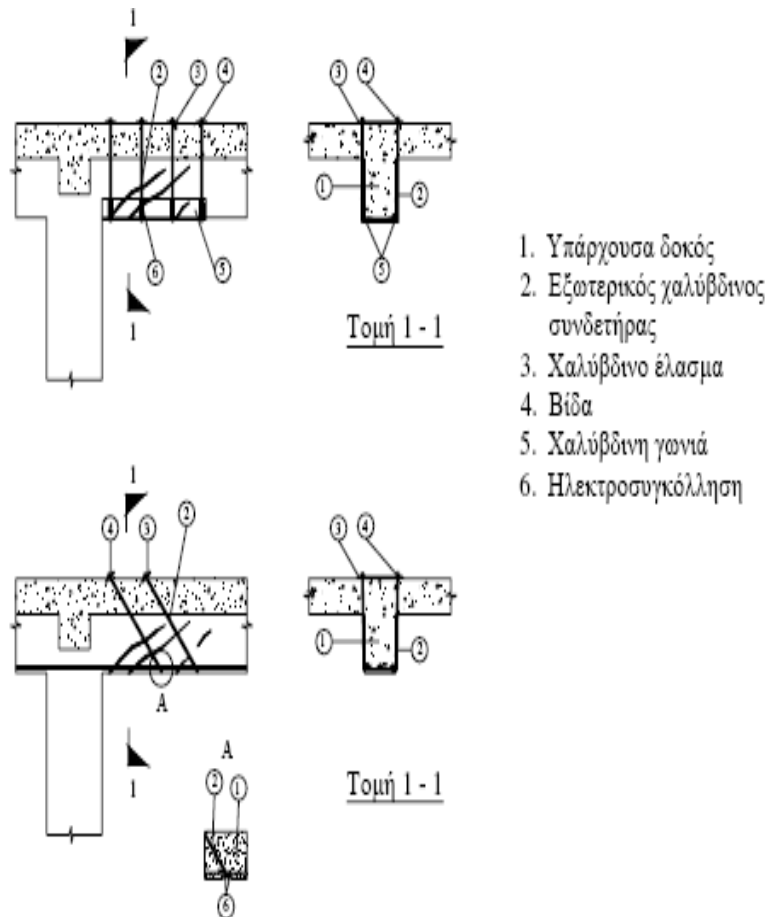
- Στην κατάσταση οριακής φέρουσας ικανότητας ο οπλισμός ενίσχυσης (σύνθετων υλικών) δεν “διαρρέει” όπως ο χάλυβας, αλλά παραμορφώνεται ελαστικά, φθάνοντας σε μεγάλη παραμόρφωση. Η παραμόρφωση αυτή εξαρτάται βασικά από την ικανότητα

του σκυροδέματος (δηλαδή υποστρώματος) να μεταφέρει μέσω διάτμησης τις εφελκυστικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στα σύνθετα υλικά, και είναι, κατά κανόνα, μικρότερη από τη μέγιστη εφελκυστική παραμόρφωση (θραύσης) των σύνθετων υλικών.

- Ο “δεσμός” σύνθετων υλικών-σκυροδέματος μπορεί να αστοχήσει πρόωρα, δηλαδή πριν εξαντληθεί η καμπτική αντοχή του ενισχυμένου στοιχείου. Η διαδικασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο κάμψης, στοιχείων (δοκών ή πλακών) που έχουν ενισχυθεί με σύνθετα υλικά (FRP) στο εφελκυόμενο πέλμα, είναι ίδια με αυτή που χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό (συμβατικών) διατομών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

5.2.13 Διατμητική ενίσχυση δοκών από οπλισμένο σκυρόδεμα με εξωτερικά στοιχεία

Στην πράξη, πολλές φορές, εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές διατμητικής ενίσχυσης δοκών χρησιμοποιώντας είτε μεταλλικά στοιχεία που περισφίγγουν εξωτερικά την δοκό όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2.21 είτε επικολλητά φύλλα από χάλυβα. Σήμερα έχει αρχίσει να επεκτείνεται η χρήση των επικολλητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή. Η τεχνική μπορεί να εφαρμόζεται είτε με επικόλληση των φύλλων στις δύο απέναντι παρειές της δοκού, είτε ακόμη καλύτερα, με την μορφή μανδύων που συνήθως είναι ανοικτής μορφής.



Σχήμα 5.2.21 Διατμητική ενίσχυση με εξωτερικά μεταλλικά στοιχεία

5.2.14 Ενίσχυση δοκών από οπλισμένο σκυρόδεμα με μανδύα

Οι διαδικασίες εφαρμογής της τεχνικής είναι οι ίδιες με την περίπτωση των υποστυλωμάτων και έχουν περιγραφεί πιο πάνω.

5.2.15 Επισκευή κόμβων από οπλισμένο σκυρόδεμα

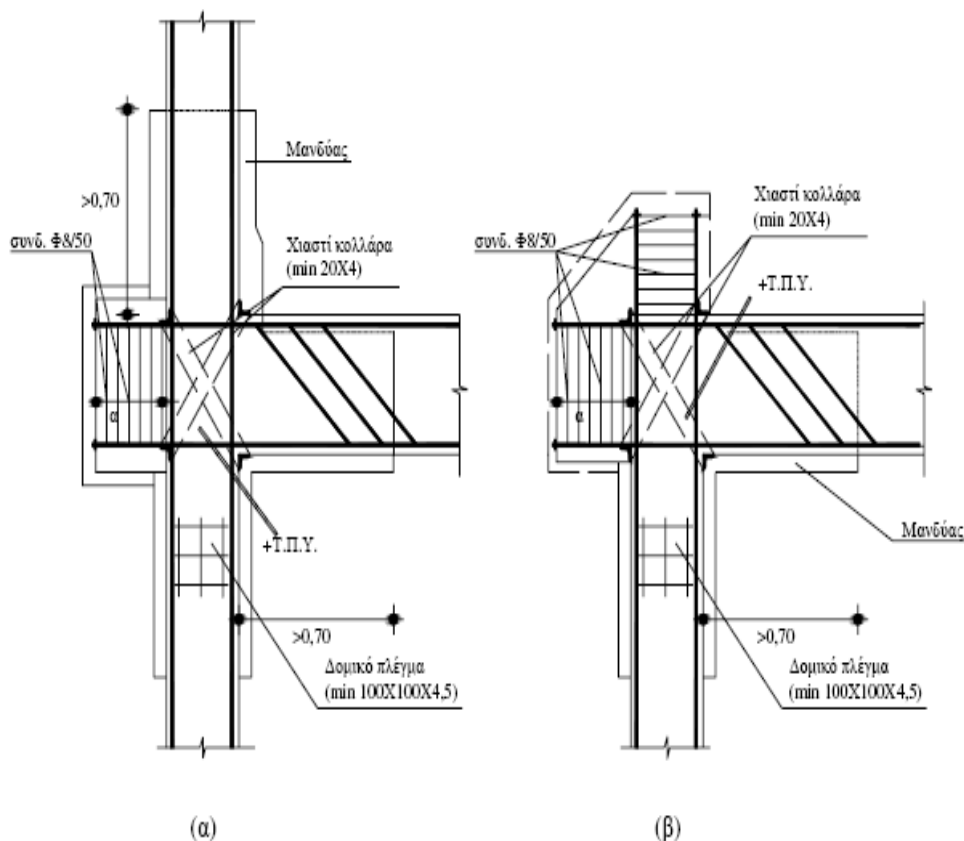
Οι διαδικασίες εφαρμογής της τεχνικής είναι οι ίδιες με την περίπτωση των υποστυλωμάτων και έχουν περιγραφεί πιο πάνω.

5.2.16 Ενίσχυση κόμβων από οπλισμένο σκυρόδεμα

Οι διαδικασίες εφαρμογής της τεχνικής με μανδύα είναι οι ίδιες με την περίπτωση των υποστυλωμάτων και έχουν περιγραφεί πιο πάνω.

Η τεχνική των χιαστί κολλάρων

Ένας άλλος πρακτικός τρόπος ενίσχυσης κόμβων είναι με την χρήση χιαστί κολλάρων. Οι λεπτομέρειες εφαρμογής της τεχνικής φαίνονται στο σχήμα 5.2.22. Τα χιαστί κολλάρια τοποθετούνται και εντείνονται με μηχανικό τρόπο, περισφίγγοντας έτσι την περιοχή του κόμβου. Επίσης τοποθετούνται δύο οριζόντια κολλάρια στις διατομές παρειάς των υποστυλωμάτων τα οποία συγκολλούνται πάνω στα χιαστί κολλάρια, σταθεροποιώντας έτσι το σύστημα περισφίγιξης. Πολλές φορές η όλη περιοχή των κόμβων καλύπτεται με έναν μανδύα από έγχυτο ή κατά προτίμηση εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, οπλισμένο με ένα ελαφρύ ανοξείδωτο πλέγμα. Άλλες φορές η τεχνική συνδυάζεται με την τεχνική του μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Αυτός ο συνδυασμός έχει διερευνηθεί πειραματικά και τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ένα ιδιαίτερο υψηλό βαθμό ενίσχυσης του κόμβου.



Σχήμα 5.2.22 Εφαρμογή χιαστί κολλάρων σε εξωτερικούς κόμβους

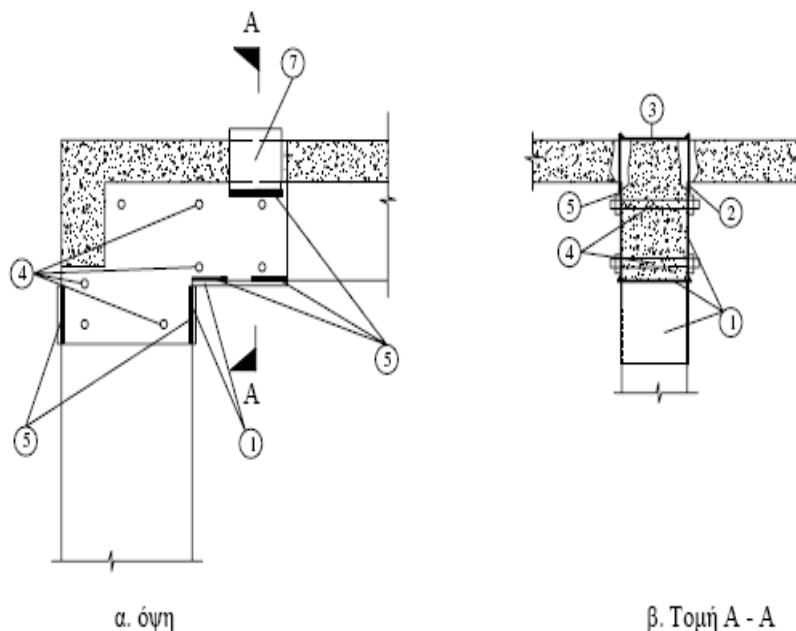
α) Με υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο

β) Χωρίς υποστυλώματα στον ανώτερο όροφο

Η τεχνική των επικολητών φύλλων

Η εφαρμογή της τεχνικής με χαλύβδινα ελάσματα, όπως προτείνεται από το εγχειρίδιο της. Τα ελάσματα προεκτείνονται εκατέρωθεν του κόμβου, στις συντρέχουσες δοκούς και τα υποστυλώματα, σε μήκος τουλάχιστον ίσο με το αντίστοιχο πλάτος του κόμβου. Εξάλλου όπως μπορεί να παρατηρηθεί στο σχήμα, η σύνδεση των ελασμάτων με τον υπάρχοντα φορέα, δεν επαφίεται μόνο στην κόλληση μέσω κόλλας αλλά χρησιμοποιούνται και βίδες ή ντίτζες που συσφίγγουν τα ελάσματα των απέναντι παρειών.

Η εφαρμογή επικολητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP), έχει και πλεονέκτημα της μεγάλης ευκολίας τοποθέτησης των φύλλων στην δύσκολη περιοχή του κόμβου. Τα φύλλα επικολλώνται με κόλλα όχι μόνο στον κόμβο αλλά και στα συντρέχοντα υποστυλώματα και δοκούς, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και για την αντίστοιχη περίπτωση εφαρμογής με χαλύβδινα ελάσματα.



- (1) Μεταλλικά ελάσματα
- (2) Μεταλλικό έλασμα
- (3) Μεταλλική ταινία
- (4) Προεντεταμένοι κοχλίες
- (5) Συγκολλήσεις

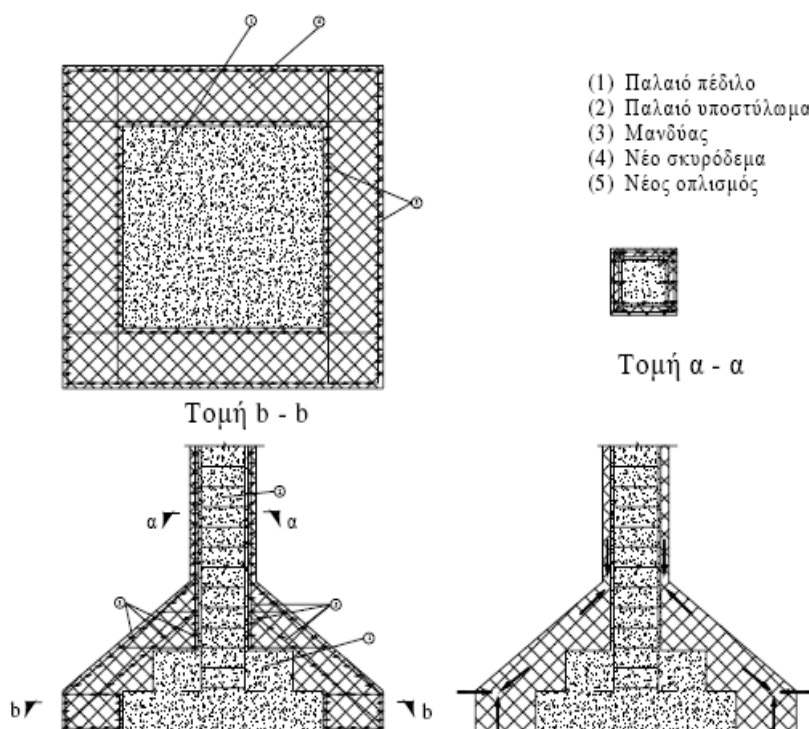
Σχήμα 5.2.23 Ενίσχυση κόμβου με επικολητά ελάσματα

5.2.17 Ενίσχυση στοιχείων θεμελίωσης

Ενίσχυση της βάσης του πεδύλου και του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου (υποστυλώματος ή τοιχώματος) με την τεχνική των μανδύων

Η πρώτη διάταξη (Σχ.5.2.24) προτείνεται στην περίπτωση θεμελίωσης με πέδιλα όταν εκτός από την αύξηση της βάσης του πεδύλου, η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου (υποστυλώματος ή τοιχώματος) με την τεχνική των μανδύων. Όπως φαίνεται στο σχήμα η επέκταση του πεδύλου υλοποιείται στη βάση του πεδύλου με την μορφή ενός περιμετρικού δακτυλίου με κλειστούς συνδετήρες που λόγω του μεγάλου μήκους τους κατασκευάζονται με τμήματα υπερκάλυπτα μένα στα άκρα τους. Με τον τρόπο αυτό παραλαμβάνονται οι δυνάμεις εκτροπής που δημιουργούνται για την μεταφορά των αξονικών δυνάμεων του μανδύα στο έδαφος ή αντιστρόφως των εδαφικών πιέσεων προς τον μανδύα (Σχ. 5.2.24).

Όμως εφόσον εξασφαλιστούν επαρκή μέτρα διατμητικής σύνδεσης (π.χ. βλήτρα) στις διεπιφάνειες παλιού και νέου πεδύλου, η ανάγκη για παραλαβή των δυνάμεων εκτροπής είναι μειωμένη.

