

**6<sup>η</sup> ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**26-01-2016**

***ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ***  
***ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ***

## ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Υπερισχύουν οι διατάξεις των σχετικών κανονισμών και υπουργικών αποφάσεων.
- ✓ Αναφέρεται σε κατασκευές με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία (άοπλη, διαζωματική, οπλισμένη). Κατασκευές από άοπλη και διαζωματική τοιχοποιία, συντριπτική πλειονότητα των κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία στη χώρα μας.

**Ορισμένες από τις προτεινόμενες μεθόδους και τεχνικές εφαρμόζονται και σε ειδικές κατασκευές (π.χ. καμπαναριά, καμινάδες, γέφυρες, δεξαμενές, υδραγωγεία κ.λ.π.) μετά από κατάλληλη προσαρμογή,**

- Οι συστάσεις εφαρμόζονται από τους μελετητές και κατασκευαστές με βαθμό προσωπικής κρίσης ώστε να καλύπτεται η ποικιλία, ιδιομορφία και ιδιοτυπία των εμφανιζομένων στην πράξη περιπτώσεων κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία.
- ❖ Σημαντικό ποσοστό των κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία στη χώρα μας προστατεύεται από ειδικές νομικές διατάξεις λόγω ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής, καλλιτεχνικής, ιστορικής και πολιτιστικής αξίας (μνημεία και διατηρητέα κτίρια).

**Οι επεμβάσεις στα κτίρια αυτά διέπονται από ειδικό καθεστώς αρχών που περιγράφεται σε διεθνείς χάρτες, διακηρύξεις κ.λ.π. Υπό την έννοια αυτή, η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών και μεθόδων επέμβασης σε τέτοιες κατασκευές απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γνώση, εμπειρία και ευαισθησία.**

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

**Εισαγωγή (ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΜΕ Ε6-(έλεγχος) Ε8 Α/Σ Ε0 συνδυασμός Ε1 φορτία)**

Μεγάλη ποικιλία και πολυτυπία φέροντος οργανισμού κτιρίων από (μη σπλισμένη) φέρουσα τοιχοποιία (εξέλιξη της δομητική τεχνική για σειρά αιώνων).

Βασικά στοιχεία σύνθεσης φέροντος οργανισμού και την απόκριση των κτιρίων και συγχρόνως αποτελούν τους παράγοντες διάκρισής τους σε κατηγορίες, είναι:

**α. Ο τύπος των πατωμάτων και στεγών** (οριζόντιος φέρων οργανισμός).

**β. Ο τύπος των φερουσών τοιχοποιιών** (κατακόρυφος φέρων οργανισμός).

**γ. Η παρουσία (ή απουσία) και ο τύπος διαζωμάτων και ελκυστήρων.**

**δ. Η παρουσία ( και σύνδεση) εγκαρσίων τοίχων.**

### ❖ Τύποι πατωμάτων και στεγών

Τα βασικά μηχανικά χαρακτηριστικά των πατωμάτων ή δωματίων που επηρεάζουν καθοριστικά τη συμπεριφορά των κτιρίων υπό κατακόρυφα αλλά κυρίως υπό οριζόντια σεισμικά φορτία είναι τα ακόλουθα:

**α. Ο βαθμός της διαφραγματικής λειτουργίας.**

**β. Ο ισότροπος ή μη χαρακτήρας της απόκρισής τους.**

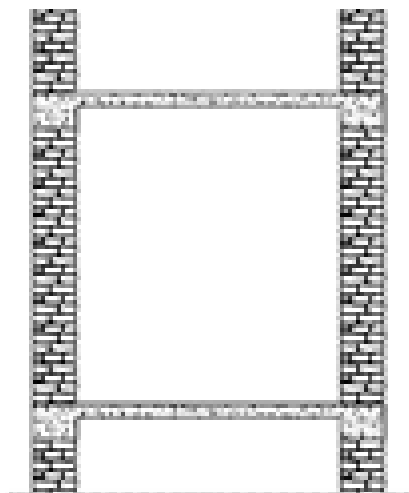
**γ. Το βάρος του πατώματος.**

**δ. Η εμφάνιση ή μη οριζόντιων ωθήσεων υπό κατακόρυφα φορτία.**

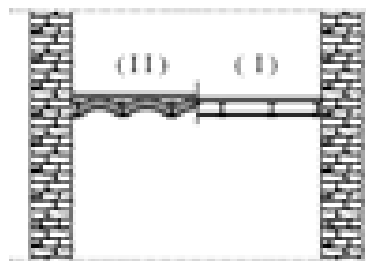
# Οι βασικοί τύποι πατωμάτων

## α. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος,:

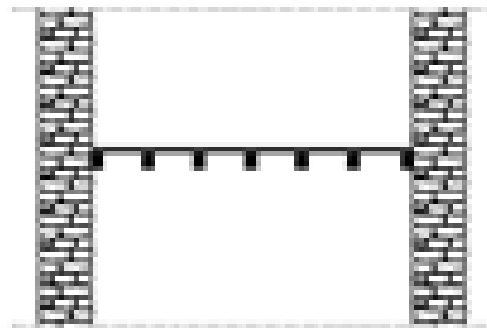
- Εμφανίζουν πολύ μεγάλη - πρακτικά άπειρη - δυσκαμψία μέσα στο επίπεδό τους και κατά συνέπεια εξασφαλίζουν πλήρη διαφραγματική λειτουργία, με την προϋπόθεση καλής σύνδεσης με τις φέρουσες τοιχοποιίες επί των οποίων εδράζονται.
- Καταλύτης της ισότροπης εμφάνισης της διαφραγματικής τους λειτουργίας είναι η επάρκεια ή μη της σύνδεσής τους με τις υποκείμενες φέρουσες τοιχοποιίες στις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.
- Το βάρος των πλακών οπλισμένου σκυροδέματος συγκρινόμενο με αυτό των άλλων τύπων πατωμάτων είναι μέσο έως μεγάλο ανάλογα με το μέγεθος του ανοίγματος που καλούνται να γεφυρώσουν.
- Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες στηρίζονται.



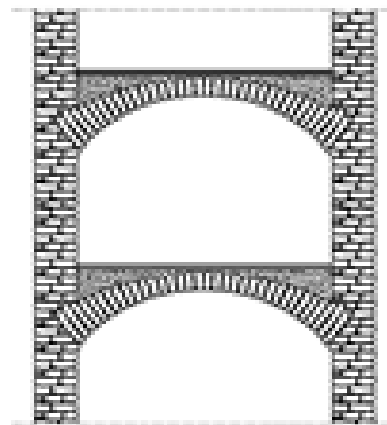
(α)



(β)



(γ)



(δ)

α. Πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος β. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση γ. Ξύλινα πατώματα δ. Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας Σχ. 6.2.1 Τύποι πατωμάτων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία

## -β. Πατώματα επί σιδηροδοκών με πλινθοπλήρωση, (Σχ. 6.2.1β):

Αποτελούνται από φέρουσες σιδηροδοκούς (διπλά Τ) ανά 0.60εκ περίπου Δύο τύποι ανάλογα με το είδος της πλινθοπλήρωσης.

**Ελαφρού τύπου** με επίπεδες διάτρητες πλίνθους που γεφυρώνουν το κενό με απλή παράθεσή τους μεταξύ των σιδηροδοκών (τύπος βι),

**Βαρέως τύπου** με καμαρωτή πλινθοδόμηση μικρές διάτρητες πλίνθους (τύπος βπ):

- ✓ - Εξασφαλίζουν μικρή (τύπος βι) έως μέση (τύπος βπ) δυσκαμψία στο επίπεδό τους με αντίστοιχη διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.
- ✓ Εμφανίζουν σημαντική διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας κατά κατεύθυνση εξ αιτίας της έδρασης των μεταλλικών δοκών επί των φερουσών τοιχοποιιών σε μία μόνο από τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου. Ιδιαίτερα τα πατώματα ελαφρού τύπου εμφανίζουν έντονη ανισοτροπία δυσκαμψίας εντός του επιπέδου τους λόγω μικροολισθήσεων μεταξύ επίπεδων πλίνθων και σιδηροδοκών.
- Το βάρος τους κυμαίνεται από σχετικά μικρό έως μέσο για τα ελαφρού τύπου πατώματα επίπεδης πλινθοπλήρωσης και από μέσο έως μεγάλο για τα βαρέως τύπου πατώματα με καμαρωτή πλινθοδόμηση. Σημαντικό για τα πατώματα με καμαρωτή πλινθοδομή είναι το βάρος της επιπεδωτικής στρώσης μπάζων (χρήση κοινών ή ελαφρών υλικών π.χ. κίσηρη).
- **Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία** επί των φερουσών τοιχοποιιών. Οι σχετικά ασθενείς ωθήσεις των καμαρών στα πατώματα βαρέως τύπου, αλληλοαναιρούνται στις μεσαίες σιδηροδοκούς, ενώ στις ακραίες σιδηροδοκούς αναλαμβάνονται από αυτές με υποβοήθησή τους μέσω εγκάρσιων μεταλλικών ράβδων-ελκυστήρων, που συνδέουν τις σιδηροδοκούς μεταξύ τους.

### γ. Ξύλινα πατώματα (σανίδωμα επί ισχυρών ξύλινων δοκών), (Σχ. 6.2.1γ):

Αποτελούνται από σανίδες, σε απλή παράθεση ή συνδεδεμένες με διαμήκη εντορμία (ραμποτέ), καρφωμένες επί ισχυρών ξύλινων δοκών ανά αποστάσεις 0.40 έως 0.60εκ περίπου. Πολλές φορές υπάρχει ελαφρό ταβάνωμα (λεπτό μη φέρον σανίδωμα) καρφωμένο επί των κάτω πελμάτων των ξύλινων δοκών. Πολύ σπάνια το σανίδωμα είναι διπλό, αποτελούμενο από δύο επάλληλες στρώσεις διασταυρούμενων σανίδων:

- ✓ Εξασφαλίζουν μικρή και σε περίπτωση διπλού σανιδώματος μέση δυσκαμψία στο επίπεδό τους με αντίστοιχη διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας του πατώματος.
- ✓ Εμφανίζουν σημαντική διαφοροποίηση της διαφραγματικής λειτουργίας κατά κατεύθυνση εξ αιτίας της έδρασης των ξύλινων φερουσών δοκών επί των φερουσών τοιχοποιιών σε μία μόνο από τις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου.
- ✓ Το βάρος τους είναι σχετικά μικρό.
- ✓ Δεν ασκούν οριζόντιες ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των φερουσών τοιχοποιιών

## δ.Κτιστά πατώματα μονής ή διπλής καμπυλότητας, (Σχ. 6.2.1δ):

Αποτελούνται από πλινθόκτιστες ή λιθόκτιστες καμάρες (απλή καμπυλότητα), διασταυρούμενες καμάρες (σταυροθόλια) ή θόλους (διπλή καμπυλότητα). Η επιπέδωση εξασφαλίζεται με μπάζωμα.

- Εξασφαλίζουν μεγάλη δυσκαμψία και ισχυρή διαφραγματική λειτουργία σε οριζόντια διεύθυνση, είναι όμως σχετικά ασαφής η στάθμη του διαφραγματικού επιπέδου.
- ✓ Η ισότροπη ή μη απόκρισή τους εξαρτάται από το βαθμό δομητικής εμπλοκής του πατώματος με τους φέροντες τοίχους της περιμέτρου (σε περίπτωση καμαρωτού πατώματος μονής καμπυλότητας είναι αμφίβολη έως ανύπαρκτη η δομητική σύνδεση στη διεύθυνση των γενετειρών).
- ✓ Το βάρος τους είναι πολύ μεγάλο, ιδιαίτερα στην περίπτωση επιπέδωσης του δαπέδου με κοινά και όχι ελαφρά υλικά.
- ✓ Είναι ο μοναδικός τύπος πατωμάτων που ασκούν σημαντικές, έως μεγάλες κατά περίπτωση, ωθήσεις υπό τα κατακόρυφα φορτία επί των τοιχοποιιών στις οποίες εδράζονται. Εξ αιτίας, τόσο των ωθήσεων αλλά και του μεγάλου βάρους του πατώματος απαιτείται μεγάλο πάχος φερουσών τοιχοποιιών.



### **ε) Οι στέγες κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία**

αποτελούνται συνήθως από ξύλινα ζευκτά ανά αποστάσεις 1.0 έως 2.0μ με τεγίδες, σανίδωμα και επικεράμωση. Τα ζευκτά εδράζονται στο κορυφαίο διάζωμα των φερουσών τοιχοποιιών ή σε ξύλινες δοκούς (ποταμοί) Η εγκάρσια σύνδεση των ζευκτών μέσω εγκάρσιων συνδέσμων σε κατακόρυφα επίπεδα, αντιανέμιων συνδέσμων στα κεκλιμένα επίπεδα της στέγης, και μέσω των ξύλινων τεγίδων που φέρουν το σανίδωμα. Σε ορθογωνική κάτοψη με δικλινή στέγη τα ζευκτά τοποθετούνται παράλληλα προς τη μικρή διάσταση του κτιρίου. Σε περίπτωση περίπου τετραγωνικής κάτοψης, καθώς και στα άκρα τετρακλινών στεγών επί ορθογωνικών κατόψεων, διαμορφώνονται διασταυρούμενα ημιζευκτά με κεντρικό ή κεντρικούς ορθοστάτες (παπάδες). στην πολύ συνηθισμένη περίπτωση ακανόνιστης κάτοψης η στέγη προκύπτει ακανόνιστης μορφής.

#### **Τα χαρακτηριστικά της μηχανικής συμπεριφοράς των ξύλινων στεγών είναι τα ακόλουθα:**

- Προϋποθέσεις για διαφραγματική λειτουργία -άρτια δικτύωση ζευκτών (επαρκών ορθοστατών και διαγωνίων) η συνέχεια στις ματίσεις επιμήκων δοκών κάτω πέλματος, οι ισχυρές συνδέσεις στους κόμβους, η επαρκής σύνδεση των ζευκτών στις θέσεις έδρασής και η ύπαρξη ισχυρών εγκάρσιων (αντιανέμιων συνδέσμων) ή ισχυρού πλήρους σανιδώματος.
- Η μειωμένη εξασφάλιση ή απουσία κάποιας από τις παραπάνω προϋποθέσεις δημιουργεί κατά περίπτωση γενική ή κατά διεύθυνση μείωση της διαφραγματικής λειτουργία της στέγης.

## Το βάρος των ξύλινων στεγών

Κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων -κυρίως από το βάρος της επικάλυψης.

Οι συνηθέστεροι τύποι επικάλυψης κατά αύξουσα σειρά βάρους είναι οι ακόλουθοι:

**I. Ελαφρά κεραμίδια ευρωπαϊκού τύπου (γαλλικά).**

**II. Ρωμαϊκά ή Βυζαντινά καρφωτά κεραμίδια.**

**III. Βυζαντινά κολυμβητά κεραμίδια.**

**IV. Επικάλυψη με λίθινες πλάκες (Πηλίου ή Ελευθερουπόλεως).**

- ❖ Πολλές φορές η ανεπαρκής δικτύωση των ζευκτών έχει ως συνέπεια την έντονη καμπτική καταπόνηση των ράβδων άνω και κάτω πέλματος και σημαντικές βυθίσεις με συνέπεια την έδραση της στέγης επί των εσωτερικών (συνήθως ασθενών) διαχωριστικών τοιχοποιιών με δυσμενείς συνέπειες για την ασφάλεια της κατασκευής.
- ❖ Σε περίπτωση ανεπαρκούς δικτύωσης και ασθενών συνδέσεων στους κόμβους των ζευκτών σε συνδυασμό με απουσία επαρκών εσωτερικών τοιχοποιιών, εμφανίζεται "κάθισμα και άνοιγμα" της στέγης με συνέπεια την ανάπτυξη οριζόντιων ωθήσεων από τους κεκλιμένους αμείβοντες επί των περιμετρικών τοιχοποιιών έδρασης των ζευκτών.

## Τύποι φερουσών τοιχοποιιών

Οι συνηθέστεροι τύποι τοιχοποιιών σε κτίρια από άοπλη φέρουσα τοιχοποιία είναι :

**α. Λιθοδομή φυσικών λίθων** (συνήθως αργολιθοδομή με ημιλάξευτα αγκωνάρια. Σε λιθοδομές μεγάλου πάχους συναντάται η τρίστρωτη ή σακοειδής λιθοδομή δύο ανεξάρτητοι τοίχοι-όψεις από αργολιθοδομή -κενό -με - χαλαρό υλικό - θραύσματα λίθων και κονίαμα),

**β. Πλινθοδομή πλήρων οπτοπλίνθων.**

**γ. Πλινθοδομή διάτρητων οπτοπλίνθων.**

**δ. Πλινθοδομή ωμοπλίνθων.**

**ε. Ξυλόπηκτη τοιχοποιία** (Τσατμάς: Ξύλινο δικτύωμα και πλήρωση των κενών με πλινθοδομή πλήρων οπτοπλίνθων ή ωμοπλίνθων).

**στ. Ξυλόπλεκτη τοιχοποιία** (Μπαδγατότοιχος: Ξύλινοι ορθοστάτες με αμφίπλευρακαρφωτούς ή και πλεκτούς λεπτούς ξύλινους πηχίσκους ή κλαδιά λυγαριάς και πεταχτό επίχρισμα).

**Κονίαμα δόμησης :** **α. Ασβεστοσιμεντοκονίαμα. β. Ασβεστοκονίαμα, γ. Αργιλοκονίαμα.**

**Συχνά συνύπαρξη στο ίδιο κτίσμα** τοιχοποιίες διαφόρων τύπων, χωρίς διαφοροποίηση κονιάματος δόμησης σε τοίχους του ίδιου κτιρίου-όχι για μεταγενέστερες φάσεις, αναδομήσεις ή προσθήκες.

**Οι τοιχοποιίες μικρότερου βάρους και χαμηλότερης αντοχής**, (διάτρητων πλίνθων και ξυλόπηκτες ή ξυλόπλεκτες), στους ανώτερους ορόφους, η ως εσωτερικοί διαχωριστικοί και μη φέροντες τοίχοι.

**Τοιχοποιίες μεγαλύτερου βάρους και υψηλότερης αντοχής**, όπως λιθοδομές και πλινθοδομές πλήρων πλίνθων, συναντώνται συνήθως στους κατώτερους ορόφους.

**Η θεμελίωση και οι φέρουσες τοιχοποιίες τυχόν υπογείων ή ημιυπόγειων χώρων** σε υφιστάμενα κτίρια είναι από λιθοδομή.

Ειδικά η θεμελίωση είναι αβαθής -συνεχής λιθοδομή ισοπαχή με τοιχοποιία του υπερκείμενου ορόφου ή με ελαφρά διαπλάτυνση μονόπλευρα ή αμφίπλευρα.

Κύριο χαρακτηριστικό των φερουσών τοιχοποιιών το μεγάλο βάρος (σε υψηλά κτίρια μεγάλο πάχος των τοίχων).

**Φέρουσα τοιχοποιία- μικρό ποσοστό της μάζας στις στάθμες πατωμάτων και της στέγης.**

**Μικτός φέρον οργανισμός** (πλάκες, δοκούς και υποστυλώματα Ο.Σ. εσωτερικά και φέρουσες τοιχοποιίες στην περίμετρο.

**Συχνά πολυώροφα, -υβριδικές κατασκευές μεταβατικής περιόδου αρχών του 20ου αιώνα,** (πριν από πλήρη επικράτηση των κτιρίων με αμιγή σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος).

**Μέγεθος-πλήθος, -η απόσταση από τις γωνίες και η σχετική καθ' ύψος τοποθέτηση των ανοιγμάτων -ισόγειο -υπερκείμενους ορόφους** επηρεάζει καθοριστικά τη συμπεριφορά της φέρουσας τοιχοποιίας, -υπό κατακόρυφα, **κυρίως υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία**

Ιδιαίτερα δυσμενές φαινόμενο - αναντιστοιχίας ανοιγμάτων καθ' ύψος. (έντονη διατάραξη στη ροή των τάσεων προς τη θεμελίωση).

## Διαζώματα - Ελκυστήρες

Τα διαζώματα - οι ελκυστήρες: βασικά δομικά στοιχεία -**επιρροή στην απόκριση των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό οριζόντια σεισμικά φορτία.**

συνηθέστεροι τύποι διαζωμάτων και ελκυστήρων : (Σχ. 6.2.2):

**α. Ξύλινα, μεταλλικά**, ή από οπλισμένο σκυρόδεμα υπέρθυρα (πρέκια) στα ανώφλια των ανοιγμάτων ή και σε ενδιάμεσες στάθμες στο ύψος των ορόφων (μη συνεχή διαζώματα),

**β. Συνεχή ξύλινα (ξυλοδεσιές), μεταλλικά**, ή από οπλισμένο σκυρόδεμα οριζόντια διαζώματα - στάθμες ανωφλίων ανοιγμάτων ή στάθμες των ορόφων και της στέγης,

**γ. Μεταλλικοί ελκυστήρες** (παθητικοί ή ελαφρά προεντεταμένοι) ή παθητικοί ξύλινοι ελκυστήρες στις στάθμες των ορόφων, της στέγης, ή και των ανωφλίων.

**δ. Κατακόρυφα διαζώματα ξύλινα, από οπλισμένο σκυρόδεμα, ή σπανιότερα μεταλλικά.**

Τα ανεξάρτητα πρέκια φέρουν την τοιχοποιία πάνω από τα ανώφλια των ανοιγμάτων χωρίς να συμβάλλουν στη συνολική απόκριση του κτιρίου υπό οριζόντια (σεισμικά) φορτία.

ανώφλια διαμόρφωση σε μορφή τοξυλίου πλινθοδομής, - πρέκι η απουσιάζει, η ελκυστήρας.

**Συνεχή οριζόντια ξύλινα ή μεταλλικά διαζώματα** : δύο παράλληλες μεταξύ τους ράβδους - ίδιο επίπεδο στις δύο όψεις συνδεδεμένες με εγκάρσιες ράβδους ανά διαστήματα. “δικτυώματα μορφής σκάλας” σε οριζόντιο επίπεδο, τα οποία διασταυρώνονται στις γωνίες του κτιρίου (Σχ. 6.2.3, 6.2.4).

**Εσωτερικές ράβδοι αγκυρώνονται στα άκρα τους** στις εξωτερικές όψεις γωνιών των τοίχων (μέσω εγκάρσιων μεταλλικών τεμαχίων ράβδων) (Σχ. 6.2.2Γ, 6.2.4) -ως ελκυστήρες.

**Ο κύριος ρόλος συνεχών οριζόντιων διαζωμάτων** : **ενίσχυση** εκτός επιπέδου καμπτική λειτουργία των τοιχοποιιών, **ανάληψη οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων** κάθετα στο επίπεδο του τοίχου - **μεταφορά σε εγκάρσιους τοίχους**.

**Παχείς τοίχοι** : ξυλοδεσιές από δύο παράλληλες ξύλινες δοκούς στις όψεις της τοιχοποιίας που συνδέονται μεταξύ τους με ορθοστάτες.

**Τα διαζώματα από Ο.Σ. σε όλο το πλάτος τοιχοποιίας, -χαμηλό ύψος**, (λειτουργία ως δοκοί καμπτόμενες σε οριζόντιο επίπεδο (Σχ. 6.2.2).

**Οι ελκυστήρες** -χαλύβδινες λεπίδες ορθογωνικής διατομής ή μικρές χαλύβδινες δοκοί διατομής Ι ή Π-κατά τη δόμηση των τοίχων –προένταση μετά την ολοκλήρωση Φ.Ο.

**Συχνά ξύλινοι ελκυστήρες** σε επαφή με την εσωτερική όψη των τοίχων με μεταλλικές καρφωτές λεπίδες για την αγκύρωσή τους στην εξωτερική όψη των εγκάρσιων τοίχων.

**Η προένταση -ελαφρά -με ράβδους αγκύρωσης κατάλληλου σχήματος**, η συστροφή της μεταλλικής λεπίδας . η συμβολή της προέντασης των ελκυστήρων στην ανάπτυξη πρόθλιψης στην τοιχοποιία είναι συνήθως αμελητέα.

**Η προένταση για άρση τυχόν ανοχών μήκους - ενεργοποίηση του ελκυστήρα να είναι άμεση.**

**Ο κύριος ρόλος ελκυστήρων είναι ΑΠΟΤΡΟΠΗ αποκόλλησης** υπό σεισμική καταπόνηση των διασταυρούμενων τοίχων καθ' ύψος των κατακόρυφων ακμών σε γωνίες τύπου Γ ή Τ.

Ορατοί ξύλινοι ή μεταλλικοί ελκυστήρες - σε όλες - τις κατασκευές με καμαρωτά ή θολωτά πατώματα, τόξα, αψίδες και τρούλους όπως τα Ρωμαϊκά, Βυζαντινά ή Οθωμανικά μνημεία. Οι ελκυστήρες στη στάθμη γένεσης καμπύλων φορέων ώστε να αναλάβουν τις οριζόντιες ωθήσεις που αναπτύσσονται υπό τα κατακόρυφα φορτία. (σύνδεση ξυλοδεσιές)

**Τα κατακόρυφα διαζώματα** (σε συνεργασία με τα οριζόντια διαζώματα), -πλαίσια αυξημένης δυσκαμψίας -ενισχύουν - λειτουργία δίσκου της τοιχοποιίας και -εγκιβωτίζουν και περισφίγγουν τμήματα - τοιχοποιίας αποτρέποντας - πρόωρη ρηγμάτωσή της υπό σεισμική καταπόνηση εντός του επιπέδου της.

**Ρόλος των διαζωμάτων και των ελκυστήρων** : λειτουργία φερουσών τοιχοποιιών ως ενιαίου συνόλου υπό οριζόντια σεισμική καταπόνηση.

