

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διδάσκων Καθηγητής
Γιάννακας Νικόλαος
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Κεφάλαιο 5

Ενίσχυση Τοιχωμάτων και Φέρουσας Τοιχοποιίας

























Παθολογία κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία υπό κατακόρυφα φορτία

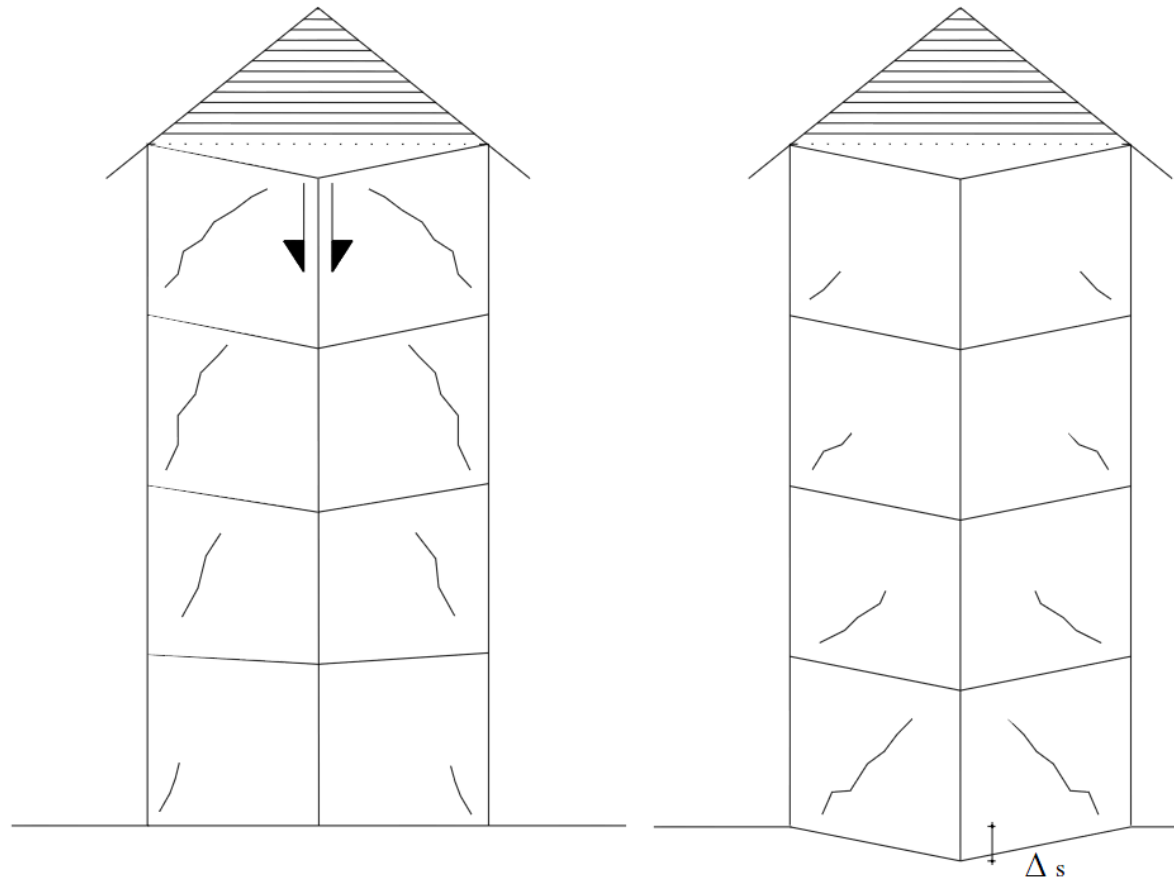
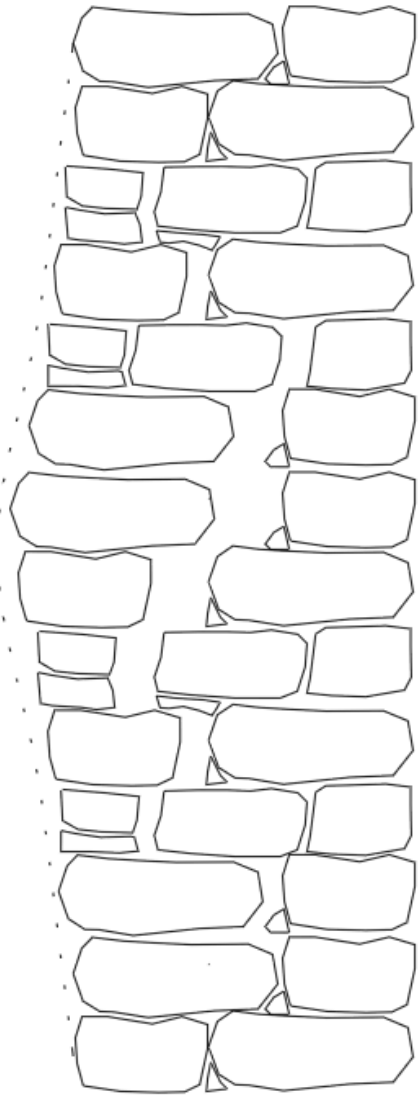
- α. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας λόγω κακού σχεδιασμού (τοπική ρηγμάτωση τοιχοποιίας υπό ισχυρά μοναχικά φορτία ή λόγω αναντιστοιχίας ανοιγμάτων καθ' ύψος).
- β. Προβλήματα τοπικής ή γενικής ανεπάρκειας από διαφορικές καθιζήσεις της θεμελίωσης.
- γ. Προβλήματα τοπικής ανεπάρκειας από επεμβάσεις, διαρρυθμίσεις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

Οι βλάβες από τα κατακόρυφα φορτία είναι συνήθως των ακόλουθων τύπων:

α. Όταν υπάρχει τοπική **υπέρβαση της θλιπτικής αντοχής** είτε από κακό σχεδιασμό είτε από συγκέντρωση φορτίου, εμφανίζονται είτε σχεδόν **κατακόρυφες ρηγματώσεις** που **οφείλονται στις εγκάρσιες εφελκυστικές τάσεις** που αναπτύσσονται σε μονοαξονικά θλιβόμενη τοιχοποιία, είτε, ιδιαίτερα σε περίπτωση τρίστρωτης λιθοδομής, εμφανίζεται κατακόρυφο επίπεδο ρηγμάτωσης – διαχωρισμού κατά το πάχος του τοίχου που εκδηλώνεται με μονόπλευρο είτε αμφίπλευρο φούσκωμα της τοιχοποιίας

β. Σε περίπτωση **διαφορικών καθιζήσεων** εμφανίζονται **λοξές ρηγματώσεις** μιας διεύθυνσης κατά **μήκος της θλιβόμενης διαγωνίου** σε πεσσούς ή δίσκους τοιχοποιίας κατά μήκος του πόδα, των οποίων εκδηλώνεται διαφορετική καθίζηση. Οι βλάβες παρουσιάζονται **εντονότερες στους 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**



ΣΕΙΣΜΟΣ

- απαραίτητη η θεώρηση επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων για μια ικανοποιητική προσομοίωση του φέροντα οργανισμού
- συνήθως άγνωστος ο βαθμός διαφραγματικής λειτουργίας των πατωμάτων



αύξηση υπερβολικά το πλήθος των ιδιομορφών ταλάντωσης



η δυναμική προσέγγιση του προβλήματος να γίνεται εξαιρετικά δύσκολη.