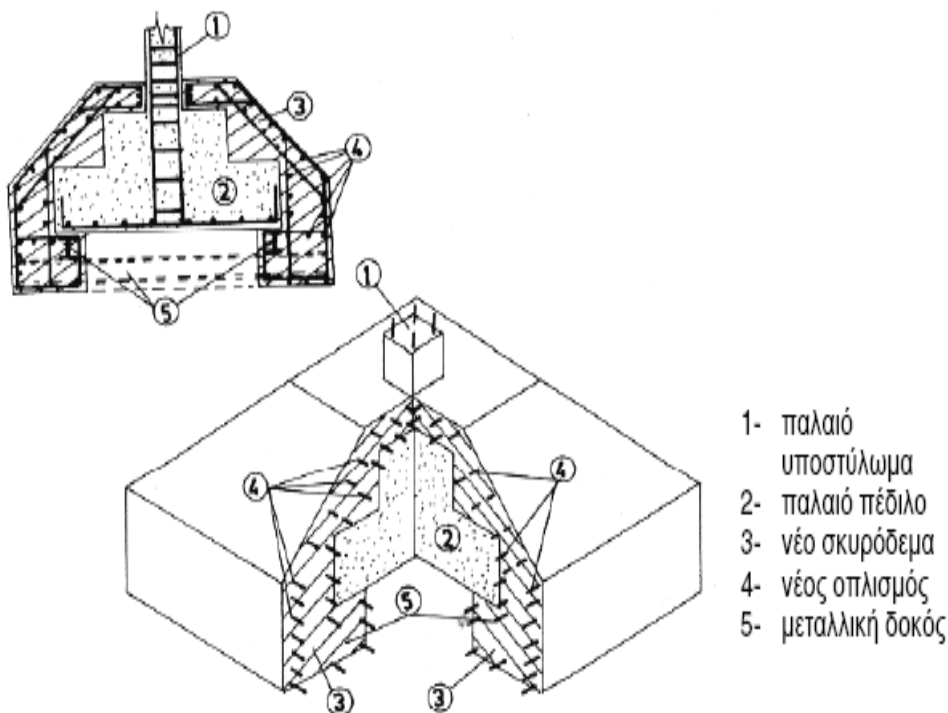


Σχήμα 5.2.24 Ενίσχυση πεδύλων με την τεχνική του μανδύα, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

Ενίσχυση της μόνο της βάσης του πεδίλου με την τεχνική των μανδύων

Η δεύτερη διάταξη (Σχ.5.2.2) προτείνεται στην περίπτωση θεμελίωσης με πέδιλα όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει ενίσχυση με μανδύες του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου. Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί και στην περίπτωση θεμελίωσης με πεδιλοδοκούς, ανεξάρτητα της κατασκευής ή όχι μανδύων στα κατακόρυφα στοιχεία. Όπως φαίνεται στο σχήμα, τώρα το νέο τμήμα του πεδίλου επεκτείνεται και κάτω από το παλαιό πέδιλο /πεδιλοδοκό, έτσι ώστε οι εδαφικές πιέσεις να μεταφερθούν απ' ευθείας στο παλαιό πέδιλο/πεδιλοδοκό. Είναι προφανές ότι η διάταξη αυτή έχει αρκετές δυσκολίες για την εφαρμογή της αφού απαιτείται η περιμετρική εκσκαφή κάτω από το παλαιό πέδιλο και επιπλέον χρειάζεται προσωρινή στήριξη σ' αυτήν την περιοχή με μεταλλικές διατομές I οι οποίες τελικά ενσωματώνονται στο νέο στοιχείο

Συνδυάζοντας τα παραπάνω και εκτιμώντας τις κατασκευαστικές δυσκολίες της δεύτερης διάταξης, θα μπορούσε να προταθεί η χρήση της πρώτης διάταξης για κάθε περίπτωση που απαιτείται αύξηση της επιφανείας βάσης των στοιχείων θεμελίωσης, ανεξάρτητα δηλαδή της μορφής των (πέδιλο ή πεδιλοδοκός) και της ύπαρξης ή όχι μανδύα στα φέροντα κατακόρυφα στοιχεία. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της εδαφικής πίεσης που ασκείται στο νέο στοιχείο θεμελίωσης πρέπει να μεταφερθεί στο παλαιό στοιχείο με διατμητικούς συνδέσμους που κατανέμονται ομοιόμορφα στις διεπιφάνειες παλαιού-νέου σκυροδέματος.



Σχήμα 5.2.25 Ενίσχυση πεδίων όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

6.2 Τεχνικές λεπτομέρειες επισκευής και ενίσχυσης δομικών στοιχείων από φέρουσα τοιχοποιία

6.2.1 Βαθύ αρμολόγημα

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές (συνολικά 60cm περίπου). Σε περίπτωση ύπαρξης πολλών ρωγμών σε ένα τοίχο, συνιστάται η ολική αφαίρεση του επιχρίσματος.

Στάδιο 2: Διεύρυνση των χειλιών της ρωγμής.

Στάδιο 3: Εύσιμο των ρωγμών με συρματόβουρτσα με ιδιαίτερη επιμονή για να αφαιρεθούν τα σαθρά τμήματα του κονιάματος.

Στάδιο 4: Πλύσιμο με νερό υπό πίεση.

Στάδιο 5: Εισαγωγή νέου κονιάματος (με ψιλό μυστρί) όσο γίνεται βαθύτερα μέσα στη ρωγμή.

Στάδιο 6: Εξωτερικό αρμολόγημα και τελικό επίχρισμα. (Εναλλακτικά, πριν το τελικό επίχρισμα, μπορεί να τοποθετηθεί κοτετσόσυρμα που στερεώνεται με φουρκέτες μπηγμένες στο κονίαμα των αρμών των τοίχων).

Υλικά:

Κονιάματα συμβατά με τα υφιστάμενα αλλά μεγαλύτερης αντοχής και χρόνου ζωής (κατά το δυνατό).

Αν τα κονιάματα αυτά δεν είναι εφικτό να παραχθούν, προτείνονται τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής.

6.2.2 Οπλισμένο ή ινοπλισμένο επίχρισμα

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Διαμόρφωση αγκυρώσεων σε ικανοποιητικό βάθος στην επιφάνεια του τοίχου και στο περιμετρικό σύστημα δαπέδου, οροφής και σημείων επαφής με εγκάρσιους τοίχους για την καλή στήριξη του επιχρίσματος.

Στάδιο 2: Δημιουργία εύπλαστου επιχρίσματος με τη χρήση ινών ή εναλλακτικά διάταξη ελαφρού δομικού πλέγματος ή κοτετσόσυρματος καλά τεντωμένου και αγκυρωμένου βαθιά στους αρμούς του τοίχου.

Στάδιο 3: Τοποθέτηση επιχρίσματος σε διαδοχικές φάσεις και διαμόρφωση της τελικής όψης, απαλλαγμένης από ίνες (σε περίπτωση χρήσης ινοπλισμένου επιχρίσματος). Σε κάθε περίπτωση επιβάλλεται συστηματική και προσεκτική συντήρηση με συχνά καταβρέγματα και για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.

Υλικά: Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου απαιτούνται:

- Μεταλλικές αγκυρώσεις
- Ίνες ή μεταλλικό πλέγμα ή κοτετσόσυρμα
- Επιχρίσματα υψηλής αντοχής (πλούσια σε τσιμέντο, με μικρό λόγο νερού προς τσιμέντο και χρήση υπερρευστοποιητή). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 30 mm περίπου.

6.2.3 Συρραφή μεγάλων ρωγμών

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Αν έχουν παρουσιαστεί βλάβες σε πρέκια ή στις γωνίες σύνδεσης των τοίχων θα πρέπει να προηγηθεί η αποκατάσταση αυτών των τμημάτων πριν από οποιαδήποτε εργασία συρραφής ρωγμών στους τοίχους διότι υπάρχει ο κίνδυνος περαιτέρω αστοχιών λόγω της έκτασης των εργασιών συρραφής των ρωγμών.

Στάδιο 2: Αφαίρεση των επιχρισμάτων και αποσαφήνιση της έκτασης των ρωγμών.

Στάδιο 3: Αφαίρεση διαδοχικά λίθων εκατέρωθεν της ρωγμής, διάνοιξη και εκτράχυνση του αυλακιού πλάτους περίπου 15cm. Σε περίπτωση πλινθοδομής, η διάνοιξη του αυλακιού μπορεί να γίνει και με μηχανικά μέσα. Διάνοιξη δευτερευόντων αυλακιών μήκους 40cm, εγκάρσια στις ρωγμές και σε διαστήματα 60cm περίπου.

Στάδιο 4: Καθαρισμός από τη σκόνη και ύγρανση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση 2Φ12 ή 2Φ14 κατά μήκος των ρωγμών.

Στάδιο 6: Τοποθέτηση 2Φ6 σε κάθε εγκάρσιο αυλάκι.

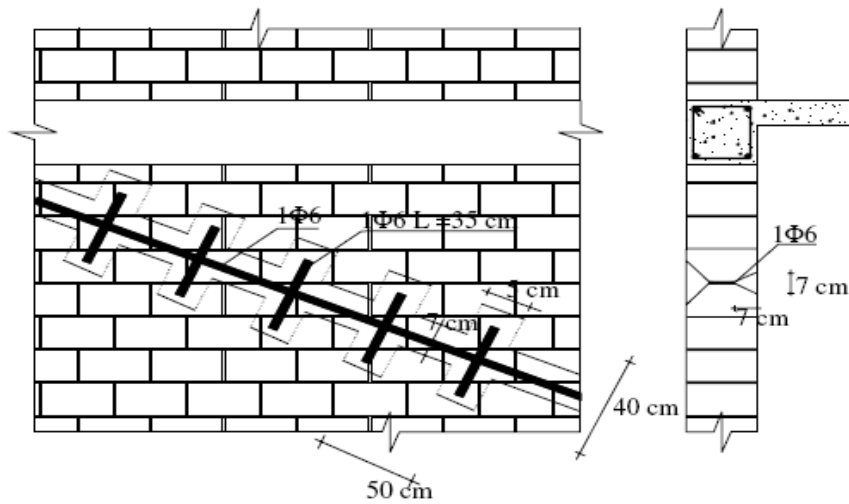
Στάδιο 7: Γέμιση όλων των αυλακιών με σκυρόδεμα υψηλής αντοχής ή χρήση εκτοξευόμενου κονιάματος.

Στάδιο 8: Σε περιπτώσεις διαμετρών ρωγμών, η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στις δύο πλευρές του τοίχου και γίνεται σύνδεση μεταξύ τους με λεπτές ράβδους οπλισμού.

Σημείωση: Σε περίπτωση που οι ραφές πρέπει να εκτείνονται στο ύψος ολόκληρου ορόφου και εάν δεν είναι δυνατή η τοπική μείωση του πάχους του τοίχου, ώστε να ενσωματωθούν σ' αυτόν οι ραφές, είναι δυνατή η κατασκευή (εξεχουσών) νευρώσεων σε κατάλληλες θέσεις (Σχ. 6.2.2). Αυτές οι νευρώσεις πρέπει να διατάσσονται κατά ζεύγη (μέσα-έξω), ενώ απαιτείται καλή εγκάρσια σύνδεση τους. Αυτή η σύνδεση μπορεί να επιτυγχάνεται π.χ. με την αφαίρεση λίθων ή πλινθών ανά αποστάσεις καθ' ύψος, οπότε δημιουργείται διαμετρής οπή η οποία γεμίζει με σκυρόδεμα. Όταν οι τοίχοι είναι λεπτοί, οι ζώνες ραφής μεταπίπτουν σε ενισχυτικά υποστυλώματα και δοκούς, τα οποία μπορεί να είναι πλήρως ενσωματωμένα στον τοίχο ή και να εξέχουν εν μέρει.

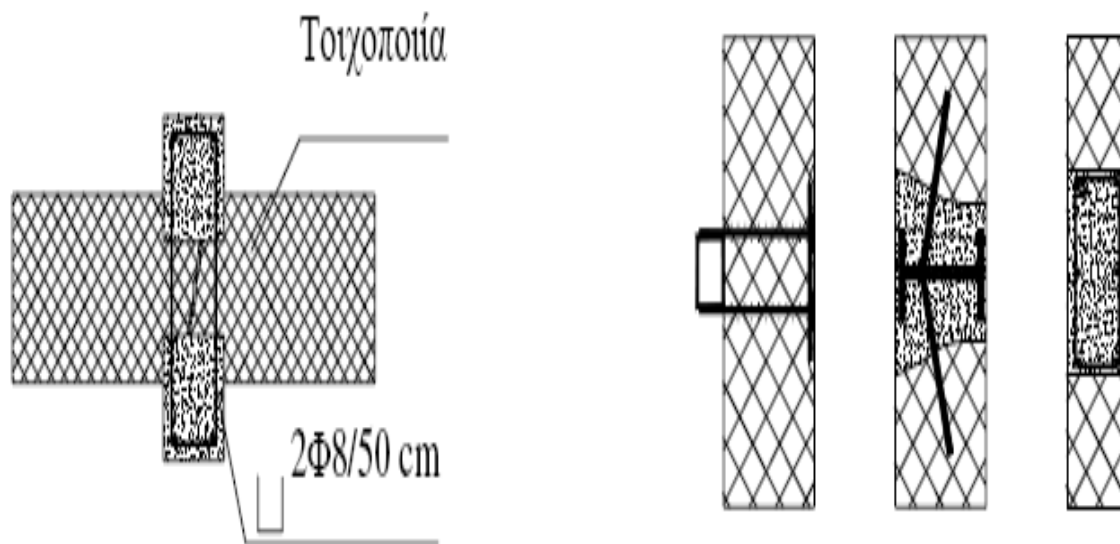
Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Μηχανικά μέσα για διάνοιξη των αυλακιών
- Ράβδοι οπλισμού
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής

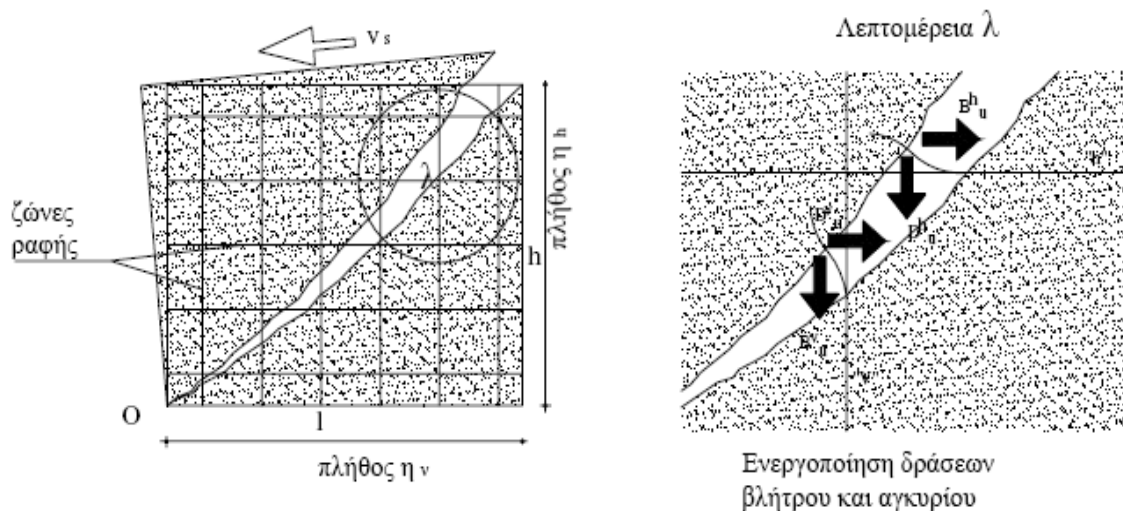


- Επισκευή οπτοπλινθοδομής με λεπτή ζώνη ραφής
- Κατασκευή ευθύγραμμου αυλακιού σχήματος V βάθους 4 έως 6 cm στη μία ή και τις δύο πλευρές του τοίχου κατά μήκος του ρήγματος
 - Γίνονται κλειδιά σε σχήμα V,κάθετα προς το προηγούμενο αυλάκι, μήκους περίπου 40 cm.
 - Καθαρισμός, ύγρανση, τοποθέτηση ράβδων Φ6 μέσα στο αυλάκι και στερέωση με φουρκέτες.
 - Εκτόξευση τσιμεντοκονιάματος 1: 4

Σχήμα 6.2.1 Διαγώνιες ζώνες ραφής



Σχήμα 6.2.2 Εξέχουσες ζώνες ραφής με ενδιάμεσες συνδέσεις ανα αποστάσεις (σχ. αριστερά), ενισχυτικά υποστρώματα ή δοκοί ραφής (σχ. δεξιά)



Σχήμα 6.2.3 Ζώνες ραφής

6.2.4 Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση του υπερκειμένου ορόφου ή της στέγης στην περιοχή καθαίρεσης των λίθων.

Στάδιο 2: Συμπλήρωση της καθαίρεσης μέχρι τη γειτονική υγιή περιοχή.

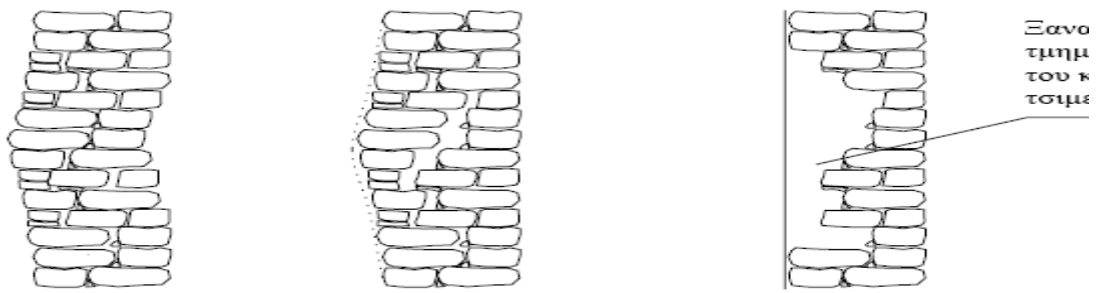
Στάδιο 3: Πλύσιμο και επεξεργασία των επιφανειών.

Στάδιο 4: Ανακατασκευή της τοιχοποιίας με χρήση άφθονου χυτού τσιμεντοκονιάματος και με χρήση νέων λίθων αν οι παλιοί κρίνονται ακατάλληλοι.

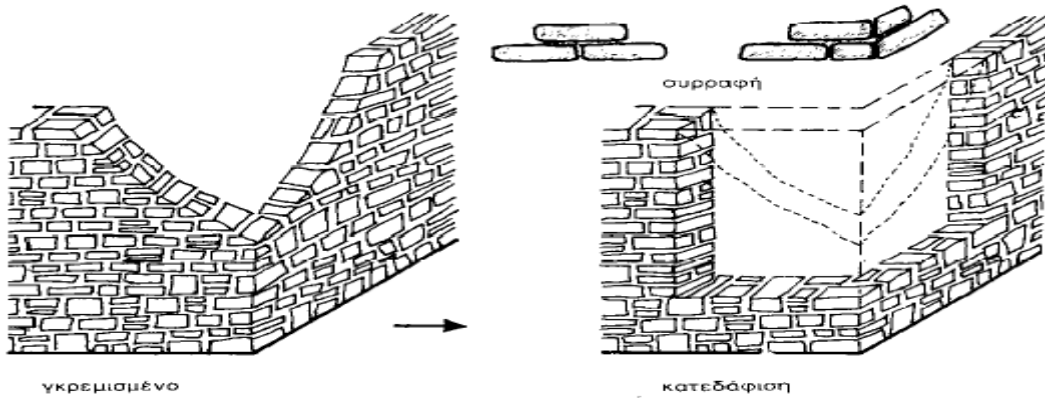
Στάδιο 5: Στην περίπτωση καθαίρεσης και ανακατασκευής του άνω τμήματος γωνίας γίνεται συρραφή στο άνω μέρος (Σχ. 6.2.4). Στην περίπτωση κατάρρευσης του κάτω μέρους γωνίας, είναι καλύτερα να σκυροδετηθεί υποστύλωμα στη γωνία και να συνδεθεί στο πάνω μέρος με το διάζωμα (σχήμα 6.2.5).