**ΕΑΚ αναγνωρίζει τη βασική συμβολή διαζωμάτων** στην πρόσδοση κάποιου βαθμού πλαστιμότητας σε Φ.Ο. από τοιχοποιία και διαφοροποιεί αντίστοιχα τις τιμές q:

**α. Τοιχοποιία με οριζόντια διαζώματα:  $q = 1.5$ .**

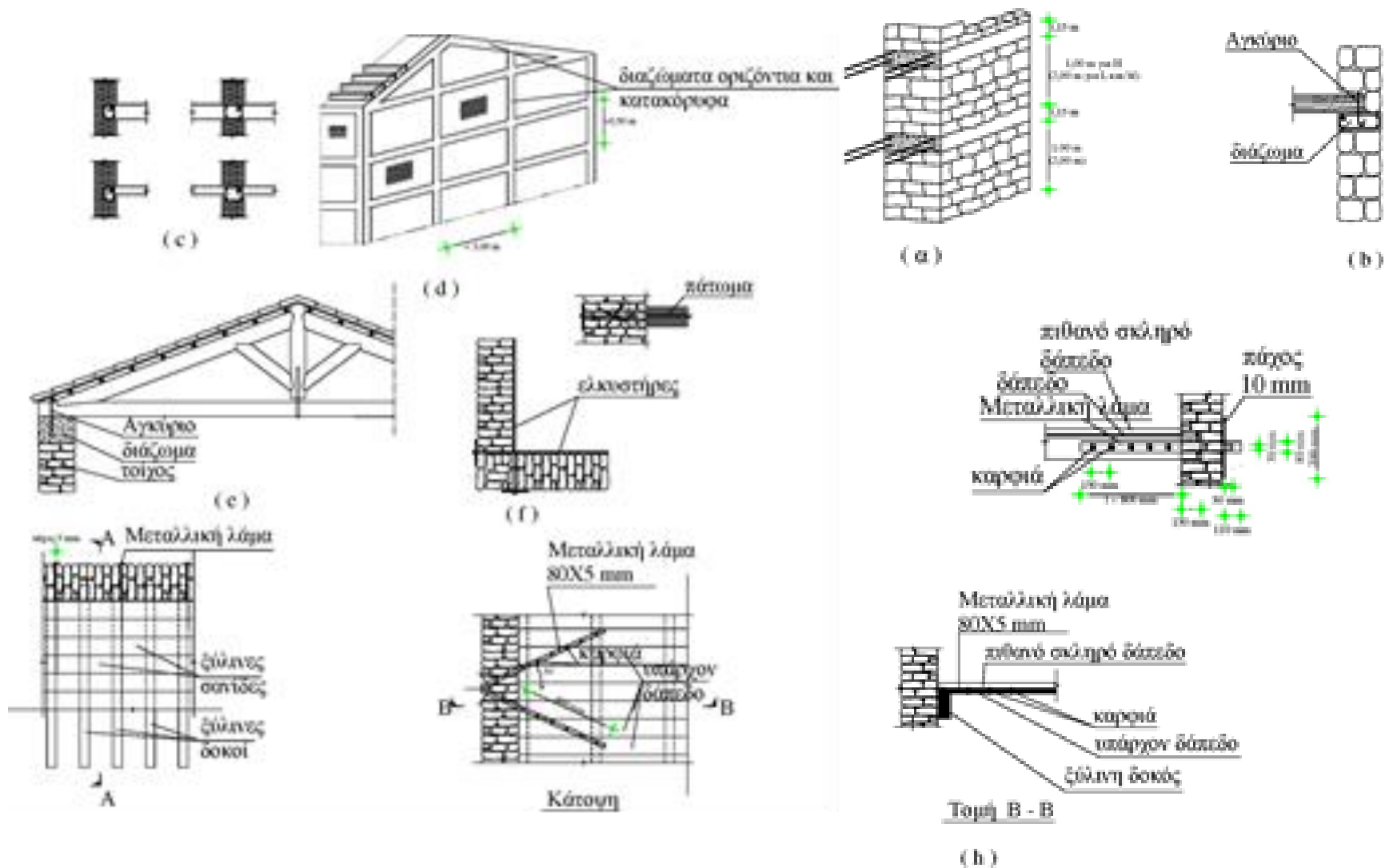
**β. Τοιχοποιία με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα:  $q = 2.0$ .**

**γ. Τοιχοποιία οπλισμένη (κατακορύφως και οριζοντίως):  $q = 2.5$ .**

**q : διαιρέτης στη σχέση υπολογισμού της σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού, διαζώματα -σημαντική μείωση οριζόντιας επιτάχυνσης σχεδιασμού του κτιρίου.**

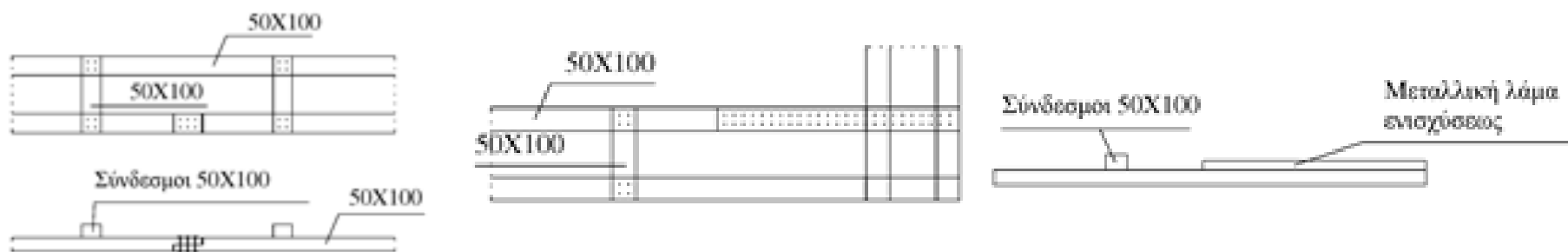
**Τιμές για κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία** σημαντικά μικρότερες από αυτές των κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα,

**Αποτέλεσμα** : σεισμικές δράσεις σχεδιασμού κτιρίων φέρουσας τοιχοποιίας σημαντικά υψηλότερες.

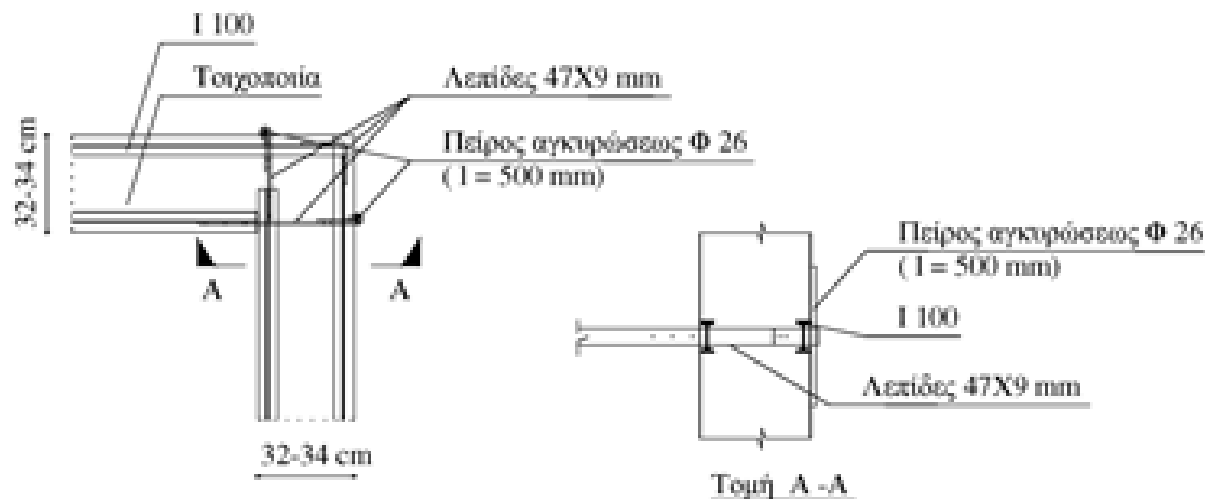


Σχ. 6.2.2 Τύποι διαζωμάτων, ελκυστήρων και συνδέσεων πατωμάτων και στεγών με τις φέρουσες τοιχοποιίες





Σχ. 6.2.3 Μορφή και γωνιακές συνδέσεις ξύλινων διαζωμάτων



Σχ. 6.2.4 Μορφή, γωνιακή σύνδεση και ακραία αγκύρωση μεταλλικού διαζώματος- ελκυστήρα

# ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

## Παθολογία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό κατακόρυφα φορτία

Η μεταβίβαση κινητών κατακόρυφων φορτίων και ιδίων βαρών των οριζόντιων δομικών στοιχείων (πατώματα, στέγες) στα κατακόρυφα (φέρουσες τοιχοποιίες) και, μαζί με τα σημαντικά ίδια βάρη των τοίχων, στη θεμελίωση και το έδαφος, είναι σαφής και εξασφαλισμένη σε όλους του τύπους κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.

Τα προβλήματα είναι περιορισμένα -ακόλουθες κατηγορίες:

- α. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας λόγω κακού σχεδιασμού** (τοπική ρηγμάτωση τοιχοποιίας υπό ισχυρά μοναχικά φορτία ή λόγω αναντιστοιχίας ανοιγμάτων καθ' ύψος).
- β. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας -διαφορικές καθιζήσεις της θεμελίωσης.**
- γ. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας** - επεμβάσεις, διαρρυθμίσεις - προσθήκες κατ' επέκταση.
- δ. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από προσθήκες καθ' ύψος.**
- ε. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας -αλλαγή χρήσης** (αύξηση κινητών φορτίων).
- στ. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από γήρανση υλικών.**

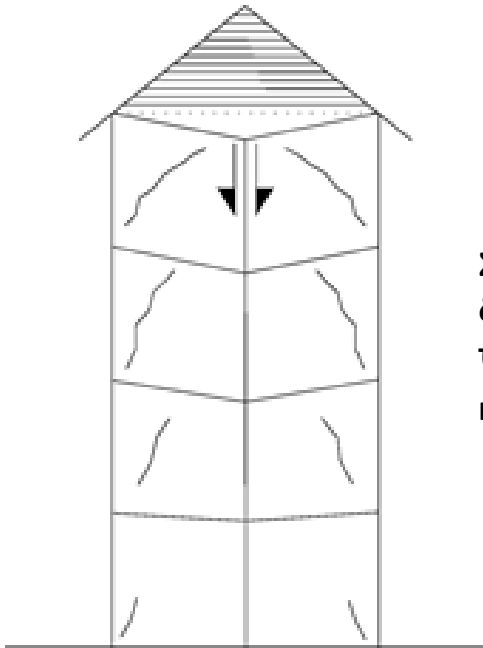
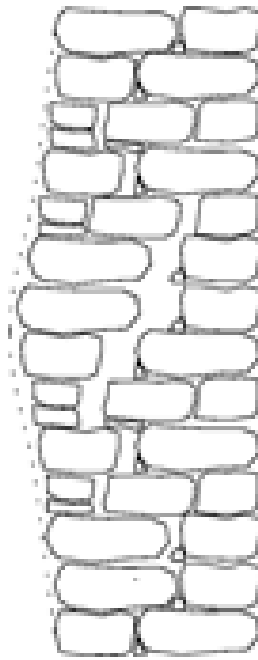
## Βλάβες από κατακόρυφα φορτία :

**α. Τοπική υπέρβαση θλιπτικής αντοχής κακός σχεδιασμός -- συγκέντρωση φορτίου**, - σχεδόν κατακόρυφες ρηγματώσεις (λόγω εγκάρσιων εφελκυστικων τάσεων (μονοαξονικά θλιβόμενη τοιχοποιία, η σε τρίστρωτη λιθοδομή, -κατακόρυφο επίπεδο ρηγμάτωσης - διαχωρισμού κατά το πάχος του τοίχου -με μονόπλευρο η αμφίπλευρο φούσκωμα της τοιχοποιίας

**β. Σε περίπτωση διαφορικών καθιζήσεων** -λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης κατά μήκος της θλιβόμενης διαγώνιου σε πεσσούς ή δίσκους τοιχοποιίας κατά μήκος του πόδα, των οποίων εκδηλώνεται διαφορική καθίζηση εντονότερες σε χαμηλούς ορόφους,

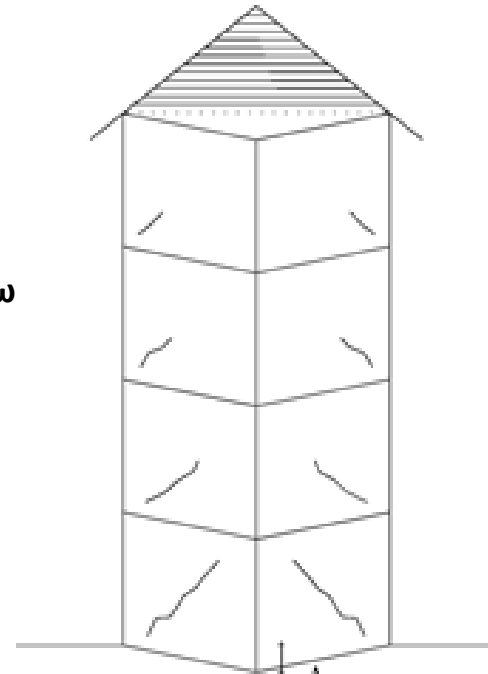
**γ. Σε περίπτωση διαφορικής βράχυνσης** υπό τα κατακόρυφα φορτία σε μεσαίους συνήθως τοίχους, εμφανίζονται λοξές ρηγματώσεις μιας διεύθυνσης στους εγκάρσιους τοίχους παρόμοιες με αυτές της περίπτωσης (β), με τη διαφορά ότι οι βλάβες εμφανίζονται εντονότερες στους ανώτερους ορόφους.

Σχ. 6.3.1 Μονόπλευρο φούσκωμα  
τρίστρωτης λιθοδομής με ασύνδετες όψεις  
υπό κατακόρυφα θλιπτικά φορτία



(α)

Σχ. 6.3.2 Εικόνα ρηγμάτωσης λόγω  
διαφορικής βράχυνσης μεσαίου  
τοιχώ (α) και λόγω διαφορικής  
καθίζησης μεσαίου τοίχου (b)



(b)

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Φόρτιση υπό τα κατακόρυφα φορτία σαφής, όχι με τη σεισμική φόρτιση.
- **Φάσμα επιταχύνσεων σχεδιασμού** : το μέγεθος και η κατανομή της σεισμικής τέμνουσας καθ' ύψος εξαρτάται από τα γεωμετρικά και τα δυναμικά μηχανικά χαρακτηριστικά Φ.Ο. κτίρια με Φ.Ο. από τοιχοποιία είναι απαραίτητη η θεώρηση επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων -ικανοποιητική προσομοίωση Φ.Ο.

### **Άγνωστος ο βαθμός διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων.**

Τα χαρακτηριστικά αυτά αυξάνουν υπερβολικά το πλήθος των ιδιομορφών ταλάντωσης που απαιτούνται ώστε να ενεργοποιηθεί ένα μεγάλο ποσοστό της μάζας του κτιρίου, με αποτέλεσμα η δυναμική προσέγγιση του προβλήματος να γίνεται εξαιρετικά δύσκολη.

**Με εξαίρεση τα μη κανονικά κτίρια, δεν είναι απαραίτητη η δυναμική ανάλυση** κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, **διότι αυτά είναι συνήθως ιδιαίτερα δύσκαμπτα.**

δεν υπάρχει σημαντική συγκέντρωση μαζών στις στάθμες των πατωμάτων (μεγάλο ποσοστό της μάζας είναι διανεμημένο επιφανειακά στους τοίχους), απέχει πολύ από την πραγματικότητα η θεώρηση τριγωνικής κατανομής της σεισμικής τέμνουσας και η συγκέντρωσή της στις στάθμες των ορόφων κατά την **ψευδοστατική ανάλυση** υπό σεισμική καταπόνηση.

## ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΑΦΟΥΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

- ❖ **Πατώματα και δώμα από πλάκες Ο/Σ - Τοιχοποιία υψηλών αντοχών με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα και ελκυστήρες:** Γενικά ικανοποιητική συμπεριφορά υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.
- ❖ **Σαφής διαφραγματική λειτουργία του στατικού προσομοιώματος.**
- ❖ **Εφαρμογή στις στάθμες των πλακών των συγκεντρωμένων σεισμικών τεμνουσών** που αντιστοιχούν στα μόνιμα και κινητά φορτία των πατωμάτων (σημαντικό ποσοστό συνολικής τέμνουσας βάσης λόγω μικρού πάχους -βάρους των φερουσών τοιχοποιιών).
- ❖ **Εφαρμογή στους κόμβους προσομοιώματος επί τοίχων**, της αδρανειακής οριζόντιας σεισμικής δύναμης που αντιστοιχεί στη μάζα συγκεντρωμένη στον κάθε κόμβο.
- ❖ **Η συγκεντρωμένη σεισμική τέμνουσα κάθε ορόφου κατανέμεται** από το διάφραγμα του δαπέδου στα κατακόρυφα στοιχεία του ορόφου ανάλογα με τη δυσκαμψία τους, συγκεντρώνεται κυρίως στους τοίχους που διήκουν κατά τη διεύθυνση του σεισμού.
- ❖ **Η ύπαρξη διαζωμάτων και ελκυστήρων αποτρέπει** την αποκόλληση των τοίχων καθ' ύψος κατακόρυφων ακμών σε γωνίες τύπου Γ ή Τ.
- ❖ **Η ύπαρξη διαζωμάτων ανακουφίζει την καταπόνηση** των τοίχων κάθετα στη διεύθυνση του σεισμού, κρίσιμη η καταπόνηση εγκάρσιων τοίχων και πεσσών για σεισμό μέσα στο επίπεδό τους (λειτουργία δίσκου - σχετικά υψηλή αντοχή τοιχοποιίας).
- ❖ **Σε περιπτώσεις μεγάλου σχετικά ύψους ορόφων** και μεγάλων σχετικά αποστάσεων των εγκάρσιων φερόντων τοίχων, είναι πιθανόν να αποδειχθεί κρίσιμη η καταπόνηση μερικών επιμηκών τοίχων σε κάμψη εκτός του επιπέδου τους.

**Εύκαμπτα ξύλινα πατώματα και στέγη - Παχείς τοίχοι χαμηλής αντοχής χωρίς διαζώματα και ελκυστήρες. Γενικά ανεπαρκής συμπεριφορά υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.**

**Απουσία διαφραγματικής λειτουργίας.**

- ❑ Παραλείπονται τελείως τα πατώματα κατά τη διαμόρφωση στατικού προσομοιώματος.
- ❑ Εφαρμογή σε όλους τους κόμβους τοιχοποιιών του προσομοιώματος της αδρανειακής οριζόντιας σεισμικής δύναμης που αντιστοιχεί στη μάζα κάθε κόμβου (οι δυνάμεις αυτές αποτελούν πολύ μεγάλο ποσοστό του συνόλου της σεισμικής τέμνουσας βάσης λόγω του μεγάλου βάρους των φερουσών τοιχοποιιών).
- ❑ Εφαρμογή στους κόμβους των τοιχοποιιών, των αδρανειακών οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων που αντιστοιχούν στη δύναμη έδρασης του πατώματος (μικρό ποσοστό της τέμνουσας βάσης).

**Αναμένεται πρόωρη αποκόλληση διασταυρούμενων τοίχων λόγω απουσίας διαζωμάτων και ελκυστήρων και ανεξάρτητη απόκρισή τους ως ελεύθερων προβόλων.**

**Κρίσιμη προκύπτει η καταπόνηση τοίχων για σεισμό κάθετα στο επίπεδό τους (κάμψη εκτός επιπέδου - πολύ χαμηλή αντοχή τοιχοποιίας).**

Μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία  
βρίσκεται συνήθως μεταξύ των δύο ακραίων προηγούμενων  
περιπτώσεων, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη τόσο η  
προσομοίωση και ανάλυση τους όσο και η πρόγνωση της  
απόκρισής τους υπό οριζόντια σεισμική φόρτιση.



Σχ. 6.3.3 τυπικές μορφές απόκρισης μονώροφου κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία υπό σεισμική καταπόνηση.

- **(α) και (β) πλήρης απουσία διαφράγματος και διαζωμάτων** -οι τοίχοι - είναι ασύνδετοι και μετά τον αποχωρισμό -λειτουργούν ανεξάρτητα (κρίσιμη η εκτός επιπέδου καμπτική λειτουργία των τοίχων που είναι κάθετοι στη διεύθυνση του σεισμού).
- **(c) υπάρχει περιμετρικό διάζωμα αλλά όχι διάφραγμα στη στέψη των τοιχοποιιών.**  
Υπό σεισμική καταπόνηση συνήθως αποφεύγεται ο αποχωρισμός των τοίχων στις γωνίες, αλλά η σχετικά μικρή εγκάρσια δυσκαμψία του διαζώματος δεν -αποτρέπει την τοπικά έντονη εκτός επιπέδου κάμψη των τοίχων κάθετα στη διεύθυνση του σεισμού (λειτουργία τριέρειστης πλάκας σε κατακόρυφο επίπεδο).
- **(d) υπάρχει πλήρης διαφραγματική λειτουργία στο επίπεδο της στέψης των τοίχων**, η οποία εξασφαλίζει τη μεταφορά και ανάληψη του συνόλου σχεδόν της σεισμικής τέμνουσας από τους τοίχους κατά τη διεύθυνση του σεισμού (λειτουργία δίσκου-υψηλή αντοχή τοιχοποιίας

Με βάση την ανάλυση της συμπεριφοράς του τυπικού μονώροφου κτιρίου που προηγήθηκε παρουσιάζονται στο Σχ. 6.3.4 οι πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου ή πεσσού.

- **Ο τοίχος πρόβολος εμφανίζεται ιδιαίτερα ασθενής** έναντι σεισμικής ώθησης κάθετα στο επίπεδό του (Σχ. 6.3.4a). Αντιστέκεται στις αδρανειακές δυνάμεις κυρίως με το βάρος του και την αμελητέα καμπτική αντοχή της διατομής της βάσης του. Έτσι, ο τοίχος ανατρέπεται υπό στατικό σεισμικό συντελεστή που κυμαίνεται από  $\varepsilon = t/2h$  έως  $\varepsilon = t/h$ , εάν η σεισμική τέμνουσα εφαρμόζεται στη στέψη ή το κέντρο βάρους του αντίστοιχα.
- **Σε περίπτωση που ο τοίχος-πρόβολος καταπονείται εντός του επιπέδου του**, η αντίστασή του είναι πολύ μεγαλύτερη καθώς λειτουργεί ως δίσκος (shear wall). Υπάρχουν διάφορες μορφές αστοχίας ενός τέτοιου τοίχου που εξαρτώνται από τη γεωμετρία και τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας:
  - i. **Ολίσθηση ή καθαρή διατμητική αστοχία κατά μήκος ενός οριζόντιου αρμού** (Σχ. 6.3.4b).
  - ii. **Διαγώνια ρηγμάτωση από λοξές κύριες εφελκυστικές τάσεις** είτε με τεθλασμένη αποκόλληση-ολίσθηση κατακόρυφων και οριζόντιων αρμών είτε και με ρηγμάτωση πλίνθων ή λίθων (Σχ. 6.3.4c).
  - iii. **Καμπτική αστοχία από συντριβή** (πυκνά σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα και εγκάρσια διάρρηξη) της θλιβόμενης γωνίας της βάσης αμέσως μετά την οριζόντια ρηγμάτωση κατά μήκος της εφελκυσόμενης ζώνης (Σχ. 6.3.4d).

**Η συμπεριφορά και απόκριση ενός κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία είναι πολύ πιο σύνθετη από αυτή ενός μεμονωμένου τοίχου χωρίς ανοίγματα.** Στο Σχ. 6.3.5 φαίνονται οι τυπικές μορφές ρηγματώσεων σε ένα τυπικό όροφο κτιρίου με ικανοποιητικά οριζόντια διαζώματα.

**Κάθετα στη διεύθυνση της σεισμικής καταπόνησης** λόγω ανεπαρκούς διαφραγματικής λειτουργίας, ρωγμές τύπου b από κάμψη εκτός επιπέδου (bending).

**Σε περίπτωση ανεπαρκούς σύνδεσης** στις ακμές με εγκάρσιους τοίχους, οι ρωγμές αυτές οδηγούν σε αποκόλληση των τοίχων και αστοχία τους σύμφωνα με το Σχήμα 6.3.4a.

Σε τοίχους κατά τη διεύθυνση σεισμικής καταπόνησης, οι πεσσοί μεταξύ των ανοιγμάτων είναι πιο εύκαμπτοι από τις ζώνες τοιχοποιίας πάνω και κάτω από τα παράθυρα.

**Όλες οι παραμορφώσεις εμφανίζονται στους πεσσούς.** Στις διατομές πόδα και κεφαλής των πεσσών εμφανίζονται οι ισχυρότερες ορθές (θλιπτικές και εφελκυστικές) τάσεις, ενώ η σταθερή καθ' ύψος του πεσσού τέμνουσα -μέγιστες διατμητικές τάσεις περί το κέντρο.

**Η υπέρβαση χαμηλής καμπτικής εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας** προκαλεί τις καμπτικές ρωγμές τύπου f (flexure), -υπέρβαση λοξής εφελκυστικής αντοχής της υπό τις κύριες ορθές τάσεις -λοξές χιαστί καμπτοδιατμητικές ρωγμές τύπου s (shear).

Οι πεσσοί,, αστοχούν είτε από χαίνοντα χιαστί καμπτοδιατμητικά ρήγματα, είτε από υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής στα άκρα της κεφαλής ή της βάσης τους μετά από διαδοχικούς κύκλους επέκτασης των ρηγμάτων τύπου f.

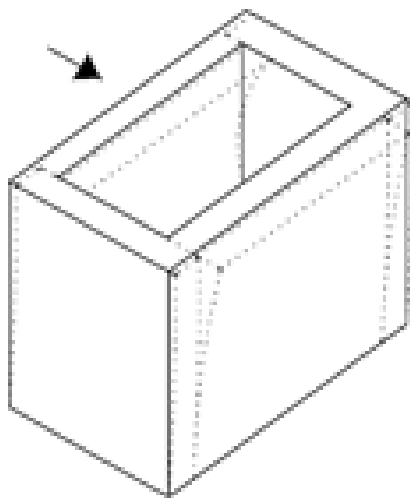
Ιδεατή κατανομή τάσεων στους πεσσούς Σχ. 6.3.6, : **σο** : **θλιπτικές τάσεις** από τα

κατακόρυφα φορτία **σM** : **θλιπτικές ή εφελκυστικές τάσεις από τη γενική ροπή ανατροπής**

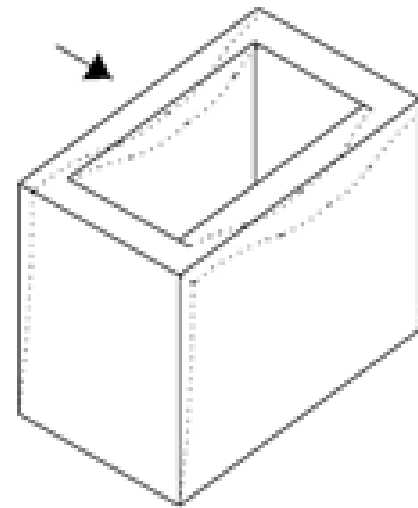
**σf** : **θλιπτικές-εφελκυστικές** τάσεις κάμψης πεσσού **τ** : **διατμητικές τάσεις στους πεσσούς**

## Στην περίπτωση ενός πολυώροφου κτιρίου με εύκαμπτα ξύλινα πατώματα

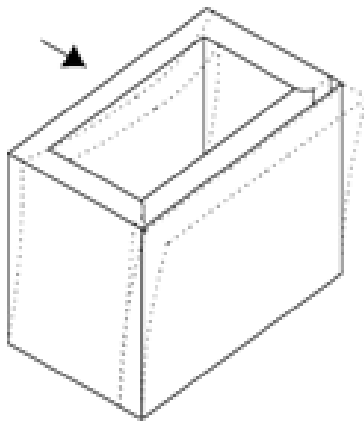
- Χωρίς οριζόντια διαζώματα στο επίπεδο των ορόφων και με σχετικά αραιά ανοίγματα (Σχ. 6.3.7),
- Οι ζώνες σύζευξης των ισχυρών πεσσών - προβόλων είναι οι πλέον ευαίσθητες περιοχές και καταπονούνται σε κάμψης και διάτμησης.
- Οι ζώνες αυτές αστοχούν συνήθως με χιαστί καμπτοδιατμητικά ρήγματα πριν από την αστοχία των πεσσών.
- Η αστοχία των ζωνών αυτών προκαλεί απώλεια στήριξης των πατωμάτων.
- Η πρόωγη αστοχία των ζωνών σύζευξης μπορεί να αποτραπεί είτε από άκαμπτα διαφράγματα (π.χ. πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος), είτε από ισχυρά διαζώματα στα επίπεδα των πατωμάτων.



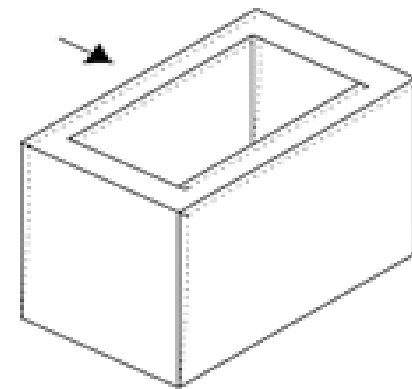
a.



c.



b.

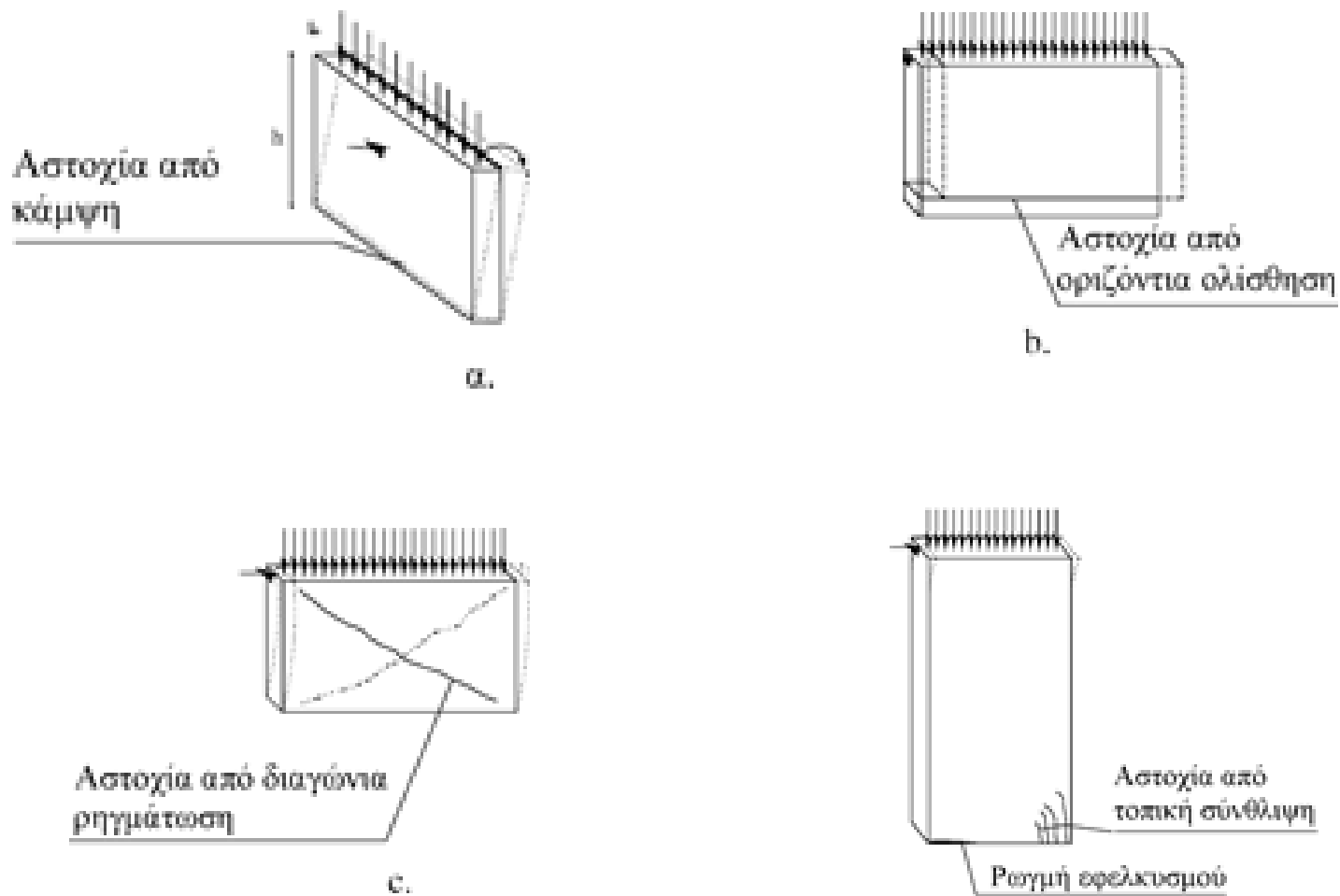


d.