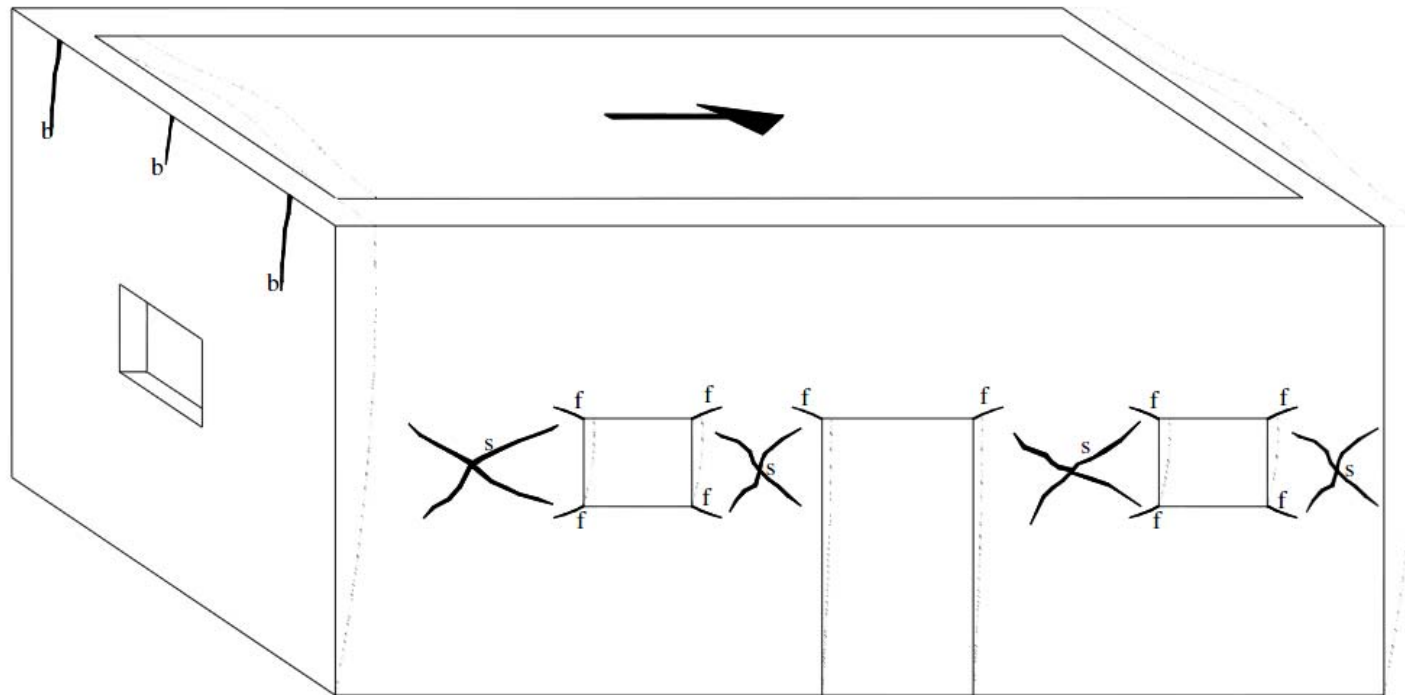
δεν είναι γενικά απαραίτητη η δυναμική ανάλυση κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία, διότι αυτά είναι **συνήθως ιδιαίτερα δύσκαμπτα**.

σημαντική συγκέντρωση μαζών στις στάθμες των πατωμάτων (μεγάλο ποσοστό της μάζας είναι διανεμημένο επιφανειακά στους τοίχους),

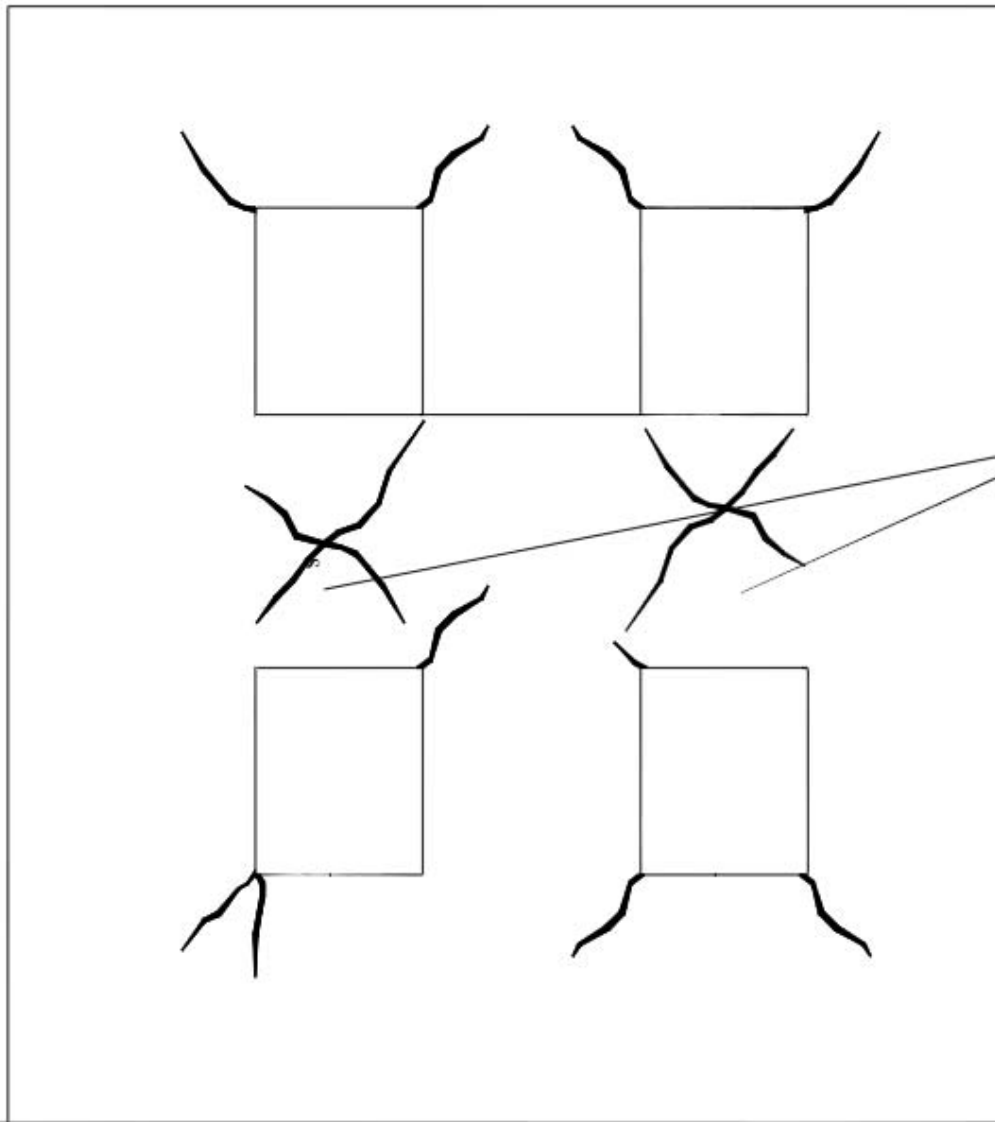


απέχει πολύ από την πραγματικότητα η θεώρηση τριγωνικής κατανομής της σεισμικής τέμνουσας και η συγκέντρωσή της στις στάθμες των ορόφων κατά την ψευδοστατική ανάλυση υπό σεισμική καταπόνηση.

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την πολυμορφία και πολυτυπία των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία αλλά και τη δυσκολία εκτίμησης των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών, περιορίζουν τη δυνατότητα σχετικά σαφούς προσομοίωσης του φέροντα οργανισμού και σκιαγράφησης της απόκρισής του υπό οριζόντια σεισμικά φορτία μόνο σε ακραίες περιπτώσεις



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



δοκοί
συζεύξεως

Κριτήρια επεμβάσεων

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 υποστήλωσης κατά τη διάρκεια των εργασιών επισκευής.