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

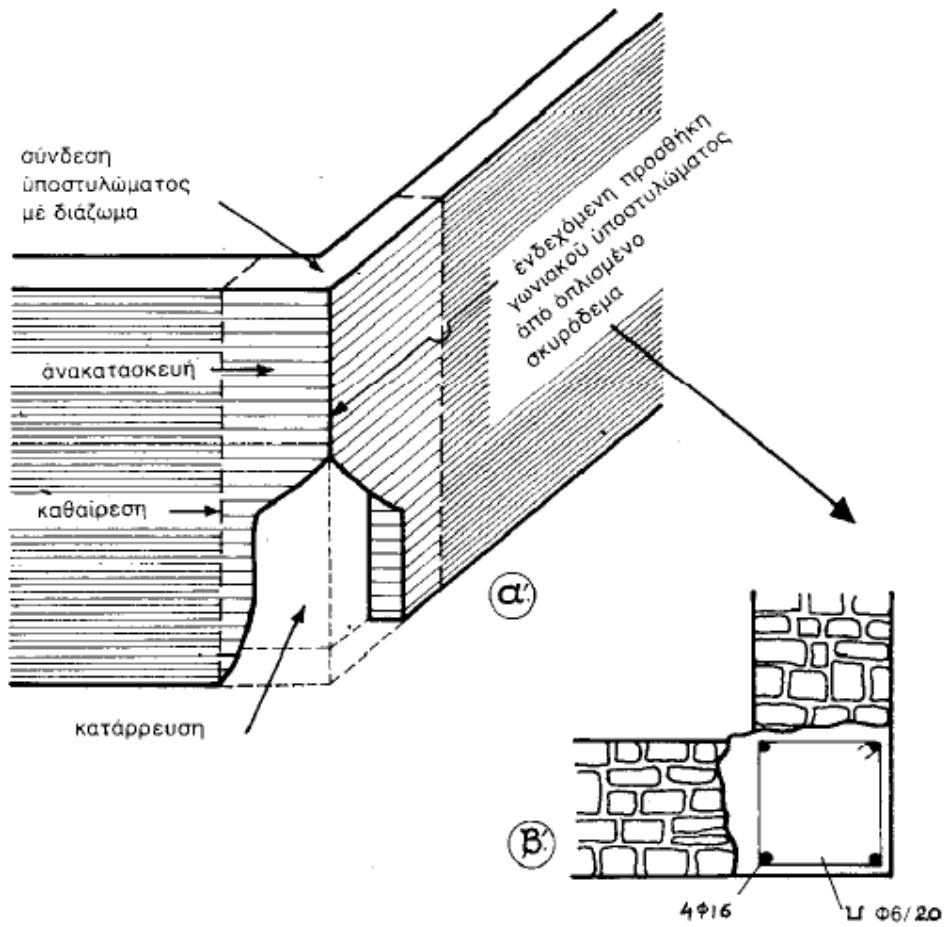
- Εύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης
- Τσιμεντοκονιάματα
- Νέοι λίθοι
- Σκυρόδεμα και σπλισμοί για γωνιακό υποστύλωμα (Σχ. 6.2.5)



Σχήμα 6.5.8 “Καμπούριασμα” τοιχοποιίας [4], [6], [11]



Σχήμα 6.2.4 Κατάρρευση άνω μέρος γωνίας



Σχήμα 6.2.5 Κατάρρευση κάτω μέρος γωνίας

6.2.5 Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

Λιθοσυρραφή

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποσύλωση της στέγης στην περιοχή συμβολής των τοίχων και μερική στήριξη των τοίχων αναλόγως του βαθμού βλάβης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση “συζυγών” πλίνθων ή λίθων “ 1” και “2”(Σχ. 6.2.6) και προσθήκη νέου κοινού στοιχείου “3” κολυμβητά με πλούσιο τσιμεντοκονίαμα (επανάληψη κάθε 70cm περίπου μέσα - έξω).

Στάδιο 3: Συμπλήρωση κενών ανάμεσα στους τοίχους με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα. Πρόσθετα μπορούν να εφαρμοστούν και τα παρακάτω στάδια που αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα της τοιχοποιίας.

Στάδιο 4: Κάλυψη μέσα-έξω με κοτετσόσυρμα και επίχρισμα τσιμεντοκονίας.

Στάδιο 5: Προσθήκη ή επισκευή διαζώματος.

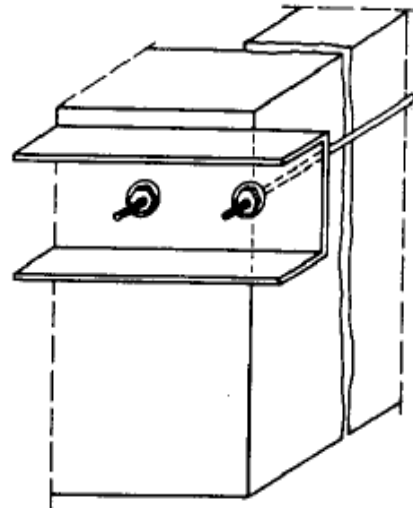
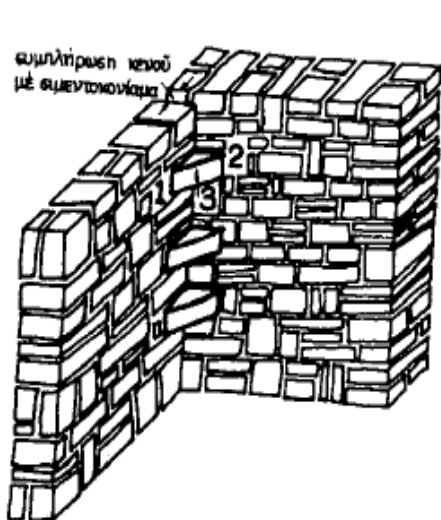
Σημείωση: Εναλλακτικά μπορούν να διαταχθούν χαλύβδινες λάμες που περιβάλλονται από ισχυρό τσιμεντοκονίαμα, τοποθετούμενες ανάμεσα σε δύο στρώσεις πλίνθων. Οι λάμες αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ως οπλισμός σύνδεσης γωνίας χωρίς ωστόσο να μπορούν να επαναφέρουν τους τοίχους στην αρχική τους θέση (Σχ. 6.2.7). Η μέθοδος αυτή είναι δύσκολο να εφαρμοστεί σε αργολιθοδομές στις οποίες δεν υπάρχουν σαφείς οριζόντιοι αρμοί κονιάματος. Στην περίπτωση αυτή οι λάμες μπορεί να αντικαθίστανται με ράβδους, μετά από τυφλή διάτρηση των λίθων. Η αγκύρωση των ράβδων γίνεται με τσιμεντένεμα ή κόλλα.

Υλικά:

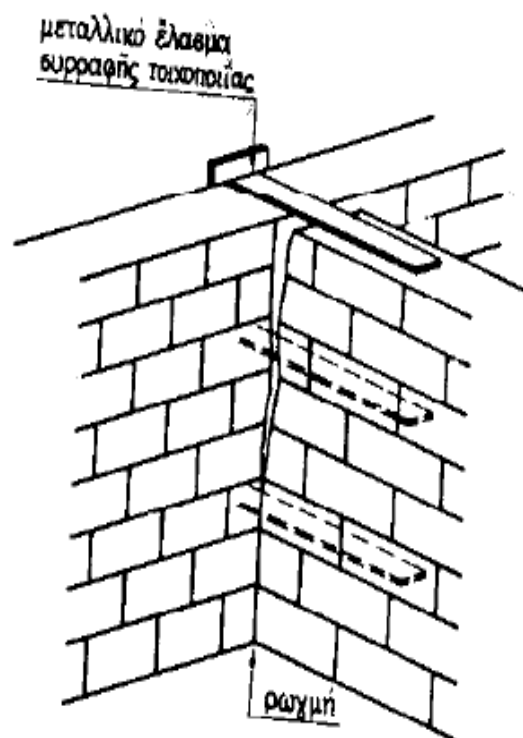
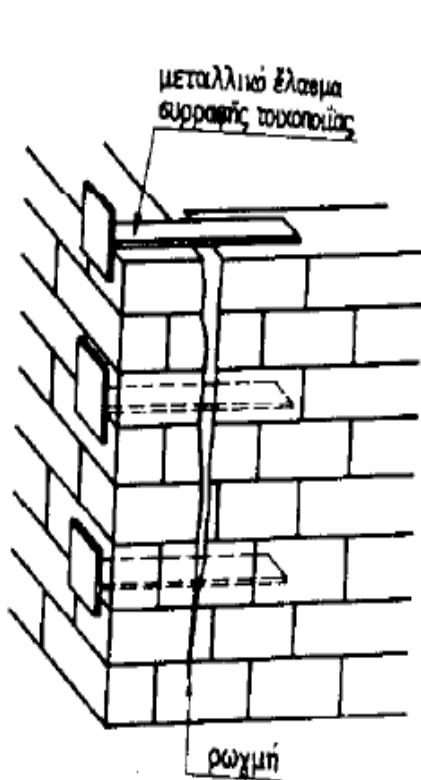
- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης
- Τσιμεντοκονιάματα
- Νέοι λίθοι μεγάλων διαστάσεων για τη συνένωση των δύο τοίχων

Προσθήκη ελκυστήρων

Προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η επαρκής αντοχής της τοιχοποιίας στη θέση προσαρμογής των ελκυστήρων. Στη θέση αυτή προσάγονται οι δυνάμεις προέντασης, με επακόλουθο την ανάπτυξη υψηλών τοπικών τάσεων στην τοιχοποιία, για την οποία θα πρέπει να εξασφαλίζεται εκ των προτέρων επαρκής αντοχή και διάταξη διανομής των τάσεων αυτών σε μεγάλη επιφάνεια. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου αποτελεί επέμβαση “υψηλής τεχνολογικής στάθμης”. Για το λόγο αυτό η περιγραφή της μεθόδου γίνεται στο επόμενο.



Σχήμα 6.2.6 Λιθοσυρραφή στη γωνία (σχ.αριστερά), διάταξη ελκυστήρων για την σύνδεση αποκολλημένων τοίχων (σχ. δεξιά)



Σχήμα 6.2.7 Τοποθέτηση χαλύβδινων λαμών στις γωνιές

6.2.6 Επισκευή ή κατασκευή διαζωμάτων

Τύπος 1

Για την κατασκευή αυτού του τύπου διαζώματος απαραίτητως θα πρέπει να υπάρχει συνεχής κενός διαθέσιμος χώρος μεταξύ της στέγης του τοίχου και του αμείβοντα της στέγης (σχήμα 6.2.8).

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης της στέγης στη θέση κατασκευής του διαζώματος.

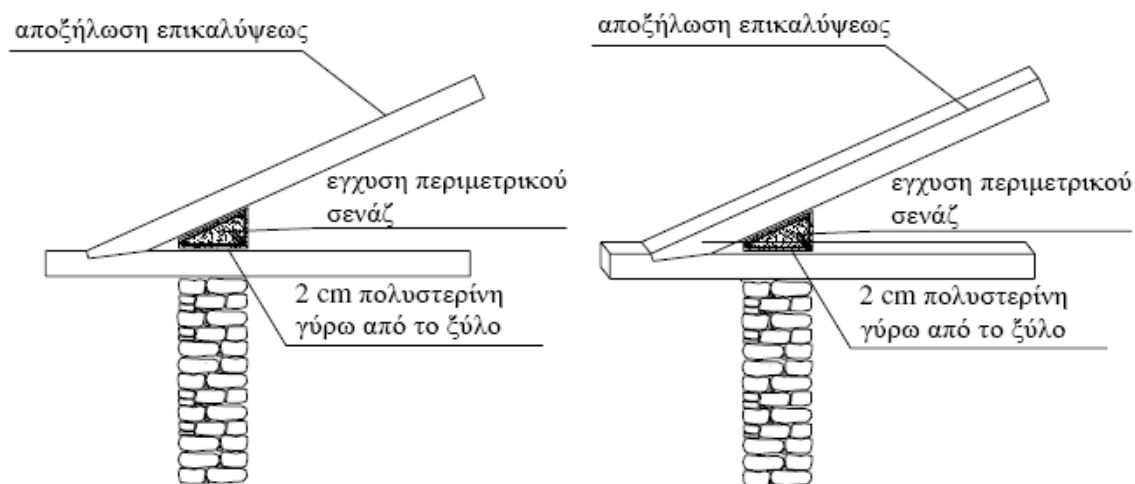
Στάδιο 3: Διάνοξη οπών στο πάνω μέρος του τοίχου και εμφύτευση οπλισμών για την καλύτερη αγκύρωση - σύνδεση του διαζώματος με τον τοίχο.

Στάδιο 4: Προστασία των πελμάτων των ζευκτών με διογκωμένη πολυστερίνη (πάχους 2cm) για προστασία από την υγρασία.

Στάδιο 5: Κατασκευή του καλουπιού του διαζώματος, τοποθέτηση οπλισμών (min 4Φ16 και Φ6/20) και χύτευση σκυροδέματος

Στάδιο 6: Αφαίρεση καλουπιού και πολυστερίνης επικάλυψης των πελμάτων για κυκλοφορία του αέρα και απομάκρυνση υγρασίας.

Στάδιο 7: Επαναφορά της στέγης στην αρχική της κατάσταση.



Σχήμα 6.2.8 Τύπος 1 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

Τύπος 2

Για την κατασκευή αυτού του τύπου διαζώματος απαραίτητως θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ανάσυρσης ή υποσύλωσης της στέγης (σχήμα 6.2.9). Επιπλέον, σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εξετασθεί αν η κατασκευή του διαζώματος θα γίνει και στους εσωτερικούς τοίχους. Επίσης θα πρέπει να εξετασθεί αν λόγω της κατασκευής του διαζώματος επιτρέπεται η ανύψωση της στέγης (παράλληλη μετάθεση καθ' ύψος), πάνω από τη στάθμη της στέγης του διαζώματος, ή αν θα διατηρηθεί το αρχικό ύψος της κατασκευής σταθερό. Στην περίπτωση διατήρησης του αρχικού ύψους της κατασκευής, θα πρέπει να αφαιρεθούν λίθοι από το πάνω μέρος των τοίχων σε ύψος ίσο με το ύψος του διαζώματος. Παρόμοια ενέργεια θα πρέπει να γίνει και στην περίπτωση που η κατασκευή του διαζώματος θα γίνει μόνο στους εξωτερικούς τοίχους έτσι ώστε να παραμείνει αναλλοίωτη η γεωμετρία της στέγης.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποσύλωση της στέγης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση τμήματος της επικάλυψης της στέγης στη θέση κατασκευής του διαζώματος.

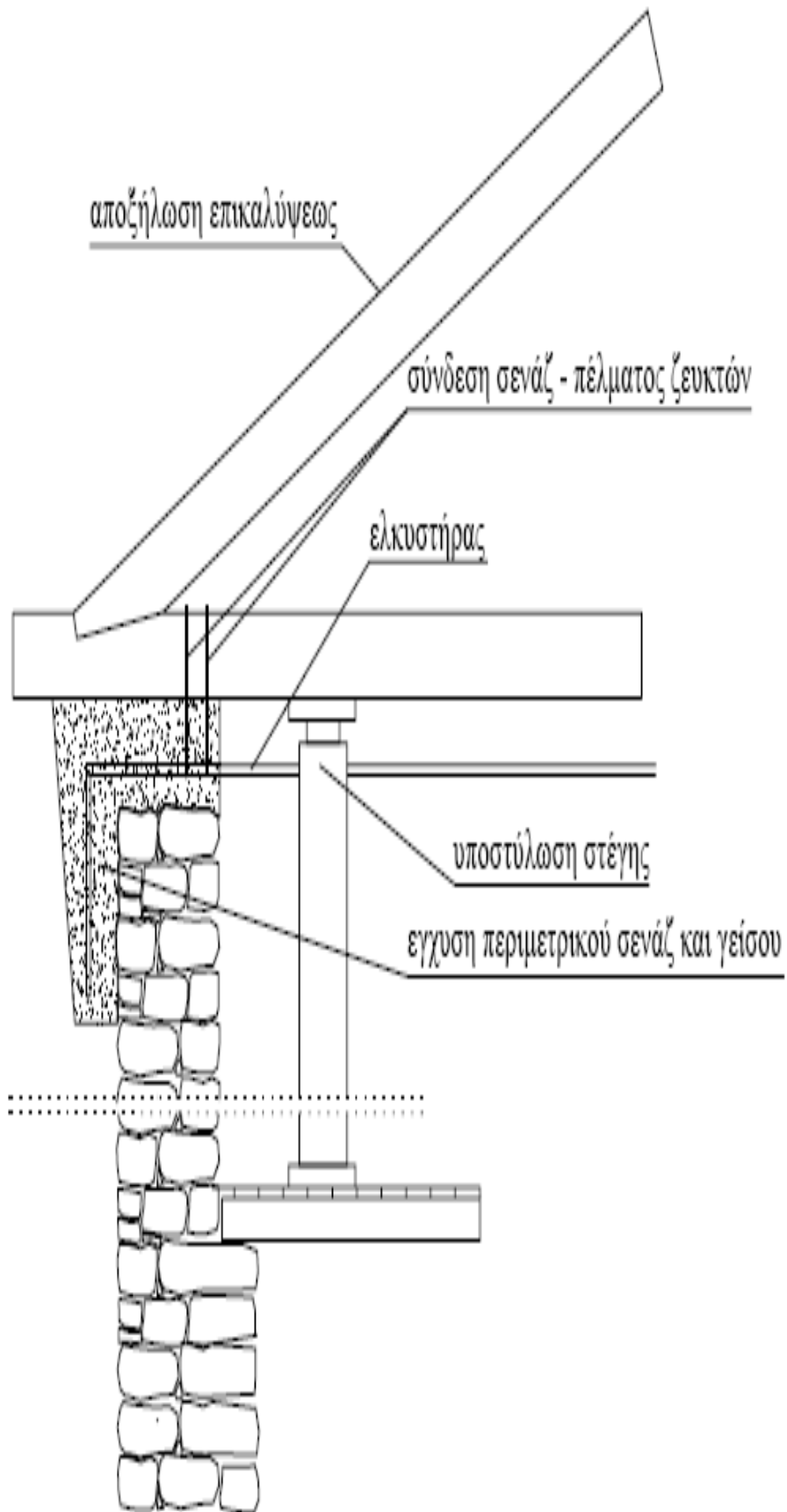
Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών στο πάνω μέρος του τοίχου και εμφύτευση οπλισμών για την καλύτερη αγκύρωση - σύνδεση του διαζώματος με τον τοίχο.