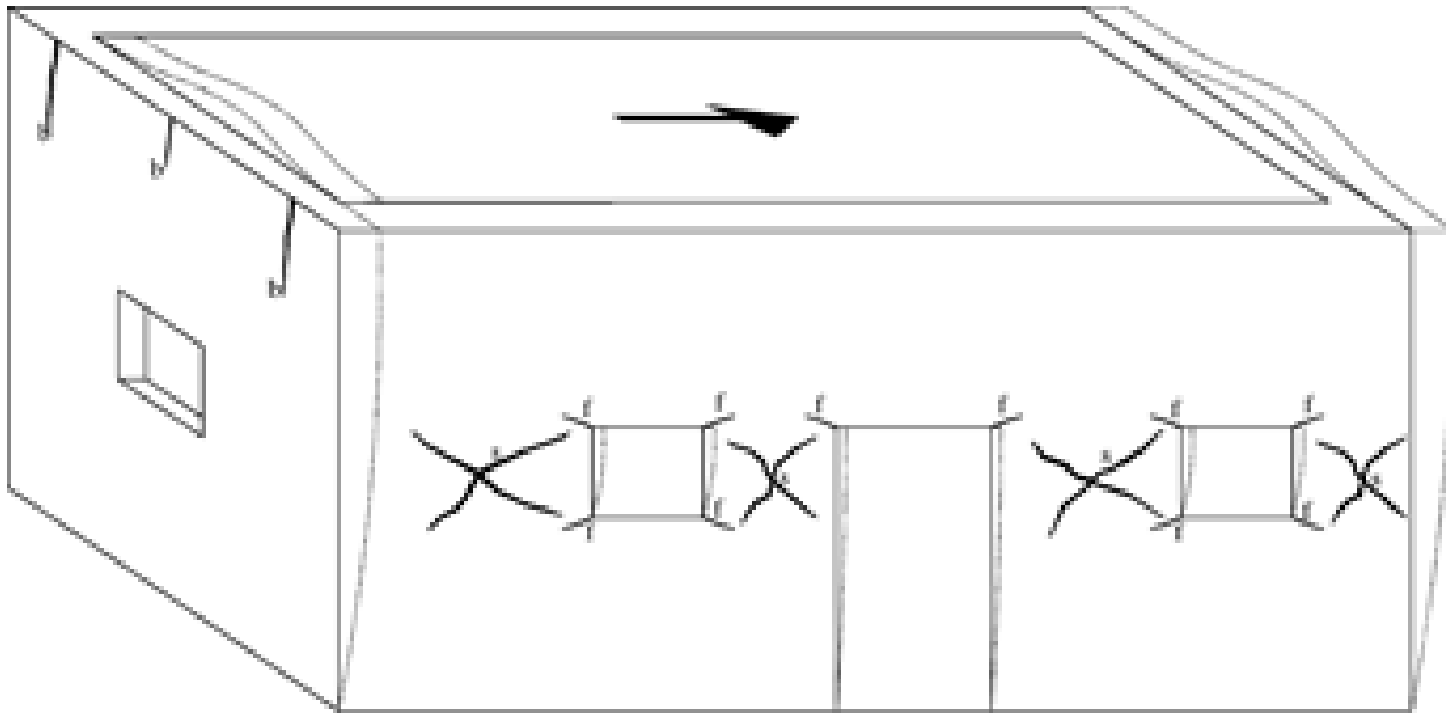
Σχ. 6.3.3 Τυπικές μορφές απόκρισης κτιρίων φέρουσας τοιχοποιίας υπό σεισμική καταπόνηση (α) και b): Ασύνδετοι φέροντες τοίχοι

(c): Φέροντες τοίχοι με κορυφαίο διάζωμα

(d): Φέροντες τοίχοι με διάφραγμα στο επίπεδο της στέψης τους

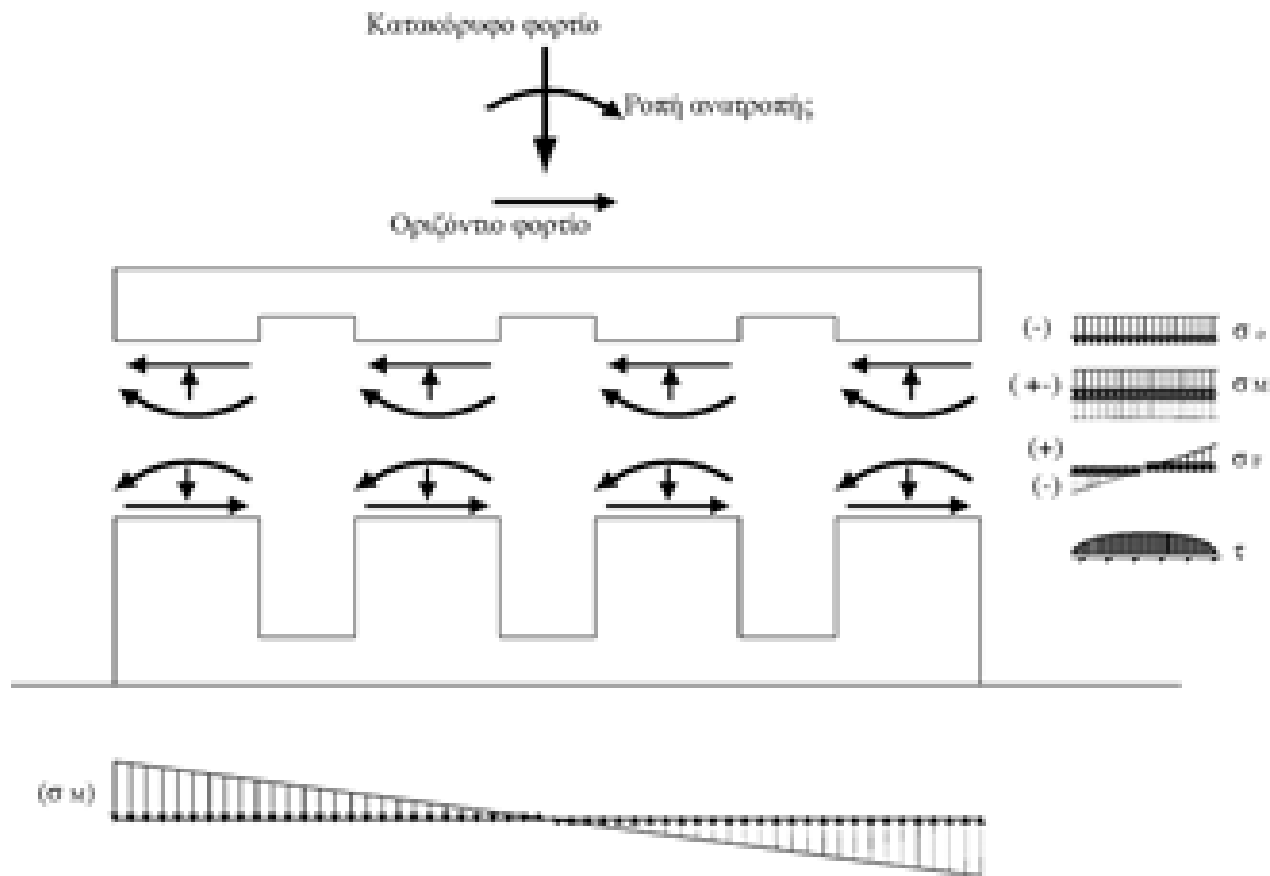


Σχ 6.3.4 Μηχανισμοί αστοχίας ενός μεμονωμένου τοίχου-προβόλου (α) Σεισμική τέμνουσα εκτός επιπέδου, (β, γ,δ) Σεισμική τέμνουσα εντός επιπέδου



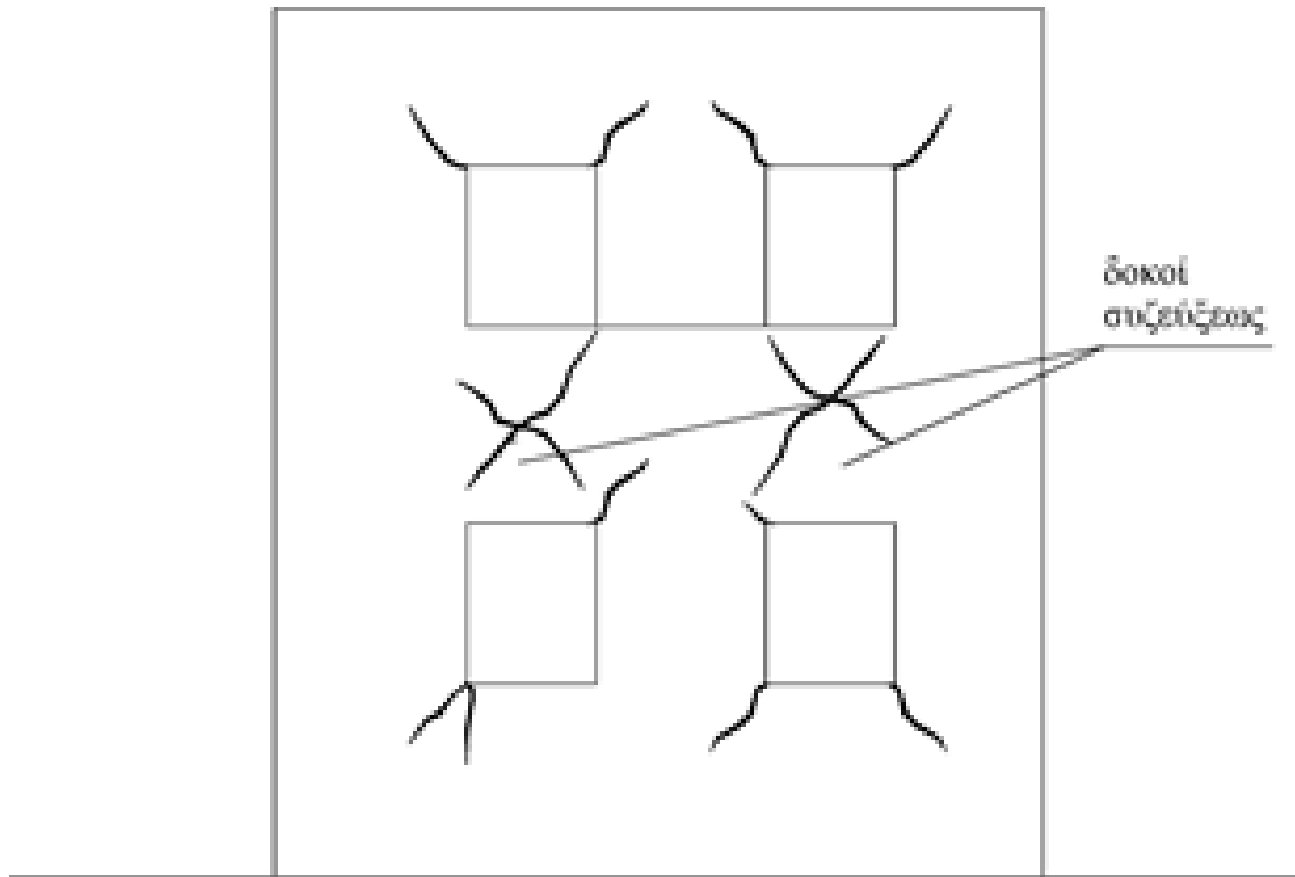
**b** : ρωγμές απο κάμψη εκτός επιπέδου **s** : ρωγμές διαγώνιου εφελκυσμού **f** : ρωγμές καμπτικού εφελκυσμού

Σχ. 6.3.5 Τυπικές μορφές ρηγματώσεων σε τυπικό όροφο κτιρίου από φέρουσα τοιχοποιία



Σχ. 6.3.6 Ιδεατή κατανομή εξωτερικών δράσεων, φορτίων διατομής και τάσεων σε επίπεδο τοίχο υπό σεισμική καταπόνηση





Σχ. 6.3.7 Μηχανισμός αστοχίας στις ζώνες σύζευξης πεσσών ενός διώροφου τοίχου χωρίς διαζώματα ή άκαμπτα διαφράγματα στις στάθμες των ορόφων

## ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Κριτήρια και αρχές επεμβάσεων που εντάσσονται μεν στα κριτήρια και τις αρχές που διέπουν τις επεμβάσεις σε όλους τους τύπους φερόντων οργανισμών, έχουν όμως ιδιαίτερη σημασία και αξία για τις κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

### Κριτήρια επεμβάσεων

Πέραν των καθαρά τεχνικών κριτηρίων (ενδεχόμενη ανεπάρκεια φορέα, ένταση και έκταση των βλαβών) βασικά κριτήρια επιλογής του τύπου και της έκτασης επέμβασης (επισκευή, ενίσχυση, μερική ή ολική καθαίρεση και ανακατασκευή) αποτελούν και τα εξής:

- Ο χαρακτηρισμός του κτιρίου ως μνημείου ή διατηρητέου.
- Το οικονομικό κόστος επέμβασης και μελλοντικής συντήρησης, ως προς την εγκατεστημένη αξία (στο κόστος επέμβασης πρέπει να συμπεριληφθεί και το κόστος των ανακατασκευαζομένων μη φερόντων στοιχείων, εγκαταστάσεων κ.λ.π.).
- Ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών.
- Το κοινωνικό και ψυχολογικό κόστος των ενοίκων αλλά και του κοινωνικού συνόλου.
- Η δυνατότητα επαρκούς και ευσταθούς υποσύλωσης κατά τη διάρκεια των εργασιών επισκευής.

## Αρχές επεμβάσεων

Διατιθέμενες γνώσεις (θεωρητικές, εργαστηριακές και εμπειρικές) για επισκευές - ενισχύσεις είναι πιο φτωχές από εκείνες κατασκευής νέων κτιρίων.

Ισχύει σε μεγαλύτερο βαθμό για τις επεμβάσεις σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία.

**Ορισμένες γενικές αρχές επεμβάσεων έχουν ιδιαίτερη αξία**, ακόμη και στην περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να τεκμηριωθούν πλήρως ακόμη και με τη χρήση εκλεπτυσμένων προσομοιωμάτων ανάλυσης και διαστασιολόγησης.

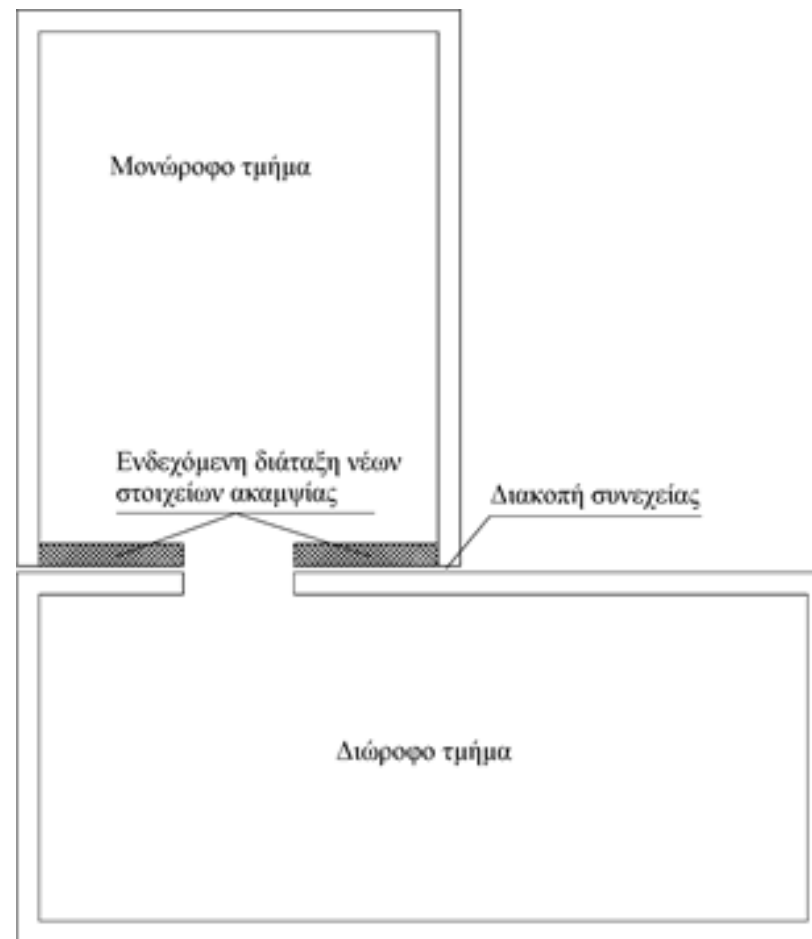
Τέτοιες αρχές είναι, οι εξής:

- **Είναι σκόπιμη, εφόσον είναι εφικτή, η μείωση του βάρους της κατασκευής** με αφαίρεση ή αντικατάσταση με ελαφρύτερα, δομικών ή διακοσμητικών στοιχείων μεγάλου βάρους, όπως επιστεγάσματα, γείσα, παραπέτα, εξώστες, καμινάδες, επικαλύψεις στεγών, κ.λ.π.
- **Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την εξασφάλιση της ευστάθειας εξωστών** πακτωμένων σε τοιχοποιία, όταν πρόκειται να γίνουν επεμβάσεις σε υπερκείμενο τοίχο που δρα ως αντίβαρο για την πάκτωση του εξώστη.
- **Είναι σκόπιμη η αναδόμηση (συμπλήρωση) ανοιγμάτων που βρίσκονται κοντά στις γωνιές** του κτιρίου και εξασθενούν τη σύνδεση των διασταυρούμενων τοίχων.
- **Η προσθήκη νέων τοίχων σε κατάλληλες θέσεις** με στόχο τη διόρθωση έντονης εκκεντρότητας μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου στροφής του κτίσματος (μη κανονική κάτοψη) είναι συχνά προτιμότερη από την υιοθέτηση ισχυρών και εκτεταμένων ενισχύσεων.
- **Σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας σε κάτοψη ή καθ' ύψος** (π.χ. σύνδεση μονώροφου με διώροφο τμήμα), η **δημιουργία κατασκευαστικού αρμού** με διακοπή της συνέχειας υφιστάμενων και **προσθήκη νέων τοίχων στο επίπεδο του αρμού** είναι συχνά προτιμότερη από την αμφίβολη προσπάθεια ενίσχυσης των υφιστάμενων δομικών στοιχείων (Σχ. 6.4.1).

## Κριτήριο για την επιλογή των μεθόδων και τεχνικών επεμβάσεων

Πρέπει να αποτελεί (πέραν της οικονομίας) και η τεχνική δυνατότητα ή σκοπιμότητα εφαρμογής τους - ιδιαίτερες τοπικές συνθήκες (προσπελασιμότητα, επίπεδο εξοπλισμού και εμπειρίας συνεργείων, επίπεδο επίβλεψης, δυνατότητα ελέγχου ποιότητας, σημασία και γενικότερη αξία κτίσματος).

- Σε περίπτωση αντίστοιχων βλαβών ή αμφιβολιών ως προς την επάρκειά τους, **η βελτίωση των συνδέσεων μεταξύ φερόντων στοιχείων** (σύνδεση αλληλοτεμνόμενων ή απέναντι τοίχων, αγκύρωση διαφραγμάτων στα κατακόρυφα στοιχεία κ.λ.π.).
- **Είναι γενικά επιθυμητή η βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας** με την αύξηση της δυσκαμψίας, της ατένειας και της αντοχής των πατωμάτων.
- **Στην περίπτωση που κατά την κατασκευή δεν είχε προβλεφθεί διάφραγμα** στο επίπεδο των πατωμάτων ή της στέγης, η προσθήκη νέου διαφράγματος τις περισσότερες φορές έχει ως συνέπεια τη δραστική μείωση τοπικών ενισχύσεων.



Σχ. 6.4.1 Δημιουργία κατασκευαστικού αρμού σε περίπτωση έντονης ασυμμετρίας καθ' ύψος]

# ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

## Βαθύ αρμολόγημα

**Πότε εφαρμόζεται:** Τοιχοποιίες από λιθοδομή μικρού πάχους ( $t < 300-400\text{mm}$ ) ή πλινθοδομές που παρουσιάζουν ρηγματώσεις εύρους μέχρι και  $10\text{mm}$   
Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές (συνολικά  $60\text{cm}$  περίπου). Σε περίπτωση ύπαρξης πολλών ρωγμών σε ένα τοίχο, συνιστάται η ολική αφαίρεση του επιχρίσματος (Σχ. 6.5.1).

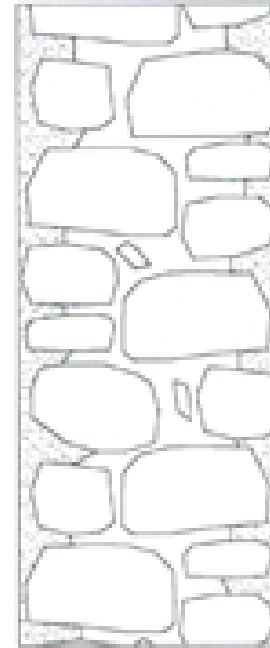
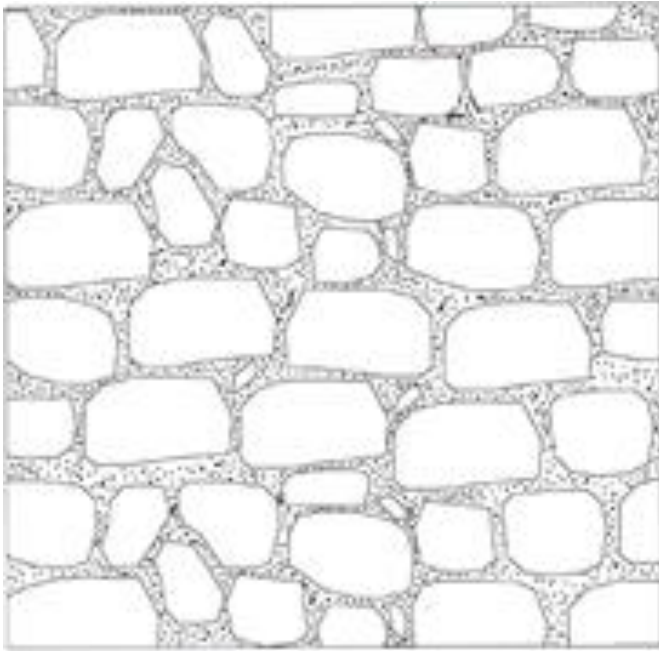
**Στάδιο 2:** Διεύρυνση των χειλιών της ρωγμής.

**Στάδιο 3:** Ξύσιμο 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).



Σχ. 6.5.1 Η μέθοδος του αρμολογήματος (ολική αφαίρεση επιχρίσματος)

**Υλικά:** Προτείνονται κατά σειρά τα παρακάτω κονιάματα:

- **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**

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Εξαρτάται από το βαθμό αντικατάστασης του υπάρχοντος κονιάματος χαμηλής αντοχής από νέο κονίαμα υψηλής αντοχής. Επαυξάνεται η αντοχή της τοιχοποιίας **αλλά ο βαθμός αυτής της επαύξεσης προσδιορίζεται δύσκολα**. Τα συμβατά κονιάματα δημιουργούν καλύτερη πρόσφυση με τα υπάρχοντα, σε αντίθεση με τα μη συμβατά κονιάματα.

**Μειονεκτήματα:** Η βελτίωση της αντοχής της τοιχοποιίας επιτυγχάνεται τοπικά, στις περιοχές όπου έχει αντικατασταθεί το παλιό κονίαμα.

**Ανασχεδιασμός:** Είναι δύσκολο να δοθούν γενικοί κανόνες αναδιαστασιολόγησης. Για περιπτώσεις όπου είναι δυνατό το σφράγισμα των ρωγμών σε μεγάλο βάθος προτείνονται οι πιο κάτω σχέσεις

$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \zeta f_{wc,0}$$

όπου

$$1 / \gamma_{Rd} = 0.80$$

$f_{wc,0}$  η αρχική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

$$\zeta = 1 + \omega \frac{\text{ΟΓΚΟΣ ΝΕΟΥ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}}{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ}} \quad (\text{εμπειρικός συντελεστής})$$

$$\omega = 4-8 \text{ για λιθοδομή}$$

$$1-2 \text{ για οπτοπλινθοδομή}$$

Οι χαμηλότερες τιμές εφαρμόζονται για τοιχοποιίες με καλό παλιό κονίαμα και πλήρεις αρμούς.

Εφελκυστική αντοχή

$$\text{Οριζόντια} \quad f_{wc,h} \approx \lambda f_{m}$$

$$\text{Κατακόρυφη} \quad f_{wc,v} \approx 2\lambda f_{m}$$

όπου το  $\lambda$  λαμβάνεται ίσο με 0.50 και  $f_{m}$  είναι η μέση εφελκυστική αντοχή του κονιάματος

Διατμητική αντοχή

$$f_{wv} \approx f_{m} + 0.40 \times 0.75\sigma_0$$



## Οπλισμένο ή ινοπλισμένο επίχρισμα

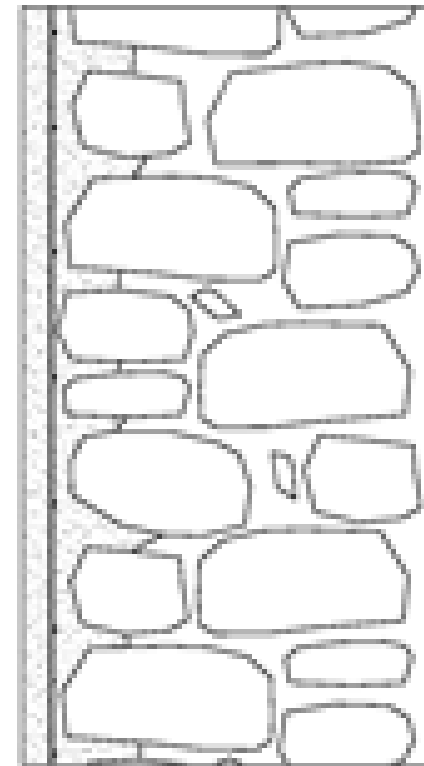
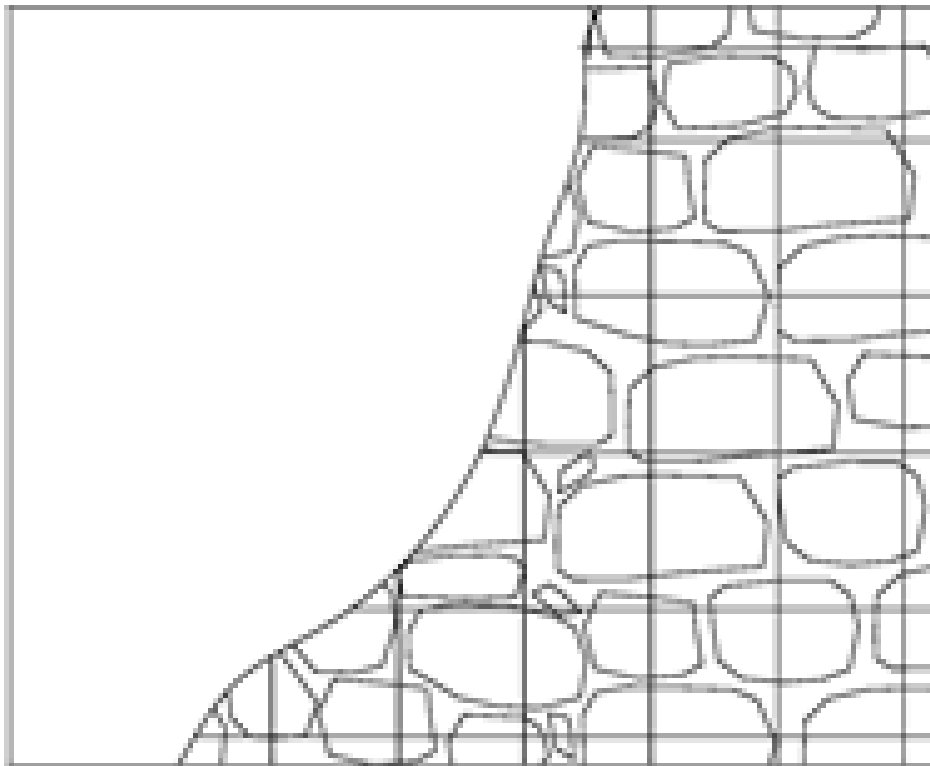
**Πότε εφαρμόζεται:** Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με την προηγούμενη κατά τις περιπτώσεις όπου δεν είναι απαιτητή η διατήρηση της όψης της λιθοδομής και με στόχο την αύξηση των αντοχών της τοιχοποιίας. Μπορεί επίσης να εφαρμοστεί είτε μονόπλευρα (Σχ. 6.5.2), μέσω κατάλληλων φωλιών για αποτελεσματική αγκύρωση του επιχρίσματος, είτε αμφίπλευρα, με κατάλληλες διαμπερείς συνδέσεις.

### 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 κοτετσosύρματος 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.



Σχ. 6.5.2 Οπλισμένο επίχρυσμα τοποθετημένο μονόπλευρα [11]

## **Υλικά:** 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 εκ περίπου.

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Αύξηση της διατμητικής και καμπτικής αντοχής της τοιχοποιίας. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το πάχος του επιχρίσματος και την καλή αγκύρωσή του με την τοιχοποιία.

**Μειονεκτήματα:** Συγκέντρωση και εγκλωβισμός υγρασίας στη διεπιφάνεια μεταξύ τοιχοποιίας και επιχρίσματος με σταδιακή αποδιοργάνωση του υφιστάμενου κονιάματος της τοιχοποιίας και με τελικό αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής της. Στην περίπτωση εφαρμογής αυτής της μεθόδου συνιστάται να λαμβάνεται ειδική πρόνοια για τον τρόπο απομάκρυνσης της υγρασίας.

**Αναδιαστασιολόγηση:** Η εκτίμηση της αντοχής βασίζεται σε λύση οριακού φορτίου. Η φέρουσα ικανότητα του συνόλου -άθροισμα της φέρουσας ικανότητας των επιχρισμάτων και της ρηγματωμένης τοιχοποιίας, καταλλήλως διορθωμένων, ώστε να ληφθεί υπ' όψη η μη ταυτόχρονη αστοχία των επιμέρους στοιχείων, - και οι μεγάλες αβεβαιότητες του προσομοίωματος. Προτείνεται η παρακάτω σχέση, - **(και για την περίπτωση των μανδυών)**

$k = 1$  ή  $2$  για μονόπλευρο και για αμφίπλευρο μανδύα αντίστοιχως

$f_{w,f}$  η τελική αντοχή της τοιχοποιίας σε θλίψη

$$f_c = \rho \frac{2}{3} f_{yd} \quad (\rho = \rho_v = \rho_h)$$

$$f_{w,overall} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} (k f_c + f_{w,f})$$

όπου

$$1 / \gamma_{Rd} \approx 0.80$$

## Συρραφή μεγάλων ρωγμών

**Πότε εφαρμόζεται:** Στις περιπτώσεις **μεγάλων ρωγμών**. Διαμπερείς ρωγμές που διακόπτουν τη συνέχεια της τοιχοποιίας. Ρωγμές μεγάλου εύρους (>10mm) ή ρωγμές μεγάλου μήκους που μπορεί να εκτείνονται οριζόντια και κατακόρυφα (Σχ. 6.5.3) ή διαγώνια (Σχ. 6.5.4) στην επιφάνεια του τοίχου.

### Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Βλάβες σε πρέκια ή γωνίες σύνδεσης τοίχων προηγείται η αποκατάσταση αυτών πριν από οποιαδήποτε εργασία συρραφής ρωγμών στους τοίχους **-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 15εκ. Σε περίπτωση πλινθοδομής, η διάνοιξη του αυλακιού μπορεί να γίνει και με μηχανικά μέσα. Διάνοιξη δευτερευόντων αυλακιών μήκους 40εκ, εγκάρσια στις ρωγμές και σε διαστήματα 60εκ 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 των αυλακιών - σκυρόδεμα υψηλής αντοχής ή χρήση gunite

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

**Σημείωση:** Αν οι ραφές πρέπει να εκτείνονται στο ύψος ολόκληρου ορόφου -δεν είναι δυνατή η τοπική μείωση του πάχους του τοίχου, (ενσωματωθούν οι ραφές), -κατασκευή (εξεχουσών) νευρώσεων σε κατάλληλες θέσεις (Σχ. 6.5.5) διατάσσονται κατά ζεύγη (μέσα-έξω), και καλή εγκάρσια σύνδεσή τους.

Αυτή η σύνδεση μπορεί να επιτυγχάνεται π.χ. με την αφαίρεση λίθων ή πλίνθων ανά αποστάσεις καθ' ύψος, οπότε δημιουργείται διαμπερής 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 (Σχ. 6.5.6).

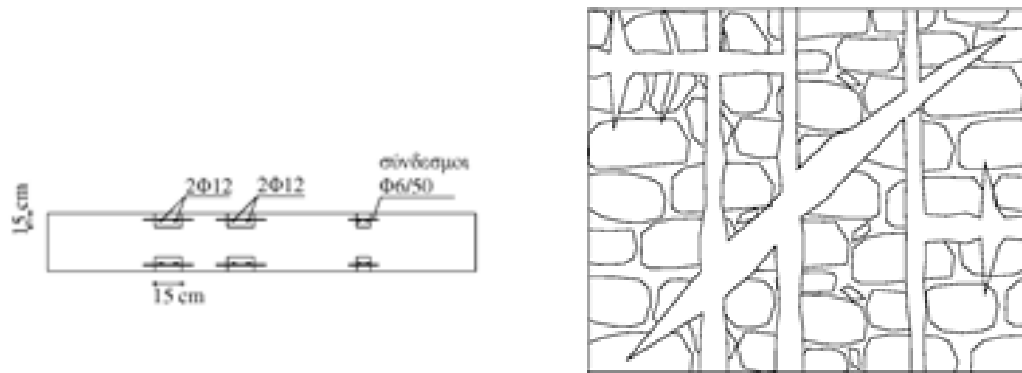
**Υλικά:** Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

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

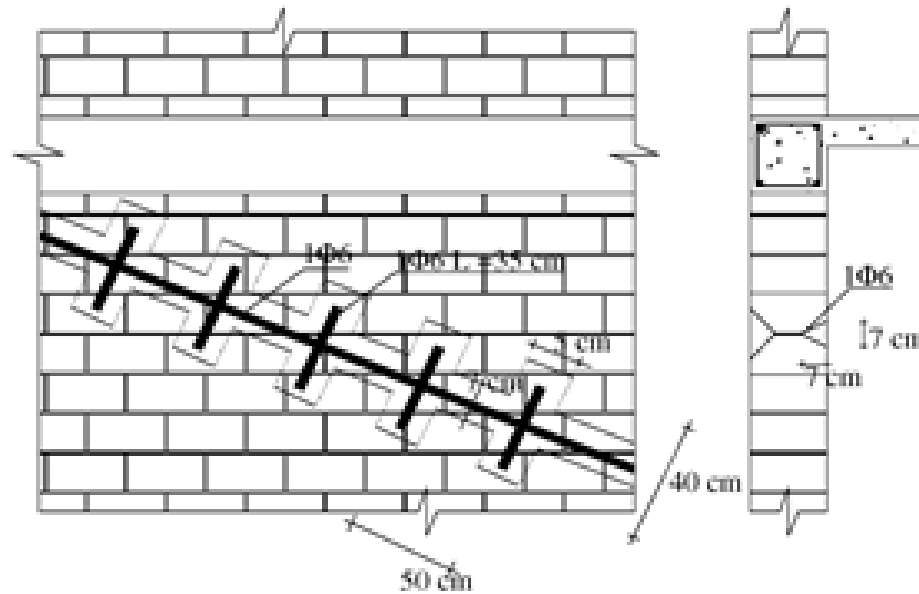
**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** τή αυξάνεται η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας

**Μειονεκτήματα:** Εκτενείς εργασίες -σχολαστική επιμέλεια και ιδιαίτερη φροντίδα στήριξης των τοίχων στη φάση που διανοίγονται τα αυλάκια.

**Αλλοίωση σε πολλές θέσεις της εξωτερικής όψης των τοίχων**

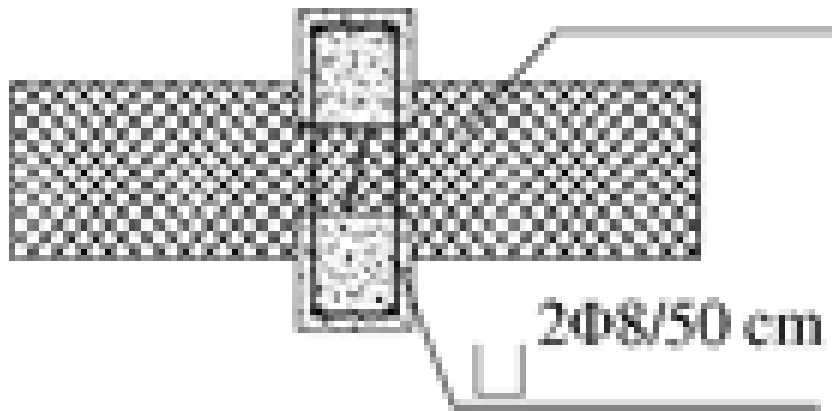


Σχ. 6.5.3 Οριζόντιες και κατακόρυφες ζώνες ραφής

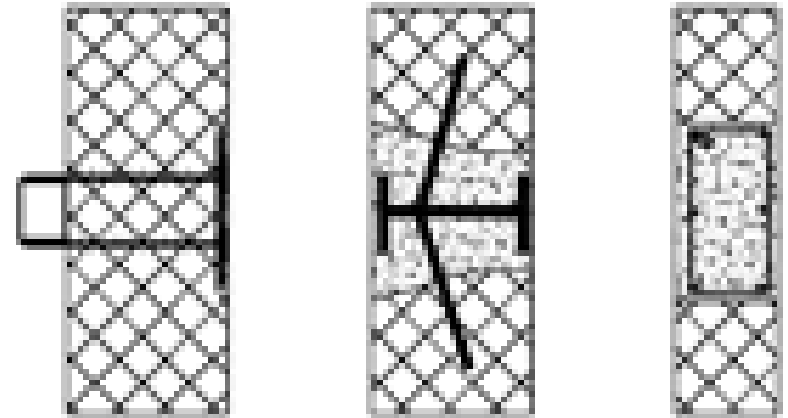


### Επισκευή οπτοπλινθοδομής με λεπτή ζώνη ραφής

- α. Κατασκευή ευθύγραμμου αυλακιού σχήματος V βάθους 4 έως 6 cm στη μία ή και τις δύο πλευρές του τοίχου κατά μήκος του ρήγματος β. Γίνονται κλειδιά σε σχήμα V, κάθετα προς το προηγούμενο αυλάκι, μήκους περίπου 40 cm.
  - γ. Καθαρισμός, ύγρανση, τοποθέτηση ράβδων Φ6 μέσα στο αυλάκι και στερέωση με φουρκέτες, δ. Εκτόξευση τσιμεντοκονιάματος 1: 4
- Σχ. 6.5.4 Διαγώνιες ζώνες ραφής



Σχ. 6.5.5 Εξέχουσες ζώνες ραφής με  
ανά αποστάσεις



Σχ. 6.5.6 Ενισχυτικά υποστυλώματα ή δοκοί ενδιάμεσες συνδέσεις

## Αναδιαστασιολόγηση:

Βελτιώνεται κυρίως η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας.

Για τον υπολογισμό της αυξημένης αντοχής σε διάτμηση, γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές :

- **Αμελείται η ευμενής επιρροή της κατακόρυφης τάσης**
- **Αμελείται η συνεισφορά της τριβής κατά μήκος της ρωγμής**
- **Αμελείται η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας λόγω άλλων μεθόδων (π.χ. λόγω αρμολογήματος)**
- **Η τέμνουσα αναλαμβάνεται μέσω δράσης βλήτρου και δράσης σφικκτήρα, ταυτοχρόνως επιστρατευομένων.** Η δυσμενής αλληλεπίδραση των μηχανισμών λαμβάνεται υπ' όψη μέσω μείωσης στο 50% της συμμετοχής του καθενός ανεξαρτήτως του άλλου
- **Λόγω ελλιπούς αγκύρωσης ιδίως περί τα άκρα της ρωγμής,** θεωρείται ότι τα 2/3 των οριζόντιων και των κατακορύφων ραφών συμμετέχουν στην ανάληψη τέμνουσας
- **Λόγω της γεωμετρίας της ρωγμής η συνισταμένη δύναμη βλήτρου και η συνισταμένη δύναμη εξόλκευσης απέχουν απόσταση ίση προς τα 2/3 του μήκους της ρωγμής από τον πόλο περιστροφής (1: μήκος ρωγμής)**



Οι σχέσεις υπολογισμού προκύπτουν (βάσει και του Σχ. 6.5.7) ως εξής :

$$(\Sigma M)_0 = 0 \text{ ή}$$

$$\gamma_{sd} V_{sd} h \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} \left[ \left( \frac{2}{3} n_v \frac{D^v_u}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{B^h_u}{2} \right) \frac{2}{3} h + \left( \frac{2}{3} n_v \frac{B^v_u}{2} + \frac{2}{3} n_h \frac{D^h_u}{2} \right) \frac{2}{3} \ell \right]$$

Εάν  $n_v = n_h = n$ ,  $B^v_u = B^h_u = B_u$ ,  $D^v_u = D^h_u = D_u$ , τότε

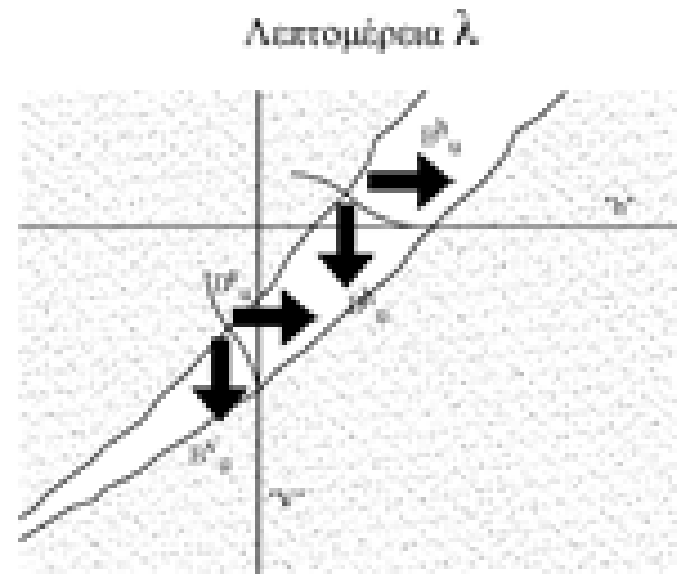
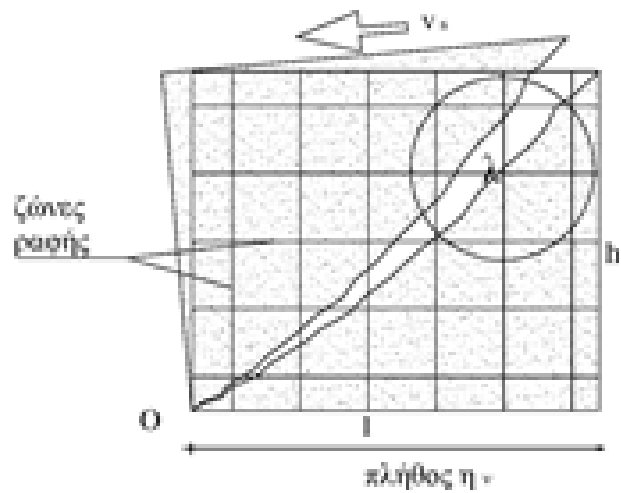
$$V_{sd} \leq 0,15n \left( 1 + \frac{\ell}{h} \right) (B_u + D_u)$$

Για καλή ποιότητα κατασκευής και καλή συνάφεια μεταξύ οπλισμού και σκυροδέματος, καθώς και μεταξύ ραφής και τοίχου, **οι δυνάμεις συνάφειας και οι δυνάμεις βλήτρου** μπορούν να ληφθούν απ' τις ακόλουθες σχέσεις :

$$B_u \approx k \frac{\pi \Phi^2}{4} \frac{f_{sy}}{\gamma_s} (*) \leq a \frac{1}{3} (h \text{ ή } \ell) \frac{f_{ct}}{\gamma_c} (**)$$

$$D_u \approx k 1,5 \Phi^2 \sqrt{\frac{f_{sy} f_{cc}}{\gamma_s \gamma_c}} (*) \leq 2 \Lambda \sqrt{\frac{f_{ct} f_{wc}}{\gamma_c \gamma_m}} (**)$$

- (\*\*) συνάφεια ραφής με τοίχο
- $f_{cc}$  θλιπτική αντοχή σκυροδέματος
- $f_{ct}$  εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος
- $f_{wc}$  θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας
- $a$  μήκος επαφής μεταξύ ραφής και τοίχου
- $\Lambda$  διατομή ραφής
- $k$  πλήθος ράβδων ανά ζώνη
- $\Phi$  διάμετρος ράβδων
- $\gamma_c$  = 1,50
- $\gamma_s$  = 1,25
- $\gamma_m$  = 3,00



Σχ. 6.5.7 Ζώνες ραφής

## Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

**Πότε εφαρμόζεται:** τοιχοποιία παρουσιάζει τοπικό “καμπούριασμα”, είτε στη μια πλευρά είτε και στις δύο (Σχ. 6.5.8).

**Επίσης εφαρμόζεται** όπου υπάρχει κατάρρευση γωνιών είτε στο πάνω μέρος είτε στο κάτω (Σχ. 6.5.9 και 6.5.10).

### 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.

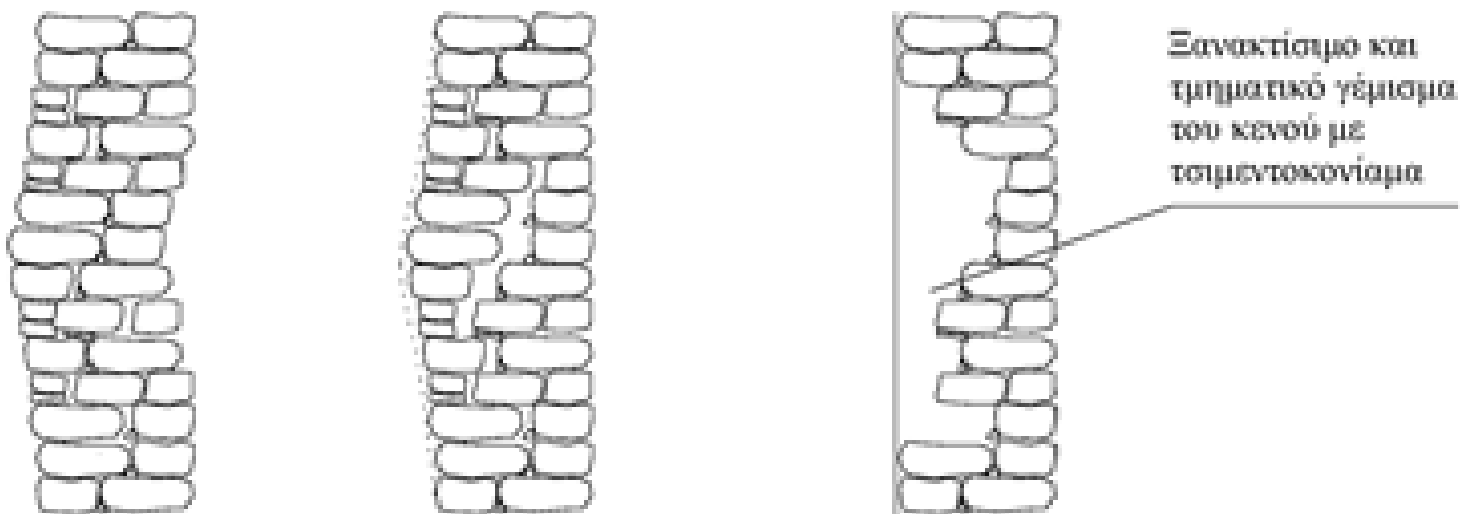
**Στάδιο 3:** Πλύσιμο και επεξεργασία των επιφανειών.

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

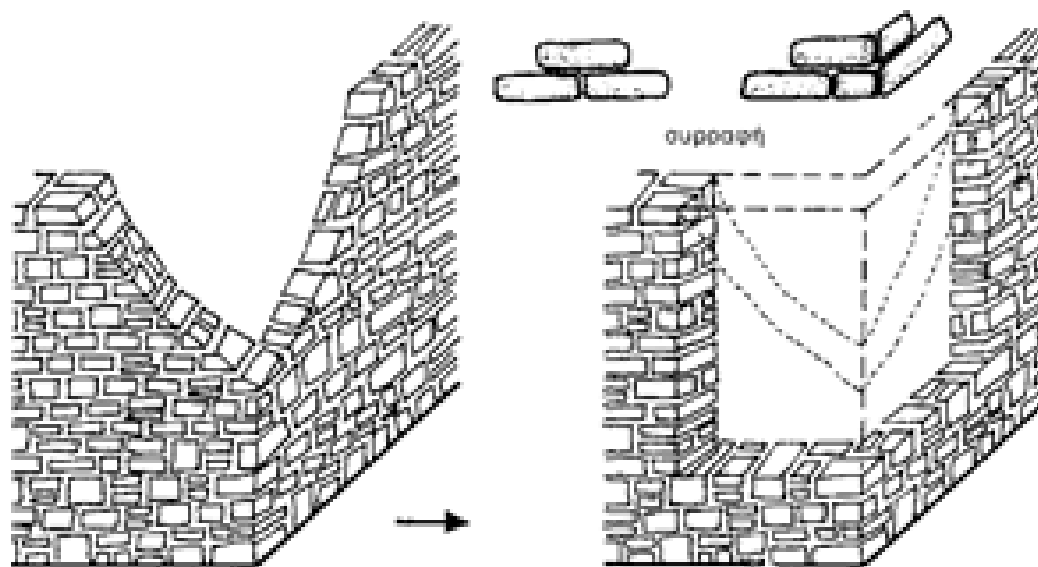
**Στάδιο 5:** Στην περίπτωση καθαίρεσης και ανακατασκευής του άνω τμήματος γωνίας γίνεται συρραφή στο άνω μέρος (Σχ. 6.5.9). Στην περίπτωση κατάρρευσης του κάτω μέρους γωνίας, είναι καλύτερα να σκυροδετηθεί υποστύλωμα στη γωνία και να συνδεθεί στο πάνω μέρος με το διάζωμα (σχήμα 6. 5.10).

**Υλικά:** Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

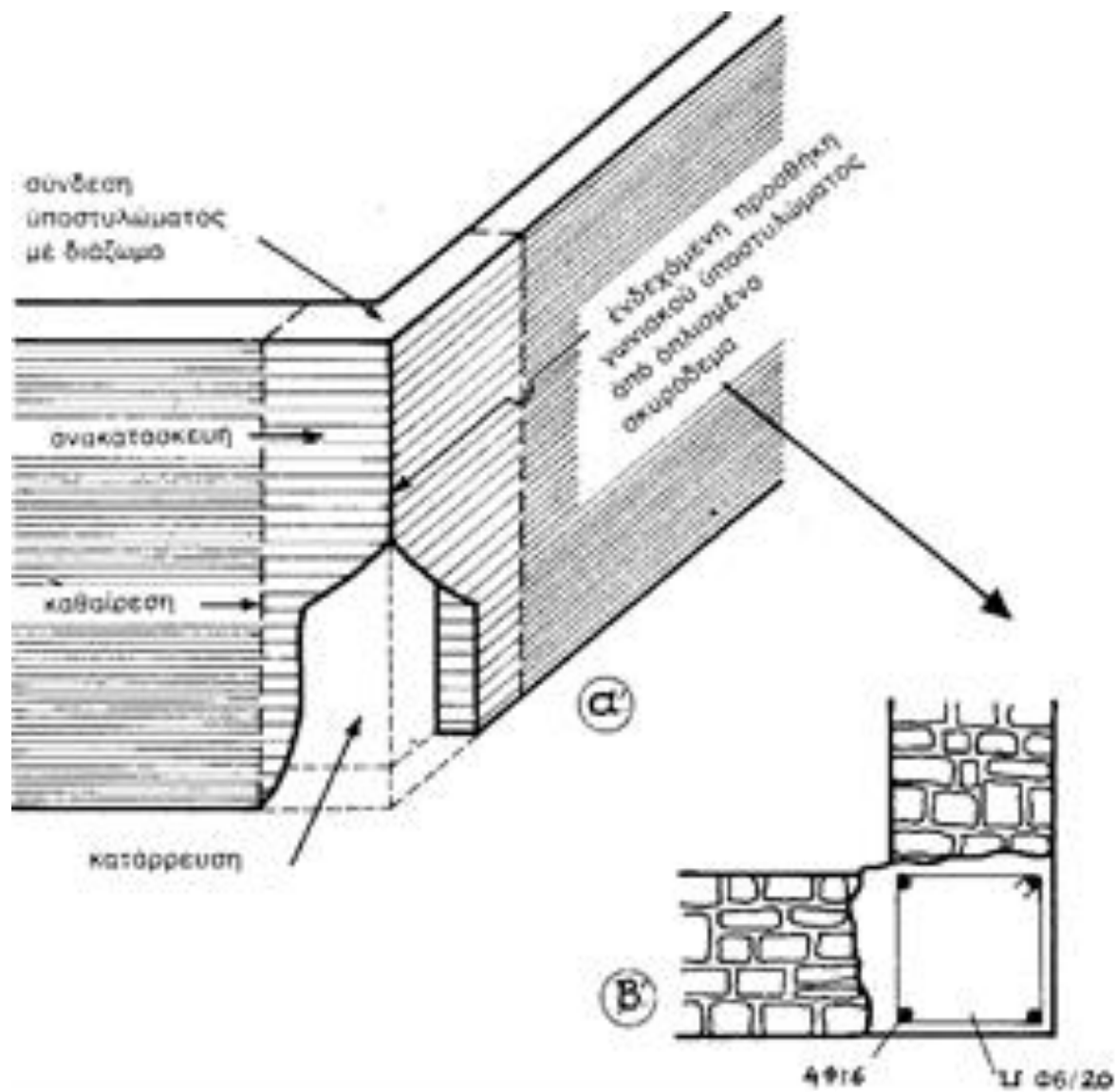
- **Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης**
- **Τσιμεντοκονιάματα**
- **Νέοι λίθοι**
- **Σκυρόδεμα και οπλισμοί για γωνιακό υποστύλωμα (Σχ. 6.5.10)**
- **Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας στην ανακατασκευασμένη περιοχή.
- **Μειονεκτήματα:** Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης τμήματος του τοίχου.



Σχήμα 6.5.8 “Καμπούριασμα” τοιχοποιίας



Σχ. 6.5.9 Κατάρρευση άνω μέρους γωνίας



Σχ. 6.5.10 Κατάρρευση κάτω μέρους γωνίας (ενδεικτική όπλιση)

## Συρραφή αποκολλημένων τοίχων

**Πότε εφαρμόζεται:** Ρωγμή αποκόλλησης ή μερική κατάρρευση στη θέση ένωσης εξωτερικών (γωνιακών) ή εσωτερικών τοίχων, κάθετα μεταξύ τους.

Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις αποκατάστασης των αποκολλημένων τοίχων:

- Λιθοσυρραφή (μέσα - έξω) (Σχ. 6.5.11)
- Προσθήκη ελκυστήρων (Σχ. 6.5.12)
- Ενσωμάτωση υποστύλωματος (η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις καθαίρεσης και ανακατασκευής).

### Λιθοσυρραφή Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Υποστύλωση 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. 6.5.11) και προσθήκη νέου κοινού στοιχείου “3” κολυμβητά με πλούσιο τσιμεντοκονίαμα (επανάληψη κάθε 70ατι 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 **χαλύβδινες λάμες** που περιβάλλονται από ισχυρό τσιμεντοκονίαμα, τοποθετούμενες ανάμεσα σε δύο στρώσεις πλίνθων.

Οι λάμες ως οπλισμός σύνδεσης γωνίας- δεν επαναφέρουν τους τοίχους στην αρχική τους θέση (Σχ. 6.5.13). **Δύσκολο σε αργολιθοδομές - 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:** -απαιτούνται:

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

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας στην ανακατασκευασμένη περιοχή.

**Μειονεκτήματα:** Σχολαστική εργασία στη φάση υποσύλωσης στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους ειδικά σε μια περιοχή με σχετική αποδιοργάνωση.

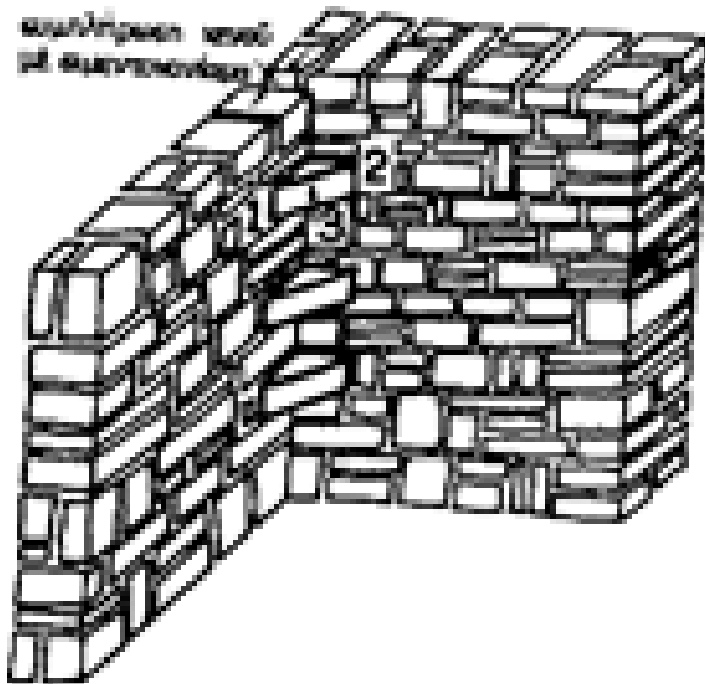
- **Προσθήκη ελκυστήρων**

επαρκής αντοχής της τοιχοποιίας στη θέση προσαρμογής. Στη θέση αυτή προσάγονται οι δυνάμεις προέντασης-υψηλες τοπικές τάσεις στην τοιχοποιία, -επαρκής αντοχή και διάταξη διανομής των τάσεων αυτών σε μεγάλη επιφάνεια.