Αρχές επεμβάσεων

- **Μείωση του βάρους** της κατασκευής με την 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).
- Σε περίπτωση αντίστοιχων βλαβών ή αμφιβολιών ως προς την επάρκειά τους, είναι σκόπιμη 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.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΜΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

1. Βαθύ αρμολόγημα

Πότε εφαρμόζεται: Η μέθοδος αυτή συνιστάται για τοιχοποιίες από λιθοδομή μικρού πάχους ($t < 300-400\text{mm}$) ή πλινθοδομές που παρουσιάζουν ρηγματώσεις εύρους μέχρι και 10mm

Στάδια υλοποίησης:

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

Στάδιο 2: Διεύρυνση των χειλιών της ρωγμής.

Στάδιο 3: 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).

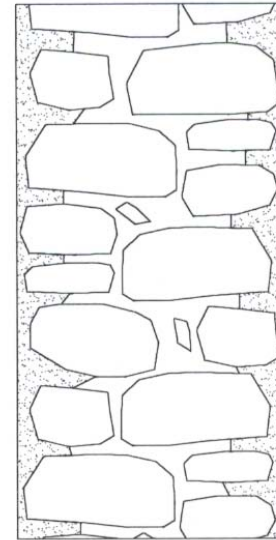
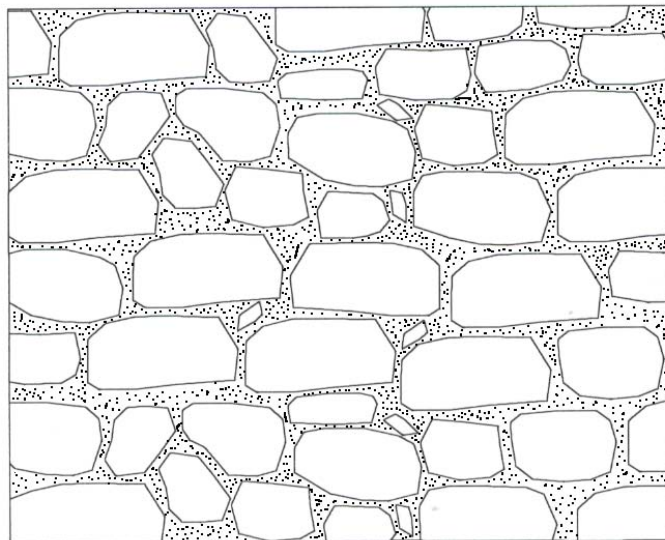
Υλικά: Προτείνονται κατά σειρά τα παρακάτω κονιάματα:

- 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: Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου εξαρτάται από το βαθμό αντικατάστασης του υπάρχοντος κονιάματος χαμηλής αντοχής από νέο κονίαμα υψηλής αντοχής. Γενικώς επαυξάνεται η αντοχή της τοιχοποιίας αλλά ο βαθμός αυτής της επαύξησης 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.



2. 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, μέσω κατάλληλων φωλιών στην τοιχοποιία για την 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.

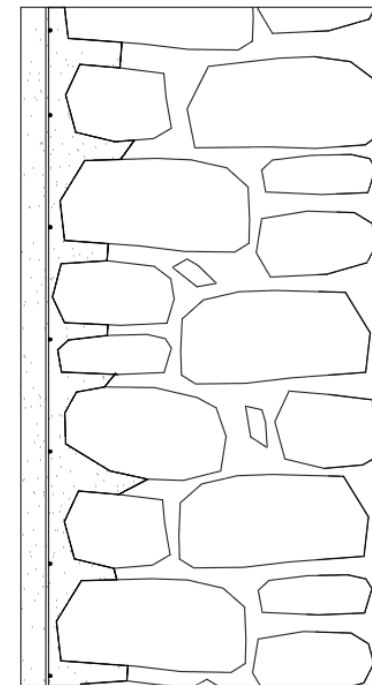
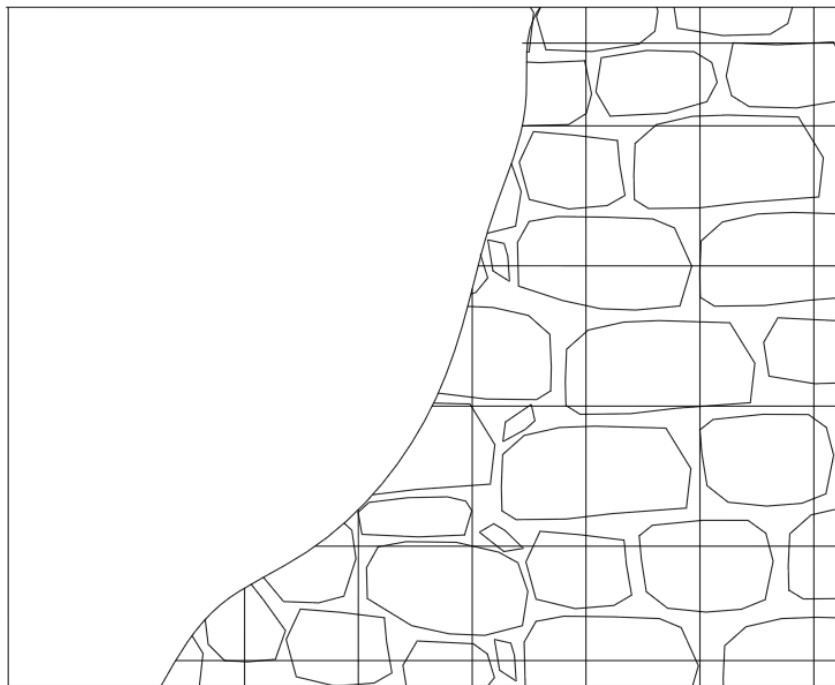
Στάδιο 3: Τοποθέτηση **επιχρίσματος σε διαδοχικές φάσεις** και διαμόρφωση της τελικής όψης, απαλλαγμένης από ίνες (σε περίπτωση χρήσης ινοπλισμένου επιχρίσματος). Σε κάθε περίπτωση επιβάλλεται συστηματική και προσεκτική συντήρηση με συχνά καταβρέγματα και για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα.

Υλικά: Για την εφαρμογή αυτής της μεθόδους απαιτούνται:

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



3. Συρραφή μεγάλων ρωγμών

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις μεγάλων ρωγμών. Ως τέτοιες μπορούν να θεωρηθούν διαμπερείς ρωγμές που διακόπτουν τη συνέχεια της τοιχοποιίας. Επίσης, ρωγμές μεγάλου εύρους (>10mm) ή ρωγμές μεγάλου μήκους που μπορεί να εκτείνονται οριζόντια και κατακόρυφα ή διαγώνια στην επιφάνεια του τοίχου.

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Αποκατάσταση βλαβών σε πρέκια ή στις γωνίες σύνδεσης των τοίχων πριν από οποιαδήποτε εργασία συρραφής ρωγμών στους τοίχους διότι υπάρχει ο κίνδυνος περαιτέρω αστοχιών λόγω της έκτασης των εργασιών συρραφής των ρωγμών.

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

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

Στάδιο 4: Καθαρισμός από τη σκόνη και ύγρανση.

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

Στάδιο 6: Τοποθέτηση 2Φ6 σε κάθε εγκάρσιο αυλάκι.