Στάδιο 4: Προστασία των πελμάτων των ζευκτών με ειδικά μονωτικά υλικά κυρίως από τη συγκέντρωση υγρασίας.

Στάδιο 5: Κατασκευή του καλουπιού του διαζώματος. Στην περίπτωση αυτή είναι επιθυμητή η κατασκευή γείσου που κρεμάει προς τα κάτω και περιβάλλει τμήμα της παρειάς όψεως σε ύψος 15 - 20cm. Τοποθέτηση οπλισμών (min 4Φ16 και Φ6/20) και χύτευση σκυροδέματος.

Στάδιο 6: Αφαίρεση καλουπιού και πολυστερίνης επικάλυψης των πελμάτων για κυκλοφορία του αέρα και απομάκρυνση υγρασίας.

Στάδιο 7: Επαναφορά της στέγης στην αρχική της κατάσταση



Σχήμα 6.2.9 Τύπος 2 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιί

Τύπος 3

Ο τύπος αυτού του διαζώματος κατασκευάζεται στην περίπτωση που είναι αδύνατη ή ασύμφορη η κατασκευή των δύο προηγούμενων τύπων. Ουσιαστικά συνίσταται στη μερική υποστύλωση της στέγης και την τμηματική κατασκευή του διαζώματος (σχήμα 6.5.16).

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Επιλογή της σειράς των θέσεων στις οποίες θα γίνεται τμηματική επέμβαση ώστε να αποφευχθούν καταστάσεις αστάθειας είτε των τοίχων είτε των θέσεων έδρασης της στέγης.

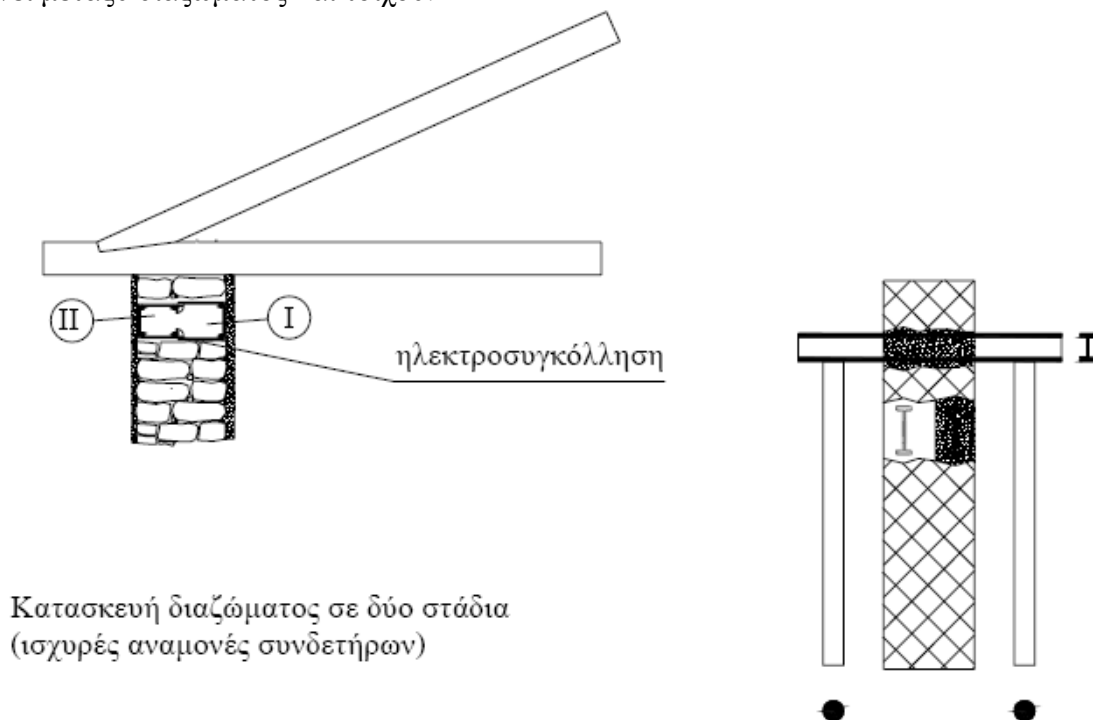
Στάδιο 2: Υποστύλωση της στέγης και των τοίχων, αν επιβάλλεται, στις θέσεις επέμβασης.

Στάδιο 3: Διάνοιξη αυλακιού στην μια πλευρά του τοίχου και σε πάχος ίσο με το μισό περίπου του πάχους τους τοίχου.

Στάδιο 4: Εναλλακτικά, η κατασκευή του διαζώματος μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση είτε μεταλλικού διπλού ταν είτε με οπλισμένο σκυρόδεμα (Σχ. 6.5.16). Και στις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να αφήνονται ισχυρές αναμονές για τη σύνδεση του ενός τμήματος του διαζώματος με το υπόλοιπο μισό.

Στάδιο 5: Κατασκευή του υπόλοιπου μισού διαζώματος.

Στάδιο 6: Τοποθέτηση ισχυρής τσιμεντοκονίας για συμπλήρωση των κενών που τυχόν έχουν μείνει μεταξύ διαζώματος και τοίχου.



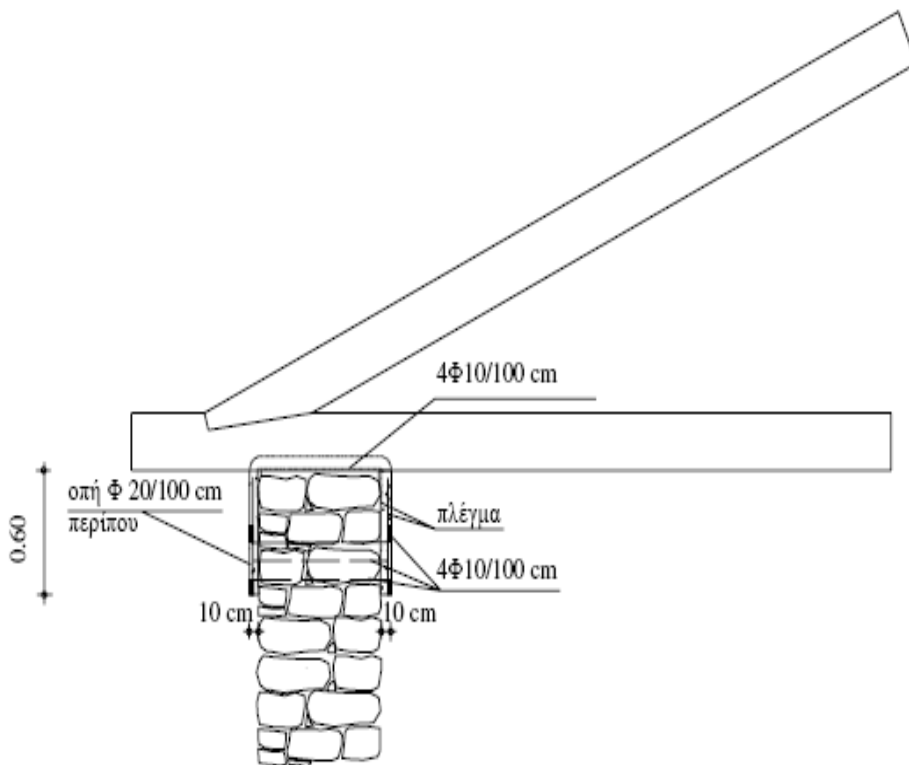
Σχήμα 6.2.10 Τύπος 3 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

Τύπος 4

Ο τύπος αυτού του διαζώματος (σχήμα 6.2.11) κατασκευάζεται στην περίπτωση που είναι αδύνατη η κατασκευή των προηγούμενων τύπων, δηλαδή είτε είναι αδύνατη η ανάσχυση της στέγης είτε δεν υπάρχει επαρκής συνεχής χώρος μεταξύ της στέγης και του άνω τμήματος του τοίχου είτε καθίσταται ιδιαίτερα επικίνδυνη η διάνοιξη αυλακιού στο πάνω μέρος του τοίχου. Επιπλέον, η επιλογή αυτού του τύπου διαζώματος κρίνεται και από οικονομικές παραμέτρους ακόμα και στην περίπτωση δυνατότητας εφαρμογής των προηγούμενων λύσεων. Ο τύπος αυτού του διαζώματος ουσιαστικά συνίσταται στην επικάλυψη του άνω τμήματος του τοίχου, τόσο στις δύο πλευρές όσο και στην άνω παρειά, με οπλισμένο σκυρόδεμα. Επιπλέον, ο τύπος αυτός μπορεί να εφαρμοστεί και σε χαμηλότερες στάθμες, όπως στο ύψος των υπερθύρων ή στις ποδιές των παραθύρων.

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης και των τοίχων σε περίπτωση αφαίρεσης λίθων
- Μεταλλικές δοκοί σε περίπτωση δημιουργίας διαζωμάτων με τέτοιες δοκούς
- Οι απαραίτητοι οπλισμοί και καλούπια
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής
- Τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής



Σχήμα 6.2.11 Τύπος 4 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

6.2.7 Επισκευή ή κατασκευή υπερθύρων (πρέκια)

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποστύλωση της στέγης.

Στάδιο 2: Αφαίρεση του τμήματος του τοίχου πάνω από το υπέρθυρο αν παρουσιάζει εκτενείς βλάβες. Εναλλακτικά, και σε περίπτωση μη εκτενών βλαβών, μπορεί να γίνει κατάλληλη υποστήριξη και τμηματική κατασκευή ή επισκευή του πρεκιού.

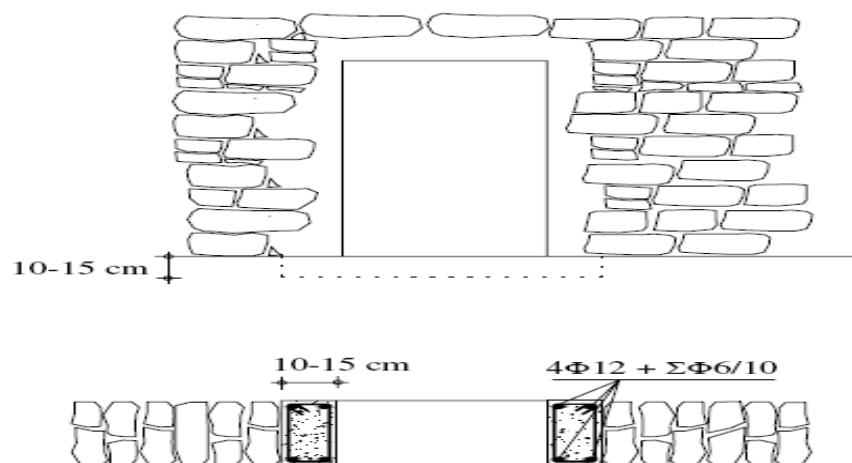
Στάδιο 3: Κατασκευή του πρεκιού (καλούπωμα, τοποθέτηση οπλισμών, διαμήκεις min 4Φ12, και συνδετήρες Φ6/15, χύτευση σκυροδέματος), αφήνοντας ενδεχομένως αναμονές για τη σύνδεση του με άλλα στοιχεία ενίσχυσης της τοιχοποιίας, όπως π.χ. μανδύες κ.λ.π. Συμπλήρωση κενών μεταξύ πρεκιού και τοιχοποιίας με ισχυρή τσιμεντοκονία.

Στάδιο 4: Ανακατασκευή τοιχοποιίας.

Στάδιο 5: Εναλλακτικά, σε περίπτωση ύπαρξης εκτενών βλαβών σε ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα), μπορούν να κατασκευαστούν τοπικά πλαίσια ενίσχυσης των τοίχων. Στην περίπτωση πόρτας σε ισόγειο, το πλαίσιο αυτό καταλαμβάνει και τμήμα κάτω από το δάπεδο (Σχ. 6.2.12).

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης και των τοίχων σε περίπτωση αφαίρεσης λίθων
- Οι απαραίτητοι οπλισμοί και καλούπια
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής
- Τσιμεντοκονιάματα υψηλής αντοχής



Σχήμα 6.2.12 Πλαίσιο ενίσχυσης κουφωμάτων

6.2.8 Ενίσχυση τοιχοποιίας με μανδύες

Διακρίνονται τρεις τύποι μανδύα :

- **Ελαφρά οπλισμένοι μανδύες** (όπλιση με ελαφρό πλέγμα, κατασκευή μανδύα με διαδοχικές επιχρίσεις τσιμεντοκονιάματος κατά προτίμηση με εκτόξευση, συνολικού πάχους 3-5cm) (Σχ. 6.5.19).
- **Μονόπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, κατασκευή πέδιλου στη βάση του μανδύα, ελάχιστο πάχος μανδύα 10cm, χρήση εκτοξευόμενου σε αλληπάλληλες στρώσεις ή επιτόπου χυτού σκυροδέματος) (Σχ. 6.5.20).
- **Αμφίπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, ελάχιστο πάχος μανδύα 5cm, χρήση εκτοξευόμενου τσιμεντοκονιάματος (400Kg/m³) ανά στρώσεις, σύνδεση δύο πλευρών μανδύα ανά 4m² τοίχου με δοκαράκια 20X20cm που φέρουν οπλισμούς 4Φ8 και συνδετήρες Φ6/10) (Σχ. 6.2.14).

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση όλων των επιχρισμάτων.

Στάδιο 2: Αφαίρεση του κονιάματος σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο βάθος, άνοιγμα φωλιών για αγκύρωση του μανδύα.

Στάδιο 3: Διαμόρφωση αυλακιών ή οπών για σύνδεση του μανδύα με άλλα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (π.χ. θεμελίωση, συνέχεια στον άνω όροφο (Σχ. 6.2.16), πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα κ.λ.π.).

Στάδιο 4: Πλύσιμο με νερό υπό πίεση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση οπλισμού και αγκύρωσή του μέσα στην τοιχοποιία.

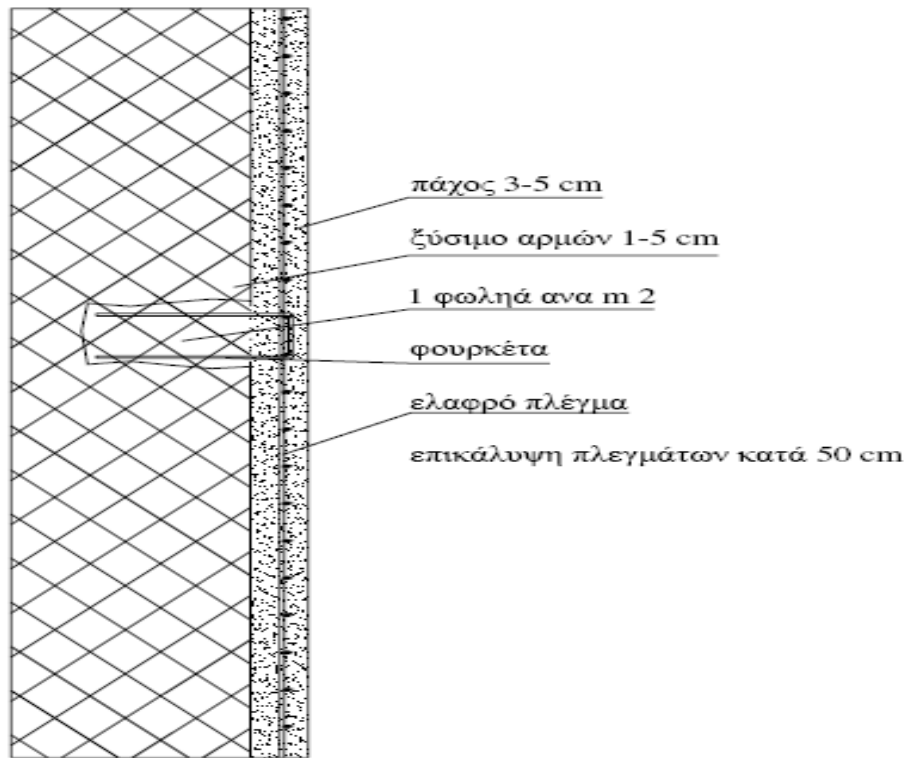
Στάδιο 6: Εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος ανά στρώσεις ή χυτού σκυροδέματος.

Στάδιο 7: Διαμόρφωση τελικής όψης μανδύα.