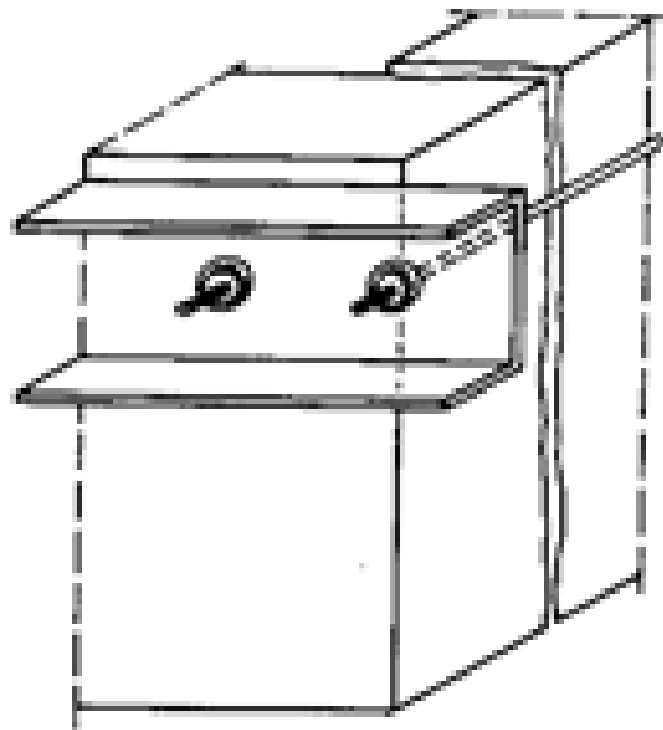
**Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου αποτελεί επέμβαση “υψηλής τεχνολογικής στάθμης”.**



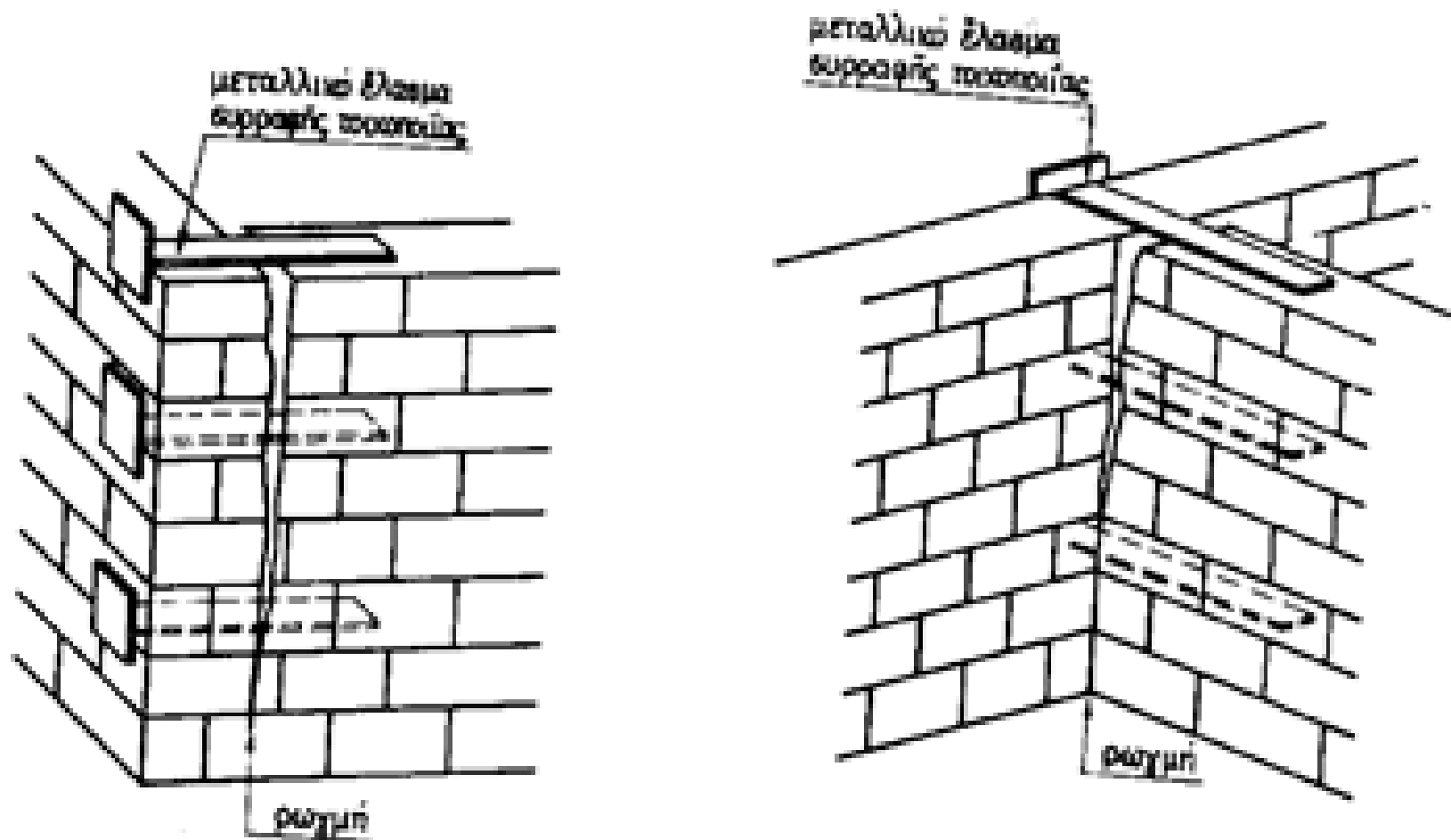
καλήτρωση (κατά  
πλ. μαγνητοκόβου)



Σχ. 6.5.11 Λιθοσυρραφή στη γωνία τοίχου



Σχ. 6.5.12 Διάταξη ελκυστήρων για  
σύνδεση αποκολλημένων τοίχων



Σχ. 6.5.13 Τοποθέτηση χαλύβδινων λαμών στις γωνίες

# Επισκευή ή κατασκευή διαζωμάτων

**Πότε εφαρμόζεται:** Καθολική αύξηση φέρουσας ικανότητας του κτιρίου, βελτίωση της διαφραγματικής λειτουργίας, ομοιόμορφη κατανομή φορτίων στέγης και βελτίωση ενδογενών προβλημάτων, (προβλήματα γωνιών και διασταυρώσεων τοίχων, έδρασης και αγκύρωσης δαπέδων και στεγών). Η επισκευή των διαζωμάτων γίνεται όπως στις δοκούς. Τρόπος κατασκευής νέων διαζωμάτων-Μπορεί να επιλεγεί ένας από τους τέσσερις τύπους :

## Τύπος 1

Για την κατασκευή αυτού του τύπου διαζώματος θα πρέπει να υπάρχει συνεχής κενός διαθέσιμος χώρος μεταξύ στέψης του τοίχου και του αμείβοντα της στέγης (σχήμα 6.5.14).

## Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Υποστύλωση 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.

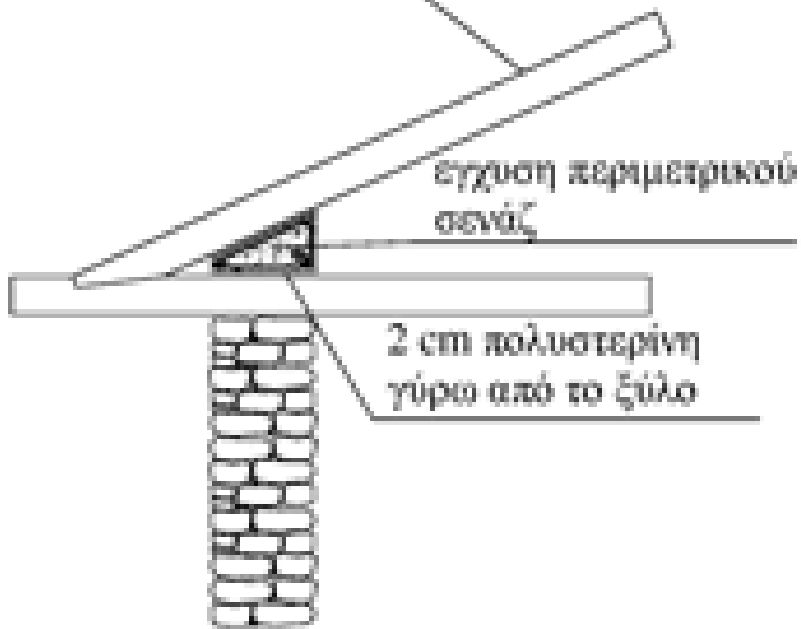
**Στάδιο 4:** Προστασία των πελμάτων των ζευκτών με διογκωμένη πολυστερίνη (πάχους 2cm) για προστασία από την υγρασία.

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

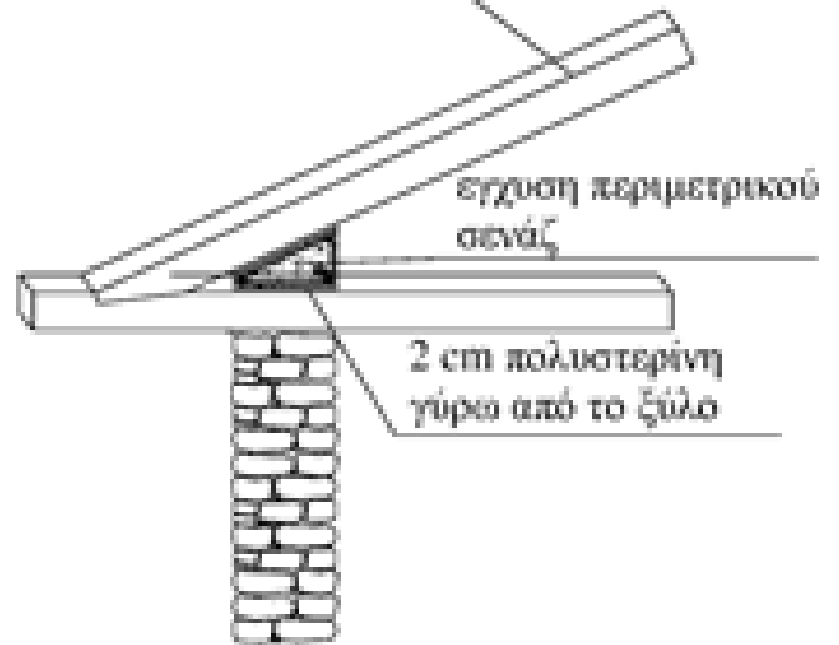
**Στάδιο 6:** Αφαίρεση καλουπιού και πολυστερίνης επικάλυψης των πελμάτων για κυκλοφορία του αέρα και απομάκρυνση υγρασίας.

**Στάδιο 7:** Επαναφορά της στέγης στην αρχική της κατάσταση

αποξήλωση επικαλύψεως



αποξήλωση επικαλύψεως



Σχ. 6.5.14 Τύπος 1 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

## Τύπος 2

Να υπάρχει δυνατότητα ανάσυρσης ή υποστύλωσης της στέγης (σχήμα 6.5.15). Αν η κατασκευή του διαζώματος θα γίνει και στους εσωτερικούς τοίχους. Επιτρέπεται η ανύψωση της στέγης (παράλληλη μετάθεση καθ' ύψος), πάνω από τη στάθμη της στέψης 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 και στην περίπτωση που η κατασκευή γίνει μόνο στους εξωτερικούς τοίχους (αναλλοίωτη η γεωμετρία της στέγης).

### Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Υποστύλωση της στέγης

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

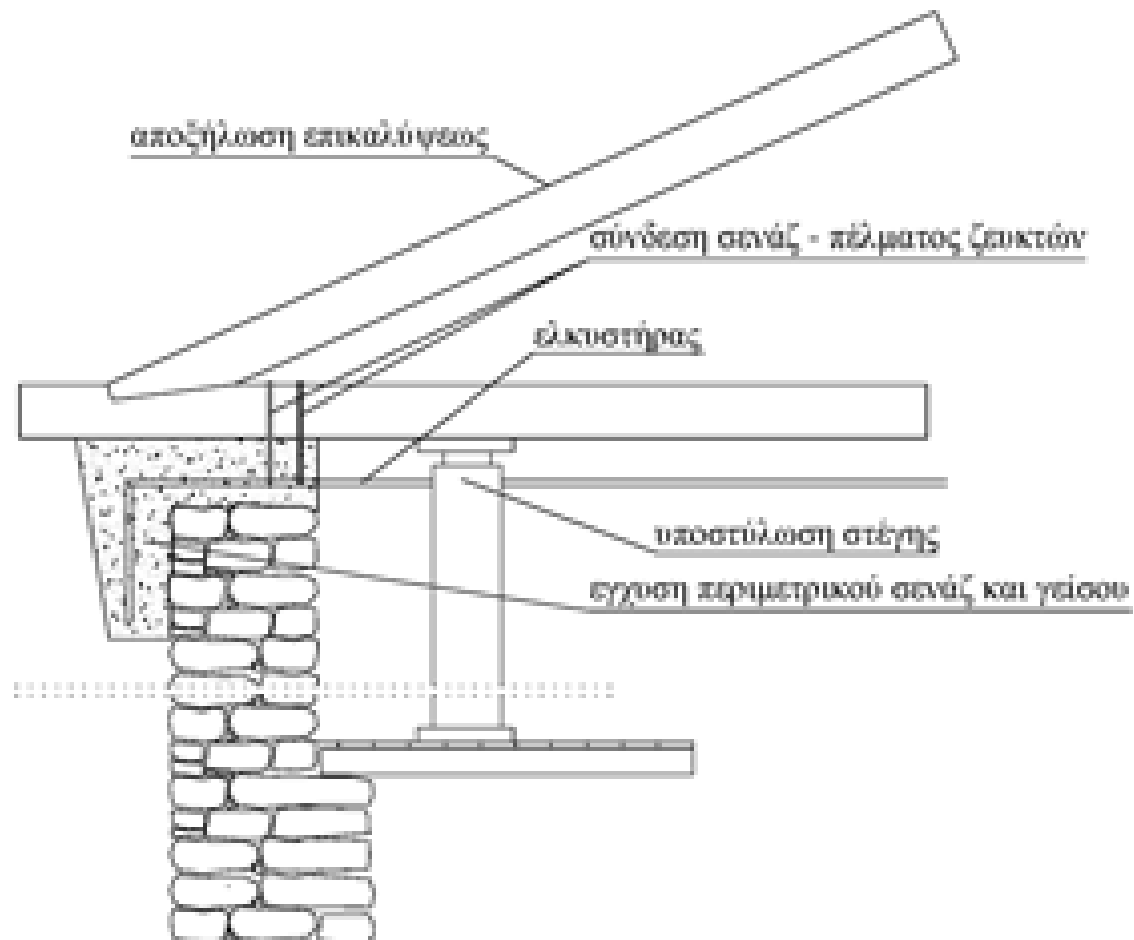
**Στάδιο 3:** Διάνοιξη οπών στο πάνω μέρος του τοίχου και εμφύτευση οπλισμών για την καλύτερη αγκύρωση - σύνδεση του διαζώματος με τον τοίχο.

**Στάδιο 4:** Προστασία πελμάτων των ζευκτών με μονωτικά υλικά - συγκέντρωση υγρασίας.

**Στάδιο 5:** Κατασκευή καλουπιού διαζώματος. Επιθυμητή 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



Σχ. 6.5.15 Τύπος 2 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

## Τύπος 3

Ο τύπος διαζώματος κατασκευάζεται όταν 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 σειράς των θέσεων για τμηματική επέμβαση ώστε να αποφευχθούν καταστάσεις αστάθειας είτε ν τοίχων είτε θέσεων έδρασης της στέγης.

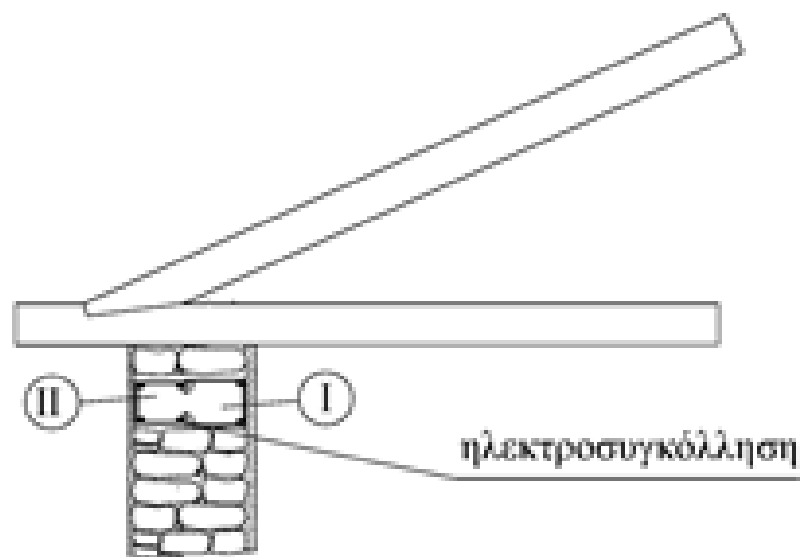
**Στάδιο 2:** Υποστύλωση της στέγης και των τοίχων, αν επιβάλλεται, στις θέσεις επέμβασης.

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

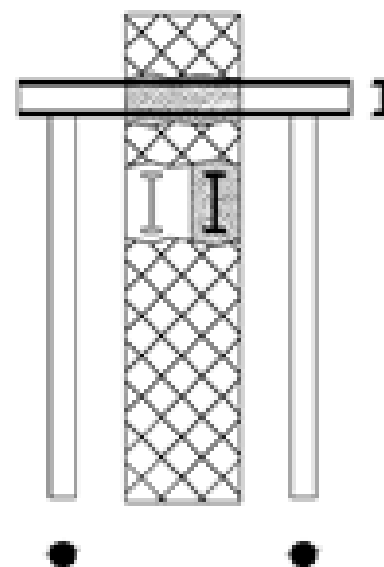
**Στάδιο 4:** Εναλλακτικά, η κατασκευή του με τοποθέτηση είτε μεταλλικού διπλού ταυ είτε με οπλισμένο σκυρόδεμα (Σχ. 6.5.16). Και στις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να αφήνονται ισχυρές αναμονές για τη σύνδεση του ενός τμήματος του διαζώματος με το υπόλοιπο μισό.

**Στάδιο 5:** Κατασκευή του υπόλοιπου μισού διαζώματος.

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



Κατασκευή διαζώματος σε δύο στάδια  
(ισχυρές αναμονές συνδετήρων)



Σχ. 6.5.16 Τύπος 3 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία



## Τύπος 4

Ο τύπος διαζώματος (σχήμα 6.5.17) κατασκευάζεται στην περίπτωση που είναι αδύνατη η κατασκευή των προηγούμενων τύπων -αδύνατη η ανάσυρση της στέγης η δεν υπάρχει επαρκής συνεχής χώρος μεταξύ της στέγης και άνω τμήματος του τοίχου είτε καθίσταται ιδιαίτερα επικίνδυνη η διάνοιξη αυλακιού στο πάνω μέρος του τοίχου. **Κρίνεται και από οικονομικές παραμέτρους ακόμα και στην περίπτωση δυνατότητας εφαρμογής των προηγούμενων λύσεων.**

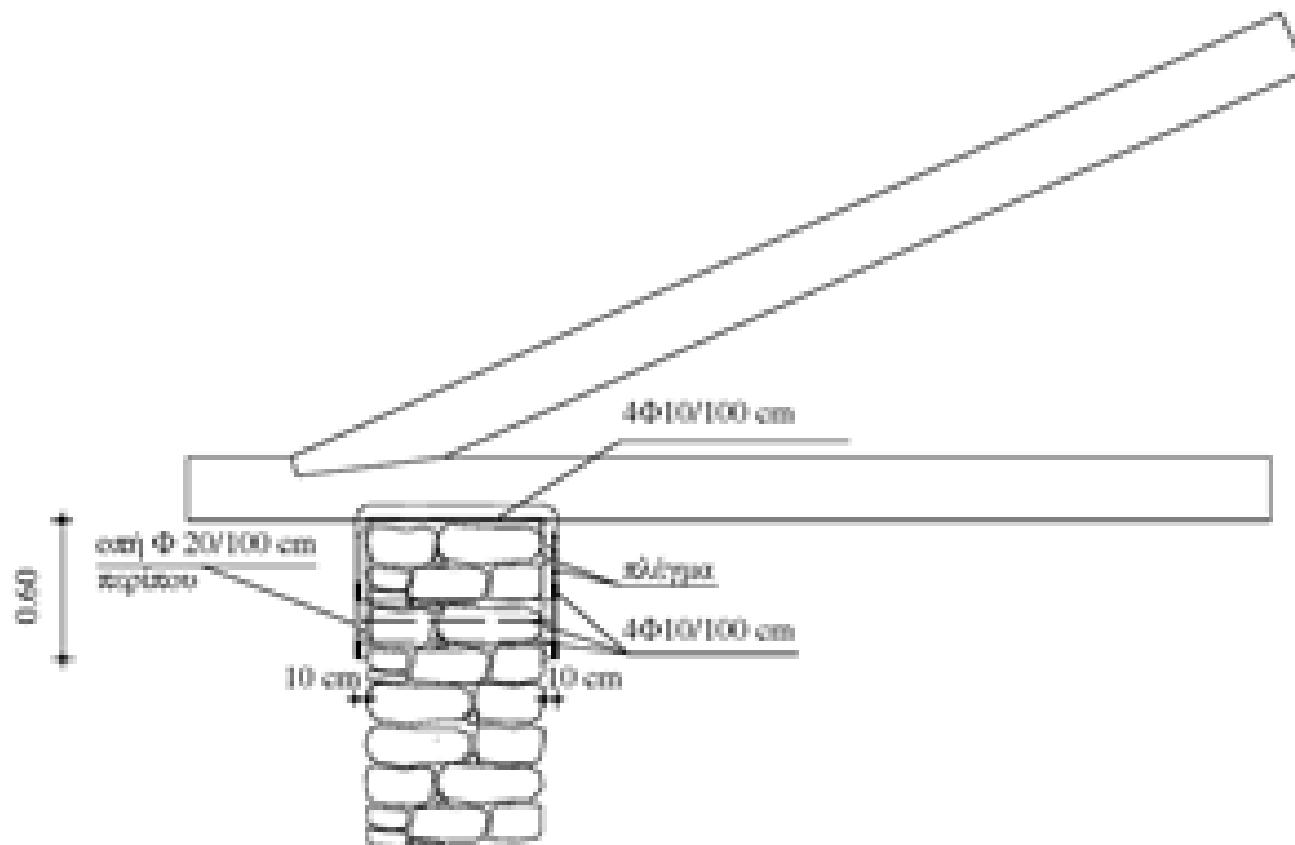
Ο τύπος διαζώματος συνίσταται στην επικάλυψη του άνω τμήματος του τοίχου, τόσο στις δύο πλευρές όσο και στην άνω παρειά, με οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο τύπος αυτός μπορεί να εφαρμοστεί και σε χαμηλότερες στάθμες, -ύψος των υπερθύρων -ποδιές των παραθύρων.

**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

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Βελτιώνεται η συμπεριφορά κατασκευής έναντι σεισμικών φορτίσεων.

**Μειονεκτήματα:** Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τους τοίχους. Γενικώς, η κατασκευής διαζωμάτων προϋποθέτει εκτενείς εργασίες.



Σχ. 6.5.17 Τύπος 4 διαζώματος κτιρίου από τοιχοποιία

## .5.7 Επισκευή ή κατασκευή υπερθύρων (πρέκια)

**Πότε εφαρμόζεται:** Σε σημαντικές βλάβες στις θέσεις των ανοιγμάτων και ότι η πρόκληση αυτών των βλαβών **οφείλεται στη σχετική αδυναμία του υφιστάμενου συστήματος.**

Η επισκευή των υπερθύρων από οπλισμένο σκυρόδεμα γίνεται όπως στις δοκούς.

**Η επισκευή των βλαβών αυτών προηγείται άλλων επεμβάσεων.**

**Στάδια υλοποίησης:**

**Στάδιο 1:** Υποστύλωση της στέγης.

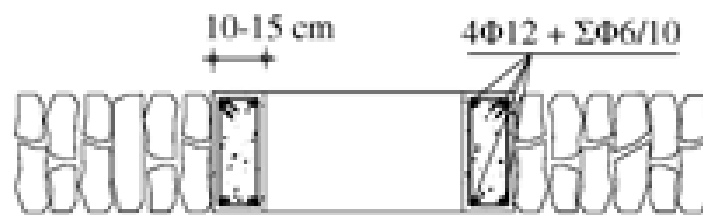
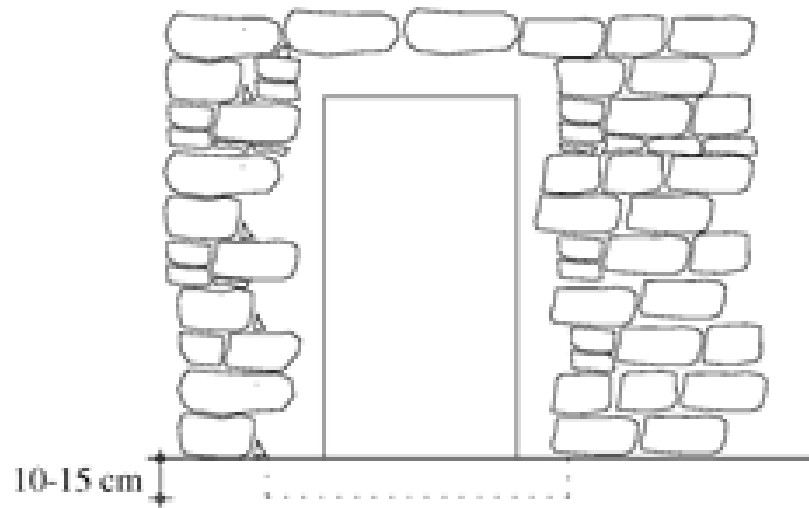
**Στάδιο 2:** Αφαίρεση του τμήματος του τοίχου πάνω από το υπέρθυρο (σε εκτενείς βλάβες).

Εναλλακτικά, και σε περίπτωση μη εκτενών βλαβών, κατάλληλη υποστήριξη και τμηματική κατασκευή ή επισκευή του πρεκιού.

**Στάδιο 3:** Κατασκευή πρεκιού (καλούπωμα, τοποθέτηση οπλισμών, διαμήκεις min 4Φ12, και συνδετήρες Φ6/15, χύτευση σκυροδέματος), -αναμονές σύνδεση με άλλα στοιχεία ενίσχυσης της τοιχοποιίας, (μανδύες κ.λ.π.) Συμπλήρωση κενών με ισχυρή τσιμεντοκονία.

**Στάδιο 4:** Ανακατασκευή τοιχοποιίας.

**Στάδιο 5:** Εναλλακτικά, σε περίπτωση εκτενών βλαβών σε ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα), -τοπικά πλαίσια ενίσχυσης των τοίχων. Στην περίπτωση πόρτας σε ισόγειο, το πλαίσιο αυτό καταλαμβάνει και τμήμα κάτω από το δάπεδο (Σχ. 6.5.18).



Σχ. 6.5.18 Πλαίσιο ενίσχυσης κουφωμάτων

**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

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Βελτιώνεται η συμπεριφορά του τμήματος της κατασκευής στις θέσεις των ανοιγμάτων έναντι σεισμικών φορτίσεων λόγω περιορισμού των παραμορφώσεων στις θέσεις αυτές.

**Μειονεκτήματα:** Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης λίθων από τα υπέρθυρα μέχρι τη στέγη. Γενικώς, η κατασκευή πρεκιών προϋποθέτει εκτενείς εργασίες οι οποίες θα πρέπει να εκτελούνται με σχολαστικότητα.

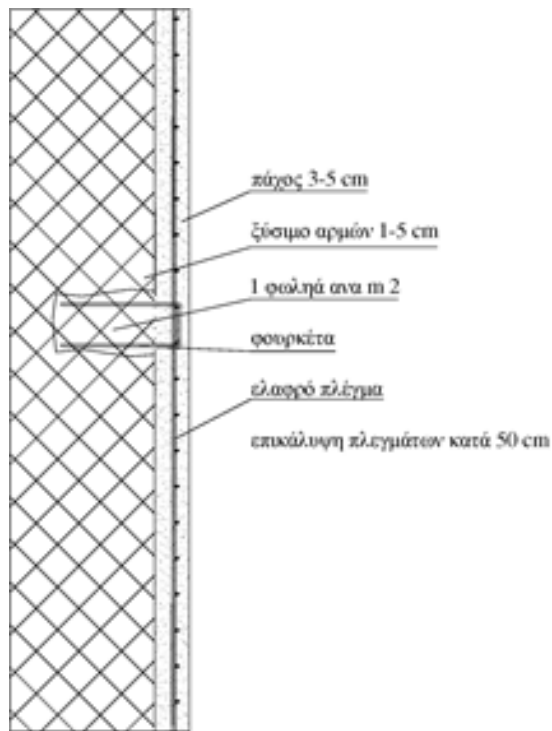
## Ενίσχυση τοιχοποιίας με μανδύες

**Πότε εφαρμόζεται:** Εκτεταμένες ζημιές στους τοίχους, **-απαραίτητη η καθολική επέμβαση επισκευής - ενίσχυσής τους.**

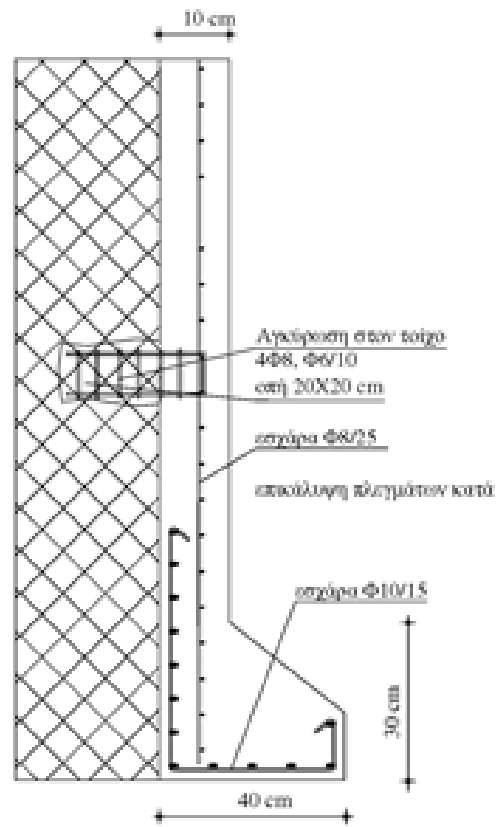
Διακρίνονται σε μονόπλευρους και αμφίπλευρους μανδύες. -Αμφίπλευροι **καλύτεροι** λόγω της συμμετρίας της διατομής τους. **Οι μονόπλευροι** μανδύες όταν **υπάρχουν περιορισμοί** ή πρακτικές δυσκολίες κατασκευής μανδυών και στις δύο πλευρές, ( έλλειψη δυνατότητας εκτέλεσης εργασιών στους εσωτερικούς χώρους ή διατήρηση των εξωτερικών όψεων της τοιχοποιίας για αρχιτεκτονικούς ή αισθητικούς λόγους.

**Η πιο απλή μορφή μανδύα είναι αυτή με ελαφρά όπλιση.** Διακρίνονται τρεις τύποι :

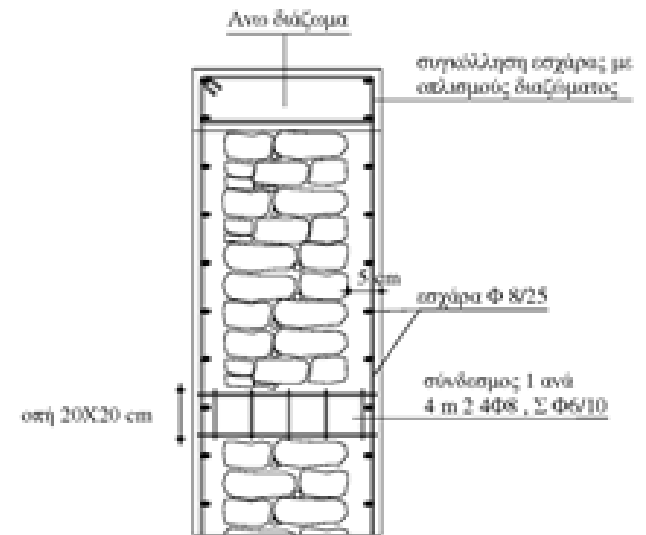
- **Ελαφρά οπλισμένοι μανδύες** (όπλιση με ελαφρό πλέγμα, κατασκευή μανδύα με διαδοχικές επιχρίσεις τσιμεντοκονιάματος κατά προτίμηση με εκτόξευση, συνολικού πάχους 3-5cm) (Σχ. 6.5.19).
- **Μονόπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, κατασκευή πεδίλου στη βάση, ελάχιστο πάχος α 10cm, χρήση εκτοξευόμενου σε αλληπάλληλες στρώσεις ή επιτόπου χυτού σκυροδέματος) (Σχ. 6.5.20).
- **Αμφίπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, ελάχιστο 5cm, χρήση εκτοξευόμενου τσιμεντοκονιάματος (400Kg/m<sup>3</sup>) ανά στρώσεις, σύνδεση δύο πλευρών μανδύα ανά 4m<sup>2</sup> τοίχου με δοκαράκια 20X20cm που φέρουν οπλισμούς 4Φ8 και συνδετήρες Φ6/10) (Σχ. 6.5.21).