Στάδιο 7: Γέμιση όλων των αυλακιών με σκυρόδεμα υψηλής αντοχής

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

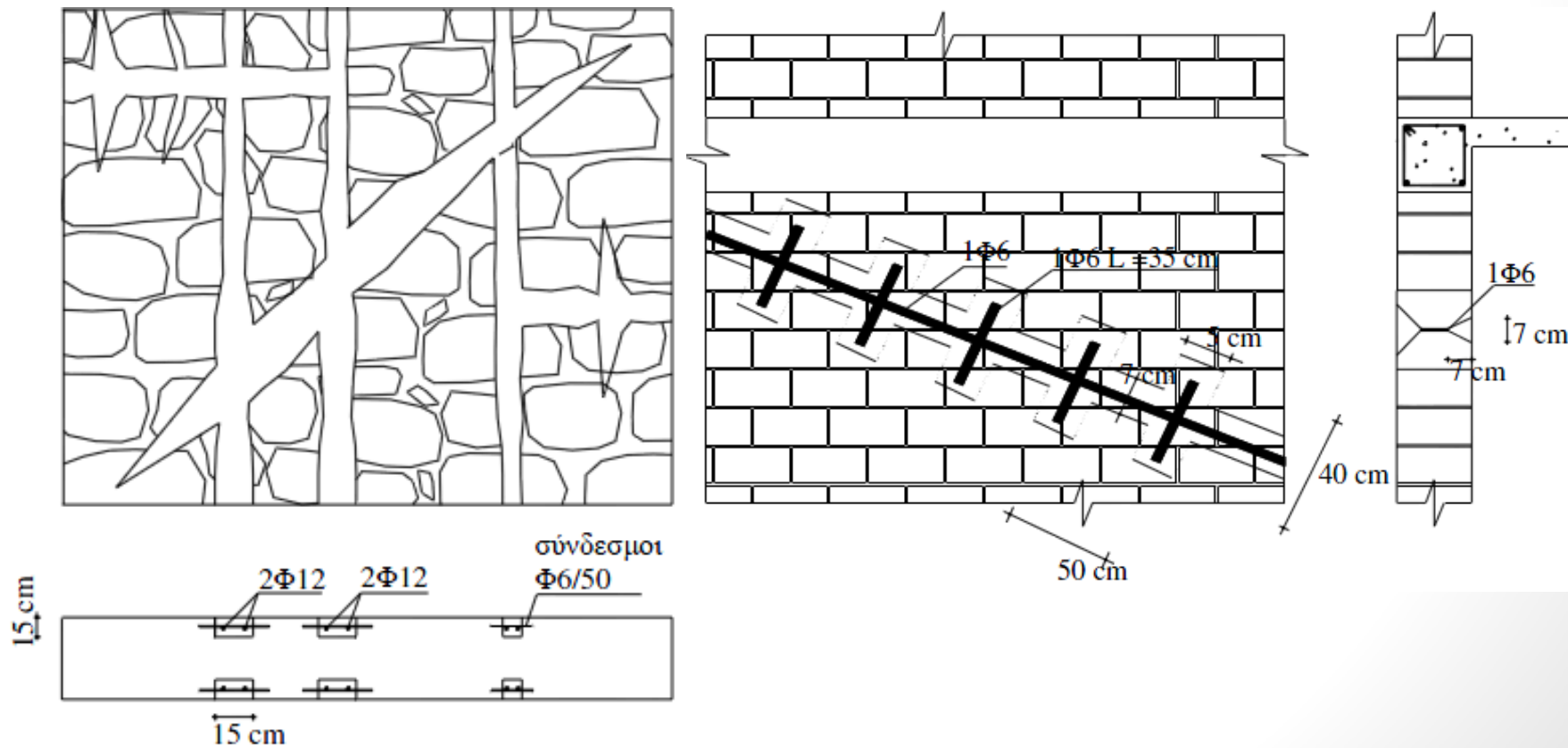
Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

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

Βαθμός αποτελεσματικότητας: Αύξηση διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας.

Μειονεκτήματα:

Εκτενείς εργασίες που επιβάλλουν σχολαστική επιμέλεια και ιδιαίτερη φροντίδα στήριξης των τοίχων στη φάση που διανοίγονται τα αυλάκια. Αλλοίωση σε πολλές θέσεις της εξωτερικής όψης των τοίχων.



4. Καθαίρεση και τοπική ανακατασκευή

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις που η τοιχοποιία παρουσιάζει τοπικό “καμπούριασμα”, είτε στη μια πλευρά είτε και στις δύο (Σχ. 6.5.8). Επίσης εφαρμόζεται και στις περιπτώσεις που υπάρχει κατάρρευση γωνιών είτε στο πάνω μέρος είτε στο κάτω

Στάδια υλοποίησης:

Στάδιο 1: Υποσύλωση 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. Στην περίπτωση κατάρρευσης του κάτω μέρους γωνίας, είναι καλύτερα να σκυροδετηθεί υποσύλωμα στη γωνία και να συνδεθεί στο πάνω μέρος με το διάζωμα

Υλικά: Για τις πιο πάνω εργασίες απαιτούνται:

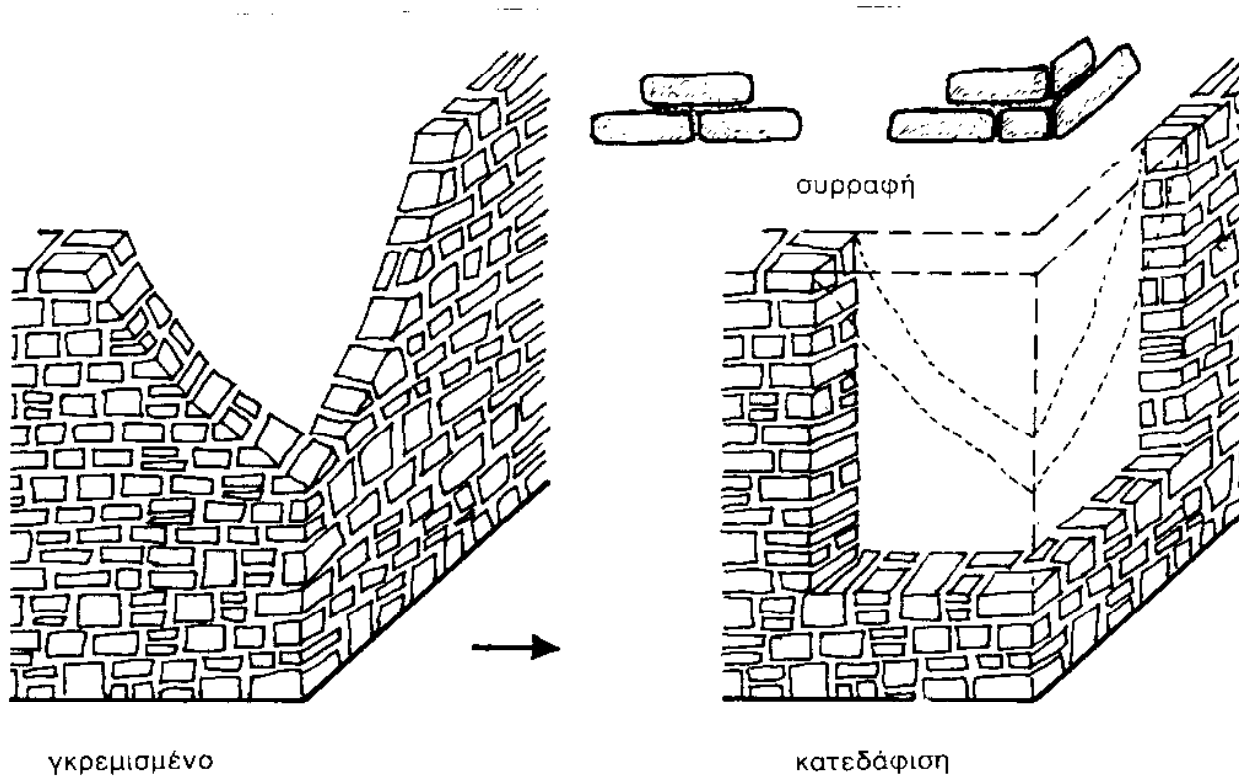
- Ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για την υποστήριξη της στέγης
- Τσιμεντοκονιάματα
- Νέοι λίθοι
- Σκυρόδεμα και οπλισμοί για γωνιακό υποσύλωμα (Σχ. 6.5.10)