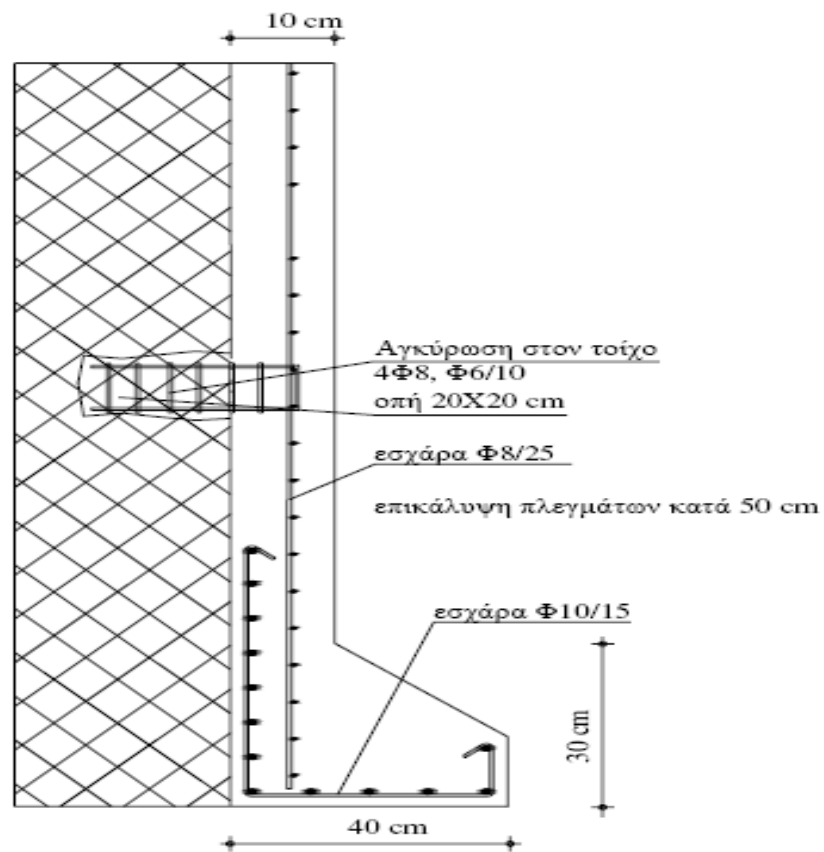
Σημείωση: Στις περιπτώσεις τοίχων μεγάλου μήκους διαμορφώνονται τοπικές ενισχύσεις (Σχ. 6.2.17).

Υλικά:

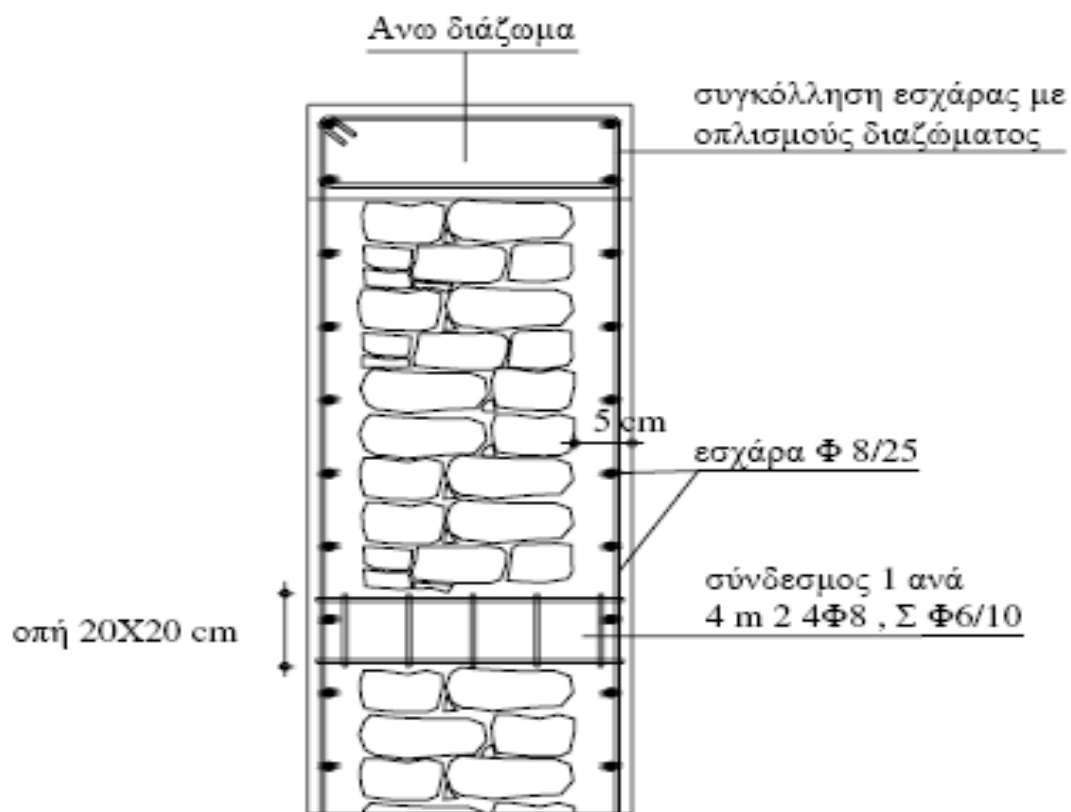
- Σχετικός εξοπλισμός για καθαίρεση επιχρισμάτων
- Τρυπάνι για διάνοιξη φωλιών
- Πλέγματα
- Αναμικτήρας και αντλία εκτόξευσης σκυροδέματος



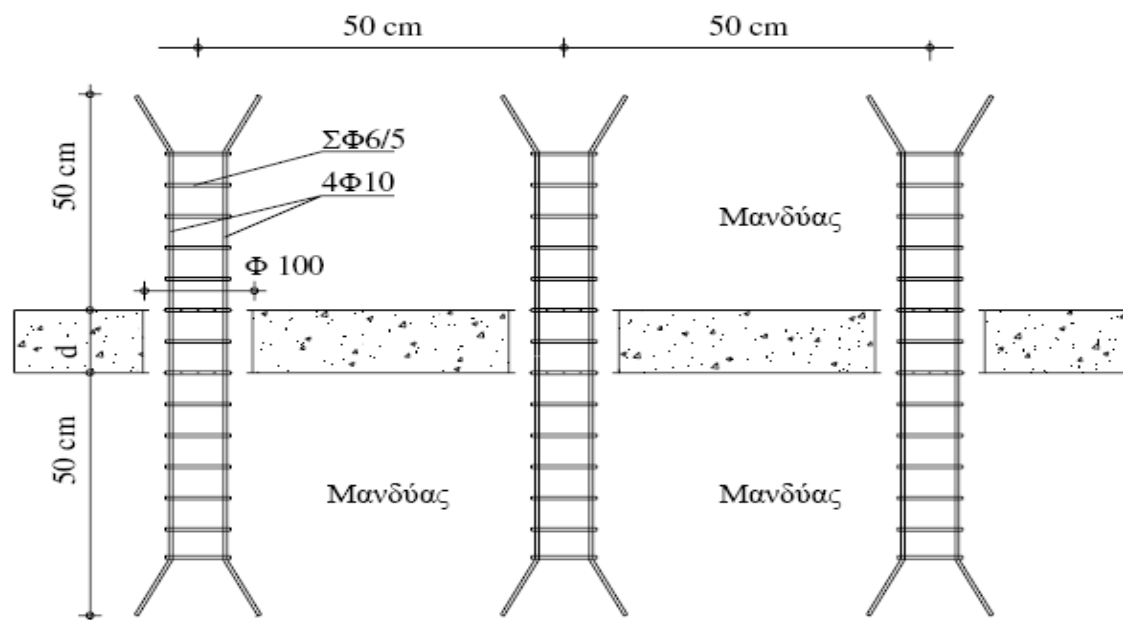
Σχήμα 6.2.13 Ελαφρά οπλισμένος μανδύας



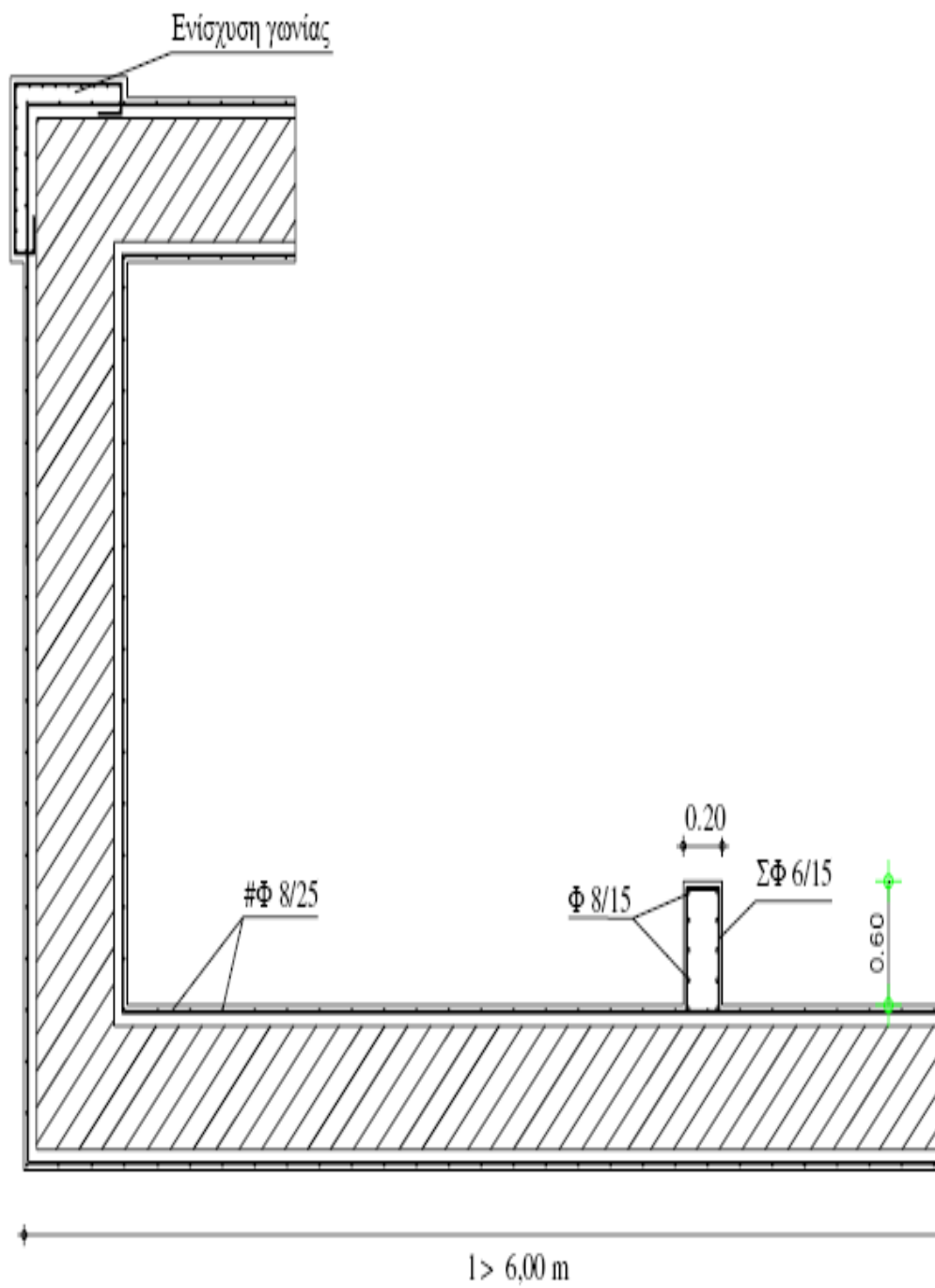
Σχήμα 6.2.14 Μονόπλευρος μανδύας



Σχήμα 6.2.15 Αμφίπλευρος μανδύας



Σχήμα 6.2.16 Συνέχεια μανδύα από όροφο σε όροφο



Σχήμα 6.2.17 Τοπικές ενισχύσεις μανδύα στην περίπτωση τοίχων μεγάλου μήκους

6.2.9 Ενέσεις σε ρωγμές

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές.

Στάδιο 2: Διεύρυνση της ρωγμής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας (Σχ. 6.2.18).

Στάδιο 3: Διάνοιξη οπών κατά το πάχος του τοίχου, ανά αποστάσεις κατά μήκος της ρωγμής (η διάμετρος, οι αποστάσεις και το βάθος αυτών των οπών εξαρτώνται από το εύρος της ρωγμής και από το πάχος της τοιχοποιίας, καθώς και από το εάν οι ενέσεις πρόκειται να γίνουν μόνον από την μια όψη του τοίχου ή και από τις δύο).

Στάδιο 4: Καθάρισμα της ρωγμής στο εσωτερικό της τοιχοποιίας, με εισαγωγή ύδατος υπό πίεση.

Στάδιο 5: Τοποθέτηση πλαστικών σωληνίσκων μέσα στις διανοιγείς οπές.

Στάδιο 6: Σφράγιση της εξωτερικής επιφάνειας της ρωγμής με τσιμεντοκονίαμα ή με γύψο (συνιστάται να γίνεται η σφράγιση των ρωγμών περίπου δύο ημέρες προ της εφαρμογής του ενέματος, κατά τις οποίες η επιφάνεια της τοιχοποιίας στην οποία θα εφαρμοστούν τα ενέματα πρέπει να διατηρείται υγρή) (Σχ. 6.2.18).

Στάδιο 7: Προετοιμασία του ενέματος. Τα υλικά του ενέματος τοποθετούνται στον αναμκτήρα και αναμιγνύονται με μεγάλη ταχύτητα για περιορισμένη διάρκεια προς αποφυγή πρόωρης σκλήρυνσης του μίγματος. Ακολούθως το ένεμα μεταγγίζεται σε άλλο αναμκτήρα μικρής ταχύτητας απ' όπου και αντλείται για την εισαγωγή του στην τοιχοποιία. Η αργή ανάμιξη συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του, έτσι ώστε να αποφεύγεται η από μίξη.

Στάδιο 8: Εφαρμογή του ενέματος. Οι ενέσεις εφαρμόζονται από κάτω προς τα πάνω. Η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0.1MPa, προς αποφυγή του κινδύνου βλάβης στην τοιχοποιία λόγω υπερβολικής εσωτερικής πίεσης. Η εφαρμογή του ενέματος διακόπτεται κάθε φορά που εμφανίζεται ένεμα στον αμέσως υπερκείμενο σωληνίσκο. Στην περίπτωση που το ένεμα αντλείται, απαιτείται ταυτόχρονη μείωση της πίεσης στην αντλία. Απομακρύνεται το ακροφύσιο και φράσσεται ο σωληνίσκος εισαγωγής του ενέματος. Μετά από διακοπή 10-20 λεπτών η διαδικασία επαναλαμβάνεται στην επόμενη ανώτερη στάθμη ή (εάν υπάρχουν πολλά σημεία εισαγωγής στην ίδια στάθμη) στο επόμενο σημείο εισόδου κατά μήκος του τοίχου, μέχρις ότου ολοκληρωθεί η πλήρωση και φραγούν όλοι οι σωληνίσκοι. Όταν η τσιμεντένεση προχωρεί κατακορύφως, είναι σημαντικό να αποφεύγεται η ανάπτυξη μεγάλης υδροστατικής πίεσης στο ένεμα που έχει ήδη εισαχθεί. Γι' αυτό το λόγο, το μέγιστο ύψος στο οποίο εφαρμόζονται ενέματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα μέτρο ανά ημέρα.

Στάδιο 9: Τελικό επίχρισμα ή διάταξη κοτετσοσύρματος και τελικό επίχρισμα.

Υλικά - Εξοπλισμός:

- Αναμικτήρας υψηλού στροβιλώδους (Σχ. 6.2.18)
- Αντλία εμβολοφόρος (συνήθως χειροκίνητη)
- Τρυπάνι για διάνοιξη οπών
- Πλαστικοί σωληνίσκοι
- Ενέματα, τα οποία γενικώς είναι δύο κατηγοριών: τα ενέματα με βάση το τσιμέντο (τσιμεντενέματα) και τα ενέματα με βάση τις ρητίνες (ρητινενέματα)

Τσιμεντενέματα: τα τσιμεντενέματα είναι κονιάματα συντιθέμενα από:

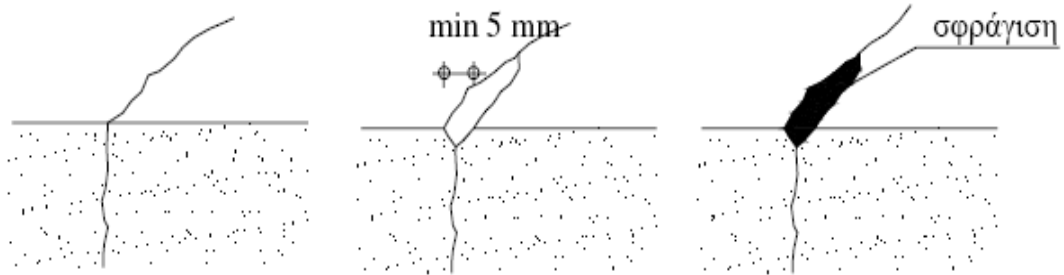
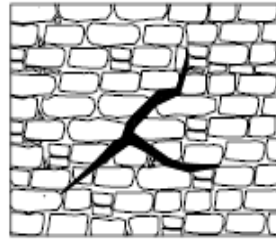
- Τσιμέντο
- Νερό
- Ασβέστη (για τη βελτίωση της ενεσιμότητας)
- Λεπτόκοκκα υλικά (τα οποία καθιστούν το ένεμα σταθερό και τα οποία είναι είτε φυσικές πουζολάνες είτε τεχνητές, όπως π.χ. πυριτιακή παιπάλη (silica fume))
- Υπερρευστοποιητή
- Πρόσθετα (για τη μείωση της συστολής ξήρανσης)
- Άμμο (στην περίπτωση ρωγμών με μεγάλο άνοιγμα)

Σημείωση: Τα τσιμεντενέματα τα οποία περιέχουν ασβέστη παρουσιάζουν βελτιωμένη ενεσιμότητα, αλλά η σκλήρυνση τους αργεί πολύ, ενώ παρουσιάζουν και σημαντική συστολή ξήρανσης (έτσι επηρεάζεται δυσμενώς η συνάφεια μεταξύ των επιφανειών της ρωγμής και του ενέματος). Τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη σκληρύνονται πολύ γρήγορα (ιδίως στην περίπτωση κατά την οποία το νερό που δεν είναι αναγκαίο για την δημιουργία του πήγματος απορροφάται από την τοιχοποιία). Πρόκειται για ιδιότητα πολύ σημαντική τόσο διότι αυξάνει την ταχύτητα με την οποία μπορεί να εφαρμόζεται η μέθοδος, αλλά και διότι η ταχεία τοπική αύξηση αντοχής της τοιχοποιίας επιτρέπει την ταχεία και ασφαλή εφαρμογή των άλλων μεθόδων, οι οποίες ενδεχομένως προβλέπονται από την μελέτη. Επιπλέον τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη συστολή ξήρανσης, οπότε εξασφαλίζουν καλύτερη συνάφεια μεταξύ ενέματος και επιφανειών της ρωγμής. Τα τσιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη ενεσιμότητα από εκείνα τα οποία περιέχουν ασβέστη. Όμως, αυτό το μειονέκτημα τους αντιμετωπίζεται με την προσθήκη υπερρευστοποιητή.