Σχ. 6.5.19 Ελαφρά οπλισμένος μανδύας



Σχ. 6.5.20 Μονόπλευρος μανδύας



Σχ. 6.5.21 Αμφίπλευρος μανδύας

## 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. 6.5.22), 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 -τοπικές ενισχύσεις (Σχ. 6.5.23).



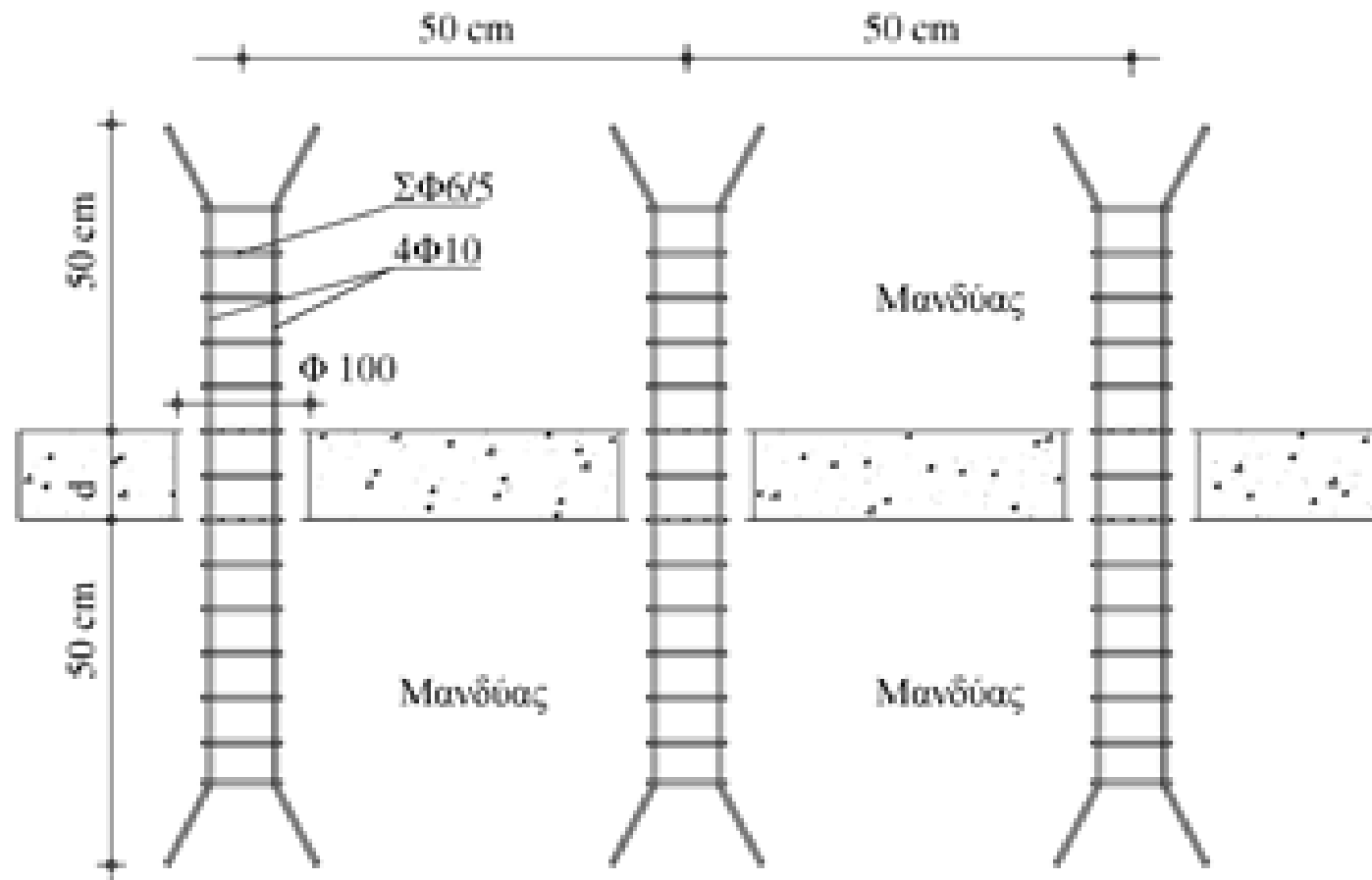
## Υλικά:

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

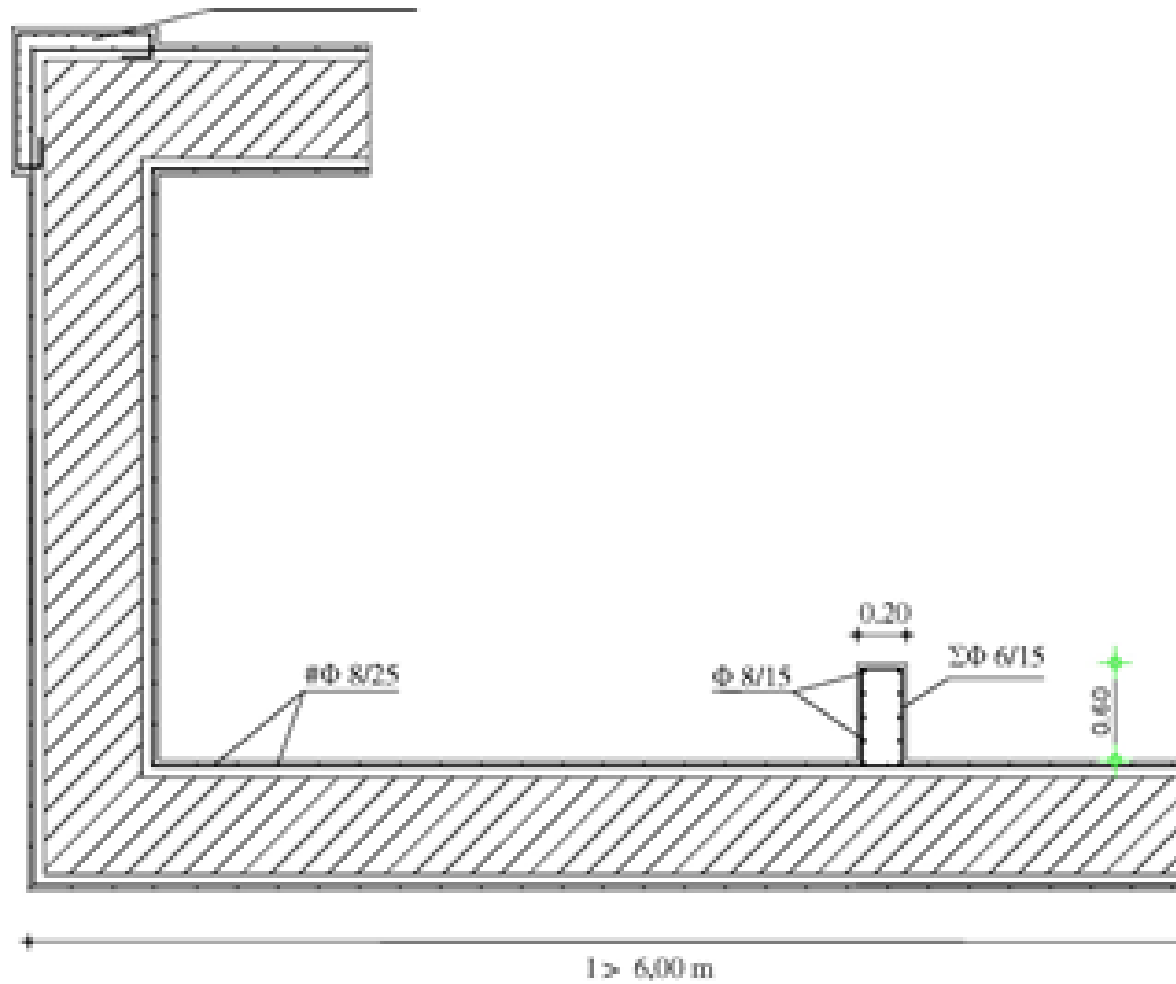
**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Με τους μανδύες αυξάνονται σημαντικά η θλιπτική, εφελκυστική και διατμητική αντοχής της τοιχοποιίας. Όταν οι μανδύες εκτείνονται σε όλη την κατασκευή, προσδίδεται σε μεγάλο βαθμό μονολιθικότητα στην κατασκευή, βελτιώνει τη σεισμική της συμπεριφορά και συμβάλλει στην καλύτερη κατανομή της έντασης.

**Μειονεκτήματα:** Εκτεταμένες εργασίες υψηλού κόστους, αλλοίωση όψεων τοιχοποιίας, πιθανά προβλήματα από εγκλωβισμό υγρασίας πίσω από τους μανδύες. **Για την απομάκρυνση της υγρασίας θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική πρόνοια.**

**Αναδιαστασιολόγηση:** Η αναδιαστασιολόγηση των μανδυών γίνεται όπως και στα οπλισμένα επιχρίσματα, δηλαδή η εκτίμηση της αντοχής βασίζεται σε λύση οριακού φορτίου. Προτείνεται η ίδια σχέση.



Σχ. 6.5.22 Συνέχεια μανδούα από όροφο σε όροφο



Σχ. 6.5.23 Τοπικές ενισχύσεις μανδύα στην περίπτωση τοίχων μεγάλου μήκους

## 6.6 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

### 6.6.1 Ενέσεις σε ρωγμές

Πότε εφαρμόζεται:

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που το άνοιγμα των ρωγμών της τοιχοποιίας δεν υπερβαίνει τα 10mm.

Σε αντίθεση με το βαθύ αρμολόγημα (βλέπε τεχνικές επεμβάσεων μέσης στάθμης) το οποίο συνιστάται για μικρού πάχους τοιχοποιία ( $t < 300-400\text{mm}$ ), η τεχνική αυτή συνιστάται και για τοιχοποιίες μεγαλύτερου πάχους.

## Στάδια υλοποίησης:

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

**Στάδιο 2:** Διεύρυνση της ρωγμής στην επιφάνεια της τοιχοποιίας (Σχ. 6.6.1).

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

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

**Στάδιο 5:** Τοποθέτηση πλαστικών σωληνίσκων μέσα στις διανοιγείς οπές.

**Στάδιο 6:** Σφράγιση εξωτερικής επιφάνειας ρωγμής με τσιμεντοκονίαμα ή με γύψο (συνιστάται να γίνεται η σφράγιση δύο ημέρες προ της εφαρμογής του ενέματος, η επιφάνεια της τοιχοποιίας στην οποία θα εφαρμοστούν τα ενέματα πρέπει να διατηρείται υγρή) (Σχ. 6.6.1).

**Στάδιο 7:** Προετοιμασία του ενέματος. Τα υλικά στον αναμικτήρα και αναμιγνύονται με μεγάλη ταχύτητα για περιορισμένη διάρκεια-αποφυγή πρόωρης σκλήρυνσης του μίγματος. Ακολούθως το ένεμα μεταγγίζεται σε άλλο αναμικτήρα 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 απόμιξη.

**Στάδιο 8:** Εφαρμογή του ενέματος. Οι ενέσεις εφαρμόζονται από κάτω προς τα πάνω. Η πίεση στο ακροφύσιο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0.1 MPa, προς αποφυγή κινδύνου βλάβης στην τοιχοποιία λόγω υπερβολικής εσωτερικής πίεσης.

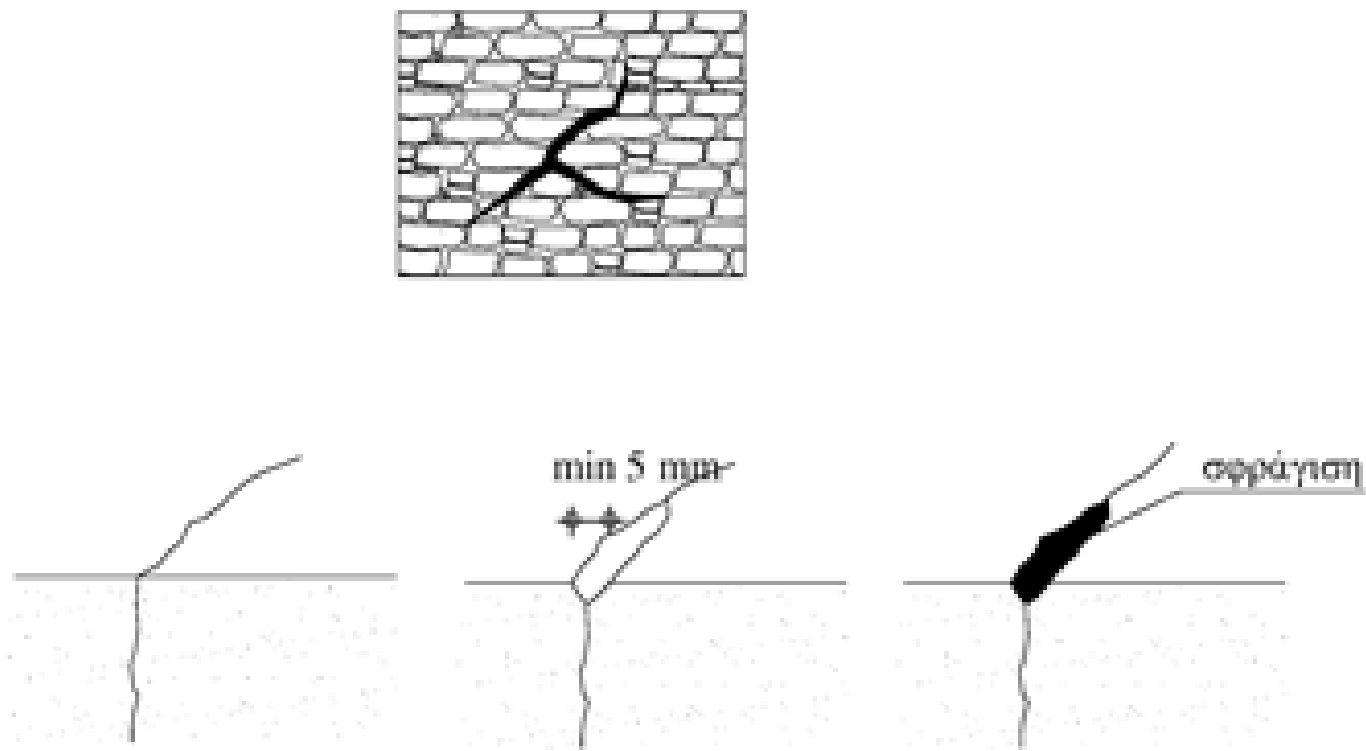
Η εφαρμογή του ενέματος **διακόπτεται κάθε φορά που εμφανίζεται ένεμα στον αμέσως υπερκείμενο σωληνίσκο.**

Στην περίπτωση που το ένεμα αντλείται, - 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.



Σχ. 6.6.1 Προετοιμασία της τοιχοποιίας για την εφαρμογή ενέματος

## Υλικά - Εξοπλισμός:

- Αναμικτήρας υψηλού στροβιλώδους (Σχ. 6.6.2)
- 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 ποζολάνες είτε τεχνητές, όπως π.χ. πυριτιακή παιπάλη (silica fume))
- Υπερρρευστοποιητή
- Πρόσθετα (για τη μείωση της συστολής ξήρανσης)
- Άμμο (στην περίπτωση ρωγμών με μεγάλο άνοιγμα)

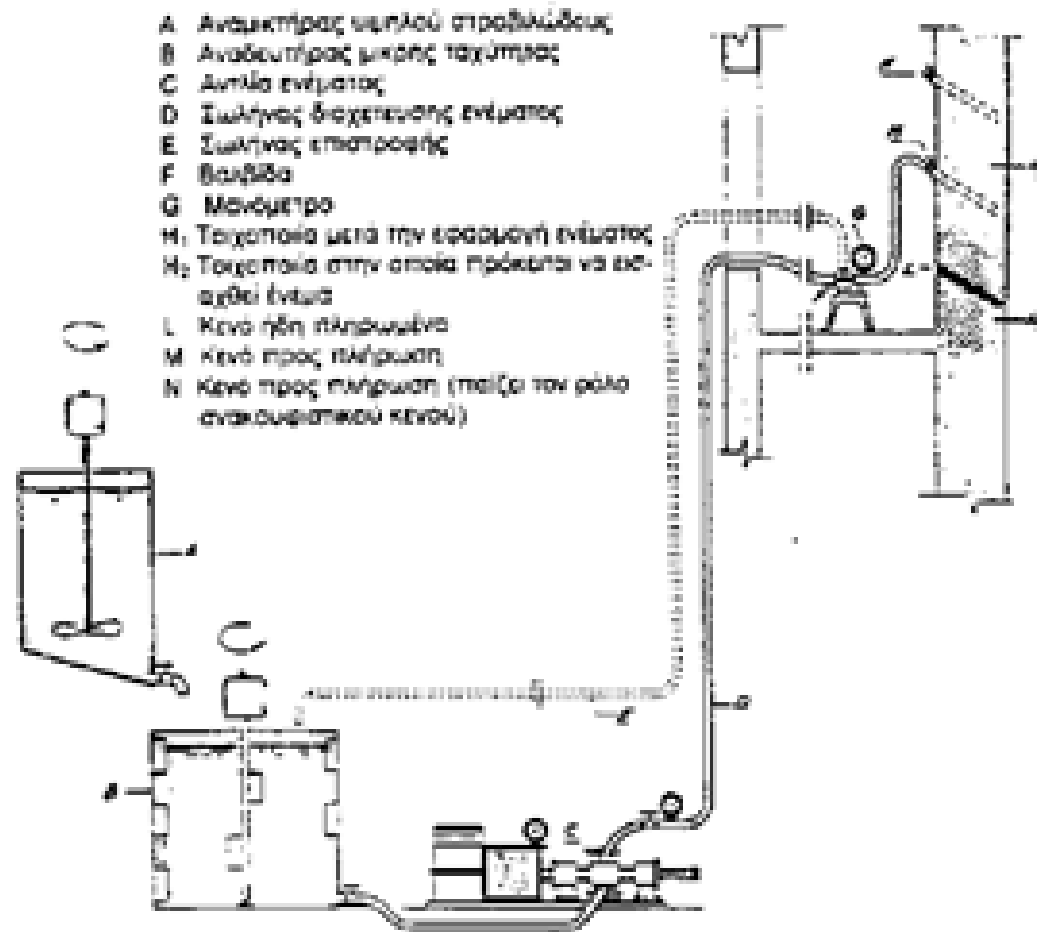


## Σημείωση:

- ❖ Τα τιμεντενέματα τα οποία περιέχουν ασβέστη παρουσιάζουν βελτιωμένη ενεσιμότητα, αλλά η **σκλήρυνσή τους αργεί πολύ, ενώ παρουσιάζουν και σημαντική συστολή ξήρανσης** (επηρεάζεται δυσμενώς η συνάφεια μεταξύ των επιφανειών της ρωγμής και του ενέματος).
- ❖ Τα τιμεντενέματα χωρίς ασβέστη σκληρύνονται πολύ γρήγορα (αν το νερό που δεν είναι αναγκαίο για την δημιουργία του πήγματος απορροφάται από την τοιχοποιία).

**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 τιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη συστολή ξήρανσης,** (καλύτερη συνάφεια μεταξύ ενέματος και επιφανειών της ρωγμής).
- ❖ **Τα τιμεντενέματα χωρίς ασβέστη έχουν μικρότερη ενεσιμότητα** από εκείνα τα οποία περιέχουν ασβέστη. **Αντιμετωπίζεται με την προσθήκη υπερρευστοποιητή.**



Σχ. 6.6.2 Σχηματική παράσταση του εξοπλισμού για την προετοιμασία και την εφαρμογή ενεμάτων

**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 ιδιαιτέρως λεπτές ρωγμές, έχουν δε και πολύ μεγάλη αντοχή. Παρ' όλα αυτά παρουσιάζουν μερικά μειονεκτήματα τα οποία περιορίζουν την χρήση τους-κακή συμπεριφορά σε υψηλές θερμοκρασίες, η πιθανή αποσύνθεσή σε περίπτωση μεγάλων ρωγμών, υψηλό κόστος κ.λ.π.

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Αποκατάσταση αρχικής αντοχής τοιχοποιίας και όχι σε σημαντική αύξησή της, εκτός εάν το ένεμα εισχωρήσει -πληρώσει κενά της τοιχοποιίας, οπότε λαμβάνει χώρα ομογενοποίηση μάζας.

**Πρέπει το ένεμα να είναι σταθερό** καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, να αποφεύγεται η απόμιξη, -επαρκής ενεσιμότητα ώστε να εισχωρεί και στις λεπτότερες ρωγμές, να μη παρουσιάζει σημαντική συστολή ξήρανσης (θα ανοίξουν οι ρωγμές πριν από οποιαδήποτε επιβολή φορτίου) και να έχει επαρκή αντοχή.

**Η βέλτιστη σύνθεση ενέματος είναι συνάρτηση** του τύπου της τοιχοποιίας, του εύρους των ρωγμών, καθώς και του σκοπού της επέμβασης.

**Δοκιμαστικά ενέματα και η τελική σύνθεση** του ενέματος αποφασίζεται βάσει των αποτελεσμάτων αυτών των δοκιμαστικών εφαρμογών.

**Μειονεκτήματα:** Πρόκειται για τεχνική ιδιαίτερα υψηλού κόστους η οποία απαιτεί την ύπαρξη σχετικού εξοπλισμού και πολύ σχολαστικής εργασίας.

**Ανασχεδιασμός:** Θεωρείται ότι μέσω της μεθόδου αυτής αποκαθίστανται τα αρχικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας. Επομένως, λαμβάνεται γενικώς:  $R_w = R_{w,0}$

## Ομογενοποίηση μάζας

**Πότε εφαρμόζεται:** Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου επιδιώκεται η εισαγωγή ενέματος στη μάζα της τοιχοποιίας για την πλήρωση όλων των κενών στο εσωτερικό της τοιχοποιίας.

**Στάδια υλοποίησης:** Ακολουθούνται όλα τα στάδια όπως και στην περίπτωση των ενέσεων

**Υλικά - εξοπλισμός:** Χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα των ενέσεων.

**Αποτελεσματικότητα:** Πρόκειται για μια μέθοδο ιδιαίτερα αποδοτική στην περίπτωση αργολιθοδομών με μεγάλο ποσοστό κονιάματος χαμηλής ποιότητας, καθώς και στην περίπτωση τρίστρωτων τοιχοποιιών.

Από πειραματικά αποτελέσματα ξένων ερευνητών προκύπτει ότι:

- ❑ Για κατανάλωση και απορρόφηση περίπου 50 lt ενέματος ανά m<sup>3</sup> τοίχου, η αύξηση των αντοχών κυμαίνεται από 20% έως 60%, ανάλογα με την ποιότητα δόμησης.
- ❑ Για κατανάλωση και απορρόφηση 150 lt ενέματος ανά m<sup>3</sup> τοίχου, η αύξηση των αντοχών κυμαίνεται από 200% έως 400%.

**Από πειραματικά αποτελέσματα σχετικής έρευνας στο Εργαστήριο Ω.Σ. του ΕΜΠ σε δοκίμια τρίστρωτης τοιχοποιίας, όπου χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω τσιμεντενέματα, πολύ συνοπτικά, προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:**

Ένεμα	Τσιμέντο	Πυριτιακή παιπάλη	Ασβέστης	Υπερρευ- στοποιητής	Νερό	Θλιπτική αντοχή
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Mpa)
A	75	25	0	1.33	90	30
B	60	22.5	27.5	1.66	100	13

Η μέση κατανάλωση ενέματος ήταν 105 lt/m<sup>3</sup> τοίχου.

Αυτή η κατανάλωση είναι ίση με εκείνην που έχει μετρηθεί σε εφαρμογές της τεχνικής σε πραγματικές κατασκευές.

Οι δοκιμές των τοιχίσκων απέδειξαν ότι η ομογενοποίηση μάζας οδήγησε σε αύξηση της **αντοχής πρακτικώς στο διπλάσιο της αρχικής**. **Ομοίως, αυξήθηκε το μέτρο ελαστικότητας** της τοιχοποιίας, ενώ αντιθέτως μειώθηκε η παραμόρφωση που αντιστοιχεί στη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας.

**Εκείνο που είναι ιδιαιτέρως σημαντικό είναι ότι η εφαρμογή της μεθόδου οδήγησε σε μεταβολή του τρόπου αστοχίας των τοιχίσκων.**

**Μειονεκτήματα:**

**Το κόστος** (περίπου 880 \*1250 €/m<sup>3</sup>).

**Σε επιλεγμένες περιοχές, κρίσιμες για τη συμπεριφορά της κατασκευής** (π.χ. στις περιοχές μεγάλης βλάβης, στις γωνίες των κτιρίων κ.λ.π.). ιδιαίτερη προσοχή στην επιφάνεια της οποίας υπάρχουν έργα τέχνης (νωπογραφίες, εικόνες κ.λ.π.).

Σε τέτοιες περιπτώσεις ενδέχεται να απαιτηθεί προσωρινή αποτοίχιση των τοιχογραφιών.

**Ανασχεδιασμός:** Για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας μετά από τον εμποτισμό μάζας, είχε προταθεί παλιότερα (Τάσιος, 1982) η ακόλουθη εμπειρική σχέση, η οποία βασιζόταν στα τότε διατιθέμενα πειραματικά αποτελέσματα

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left( 1 + 20 \frac{\gamma_f - \gamma_0}{\gamma_0} \right) \quad \text{όπου}$$

$f_{wc,s}$  και  $f_{wc,0}$  η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μετά και πριν απ' την επέμβαση αντιστοίχως,  $\gamma_f$  και  $\gamma_0$  το ειδικό βάρος της τοιχοποιίας μετά και πριν απ' την επέμβαση.

Με βάση νεότερα πειραματικά αποτελέσματα προτείνεται (Βιντζηλαίου, Τάσιος 1995) η ακόλουθη σχέση, για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής τριστηρωτής τοιχοποιίας :

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left[ 1 + 1.25 \left( \frac{V_{inf}}{V_w} \right) \left( \frac{f_{gr}^{1/2}}{f_{wc,0}} \right) \right] \text{ [MPa]} \quad \text{όπου}$$

$V_{inf}$  και  $V_w$  ο όγκος της ενδιάμεσης στρώσης και ο συνολικός όγκος της τοιχοποιίας αντιστοίχως, ενώ η θλιπτική αντοχή του ενέματος

Εξ άλλου, η αξιολόγηση των πειραματικών αποτελεσμάτων των Tomazevic, Sheppard (1982), Tomazevic, Arin (1993), Bettio et al. (1993) από την εφαρμογή της μεθόδου σε αργολιθοδομές, έδωσε την ακόλουθη εμπειρική σχέση για τον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής της ενισχυμένης τοιχοποιίας

$$f_{wc,s} = f_{wc,0} \left[ 1 + 0.013 (100 G_{gr} / G_0)^3 \right]$$

όπου  $G_{gr}$  είναι ο όγκος του ενέματος που εισάγεται σε τοιχοποιία όγκου  $G_0$ .

### 6.3 Ελκυστήρες - τένοντες

Πότε εφαρμόζονται: Χρησιμοποιούνται σε περίπτωση αποκόλλησης διασταυρούμενων τοίχων ή αποδιοργάνωσης γωνιών τοίχων (Σχ. 6.6.3). Για τη βελτίωση συμπεριφοράς της κατασκευής συνδέοντας τα τμήματά της, μέσω εφαρμογής **ευνοϊκής** χαμηλής θλιπτικής τάσης. Μπορεί να είναι οριζόντιοι ή και κατακόρυφοι (Σχ. 6.6.4). Τέλος, μπορούν να εφαρμοστούν και για **ενίσχυση της θεμελίωσης**.

#### Στάδια υλοποίησης:

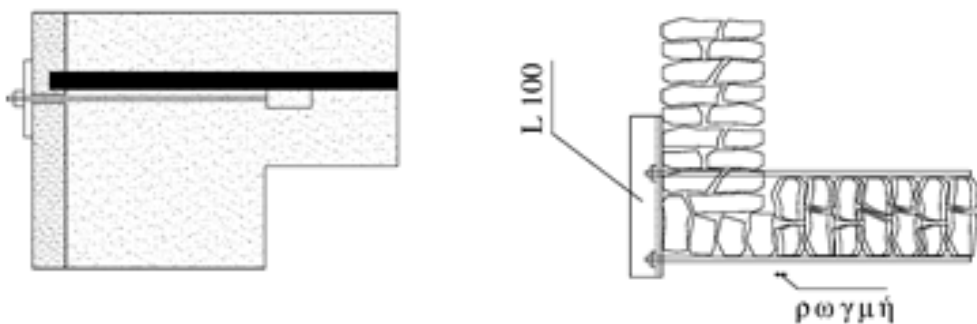
**Στάδιο 1:** Επιλέγονται οι θέσεις προσαρμογής ελκυστήρων και ελέγχεται η καταλληλότητα επάρκειας αυτών των θέσεων της τοιχοποιία (**έλεγχος τοπικής θλίψης**) για παραλαβή των δυνάμεων προέντασης. Σε αντίθετη περίπτωση, γίνεται τοπική ενίσχυση.