Βαθμός αποτελεσματικότητας:

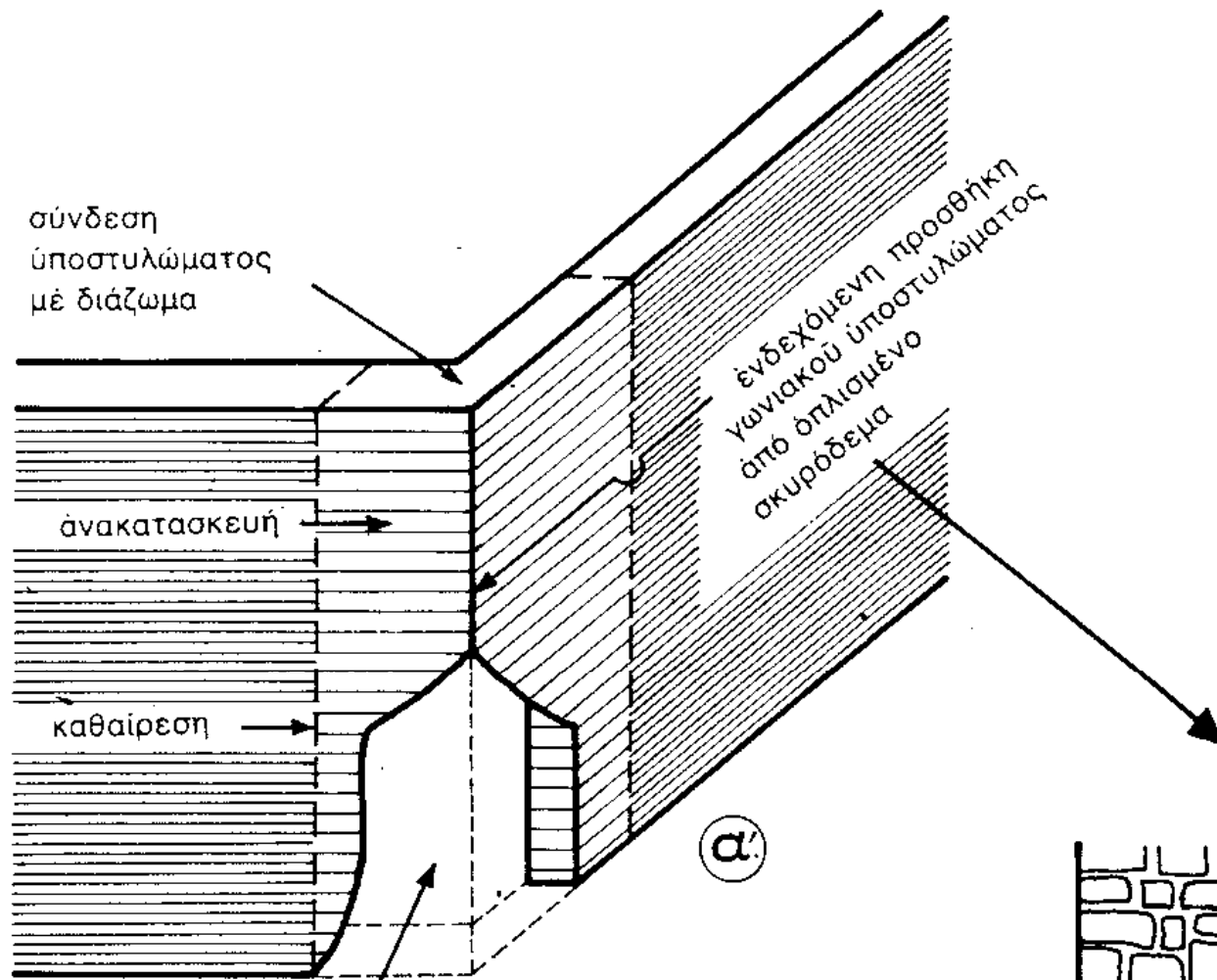
Ανακτάται και εν μέρει αυξάνεται τοπικά η αντοχή της τοιχοποιίας στην ανακατασκευασμένη περιοχή.

Μειονεκτήματα:

Σχολαστική εργασία στη φάση υποστύλωσης της στέγης ή τμήματος της τοιχοποιίας προς αποφυγή περαιτέρω πρόκλησης βλαβών λόγω της καθαίρεσης τμήματος του τοίχου.

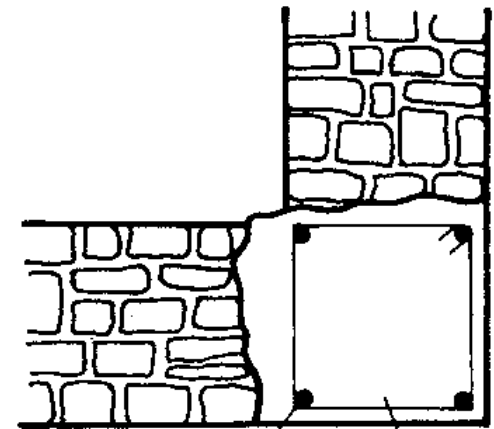


σύνδεση
ύποστύλωματος
μέ διάζωμα



α'

β'



4 φ16

Λ φ6/20

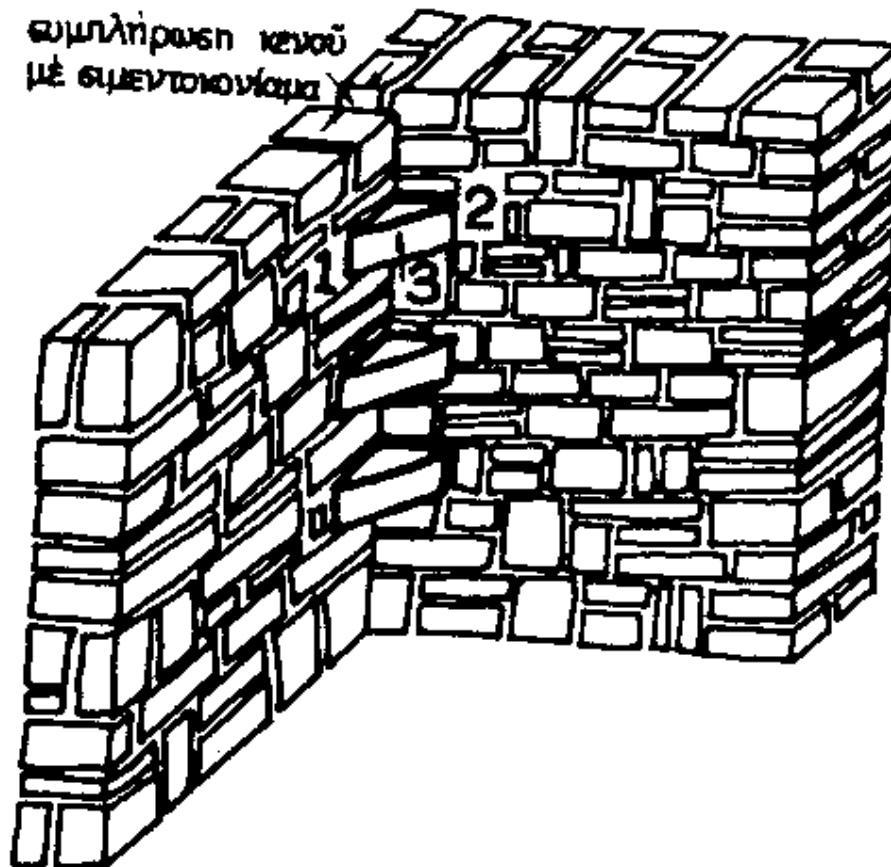
5 Σ υρραφή αποκολλημένων τοίχων

Πότε εφαρμόζεται: Στις περιπτώσεις όπου έχει δημιουργηθεί ρωγμή αποκόλλησης ή μερική κατάρρευση στη θέση ένωσης εξωτερικών (γωνιακών) ή εσωτερικών τοίχων, κάθετα μεταξύ τους.