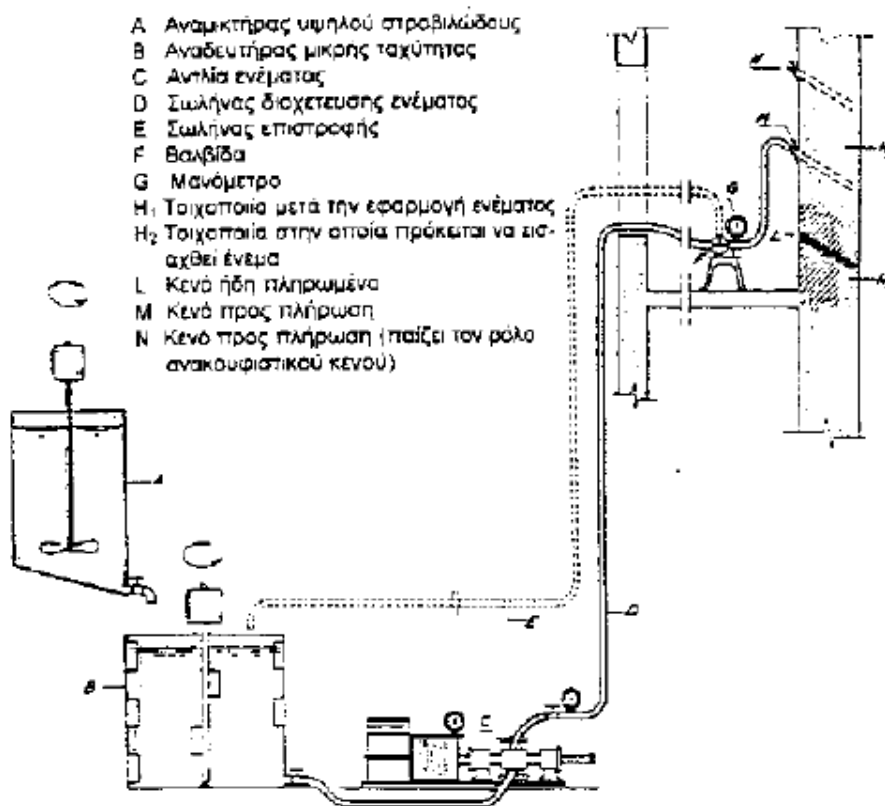
Ρητινενέματα: τα ρητινενέματα αποτελούνται από:

- Τα υλικά A + B
- Λεπτή άμμο (για ρωγμές μεγαλύτερου ανοίγματος)

Σημείωση: Τα ρητινενέματα παρουσιάζουν την υψηλότερη ενεσιμότητα από όλα τα ενέματα. Εισχωρούν και σε ιδιαίτερες λεπτές ρωγμές, έχουν δε και πολύ μεγάλη αντοχή. Παρ' όλα αυτά παρουσιάζουν μερικά μειονεκτήματα τα οποία περιορίζουν την χρήση τους. Ως τέτοια αναφέρονται η κακή συμπεριφορά τους σε υψηλές θερμοκρασίες, η πιθανή αποσύνθεσή τους σε περίπτωση μεγάλων ρωγμών, υψηλό κόστος κ.λ.π.



Σχήμα 6.2.18 Προετοιμασία της τοιχοποιίας για την εφαρμογή ενέματος



Σχήμα 6.2.19 Σχηματική παράσταση του εξοπλισμού για την προετοιμασία και την εφαρμογή ενεμάτων

6.2.10 Ομογενοποίηση μάζας

Στάδια υλοποίησης: Ακολουθούνται όλα τα στάδια όπως και στην περίπτωση των ενέσεων (βλέπε προηγούμενο κεφάλαιο).

Υλικά - εξοπλισμός: Χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα των ενέσεων.

6.2.11 Ελκυστήρες – Τένοντες

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Επιλέγονται οι θέσεις προσαρμογής των ελκυστήρων και ελέγχεται η καταλληλότητα επάρκειας αυτών των θέσεων της τοιχοποιία (έλεγχος τοπικής θλίψης) για παραλαβή των δυνάμεων προέντασης. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνεται τοπική ενίσχυση.

Στάδιο 2: Διάνοιξη των οπών (δίοδοι) στη μάζα του τοίχου, σε απέναντι θέσεις και στο ίδιο ύψος (περίπτωση οριζόντιων τενόντων). Συνήθως τοποθετούνται κάτω από τη στάθμη των δαπέδων ή της έδρασης της στέγης.

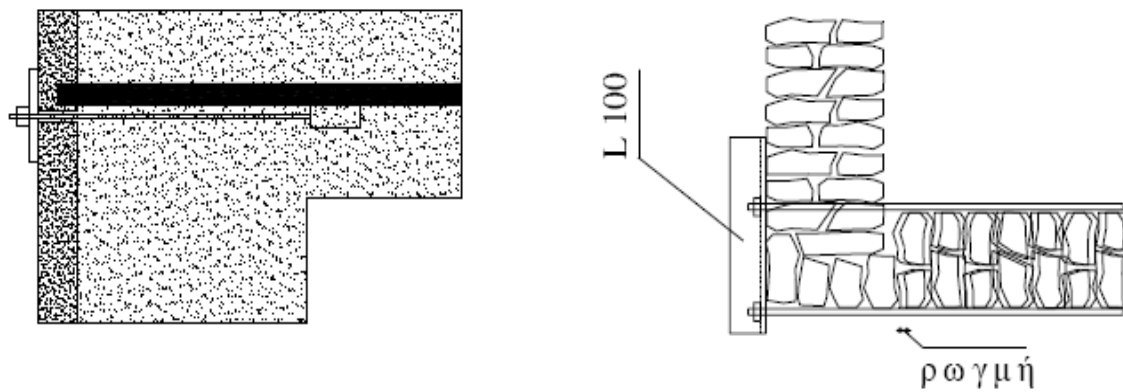
Στάδιο 3: Αγκύρωση των τενόντων (ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου) σε κατάλληλα διαστασιολογημένες πλάκες αγκύρωσης.

Στάδιο 4: Επιβολή προέντασης με δυναμόκλειδα (απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιβολή της προέντασης, η οποία πρέπει να είναι ήπια και διαρκώς ελεγχόμενη).

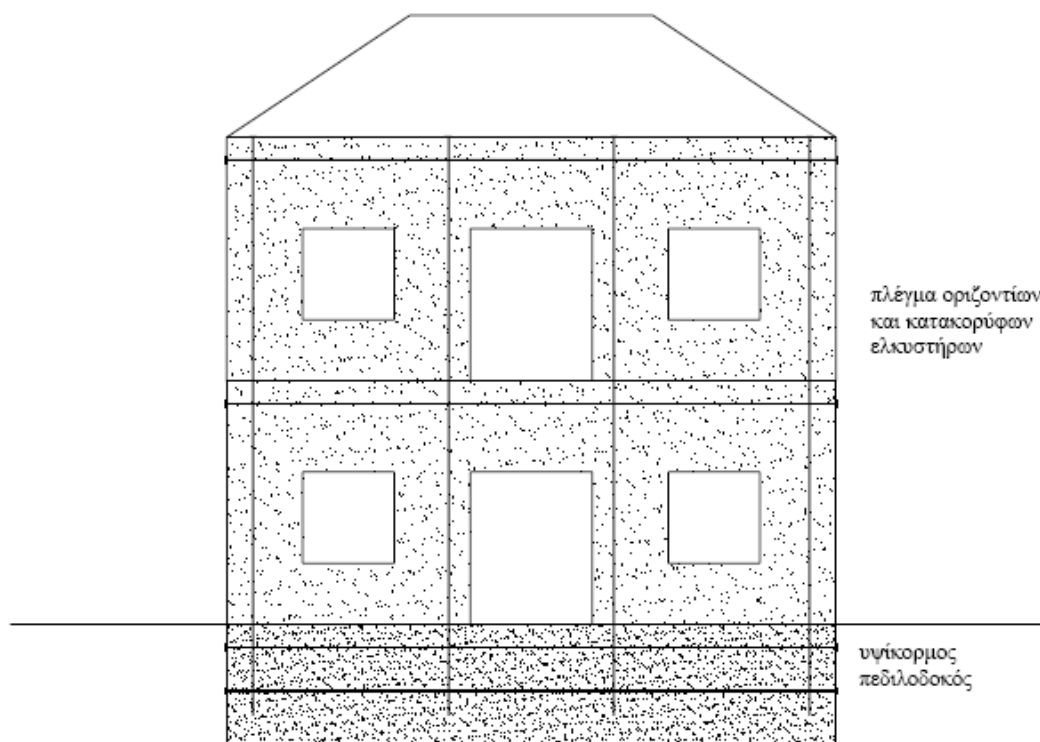
Στάδιο 5: Οι αγκυρώσεις (μετά την εφαρμογή κατάλληλης βαφής) παραμένουν ακάλυπτες (και επομένως επισκέψιμες). Εναλλακτικώς, καλύπτονται με επίχρισμα ή με ελαφρύ μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

Υλικά:

- Τρυπάνι
- Μεταλλικές ράβδοι υψηλής αντοχής και μεγάλης διαμέτρου
- Πλάκες αγκύρωσης κατάλληλα διαμορφωμένες
- Δυναμόκλειδα



Σχήμα 6.2.20 Χρήση ελκυστήρων για τη σύνδεση τοίχων σε γωνία



Σχήμα 6.2.21 Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων

6.2.12 Ριζοπλισμοί

Στάδια υλοποίησης:

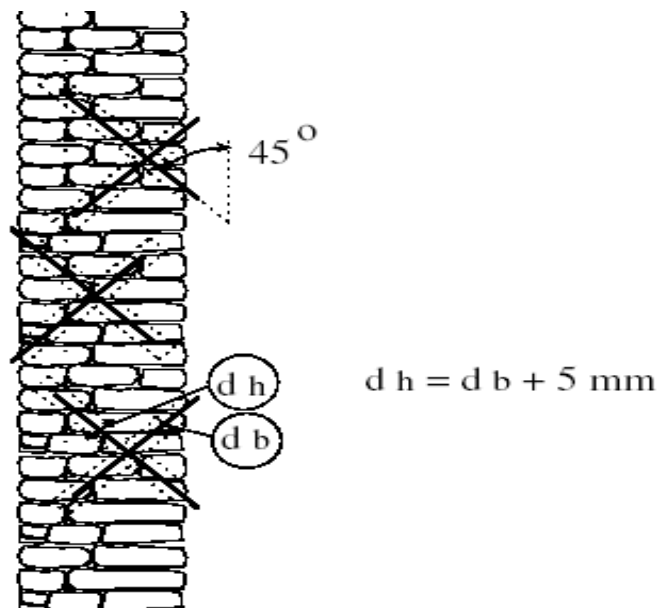
Στάδιο 1: Διάνοιξη αλληλοτεμνόμενων οπών σε προεπιλεγμένες θέσεις της περιοχής ενίσχυσης της τοιχοποιίας. Η διάμετρος των οπών θα πρέπει να είναι ελαφρά μεγαλύτερη από τη διάμετρο του οπλισμού κατά τρόπο που να μπορεί να εισχωρεί το ένεμα (ειδικές τσιμεντοκονίες) και να περιβάλλει τον οπλισμό.

Στάδιο 2: Τοποθέτηση και προσωρινή στερέωση των ράβδων οπλισμού.

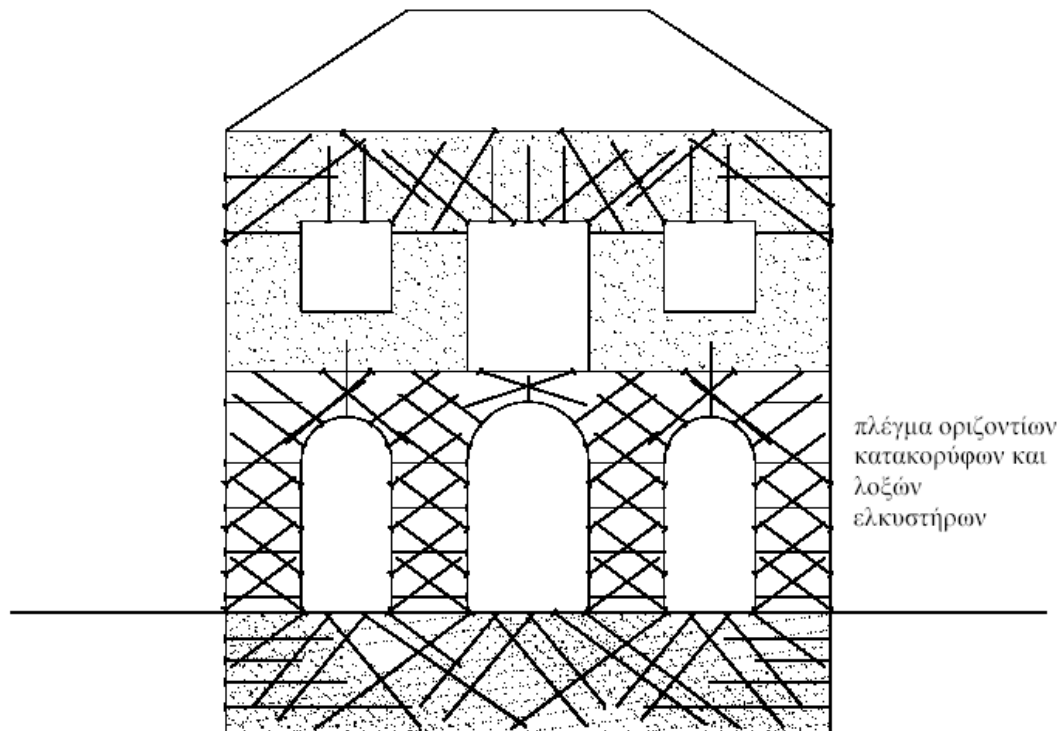
Στάδιο 3: Πλήρωση των οπών με ειδικές τσιμεντοκονίες (π.χ. μη συστελλόμενες) ή με ειδικά κονιάματα (π.χ. κονιάματα τσιμέντου - πλαστικών υλών / τροποποιημένα ή ρητινικά κονιάματα) που έχουν ως αδρανές χαλαζιακή άμμο.

Υλικά:

- Τρυπάνι
- Ράβδοι χάλυβα
- Τσιμεντοκονιάματα ή ειδικά κονιάματα



Σχήμα 6.2.22 Τοπική ενίσχυση (οριζόντια ή και κατακόρυφη τομή)



Σχήμα 6.2.23 Καθολική ενίσχυση (οριζόντια ή και κατακόρυφη τομή)

6.2.13 Αβαθής υποθεμελίωση

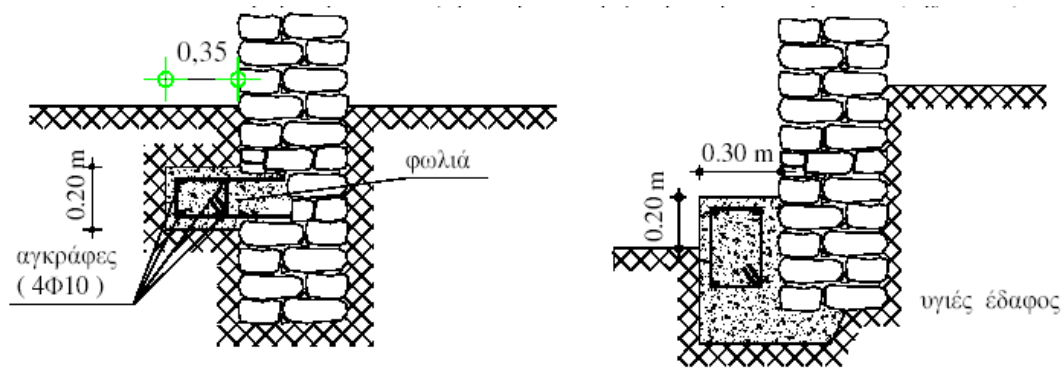
Είναι η πιο διαδεδομένη τεχνική στην πράξη, κυρίως για κτίρια όχι υψηλής σπουδαιότητας, λόγω του χαμηλού κόστους συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους. Εφαρμόζεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου επιβάλλεται ενίσχυση της θεμελίωσης αλλά δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα προβλήματα εδάφους. Σε περίπτωση εδαφών με ιδιαίτερα προβλήματα θα πρέπει να εφαρμόζεται μια από τις άλλες δύο μεθόδους (βαθείς θεμελιώσεις ή ενέσεις εδάφους). Επίσης, η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις που ο υδροφόρος ορίζοντας είναι στο επίπεδο της θεμελίωσης. Η τεχνική αυτή παρουσιάζεται με διάφορες παραλλαγές:

Μονόπλευρη αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου (ενισχύσεις με χαλινούς)