**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).

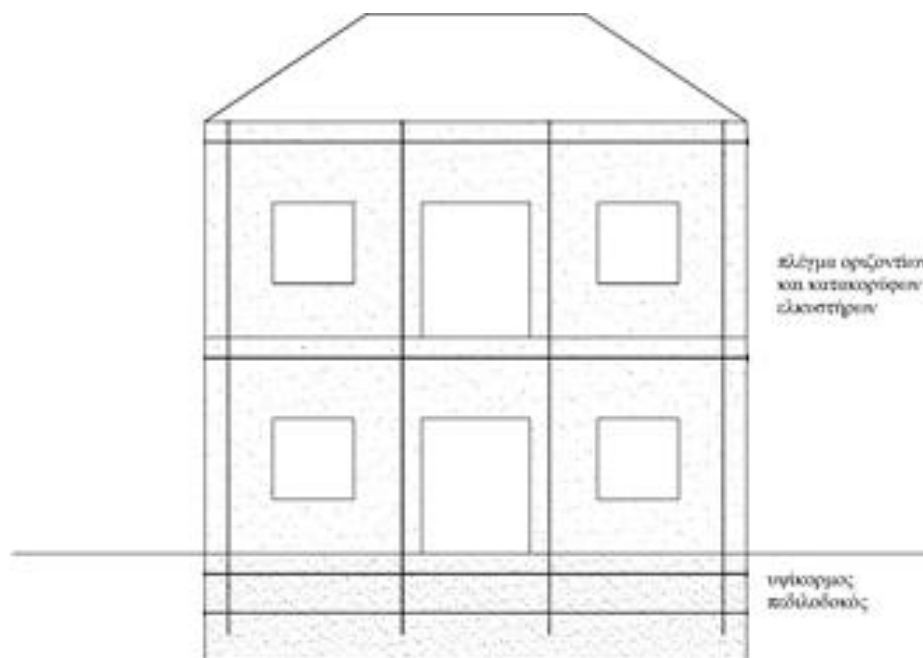
**Στάδιο 5:** Οι αγκυρώσεις (μετά την εφαρμογή κατάλληλης βαφής) παραμένουν ακάλυπτες (και επομένως επισκέψιμες). Εναλλακτικώς, καλύπτονται με επίχρισμα ή με ελαφρύ μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.



**Υλικά:**

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

**Σχ. 6.6.3 Χρήση ελκυστήρων για τη σύνδεση τοίχων σε γωνία**



**Σχ. 6.6.4 Διάταξη οριζόντιων και κατακόρυφων ελκυστήρων**



**Αποτελεσματικότητα:** Βελτίωση της συμπεριφοράς της τοιχοποιίας σε οριζόντιες μετακινήσεις λόγω σεισμικής φόρτισης. Η μέθοδος αυτή είναι εύκολα αναστρέψιμη.

**Μειονεκτήματα:** Λόγω ερπυσμού οι ελκυστήρες υπόκεινται σε χαλάρωση με την πάροδο του χρόνου -συστηματικός έλεγχος. -δεν επιλύει ριζικά το πρόβλημα αποκατάστασης από μόνη της -**αποτελεί συμπληρωματική μορφή επέμβασης.**

**Ανασχεδιασμός:** -Μεγάλες απώλειες προέντασης και λόγω ολίσθησης στις αγκυρώσεις των ελκυστήρων, αλλά και λόγω άμεσων και ερπυστικών παραμορφώσεων της τοιχοποιίας.

**Απαιτείται επί πλέον έλεγχος των τοπικών τάσεων θλίψης στις αγκυρώσεις,** ώστε να αποφεύγεται τοπική αστοχία της τοιχοποιίας (άρα, και της αγκύρωσης των ελκυστήρων). Ο υπολογισμός της έντασης στους ελκυστήρες γίνεται ως εξής:

#### **(α) Οριζόντιοι ελκυστήρες**

Δυσμενής παραδοχή της πλήρους αποσύνδεσης των τοίχων από τους εγκάρσιους προς αυτούς, αλλά και από τα πατώματα και τη στέγη.

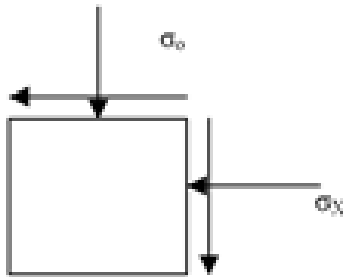
Χαλύβδινες ράβδοι μόνες θα προλαμβάνουν την αποκόλληση των τοίχων, αναλαμβάνοντας πλήρως τη δράση του σεισμού καθέτως προς το επίπεδο του τοίχου. **Πρέπει, επίσης, να εμποδίζουν και τις αντίστοιχες παραμορφώσεις.** Γι' αυτόν το λόγο υπολογίζονται ώστε να έχουν **τάση σημαντικά μικρότερη από το όριο διαρροής τους,** ενώ πρέπει να δίνεται και προσοχή στις θέσεις των αγκυρώσεων, **ώστε να αποφεύγεται το "ξέσυρμα".**

#### **(β) Κατακόρυφοι ελκυστήρες**

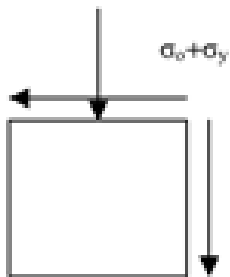
Η έντασή τους υπολογίζεται μέσω της επίλυσης απλών επίπεδων δικτυωμάτων, στα οποία οι οριζόντιες και οι κατακόρυφες ράβδοι είναι οι ελκυστήρες, ενώ οι διαγώνιες αποτελούνται από στοιχεία τοιχοποιίας. **Τα δικτυώματα φορτίζονται με συμβατικά σεισμικά φορτία.**

**Επί πλέον, η παρουσία ενός συστήματος οριζόντιων και κατακορύφων ελκυστήρων έχει ως συνέπεια και μια αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας σε θλίψη και σε διάτμηση (χάρη στην περίσφιγξη την οποίαν προσφέρουν οι ράβδοι).**

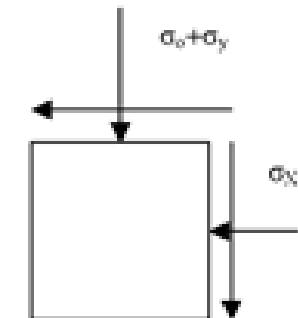
**Οι αυξημένες αντοχές της τοιχοποιίας μπορούν να υπολογισθούν από τις ακόλουθες σχέσεις :**



$$f_{nv} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{w0} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_x}{f_{wv}} + \frac{0,75 * \sigma_o * \sigma_x}{f_{wv}^2}}$$



$$f_{nx} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{w0} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_x}{f_{w0}}}$$



$$f_{wc} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} * \frac{2}{3} * f_{w0} * \sqrt{1 + \frac{0,75 * \sigma_o + \sigma_y + \sigma_x}{f_{wv}} + \frac{(0,75 * \sigma_o + \sigma_y) * \sigma_x}{f_{wv}^2}}$$

## Ριζοπλισμοί

**Πότε εφαρμόζονται:** Σε παλιές λιθοδομές μεγάλου πάχους για βελτίωση της μάζας, τοπικές ενισχύσεις (σχήμα 6.6.5) ή και καθολική ενίσχυση (σχήμα 6.6.6) (βελτίωση της συμπεριφοράς ολόκληρου φατνώματος ή πεσσών, δημιουργία υψίκορμων δοκών κ.λ.π.).

### **Στάδια υλοποίησης:**

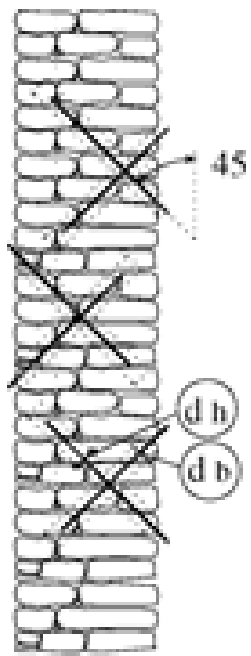
**Στάδιο 1:** Διάνοιξη αλληλοτεμνόμενων οπών σε προεπιλεγμένες θέσεις της περιοχής ενίσχυσης της τοιχοποιίας. Η διάμετρος των οπών θα πρέπει να είναι ελαφρά μεγαλύτερη από τη διάμετρο του οπλισμού κατά τρόπο που να μπορεί να εισχωρεί το ένεμα (ειδικές τσιμεντοκονίες) και να περιβάλλει τον οπλισμό.

**Στάδιο 2:** Τοποθέτηση και προσωρινή στερέωση των ράβδων οπλισμού.

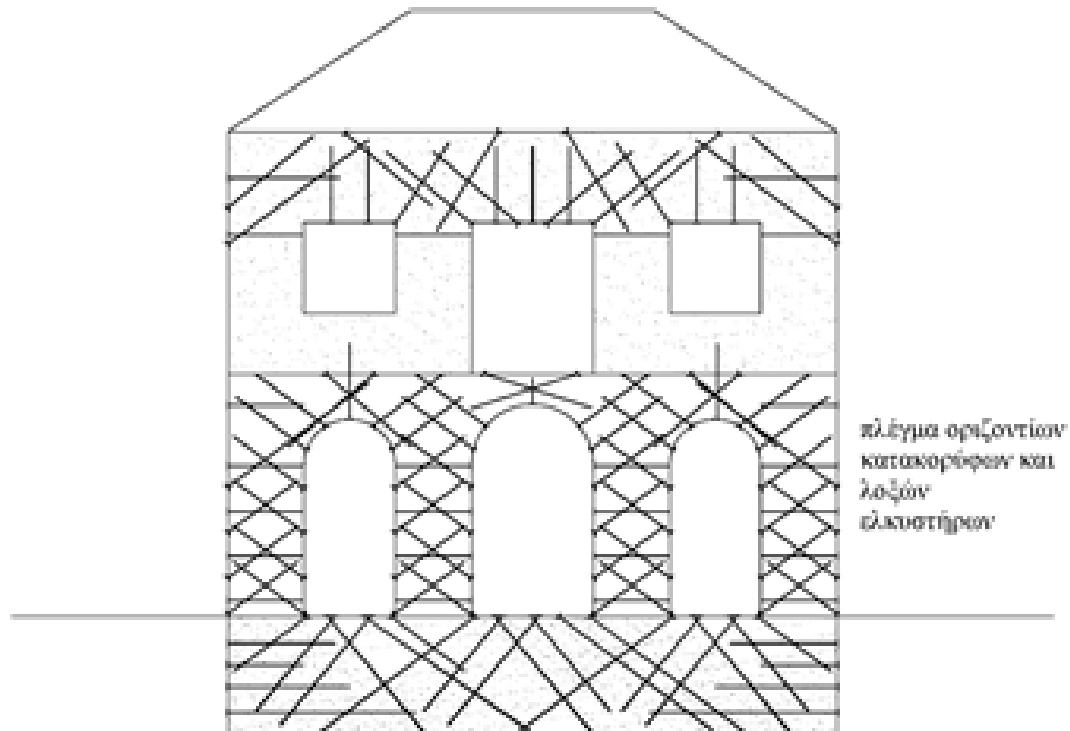
**Στάδιο 3:** Πλήρωση των οπών με ειδικές τσιμεντοκονίες (π.χ. μη συστελλόμενες) ή με ειδικά κονιάματα (π.χ. κονιάματα τσιμέντου - πλαστικών υλών / τροποποιημένα ή ρητινικά κονιάματα) που έχουν ως αδρανές χαλαζιακή άμμο.

### **Υλικά:**

- Τρυπάνι
- Ράβδοι χάλυβα
- Τσιμεντοκονιάματα ή ειδικά κονιάματα



Σχ. 6.6.5 Τοπική ενίσχυση [7] (οριζόντια ή και κατακόρυφη τομή)



πλέγμα οριζοντίων  
κατακόρυφων και  
λοξών  
ελαστήρων

Σχ. 6.6.6 Καθολική ενίσχυση

**Αποτελεσματικότητα:** Τοιχοποιίες με πολύ χαμηλή αντοχή (είτε λόγω γήρανσης είτε λόγω κακής ποιότητας υλικών) ένα δίκτυο ριζοπλισμών κατά το πάχος ή κατά το μήκος της τοιχοποιίας αποτελεί μια επέμβαση, με σημαντική αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας. Σχετικά μικρή αύξηση της θλιπτικής αντοχής και σημαντική αύξηση της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας ανάλογα με πυκνότητα τοποθέτησης και των διαμέτρων των ριζοπλισμών.

**Μειονεκτήματα:** Η αλλοίωση της δομής της τοιχοποιίας και μάλιστα κατά τρόπο μη αναστρέψιμο και ότι σε περίπτωση διάβρωσης των ράβδων του οπλισμού είναι εξαιρετικά δυσχερής η αντικατάστασή τους (απαιτεί διατρήσεις μεγάλης διαμέτρου), ενώ υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν βλάβες λόγω της διόγκωσης από τη διάβρωση.

### Οι βλάβες στη θεμελίωση κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία

- Είναι κατά κανόνα αφανείς και τεκμαίρονται από τις επιπτώσεις τους στην ανωδομή
- Είναι δυνατόν να προκαλούνται από πολλά αίτια
- Στην ένταση και έκτασή τους συμβάλλει όχι μόνον το υλικό κατασκευής και η διάταξη της θεμελίωσης αλλά και τα χαρακτηριστικά του εδάφους

**Η διάγνωση και η θεραπεία προβλημάτων θεμελίωσης αποτελούν πιο σύνθετη διεργασία από την αντίστοιχη της ανωδομής.**

## Αίτια πρόκλησης βλαβών που αποδίδονται στο έδαφος ή σε ανεπαρκή θεμελίωση

Μετακίνηση των θεμελίων.

- Μη προβλεφθείσα υπερφόρτιση (π.χ. προσθήκη ορόφων, αλλαγή χρήσης και υπέρβαση κινητού φορτίου κ.λ.π.)
- Διόγκωση ή συρρίκνωση του εδάφους εξαιτίας μεταβολών της υγρασίας, κυρίως όταν το έδαφος είναι διογκούμενη άργιλος
- Συμπύκνωση χαλαρών επιχωματώσεων (π.χ. πρόσφατων και ικανού πάχους ανθρωπογενών αποθέσεων)
- Ύπαρξη υπογείων κενών (π.χ. φυσικές καταβόθρες ή στοές)
- Διάνοιξη υπογείων έργων (σήραγγες, υπόγειοι αγωγοί κ.λ.π.)
- Ταπείνωση της στάθμης του υπογείου νερού με συνέπεια την αύξηση των ενεργών τάσεων (π.χ. λόγω συνεχών αντλήσεων)
- Διαβροχή εδάφους -αύξηση του βάρους του, -ανάπτυξη δυνάμεων διήθησης προς τα κάτω και -αύξηση της συμπίεστικότητας εδαφών αργιλικής σύστασης
- Διάνοιξη εκσκαφής σε γειτονικό οικόπεδο και ανεπαρκής αντιστήριξη του μετώπου της
- Ερπυστική κίνηση αργιλικών πρανών ακόμη και πολύ μικρής κλίσης
- Γήρανση και εξασθένηση του θεμελίου (π.χ. παλιά τοιχοδομή, υγρασία, επιρροή των ριζών γειτονικών δέντρων κ.α.) ή και ανεπαρκής εξ' αρχής κατασκευή
- Υποχώρηση των στηρίξεων κατά τη διάρκεια εργασιών υποστήριξης θεμελίων
- Οριζόντια υπερφόρτωση της κατασκευής από ορμητικά νερά με πιθανή ρευστοποίηση του εδάφους στο επίπεδο της θεμελίωσης (π.χ. υπερχειλίση γειτονικού χειμάρρου)
- Αστοχία πασσάλων (σάπισμα ξύλινων πασσάλων, ανάπτυξη αρνητικών τριβών κ.λ.π.)

## Διαγνωστικές ερευνητικές εργασίες

Στη φάση μελέτης της παθολογίας του κτιρίου και του προσδιορισμού των αιτίων που την προκάλεσαν,

- ✓ Γνωστές οι εδαφοτεχνικές συνθήκες στη θέση του έργου και το είδος, η γεωμετρία και η διάταξη της θεμελίωσης.
- ✓ Εδαφοτεχνικές συνθήκες, αν οι οικονομικές δυνατότητες το επιτρέπουν ή η σπουδαιότητα του έργου το επιβάλλει, -γεωτεχνική έρευνα -καλή αποτύπωση της στρωματογραφίας, δοκιμές οιδημέτρου και τριαξονικές δοκιμές .
- ✓ Είναι χρήσιμη η διάνοιξη ερευνητικών σκαμμάτων σε ορισμένες κρίσιμες θέσεις.

## Κριτήρια επεμβάσεων ενίσχυσης θεμελίωσης

Σε περίπτωση που έχει τεκμηριωθεί ότι κάποιο από τα πιο πάνω αίτια δημιουργεί βλάβες στο κτίριο, τότε προτείνονται εργασίες επέμβασης στη θεμελίωση στις εξής περιπτώσεις:

- ✓ Όταν οι βλάβες που προκλήθηκαν στο φέροντα οργανισμό **είναι σημαντικές** και οι **μετακινήσεις** (διεύρυνση ρωγμών, καθιζήσεις) **συνεχίζονται**
- ✓ Όταν, παρότι ο ρυθμός των μετακινήσεων έχει περιορισθεί, οι βλάβες έχουν προξενήσει τέτοια εξασθένιση και αποδιοργάνωση της θεμελίωσης ή/και της ανωδομής, ώστε άλλοι κίνδυνοι (όπως π.χ. ο σεισμός) **να επιβάλλουν την ενίσχυση της θεμελίωσης**
- ✓ Εάν πρόκειται να γίνει **αλλαγή χρήσης ή προσθήκη ορόφων** στο κτίριο και επιβάλλεται ενίσχυση της θεμελίωσης ώστε να φέρει τα νέα φορτία

# Μέθοδοι ενίσχυσης της θεμελίωσης και του εδάφους

Οι μέθοδοι ενίσχυσης της θεμελίωσης μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

- **Αβαθής υποθεμελίωση**
- **Βαθιά υποθεμελίωση με την κατασκευή μικροπασσάλων**
- **Βελτίωση και ενίσχυση του εδάφους με ενέσεις**

Για κάθε μια κατηγορία ενίσχυσης της θεμελίωσης και του εδάφους - αρκετές τεχνικές μεταξύ των οποίων ο μελετητής μπορεί να επιλέξει εκείνη που συνάδει με τις ιδιαίτερες συνθήκες του προβλήματος, την προτεινόμενη συνολική λύση επέμβασης, τα τεχνικά μέσα που διαθέτει για την υλοποίησή της και τις οικονομικές δυνατότητες του έργου.

**Εν πάση περιπτώσει η λύση που θα επιλεγεί θα πρέπει να αίρει ή τουλάχιστον να αναχαιτίζει τα αίτια που προκάλεσαν βλάβες στο κτίριο.**



## Αβαθής υποθεμελίωση

**Πότε εφαρμόζεται:** Είναι η πιο διαδεδομένη τεχνική στην πράξη, - κτίρια όχι υψηλής σπουδαιότητας, λόγω του χαμηλού κόστους συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους.

**Εφαρμόζεται όπου επιβάλλεται ενίσχυση της θεμελίωσης** αλλά δεν παρατηρούνται ιδιαίτερα προβλήματα εδάφους.

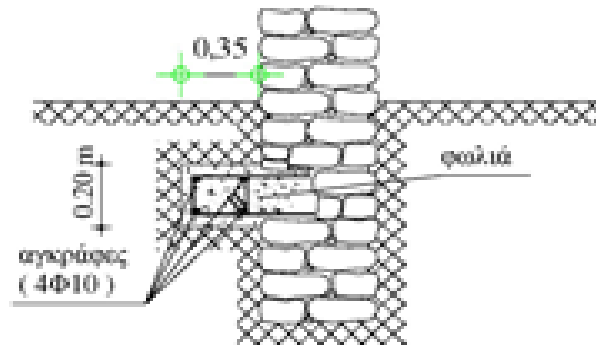
**Σε περίπτωση εδαφών με ιδιαίτερα προβλήματα** θα πρέπει να εφαρμόζεται μια από τις άλλες δύο μεθόδους (βαθιές θεμελιώσεις ή ενέσεις εδάφους).

**Επίσης, η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε περιπτώσεις που ο υδροφόρος ορίζοντας είναι στο επίπεδο της θεμελίωσης.**

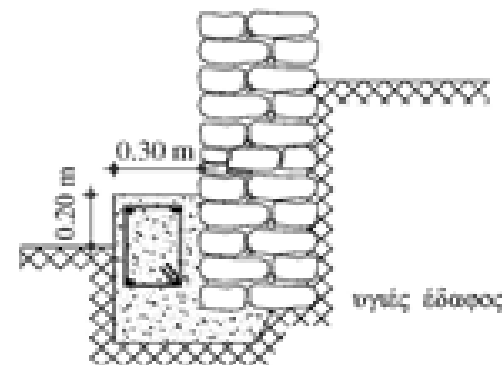
Η τεχνική αυτή παρουσιάζεται με διάφορες παραλλαγές:

**Μονόπλευρη αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου (ενισχύσεις με χαλινούς)**

Η περίπτωση αυτή εφαρμόζεται, 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. 6.7.1). Ενδέχεται να συνοδεύεται και από μερική υποσκαφή και βαθύτερη έδραση του θεμελίου (Σχ. 6.7.2).



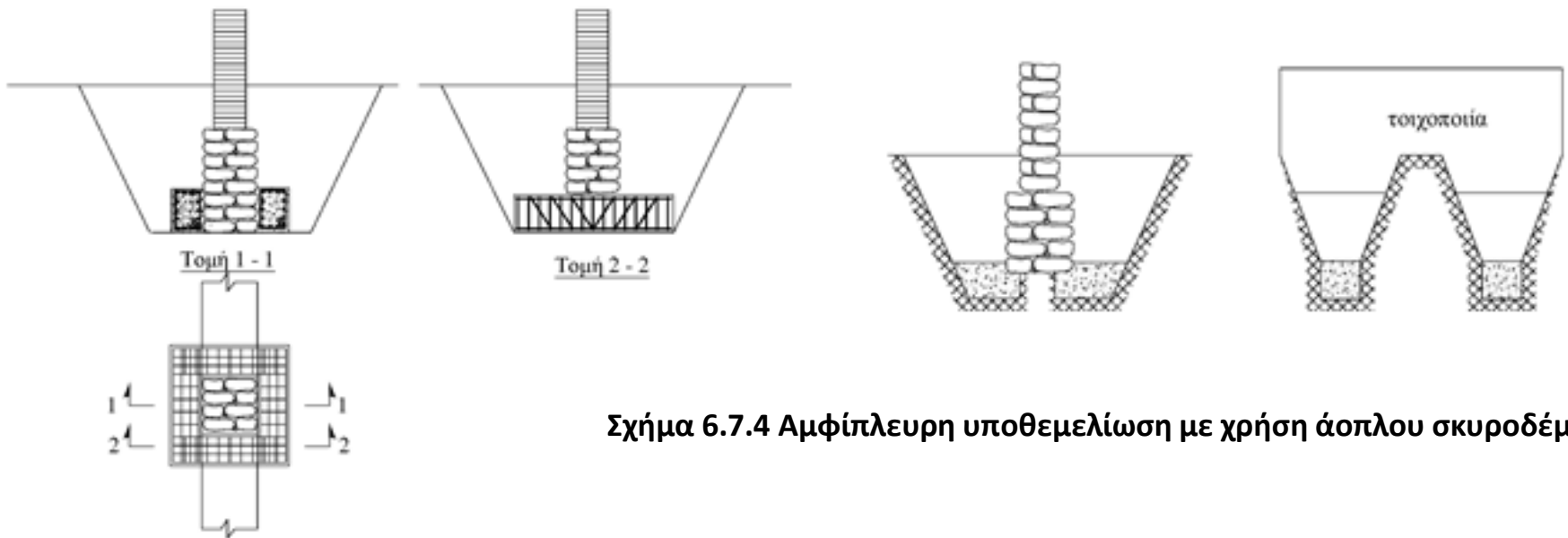
6.7.1 Εξωτερική περιμετρική δοκός Ο.Σ. για την αύξηση της επιφάνειας του θεμελίου



Σχ. 6.7.2 Εξωτερική περιμετρική δοκός Ο.Σ. σε συνδυασμό με υποσκαφή θεμελίου

## Αμφίπλευρη υποθεμελίωση (κατασκευή ντουλαπιών)

Εφαρμόζεται όπου υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις διαπλάτυνσης της θεμελίωσης με χρήση οπλισμένου (Σχ. 6.7.3) ή άοπλου σκυροδέματος (Σχ. 6.7.4) υπό την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες επιτρέπουν ανάπτυξη εργασιών και στις δύο πλευρές του τοίχου (μη γειτνίαση με άλλο κτίριο).



Σχήμα 6.7.4 Αμφίπλευρη υποθεμελίωση με χρήση άοπλου σκυροδέματος

Σχ. 6.7.3 Αμφίπλευρη υποθεμελίωση με χρήση οπλισμένου σκυροδέματος

## Υψίκορμες πεδιλοδοκοί

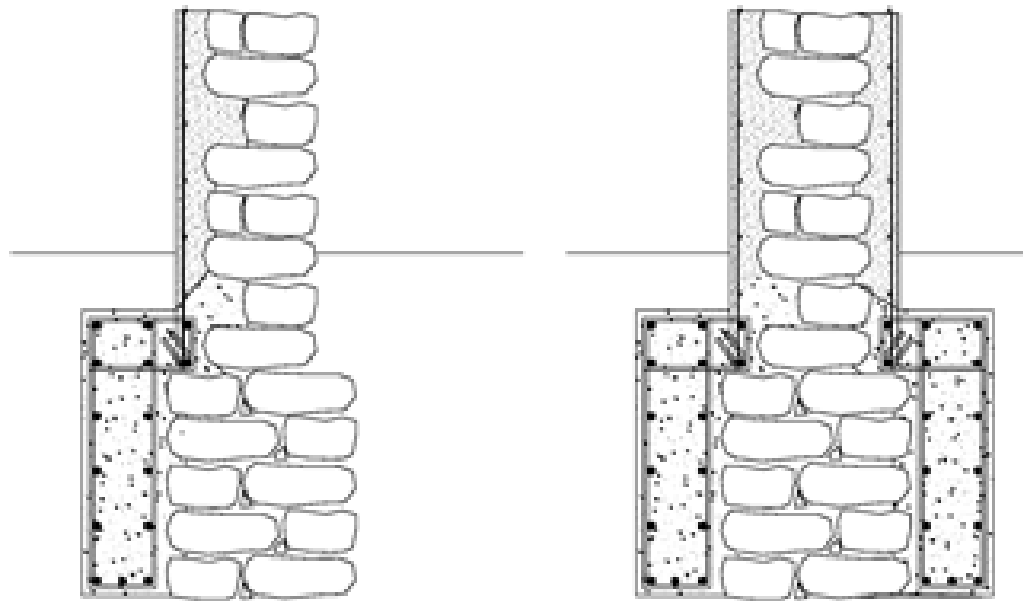
Όταν πρόκειται να κατασκευασθεί μανδύας (αμφίπλευρος ή μονόπλευρος) στις τοιχοποιίες (Σχ. 6.7.5). Συμβάλλει κυρίως στην παραλαβή των φορτίων που μεταφέρονται από τους μανδύες, συγχρόνως όμως συμβάλλει στην ενίσχυση του υφισταμένου θεμελίου.

**Αβαθής υποθεμελίωση**, οι εργασίες ακολουθούν τα παρακάτω διαδοχικά στάδια:

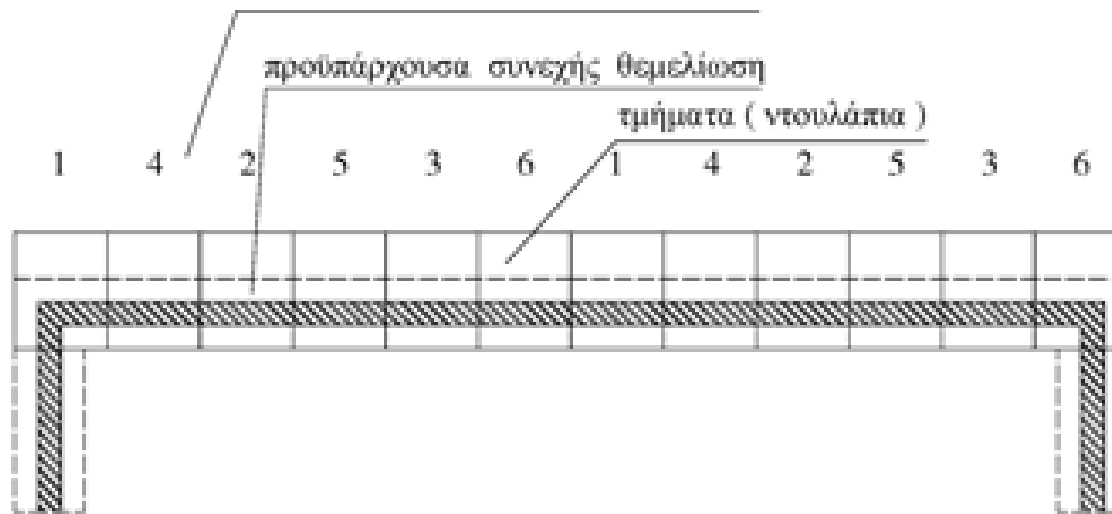
**Στάδιο 1:** Προσωρινή πλευρική αντιστήριξη των τοίχων κατά μήκος της θεμελίωσης όπου πρόκειται να γίνουν εργασίες ενίσχυσης.

**Στάδιο 2:** Τμηματική διάνοιξη φρεατίων στη θεμελίωση και εκσκαφή μέχρι το επιθυμητό βάθος (Σχ. 6.7.6). 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, κατασκευή κατά τμήματα



Σχήμα 6.7.5 Υψίκορμες πεδιλοδοκοί έδρασης μονόπλευρων και αμφίπλευρων μανδυών



Σχ. 6.7.6 Σειρά εργασιών ενίσχυσης θεμελίωσης κατά τμήματα

**Σημείωση:** στην περίπτωση των υποθεμελιώσεων εμφανίζεται πρόβλημα της ανεπαρκούς συμπύκνωσης του νέου εδάφους θεμελίωσης, 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:**

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

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Η τεχνική της αβαθούς υποθεμελίωσης -γρήγορα και με μικρό κόστος, συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους ενίσχυσης της θεμελίωσης. Κατανέμει σε μεγαλύτερο πλάτος τις τάσεις, λόγω διαπλάτυνσης του πέλματος του πεδύλου. Περιορίζεται η πιθανότητα εκδήλωσης μετακινήσεων στο επίπεδο της θεμελίωσης.