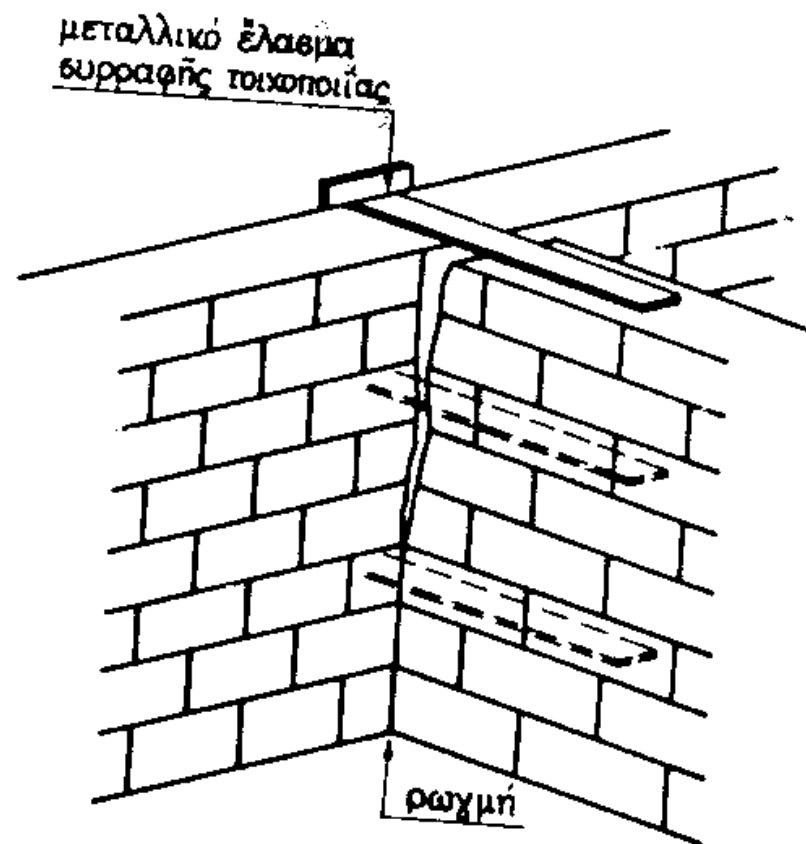
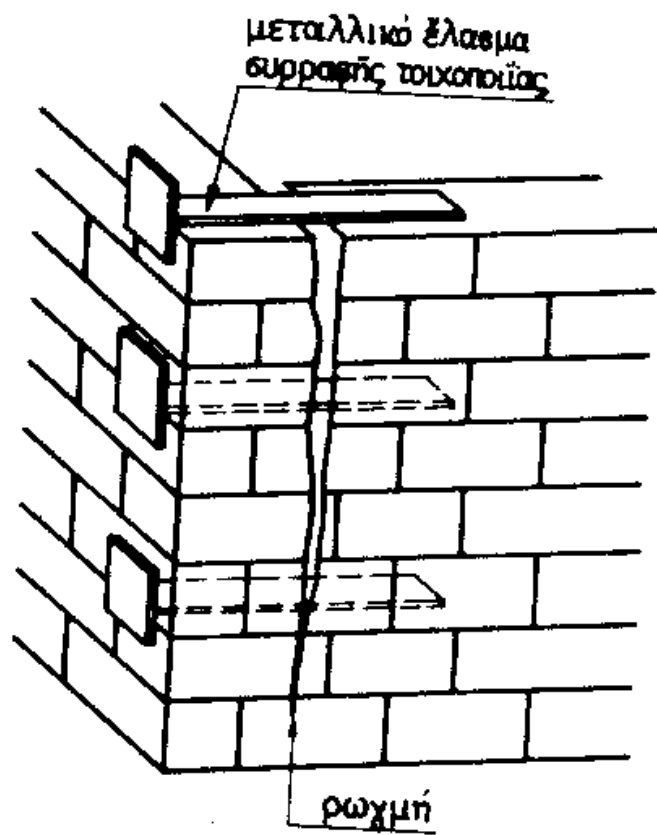
Διακρίνονται τρεις περιπτώσεις αποκατάστασης των αποκολλημένων τοίχων:

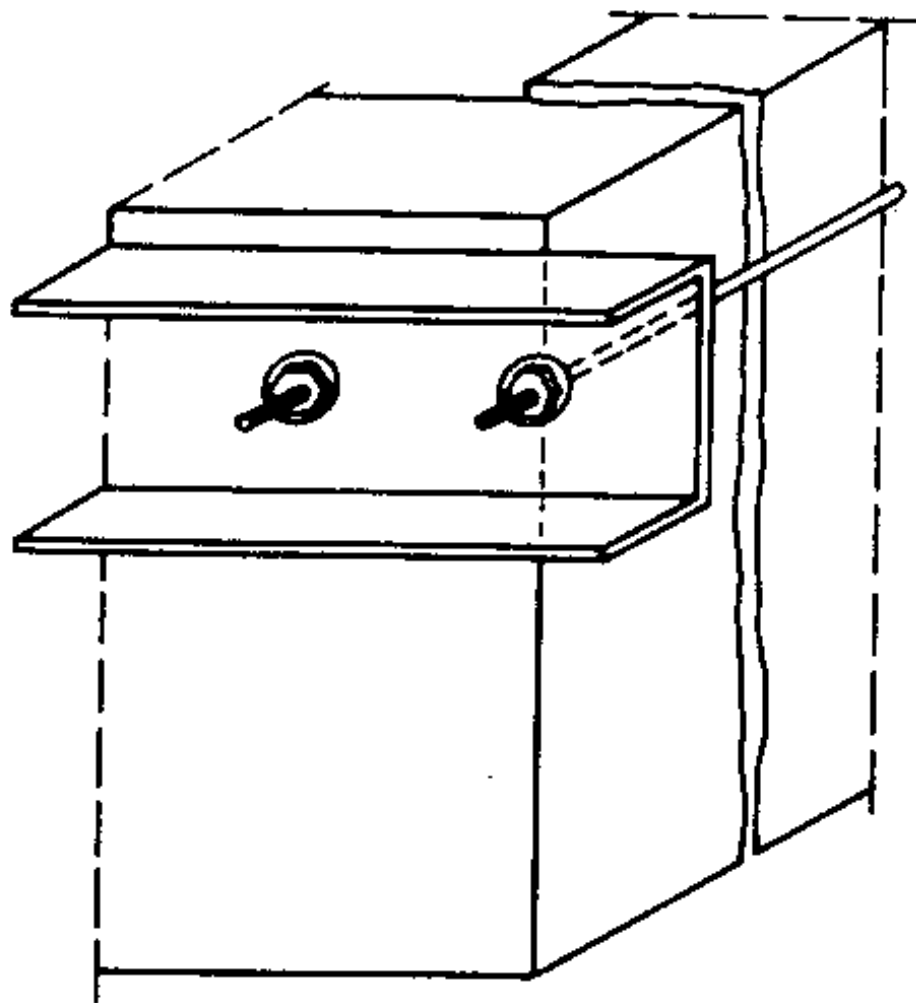
- Λιθοσυρραφή (μέσα - έξω)
- Προσθήκη ελκυστήρων
- Ενσωμάτωση υποστυλώματος (η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις καθαίρεσης και ανακατασκευής)