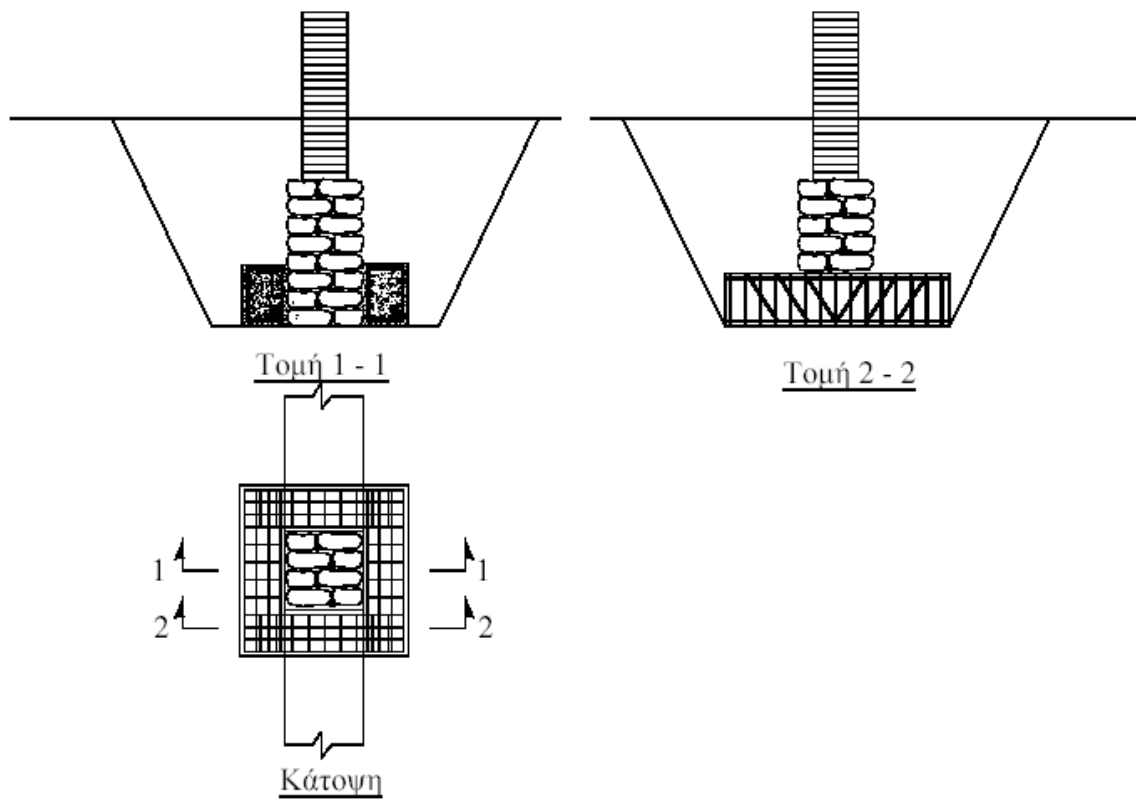
Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται, συνήθως εξωτερικά, όταν δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ενίσχυσης της θεμελίωσης ή όταν είναι αδύνατη (ή ασύμφορη) η καταστροφή του δαπέδου στο εσωτερικό του κτιρίου για την ενίσχυση της θεμελίωσης (Σχ. 6.2.24). Ενδέχεται να συνοδεύεται και από μερική υποσκαφή και βαθύτερη έδραση του θεμελίου.

Αμφίπλευρη υποθεμελίωση (κατασκευή ντουλαπιών)

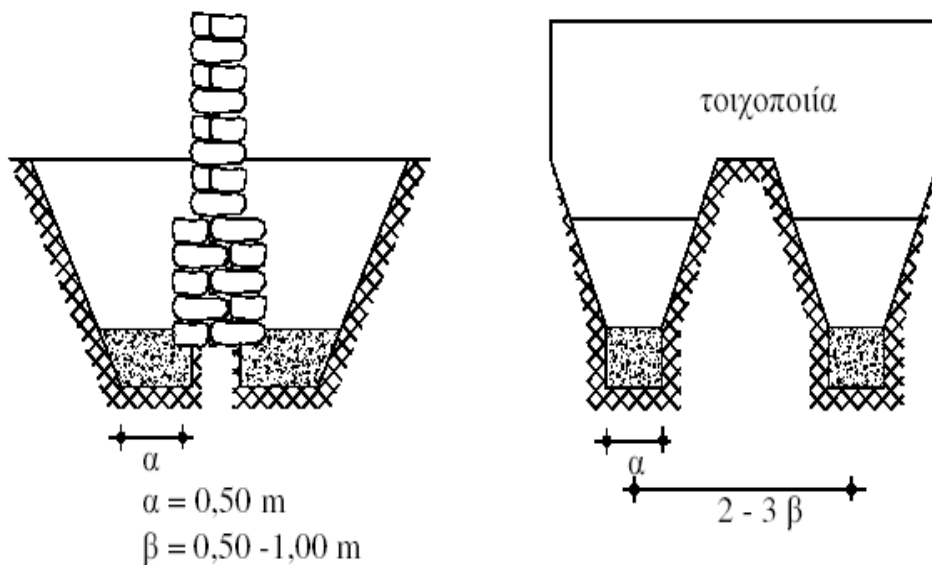
Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις διαπλάτυνσης της θεμελίωσης με χρήση σπλισμένου (Σχ. 6.2.25) ή άοπλου σκυροδέματος (Σχ. 6.2.26) υπό την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες επιτρέπουν ανάπτυξη εργασιών και στις δύο πλευρές του τοίχου (μη γειτνίαση με άλλο κτίριο).



Σχήμα 6.2.24 εξωτερική περιμετρική δοκός οπλισμένου σκυροδέματος, για την αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου (σχ. αριστερά), σε συνδυασμό με υποσκαφή θεμελίου (σχ.δεξιά)



Σχήμα 6.2.25 Αμφίπλευρη υποθεμελίωση και χρήση οπλισμένου σκυροδέματος



Σχήμα 6.2.26 Αμφίπλευρη υποθεμελίωση και χρήση άοπλου σκυροδέματος

Υψίκορμες πεδילוδοκοί

Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται όταν πρόκειται να κατασκευασθεί μανδύας (αμφίπλευρος ή μονόπλευρος) στις τοιχοποιίες (Σχ. 6.2.27). Συμβάλλει κυρίως στην παραλαβή των φορτίων που μεταφέρονται από τους μανδύες, συγχρόνως όμως συμβάλλει στην ενίσχυση του υφισταμένου θεμελίου.

Στάδια υλοποίησης :

Γενικώς, για την εφαρμογή όλων των περιπτώσεων αβαθούς υποθεμελίωσης, οι εργασίες ακολουθούν τα παρακάτω διαδοχικά στάδια:

Στάδιο 1: Προσωρινή πλευρική αντιστήριξη των τοίχων κατά μήκος της θεμελίωσης όπου πρόκειται να γίνουν εργασίες ενίσχυσης.

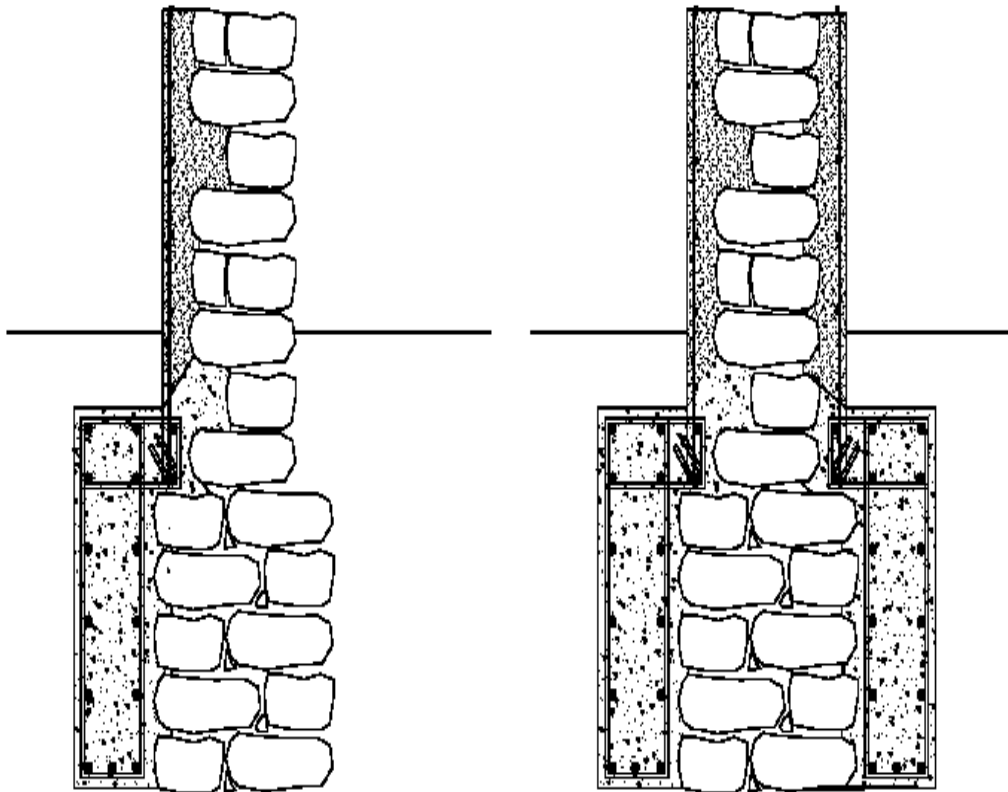
Στάδιο 2: Τμηματική διάνοιξη φρεατίων στη θεμελίωση και εκσκαφή μέχρι το επιθυμητό βάθος . Κρίνεται σκόπιμη η επιτόπου αξιολόγηση της θεμελίωσης μετά από κάθε εκσκαφή και λήψη σχετικών μέτρων όπου κριθεί απαραίτητο. Η τμηματική κατασκευή αυτών των εργασιών επιβάλλεται προς αποφυγή πιθανών αστοχιών λόγω της σχετικής εξασθένησης της θεμελίωσης στη φάση κατασκευής των εργασιών ενίσχυσης.

Στάδιο 3: Τοποθέτηση οπλισμών και σκυροδέτηση (κατά προτίμηση σκυρόδεμα υψηλής αντοχής) σύμφωνα με τα σχέδια λεπτομερειών τα οποία ενδέχεται να τροποποιούνται κατά την τμηματική εκσκαφή, ανάλογα με την εικόνα των ευρημάτων.

Σημείωση: Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των υποθεμελιώσεων εμφανίζεται συνήθως το πρόβλημα της ανεπαρκούς συμπύκνωσης του νέου εδάφους θεμελίωσης, απ' όπου προκύπτει και ο κίνδυνος εκδήλωσης μεγάλων καθιζήσεων. Η προφόρτιση του νέου εδάφους στη θέση της θεμελίωσης (κυρίως πλευρικά του θεμελίου) είναι σκόπιμη και χρήσιμη.

Υλικά - εξοπλισμός:

- Ευλεία για πλευρικές υποστηρίξεις τοίχων
- Μέσα εκσκαφής
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και οπλισμοί
- Πρόβλεψη απαραίτητων μέσων για πιθανή προφόρτιση



Σχήμα 6.2.27 Υψίκορμες πεδילוδοκοί έδρασης μονόπλευρων και αμφίπλευρων μανδύων

6.2.14 Βαθιά υποθεμελίωση με την μέθοδο των μικροπασσάλων

Η μέθοδος κατασκευής μικροπασσάλων για την ενίσχυση της θεμελίωσης έχει προταθεί από τις αρχές της δεκαετίας του 50 και με την πάροδο του χρόνου έχει υποκαταστήσει όχι μόνο τη μέθοδο των βαθιών θεμελιώσεων (φρεατοπάσσαλοι μεγάλης διαμέτρου και μεγάλου βάθους) αλλά και σε αρκετές περιπτώσεις τη μέθοδο της αβαθούς υποθεμελίωσης.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των μικροπασσάλων είναι η άμεση εφαρμογή και η ταχύτητα κατασκευής τους, η αποφυγή εργασιών υποσκαφής και κατά συνέπεια των συνεπαγόμενων κινδύνων, η δυνατότητα αποφυγής κεφαλόδεσμου και η ικανότητα τους, με την προϋπόθεση καλής κατασκευής τους, να παραλάβουν σταδιακά τμήμα των φορτίων και να οδηγήσουν στη σταθεροποίηση των μετακινήσεων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου (μικροπάσσαλοι) είναι η διάθεση ενός ισχυρού και ευέλικτου γεωτρύπανου ικανού να διατρήσει κάθε είδος εδάφους αλλά και θεμελίωσης. Ανάλογα με το είδος του εδάφους γίνεται χρήση ή όχι σωλήνα για τη διασωλήνωση της οπής. Στην αρκετά συνηθισμένη περίπτωση όπου δεν γίνεται χρήση σωλήνα (συνεκτικά εδάφη), μετά τη σκυροδέτηση, στο σώμα του πασσάλου δημιουργούνται ανωμαλίες και ριζώματα και ο πάσσαλος στην περίπτωση αυτή ονομάζεται “ριζοπάσσαλος”.

Η κατασκευή ριζοπασσάλων εφαρμόζεται και για τη βελτίωση του εδάφους, συνήθως όταν είναι κατακερματισμένο. Η διάμετρος των πασσάλων κυμαίνεται μεταξύ 75 και 250mm και ο οπλισμός που χρησιμοποιείται, όταν η διάμετρος είναι μικρή (π.χ. <120 - 140mm), αποτελείται από μία μόνο κεντρική ράβδο ενώ όταν η διάμετρος είναι μεγάλη, αποτελείται από καλάθι (κλωβό) παρόμοιο με το καλάθι των έγχυτων πασσάλων.

Πριν από οποιαδήποτε εργασία κατασκευής των μικροπασσάλων εξετάζονται κατά σειρά τα εξής θέματα, τα οποία καθορίζουν και τον τελικό σχεδιασμό της επέμβασης:

- Κατάσταση θεμελίωσης και εδαφικών συνθηκών. Καλή θεμελίωση και συνεκτικά εδάφη επιτρέπουν τη χρήση μικροπασσάλων χωρίς κεφαλόδεσμο και διασωλήνωση (ριζοπάσσαλοι), ενώ σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται η διασωλήνωση των οπών και η κατασκευή κεφαλόδεσμου
- Δυνατότητα πρόσβασης του γεωτρύπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η είσοδος του γεωτρύπανου στο κτίριο δημιουργεί συνήθως προβλήματα προσπέλασης, το τελικό όμως αποτέλεσμα (συμμετρική υποθεμελίωση με ή χωρίς κεφαλόδεσμο) είναι κατά κανόνα, έναντι άλλων λύσεων, ιδιαίτερα ικανοποιητικό και μερικές φορές οικονομικό.

Μικροπάσσαλοι με κεφαλόδεσμο

Η κατασκευή κεφαλόδεσμου συνιστάται σε περιπτώσεις όπου η κατάσταση της θεμελίωσης δεν είναι καλή ή η απόσταση των μικροπασσάλων από το θεμέλιο είναι σχετικά μεγάλη. Η κατασκευή κεφαλόδεσμου εξασφαλίζει καλύτερη μεταφορά των φορτίων της θεμελίωσης στους μικροπασσάλους και ως ένα βαθμό δημιουργεί σχετική μονολιθικότητα του συστήματος θεμελίωσης. Η διάταξη των μικροπασσάλων εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα πρόσβασης του γεωτρύπανου στις θέσεις ενίσχυσης της θεμελίωσης. Έτσι λοιπόν διακρίνονται οι περιπτώσεις που φαίνονται στο Σχ. 6.2.28.

Μικροπάσσαλοι χωρίς κεφαλόδεσμο

Η κατασκευή μικροπασσάλων χωρίς κεφαλόδεσμο συνιστάται στις περιπτώσεις σχετικά συνεκτικής θεμελίωσης και συνεκτικών εδαφών. Είναι σαφές ότι υπό τέτοιες συνθήκες (συνεκτικά εδάφη και καλή θεμελίωση) ευνοείται η χρήση ριζοπασσάλων, δεδομένου ότι, όπως έχει προαναφερθεί, δεν χρειάζεται διασωλήνωση της οπής. Η διάταξη των ριζοπασσάλων γίνεται συνήθως υπό κλίση, με διάτρηση του κορμού της θεμελίωσης και σε ικανοποιητικό βάθος κάτω απ' αυτή. Σε περίπτωση που είναι δυνατή η πρόσβαση του γεωτρήπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου, τότε οι ριζοπάσσαλοι μπορούν να διαταχθούν ανά σταθερές αποστάσεις (κατά το δυνατό) και με αντιστοίχιση του μέσου της απόστασης δύο πασσάλων της ίδιας πλευράς με τη θέση πασσάλου της άλλης πλευράς του τοίχου (Σχ. 6.2.29). Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πρόσβαση του γεωτρήπανου και στις δύο πλευρές του τοίχου, η κατασκευή ριζοπασσάλων μπορεί να συνδυασθεί με τη μέθοδο κατασκευής αβαθούς υποθεμελίωσης (σχήμα 6.2.30).

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Γίνεται διάτρηση στο έδαφος. Σε περίπτωση ριζοπασσάλου δεν απαιτείται καταβίβασμός σωλήνα, σε αντίθετη περίπτωση επιβάλλεται. Ολοκληρώνεται η διάτρηση.

Στάδιο 2: Τοποθετείται ο κλωβός του οπλισμού (προκατασκευασμένος) στο εσωτερικό της οπής. Στην περίπτωση ριζοπασσάλων με διάμετρο μέχρι 140mm τοποθετείται μόνο μια ράβδος. Για μεγαλύτερες διαμέτρους χρησιμοποιούνται κλωβοί οπλισμού. Γενικώς όμως, σε περίπτωση ριζοπασσάλων, λόγω μη διασωλήνωσης, προτιμώνται μικρές διαμέτροι διατομής.