**Μειονεκτήματα:** Η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας της θεμελίωσης εξαρτάται από το βαθμό συνεργασίας των νέων τμημάτων Ο.Σ. με την υφιστάμενη θεμελίωση.

**Αναδιαστασιολόγηση:** Μετά την κατασκευή της υποθεμελίωσης, ένα τμήμα του φορτίου της ανωδομής μεταφέρεται σταδιακά σ' αυτήν και η σύνθετη διατομή οδηγείται σε μια κατάσταση τελικής "ηρεμίας". Μέχρι σήμερα δεν έχει προταθεί ικανοποιητική μέθοδος αποτίμησης αυτής της μεταβαλλόμενης με το χρόνο ανακατανομής. Στην πράξη, κατά το σχεδιάσμά των υποθεμελιώσεων, κατά κανόνα ακολουθείται η **πολύ συντηρητική αρχή να σχεδιάζεται η υποθεμελίωση ώστε να παραλαμβάνει το σύνολο του φορτίου.**

## Βαθιά υποθεμελίωση με τη μέθοδο των μικροπασσάλων

**Πότε εφαρμόζεται:** 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**, η **δυνατότητα αποφυγής κεφαλόδεσμου** και η **ικανότητά τους, να παραλάβουν σταδιακά τμήμα των φορτίων** και να οδηγήσουν στη σταθεροποίηση των μετακινήσεων.

**Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου** (μικροπάσσαλοι) είναι **ισχυρό και ευέλικτο γεωτρύπανο** ικανό 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

**ο οπλισμός που χρησιμοποιείται, όταν η διάμετρος είναι μικρή (π.χ. <math><120 - 140\text{mm}</math>),** 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 σχεδιάσμό 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 γεωτρήπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η είσοδος του γεωτρήπανου 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

Όταν 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 -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. 6.7.7.

## Μικροπάσσαλοι χωρίς κεφαλόδεσμο

Η κατασκευή μικροπασσάλων χωρίς κεφαλόδεσμο **συνιστάται στις περιπτώσεις σχετικά συνεκτικής θεμελίωσης και συνεκτικών εδαφών.**

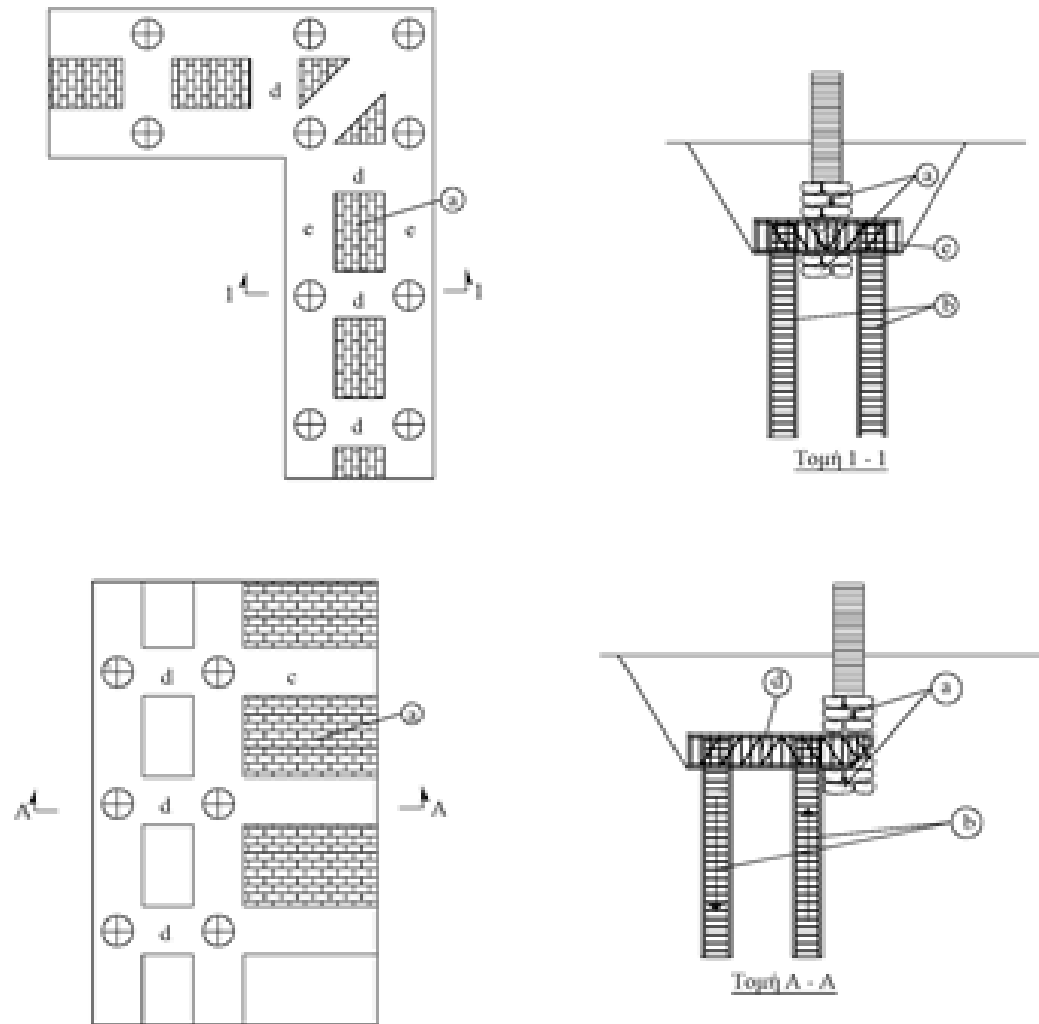
Ευνοείται η χρήση ριζοπασσάλων, δεδομένου ότι, όπως έχει προαναφερθεί, δεν χρειάζεται διασωλήνωση της οπής.

**Η διάταξη των ριζοπασσάλων γίνεται συνήθως υπό κλίση**, με διάτρηση του κορμού της θεμελίωσης και σε ικανοποιητικό βάθος κάτω απ' αυτή.

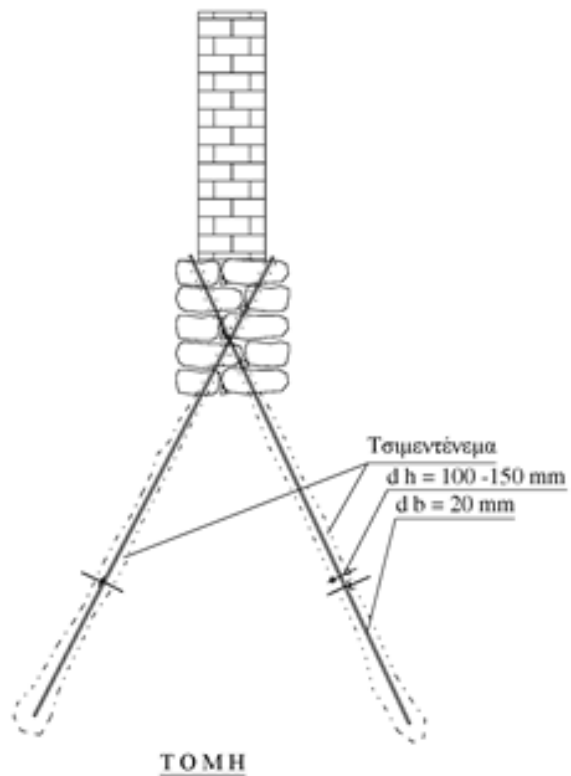
Σε περίπτωση που είναι δυνατή η πρόσβαση του γεωτρύπανου και από τις δύο πλευρές του τοίχου, τότε οι **ριζοπάσσαλοι μπορούν να διαταχθούν ανά σταθερές αποστάσεις** (κατά το δυνατό) και με αντιστοίχιση του μέσου της απόστασης δύο πασσάλων της ίδιας πλευράς με τη θέση πασσάλου της άλλης πλευράς του τοίχου (Σχ. 6.7.8).

Σε **περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πρόσβαση** του γεωτρύπανου και στις δύο πλευρές του τοίχου, η κατασκευή ριζοπασσάλων **μπορεί να συνδυασθεί με τη μέθοδο κατασκευής αβαθούς υποθεμελίωσης (σχήμα 6.7.9).**

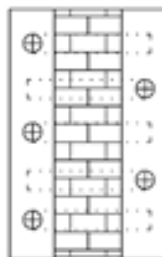




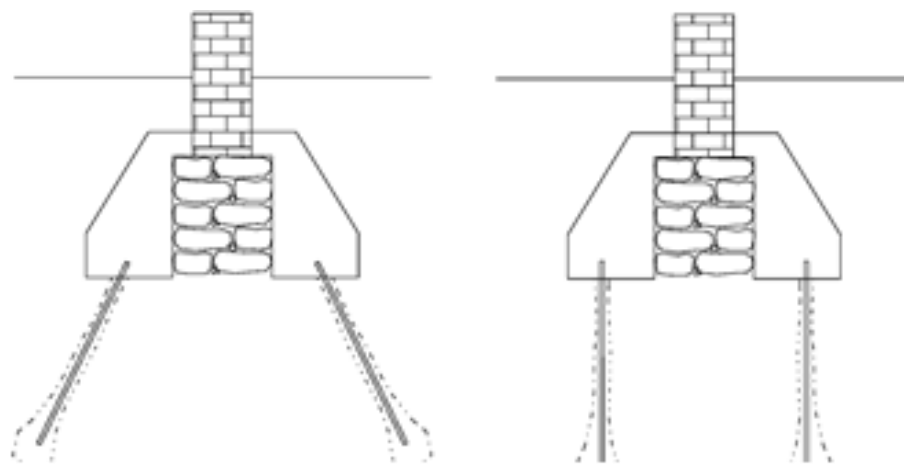
Σχ. 6.7.7 Διατάξεις μικροπασσάλων με κεφαλόδεσμο. Άνω κεντρική διάταξη (καλή στατική λειτουργία, δυσκολία κατασκευής), κάτω έκκεντρη διάταξη (κακή στατική λειτουργία, ευκολία κατασκευής)



Σχήμα 6.7.8 Υποθεμελίωση με ριζοπασσάλους (χωρίς κεφαλόδεσμο)



Κ Α Τ Ο Ψ Η



Σχήμα 6.7.9 Συνδυασμός αβαθούς υποθεμελίωσης με ριζοπασσάλους

## Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Γίνεται διάτρηση στο έδαφος. Σε περίπτωση ριζοπασσάλου δεν απαιτείται καταβιβασμός 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:** Χύτευση του τσιμεντοκονιάματος στο εσωτερικό του σωλήνα. Χρησιμοποιείται κονίαμα υψηλής αντοχής (συνήθως 600-800 Kg τσιμέντου/m<sup>3</sup> 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 γεωτρύπανο, 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

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Λόγω αποφυγής εργασιών υποσκαφής (σε περίπτωση μη κατασκευής κεφαλόδεσμου) δεν υπάρχει κίνδυνος ρηγματώσεων στην τοιχοποιία.

Σταδιακή παραλαβή φορτίων τοίχων και μεταφορά τους σε μεγαλύτερο βάθος με αποτέλεσμα περιορισμό των τάσεων στο επίπεδο της θεμελίωσης και τη σταθεροποίηση των μετακινήσεων των θεμελίων. **ΚΑΙ κάποιας μορφής μονολιθικότητα** της θεμελίωσης που ελαχιστοποιεί πιθανές διαφορικές καθιζήσεις. Τέλος, η συμμετρική διάταξη μικροπασσάλων, αμφίπλευρη κατασκευή το βαθμό αποτελεσματικότητας.

**Μειονεκτήματα:** Εξοπλισμός (γεωτρύπανο) η εισαγωγή του οποίου στο κτίριο πολλές φορές συνεπάγεται δυσκολία στην υλοποίηση αυτής της μεθόδου-Διερευνητέα η πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση.

**Αναδιαστασιολόγηση:** Για τον υπολογισμό του φορτίου που μπορούν να φέρουν οι μικροπάσσαλοι χρησιμοποιούνται συνήθως απλές μέθοδοι. **Το μέγεθος του φορτίου κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 100 και 500 KN.** **Η φέρουσα ικανότητα των μικροπασσάλων** ελέγχεται και επιβεβαιώνεται με κατάλληλη δοκιμαστική φόρτιση σε αριθμό μικροπασσάλων ίσο με το 3% του συνολικού αριθμού και όχι λιγότερων από δύο. **Επίσης, συνιστάται η είσοδος τους σε ικανής αντοχής στρώση εδάφους σε μήκος 3m.**

## 6.7.2 Βελτίωση και ενίσχυση εδάφους με ενέσεις

**Πότε εφαρμόζεται:** Στις περιπτώσεις -αναγκαία η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης με την εισαγωγή ενεμάτων υψηλής αντοχής (σχήμα 6.7.10).

- εδαφών χαμηλής αρχικής φέρουσας ικανότητας,
- η προσθήκη ορόφων η οποία επαυξάνει τις τάσεις στο έδαφος θεμελίωσης,
- η περίπτωση εκκαφής δίπλα από θεμέλια η οποία δημιουργεί σχετική αστάθεια του εδάφους κάτω από το επίπεδο θεμελίωσης (σχήμα 6.7.11).

**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.**

## Στάδια υλοποίησης:

**Στάδιο 1:** Εκσκαφή μέχρι το επίπεδο της θεμελίωσης.

**Στάδιο 2:** Διάνοιξη οπών και εισαγωγή σωλήνων μέσω των οποίων θα διοχετευθεί το ένεμα σε επαρκές βάθος.

**Στάδιο 3:** Εισαγωγή του ενέματος με σύστημα υψηλής πίεσης.

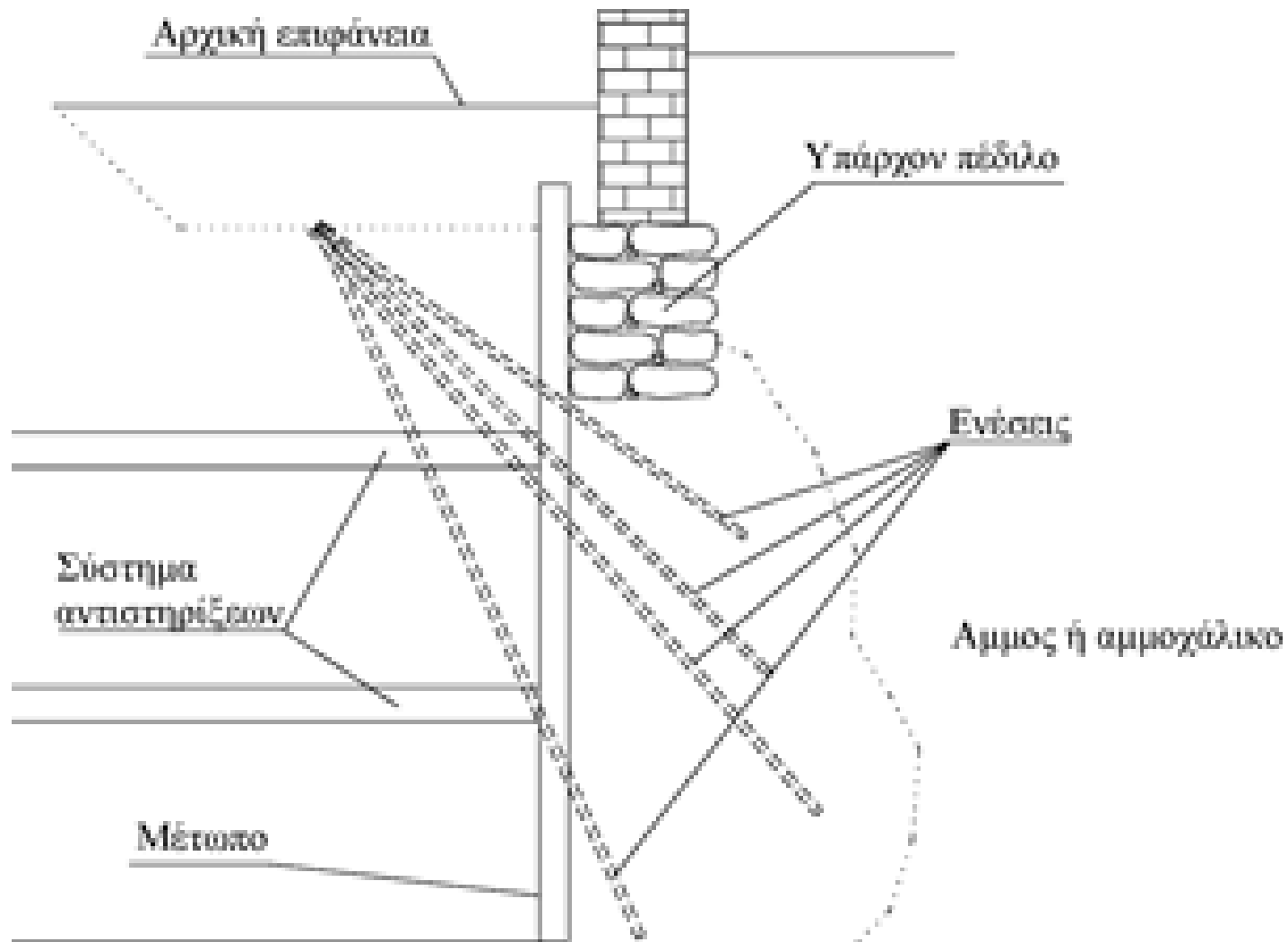
### **Υλικά - εξοπλισμός:**

- Εξοπλισμός διάνοιξης οπών για την εισαγωγή ενέματος
- Υλικά παρασκευής ενεμάτων: Η επιλογή του τύπου και η σύσταση του ενέματος -είδος του εδάφους -επιθυμητή τελική αντοχή. -διαπερατά αμμώδη εδάφη, χρησιμοποιούνται αιωρήματα τσιμέντου με υψηλές τιμές του λόγου τσιμέντο προς νερό -υψηλή αντοχή ενώ χημικά διαλύματα ειδικών πυριτικών ή πολυμερών -διαπερατότητα είναι μικρότερη

**Βαθμός αποτελεσματικότητας:** Η αποτελεσματικότητα -ομοιομορφία της διασποράς του ενέματος κάτω από τη θεμελίωση.

Βελτιώνονται τα χαρακτηριστικά του εδάφους και όχι η μονολιθικότητα της θεμελίωσης. Συνδυάζεται και με μια από τις προηγούμενες μεθόδους ενίσχυσης της θεμελίωσης.

**Μειονεκτήματα:** Η ανομοιογένεια πολλών εδαφών καθιστά την ομοιόμορφη διασπορά του ενέματος ιδιαιτέρως δυσχερή. Η διείσδυση του ενέματος σε μεγάλη έκταση του εδάφους ενδέχεται να συνεπάγεται σημαντική οικονομική επιβάρυνση.



Σχήμα 6.7.11 Βελτίωση του εδάφους κάτω από θεμέλιο και δίπλα σε εκσκαφή

# ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

## 7.1 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ-ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ.

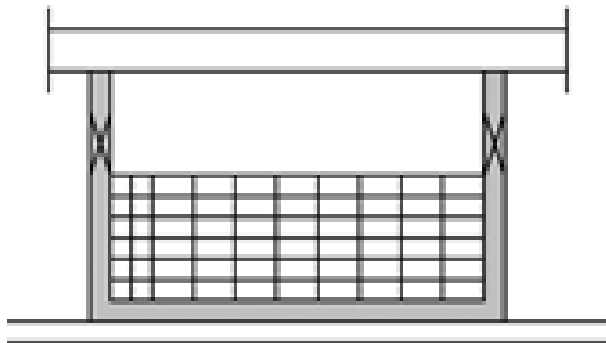
Στην Ελλάδα δεν εφαρμόζονται προδιαγραφές τοιχοπληρώσεων , αλλά και των συνιστώντων στοιχείων (κονίαμα, πλίνθοι, τσιμεντόλιθοι). Οι πλίνθοι και οι τσιμεντόλιθοι είναι βιομηχανικό προϊόν και θεωρούνται ως δομικά στοιχεία οτι καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτούμενες αντοχές.

Είναι γνωστό ότι τόσο κατά την διάρκεια της κατασκευής, όσο και κατά την χρήση γίνονται εκτεταμένες μετατροπές των τοιχοπληρώσεων, κάτι που έχει δυσμενή επίπτωση σε περίπτωση σεισμικής καταπόνησης, εφόσον ο Μελετητής Μηχανικός έχει κάνει σωστή διάταξη των τοιχοπληρώσεων κατά την μελέτη του κτιρίου.

**Η τοιχοποιία έχει γενικά ψαθυρό χαρακτήρα που εαν συνδυασθεί και με τον κυκλικό χαρακτήρα της σεισμικής καταπόνησης, τότε η αξιοπιστία της για συνυπολογισμό στην ανάληψη σεισμικών φορτίσεων είναι γενικά μειωμένη.**

**Αυτό δεν σημαίνει ότι οι τοιχοποιίες πράγματι σε ισχυρούς σεισμούς δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο, με το να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη διάσωση πολλών κατασκευών. Όταν μάλιστα εμφανιστούν αστοχίες στο φέροντα οργανισμό, τότε οι τοιχοποιίες ενεργούν ως δεύτερη γραμμή άμυνας για να μην καταρρεύσει το κτίριο. Βέβαια αυτό είναι χρήσιμο για ισχυρούς σεισμούς μικρής διάρκειας, επειδή οι περισσότεροι κύκλοι φόρτισης αποδιοργανώνουν την τοιχοποιία, λόγω του ψαθυρού της χαρακτήρα.**





Σχ.7.1 Επικίνδυνη διακοπή τοιχοπλήρωσης καθ' ύψος

**Οι τοιχοπληρώσεις είναι δυνατόν να διαθέτουν πολύ μεγάλη αρχική διατμητική ακαμψία** που μπορεί να **μεταβάλλει ριζικά την κατανομή των οριζόντιων σεισμικών δυνάμεων**, σε σχέση με εκείνη που προκύπτει από θεώρηση γυμνού σκελετού, στα πρώτα στάδια της σεισμικής απόκρισης.

Η κατανομή αυτή μπορεί να εκτιμηθεί με κάποιο βαθμό αξιοπιστίας, αλλά αυτό δεν ωφελεί ιδιαίτερα, επειδή στο στάδιο αυτό η ανακουφιστική δράση της τοιχοπλήρωσης είναι έντονη, ώστε η καταπόνηση του σκελετού να είναι πολύ χαμηλή.

Στα επόμενα στάδια απόκρισης σε μια **ισχυρή σεισμική δράση, προκαλείται προοδευτική εξουδετέρωση της αντίστασης των έντονα καταπονουμένων στοιχείων της τοιχοπλήρωσης**, που αρχίζει από τα ασθενέστερα και μπορεί να επεκταθεί στο σύνολο των στοιχείων ενός ορόφου.

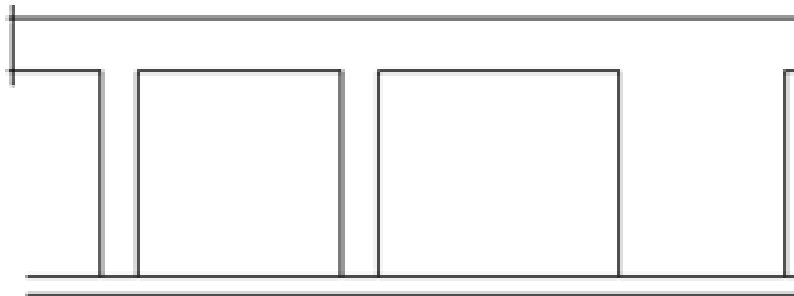
**Η διαγώνια μορφή αστοχίας της τοιχοπλήρωσης πλεονεκτεί έναντι οριζόντιας**

Νέες μεταβολές της κατανομής των δυνάμεων, που είναι ιδιαίτερα έντονες στους ορόφους που υπόκεινται σε σημαντική διατμητική παραμόρφωση.

Η φάση αυτή είναι η πιο επικίνδυνη, επειδή έχει μειωθεί σημαντικά η ανακουφιστική δράση των τοιχοπληρώσεων, ενώ μπορεί να προκαλείται έντονη παραμορφωτική επιρροή στην κατανομή των δυνάμεων.

Συνέπεια της επιρροής αυτής των τοιχοπληρώσεων είναι η **σημαντική αύξηση της αβεβαιότητας στην ελαστική και κυρίως στην μετελαστική συμπεριφορά του κτιρίου.**

**Μια από τις δυσμενέστερες περιπτώσεις είναι εκείνη της αφαίρεσης των τοιχοπληρώσεων** από ένα μόνο όροφο, (συνήθως στο ισόγειο), στον οποίο και περιορίζεται (εντοπίζεται) στην συνέχεια η δημιουργία του ελαστοπλαστικού μηχανισμού του σκελετού, με συνέπεια την εμφάνιση μαλακού ορόφου. Στην περίπτωση αυτή, ο ικανοτικός υπολογισμός των υποστυλωμάτων (πρόβλεψη πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς), όπως προδιαγράφεται στον ΕΑΚ 2000 κεφ.4, δεν εξασφαλίζει επαρκώς την αποφυγή δημιουργίας μαλακού ορόφου.

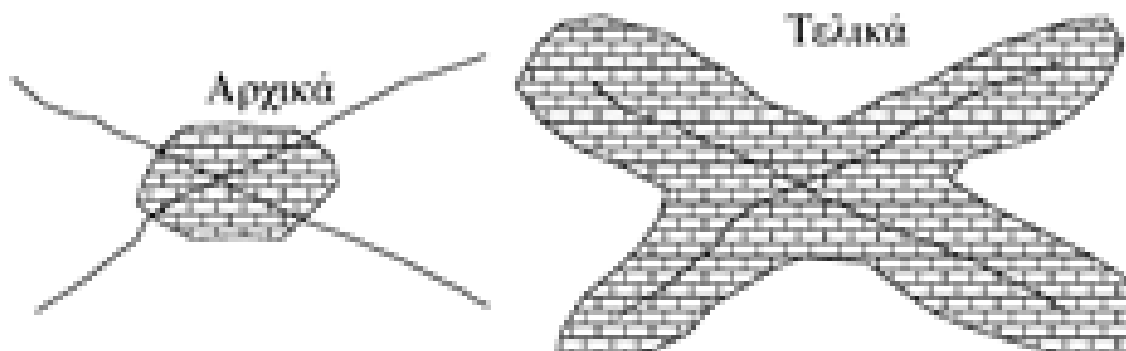


Σχ.7.2 Απουσία τοιχοπληρώσεων απο το το ΙΣΟΓΕΙΟ

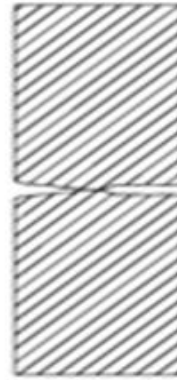
## 7.5 ΑΠΛΗ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ

Πρόκειται για ρωγμές ανοίγματος λίγων χιλιοστών (<10 ηηη). Η επισκευή απλών ρωγμών εξαρτάται από τη διατεθέμενη τεχνολογία και πείρα  
Διαδοχικές φάσεις εργασίας :)

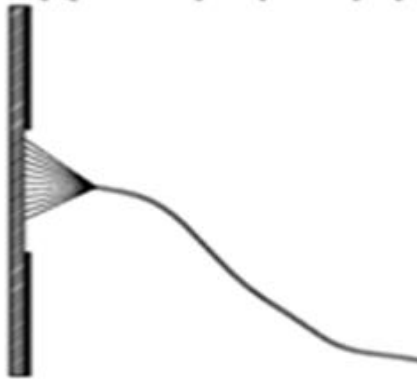
Α) Καθαίρεση επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές (συνολικά 50 επί περίπου)



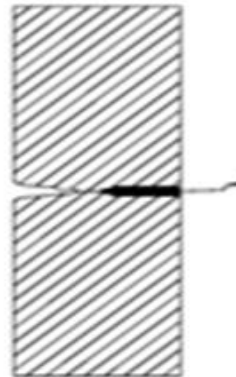
Β) Διεύρυνση των χειλιών των ρωγμών (τοπικό σπάσιμο πλίνθων)



Γ) Πλύσιμο με νερό υπό πίεση (μάνικα ή στην ανάγκη τενεκέδες νερό με ορμή)



Δ) Εισαγωγή πλούσιου τσιμεντοκονιάματος (με ψιλό μυστρί) όσο γίνεται βαθύτερα μέσα στη ρωγμή



## ΕΝΤΟΝΗ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ

Πρόκειται για ρωγμές μεγάλες και ανοιχτές ακολουθείται η παραπάνω τεχνική με την προϋπόθεση βέβαια ότι συμφέρει σε σύγκριση με το ενδεχόμενο καθαιρέσεως και ανακατασκευής:

7.6.1 Α) Καθολική καθαίρεση επιχρίσματος

Β) Διεύρυνση των χειλιών της ρωγμής (τοπικό σπάσιμο πλίνθων)

Γ) Πλύσιμο με νερό υπό πίεση (μάνικα ή στην ανάγκη τενεκέδες νερό με ορμή)

Δ) Εισαγωγή πλούσιου τσιμεντοκονιάματος (με ψιλό μυστρί) όσο γίνεται βαθύτερα μέσα στη ρωγμή

Ε) Τοποθέτηση κοτετσosύρματος πολύ τεντωμένου σε επαφή με τον τοίχο, το οποίο καρφώνεται πάνω στον σκελετό με ατσαλόκαρφα και πάνω στον τοίχο με φουρκέτες

ΣΤ) Κάλυψη του συνόλου με πηχτό πεταχτό τσιμεντοκονίαμα.