- Λιθοσυρραφή



- Προσθήκη ελκυστήρων



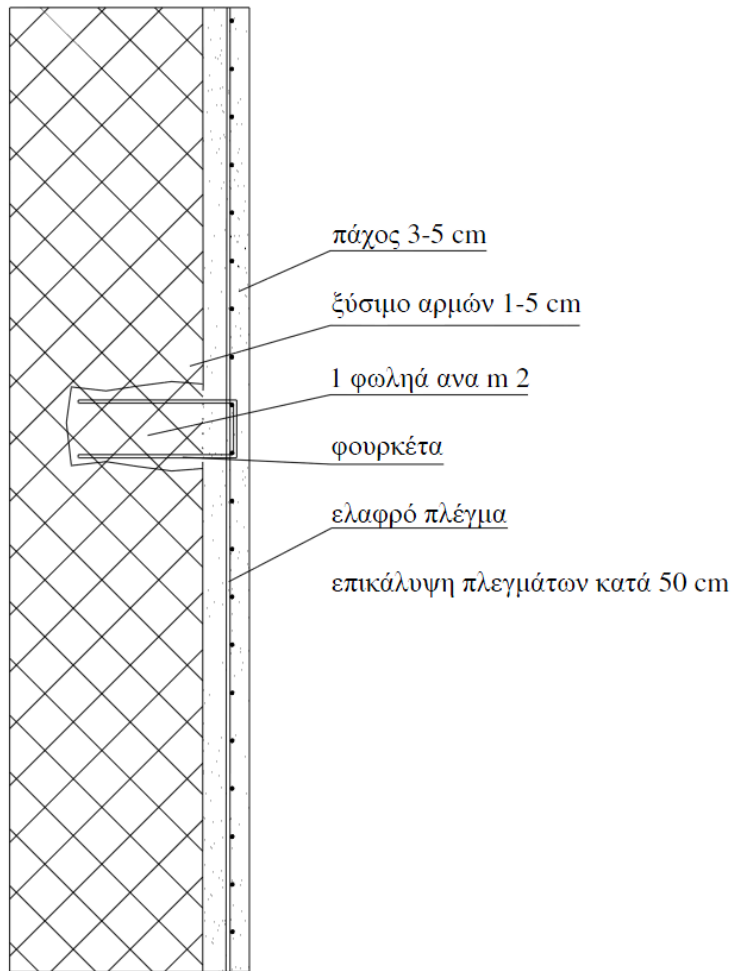


Ενίσχυση τοιχοποιίας με μανδύες

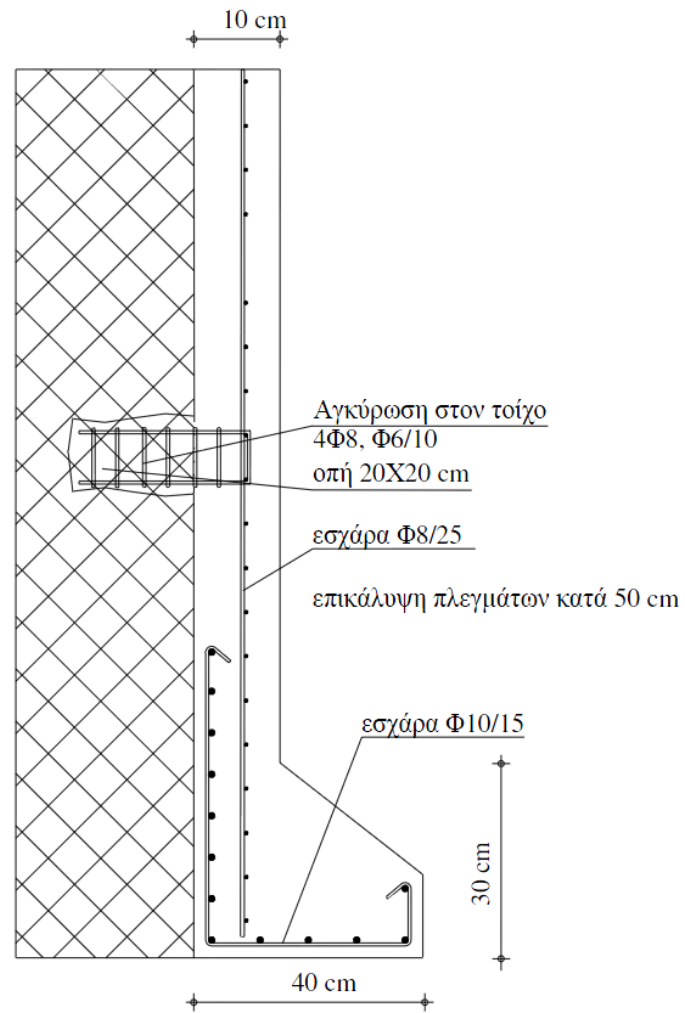
Πότε εφαρμόζεται: Σε περίπτωση εκτεταμένων ζημιών στους τοίχους, όπου κρίνεται απαραίτητη η καθολική επέμβαση επισκευής - ενίσχυσής τους.

Διακρίνονται τρεις τύποι μανδύα:

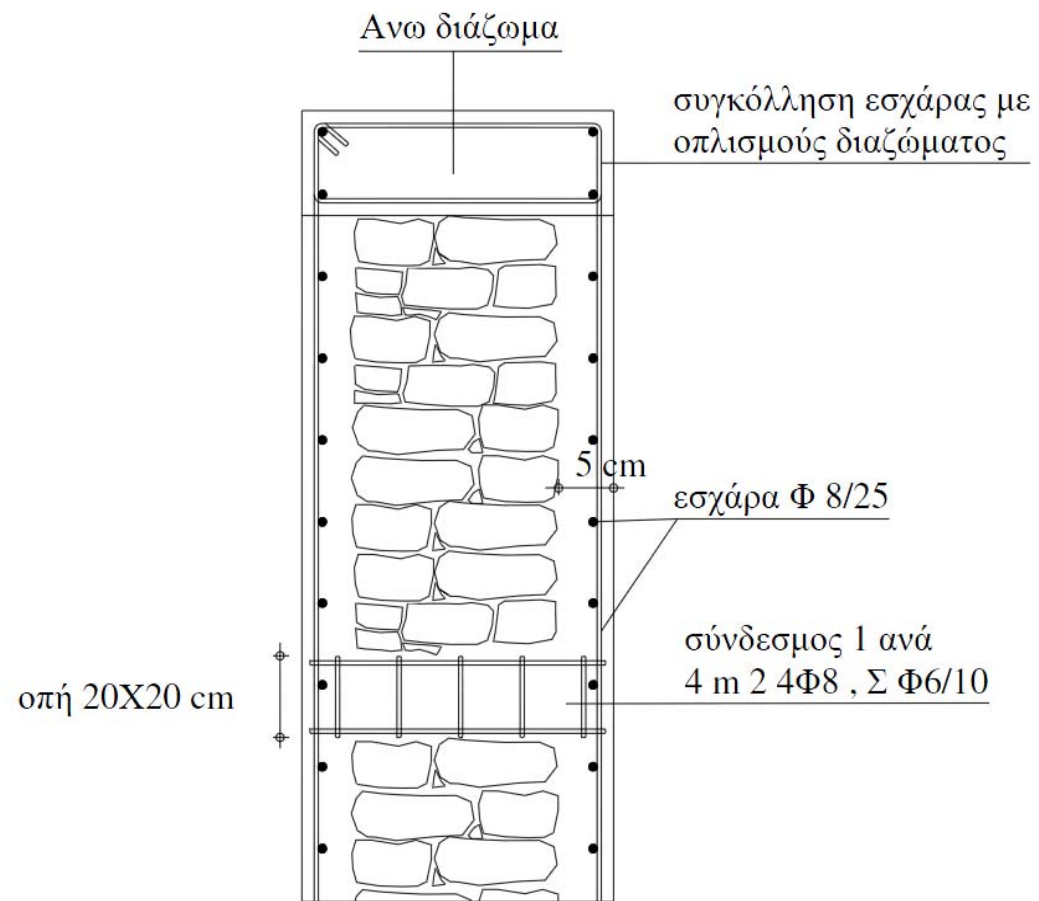
- **Ελαφρά οπλισμένοι μανδύες** (όπλιση με ελαφρό πλέγμα, κατασκευή μανδύα με διαδοχικές επιχρίσεις τσιμεντοκονιάματος κατά προτίμηση με εκτόξευση, συνολικού πάχους 3-5cm)
- **Μονόπλευροι μανδύες** (ελάχιστος οπλισμός σχάρας Φ8/25, κατασκευή πεδίλου στη βάση του μανδύα, ελάχιστο πάχος μανδύα 10cm, χρήση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