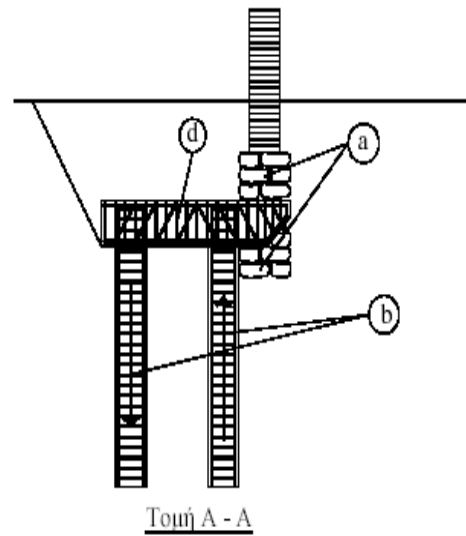
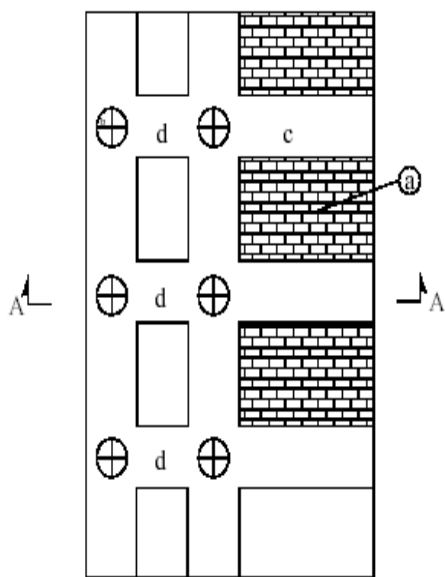
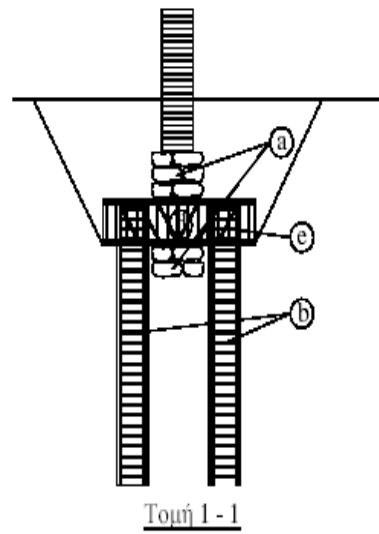
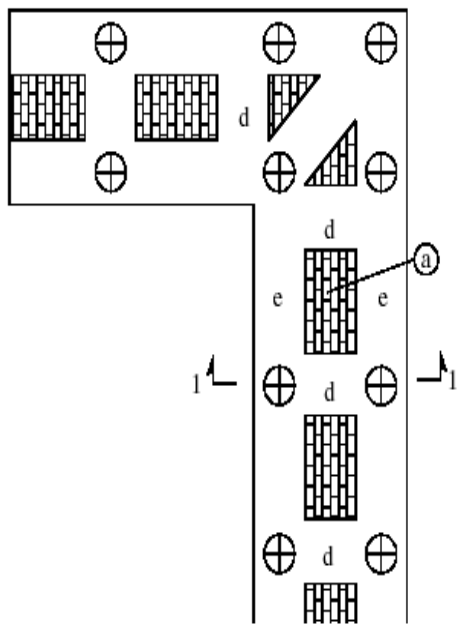
Στάδιο 3: Γίνεται η χύτευση του τσιμεντοκονιάματος στο εσωτερικό του σωλήνα. Χρησιμοποιείται κονίαμα υψηλής αντοχής (συνήθως 600-800 Kg τσιμέντου ανά κυβικό μέτρο κοσκινισμένης άμμου).

Στάδιο 4: Ανασύρεται ο σωλήνας (στην περίπτωση που είχε τοποθετηθεί).

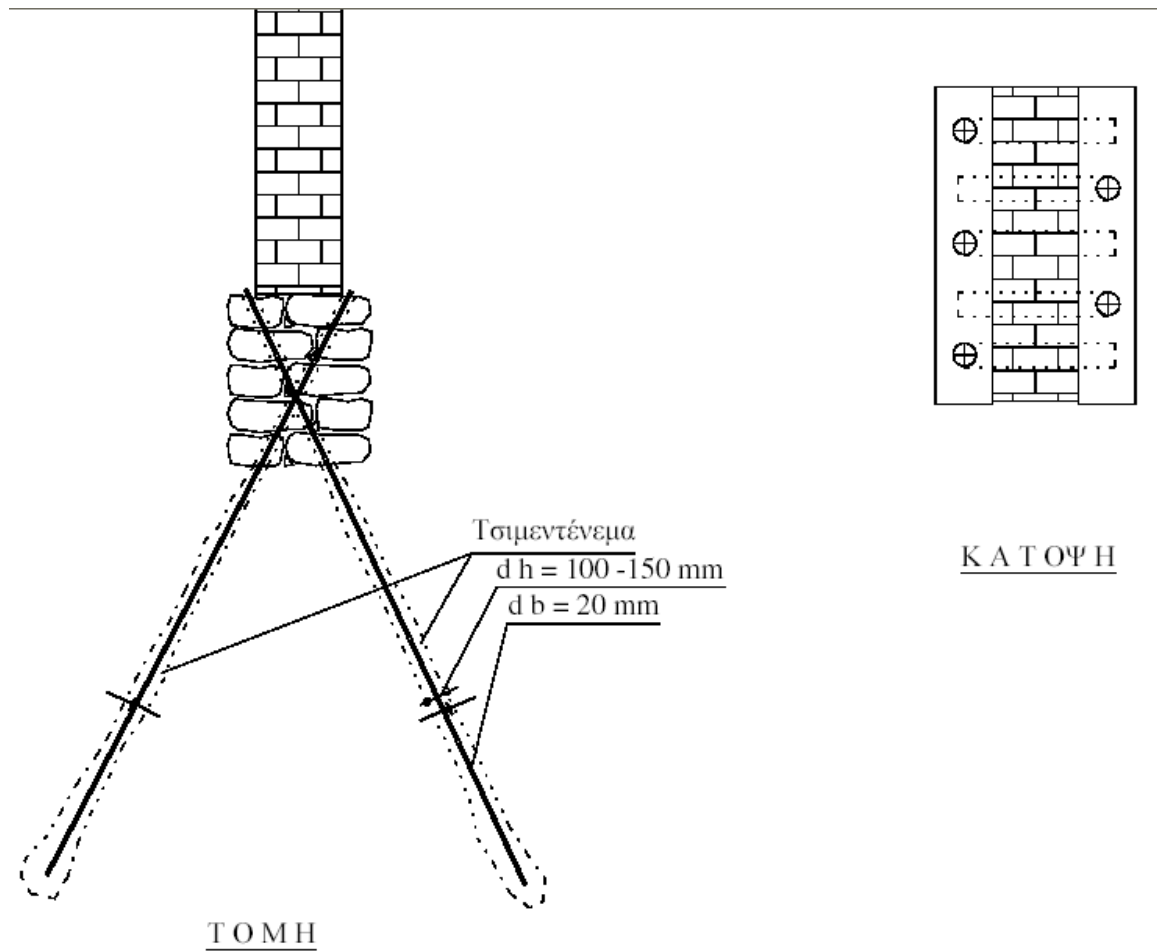
Στάδιο 5: Στην περίπτωση κατασκευής κεφαλόδεσμου ή συνδυασμού ριζοπασσάλων με αβαθή υποθεμελίωση, ακολουθεί η διαδοχική εκτέλεση όλων των σταδίων όπως περιγράφηκαν για τις αβαθείς υποθεμελιώσεις.

Υλικά - εξοπλισμός:

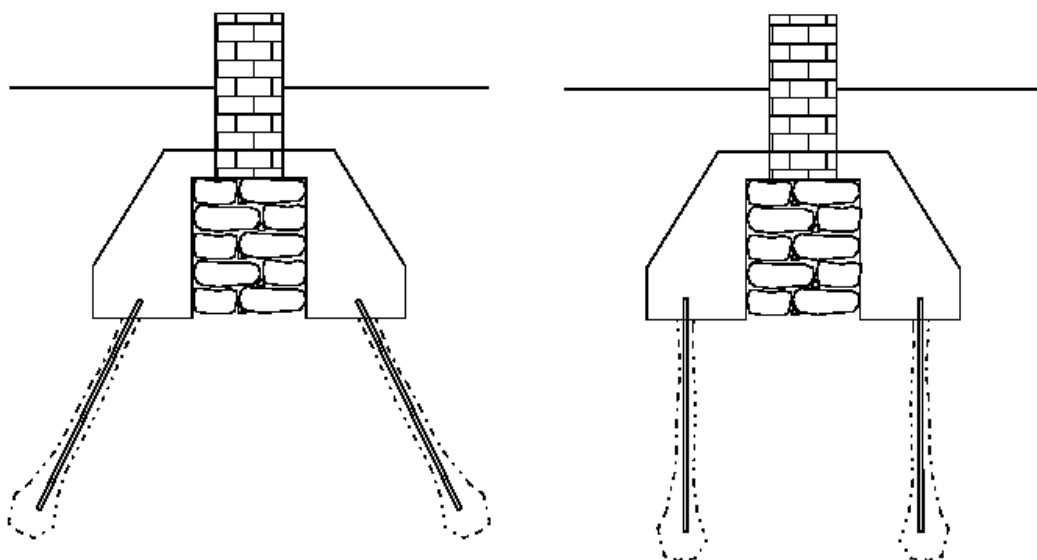
- Ισχυρό και ευέλικτο μικρών διαστάσεων γεωτρήπανο, ικανό να διατρήσει κάθε είδους έδαφος, αλλά και κάθε είδους και αντοχής θεμέλιο
- Σωλήνες και διασωλήνωση των οπών (σε περίπτωση που απαιτούνται)
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και απαραίτητοι οπλισμοί
- Εξοπλισμός παρασκευής σκυροδέματος και εισαγωγής του υπό πίεση στο διάτρημα
- Σε περίπτωση που απαιτείται κατασκευή κεφαλόδεσμου, όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός και τα υλικά για κατασκευή αβαθούς υποθεμελίωσης.



Σχήμα 6.2.28 Διατάξεις μικροπασσάλων με κεφαλοδέσιμο. Πάνω κεντρική διάταξη (καλή στατική λειτουργία, δυσκολία κατασκευής), κάτω έκκεντρη διάταξη (κακή στατική λειτουργία, ευκολία κατασκευής)



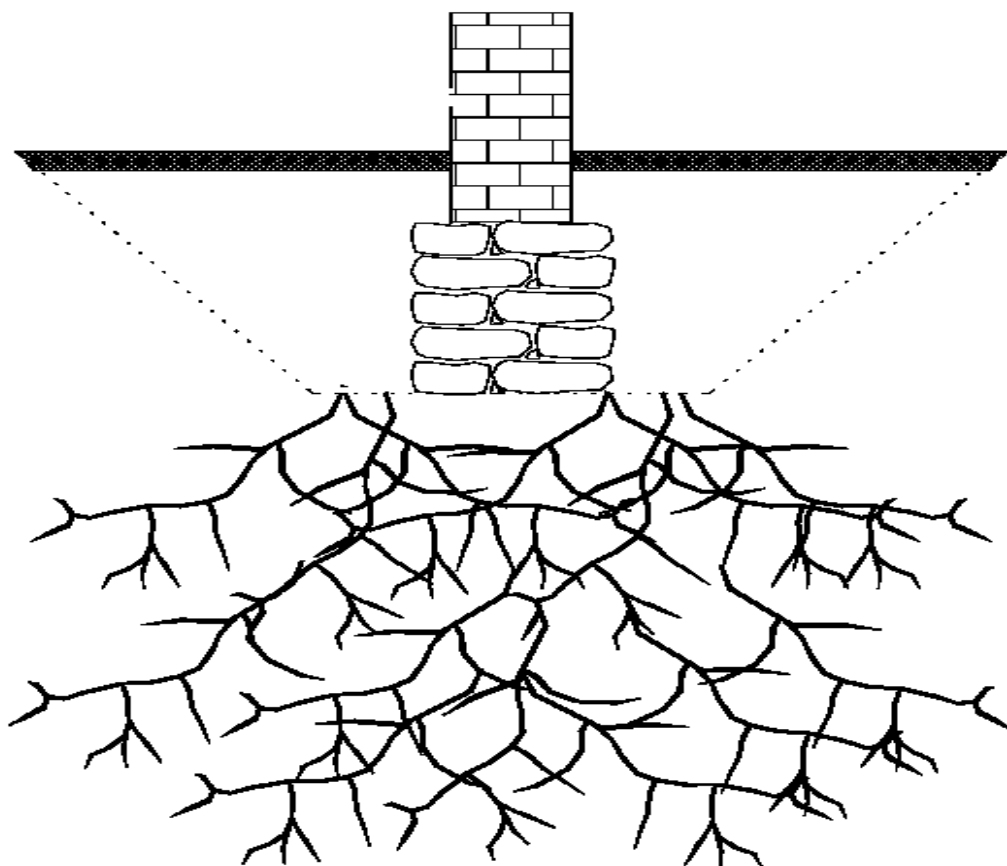
Σχήμα 6.2.29 Υπομελίωση με ριζοπασσάλους (χωρίς κεφαλοδέσιμο)



Σχήμα 6.2.30 Συνδυασμός αβαθούς υπομελίωσης με ριζοπασσάλους

6.2.15 Βελτίωση και ενίσχυση εδάφους με ενέσεις

Στις περιπτώσεις όπου κρίνεται αναγκαία η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης με την εισαγωγή ενεμάτων υψηλής αντοχής (σχήμα 6.2.31). Τέτοιες μπορεί να είναι οι περιπτώσεις εδαφών χαμηλής αρχικής φέρουσας ικανότητας, η προσθήκη ορόφων η οποία επαυξάνει τις τάσεις στο έδαφος θεμελίωσης, η περίπτωση εκσκαφής δίπλα από θεμέλια η οποία δημιουργεί σχετική αστάθεια του εδάφους κάτω από το επίπεδο θεμελίωσης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο σε συνεκτικά όσο και μη συνεκτικά εδάφη καθώς και σε βράχο υπό τον όρο ότι ο βράχος είναι ρηγματωμένος με τις ρωγμές του επικοινωνούσες. Αντίθετα, δεν είναι δυνατό να εφαρμοσθεί σε εδάφη με μικρή διαπερατότητα όπως π.χ. οι άργιλοι. Η μέθοδος αυτή καθίσταται ολοένα και πιο ελκυστική για το λόγο ότι διατίθενται κονιάματα με μικρό ιξώδες (κοντά σ' αυτό του νερού), δηλ. κονιάματα με βελτιωμένη ενεσιμότητα.



Σχήμα 6.2.31 Ενέσεις εδάφους

7.2 Επισκέψεις σε εργοτάξια

Με αφορμή το θέμα της εργασίας πραγματοποιήσα επισκέψεις σε δύο εργοτάξια στην περιοχή του κέντρου της επαρχίας Λεμεσού για να δω επιτόπου τις διαδικασίες επεμβάσεων και ενισχύσεων σε κτίρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί πριν τον αντισεισμικό κανονισμό.

Το πρώτο, με την ονομασία «Island», πρόκειται για πενταόροφο κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα, που βρίσκεται στην οδό Στασινού και προορίζεται να αλλάξει χρήση, από ξενοδοχείο να μετατραπεί σε φοιτητικές εστίες και το δεύτερο, με ονομασία «Στόα του Κότσαμπα», για κτίριο από φέρουσα τοιχοποιία που βρίσκεται στην οδό Θέμιδος και που πρόκειται για στοά που θα μετατραπεί σε αίθουσες διδασκαλίας για τις ανάγκες του Τεχνολογικού Παναπιστημίου Κύπρου.

Τα έργα έχουν αναλάβει οι εταιρείες «Multibuilt» και «Cyparco» αντίστοιχα. Στις επισκέψεις, σε συνεννόηση με τους επιστάτες των έργων λήφθηκε φωτογραφικό υλικό καθώς και ενημερώθηκαν για τις επεμβάσεις στα κτίρια.

Στο κτίριο απο οπλισμένο σκυρόδεμα οι δυο τρόποι ενίσχυσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι ενίσχυση στοιχείων με μανδύες και ενίσχυση στοιχείων με ινοπλισμένα πολυμερή. Στο κτίριο απο φέρουσα τοιχοποιία οι επεμβάσεις που έγιναν είναι βαθύ αρμολόγημα, ενέσεις σε ρωγμές και δέσιμο τοιχοποιίας με ελκυστήρες.



Εικόνα 7.2.1 Ενίσχυση υποστρώματος με μανδύα, ενίσχυση δοκού με ινοπλισμένα πολυμερή



Εικόνα 7.2.2 Συνέχεια οπλισμού μανδύα στον επόμενο όροφο



Εικόνα 7.2.3 Συνδέσεις οπλισμών μανδύα



Εικόνα 7.2.4 Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με εμφάνιση οπλισμού



Εικόνα 7.2.5 Συνέχεια οπλισμού μανδύα από την θεμελιώση



Εικόνα 7.2.6 Ενίσχυση τοιχώματος με την μέθοδο των ινοπλισμένων πολυμερή



Εικόνα 7.2.7 Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με εμφάνιση οπλισμών



Εικόνα 7.2.8 Αποδιοργάνωση σκυροδέματος σε τείχος με εμφάνιση οπλισμών



Εικόνα 7.2.9 Εξοπλισμός για εκτοξευμένο σκυρόδεμα



Εικόνα 7.2.10 Εξοπλισμός για εκτοξευμένο σκυρόδεμα



Εικόνα 7.2.11 Αποκατάσταση τοιχοποιίας με την μέθοδο των ενεμάτων



Εικόνα 7.2.12 Αποκατάσταση υπερθύρων σε φέρουσα τοιχοποιία με ενσωμάτωση μεταλλικού δοκού



Εικόνα 7.2.13 Δέσιμο φέρουσας τοιχοποιίας με την μέθοδο των ελκυστήρων



Εικόνα 7.2.14 Δέσιμο φέρουσας τοιχοποιίας με την μέθοδο των ελκυστήρων