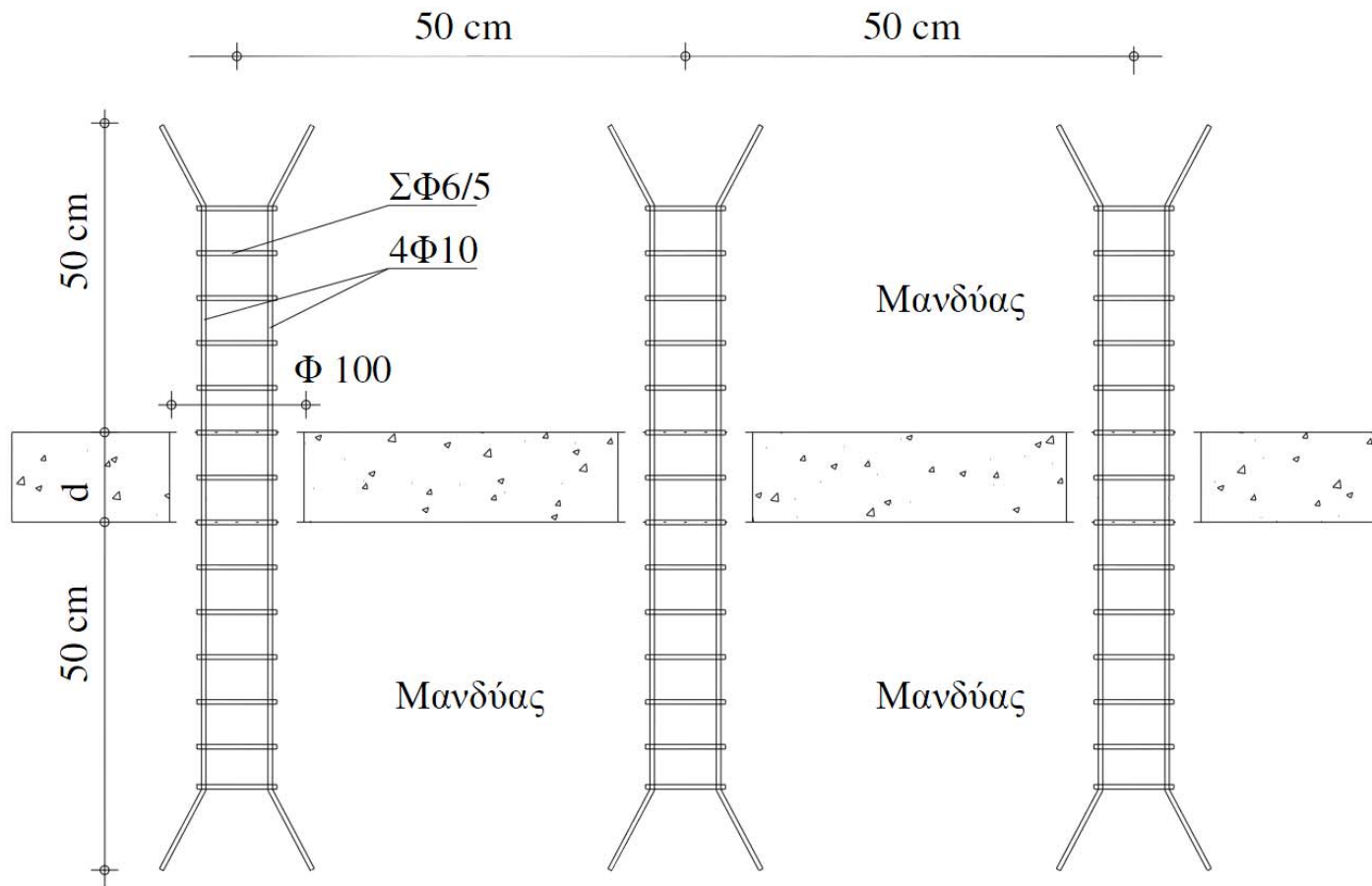
Ελαφρά οπλισμένος μανδύας [2]



Μονόπλευρος μανδύας [2]



Αμφίπλευρος μανδύας [2]



Συνέχεια μανδύα από όροφο σε όροφο













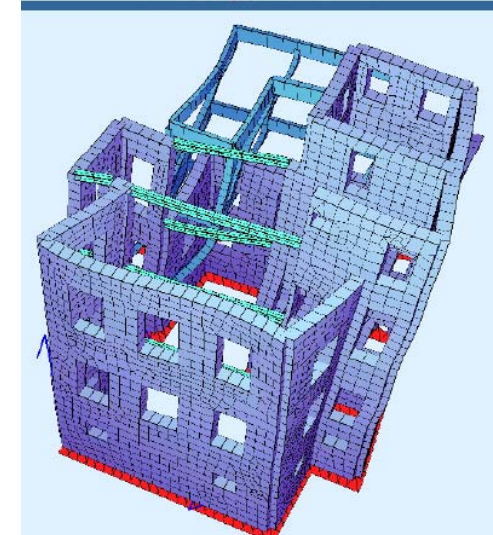
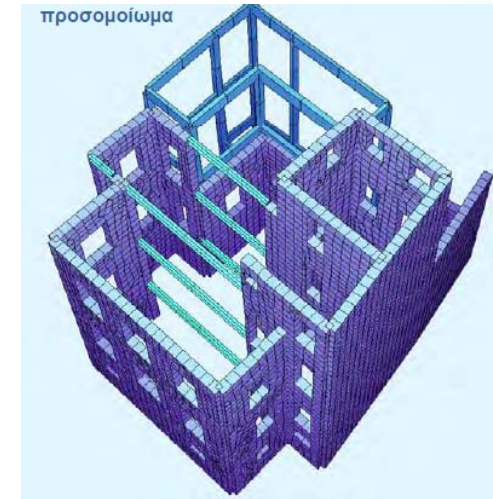


Μέθοδοι επισκευής και ενίσχυσης Φέρουσας Τοιχοποιίας Διατηρητέων Κτιρίων

- Συστηματικές τσιμεντενέσεις
- Βαθύ αρμολόγημα
- Ωπλισμένο επίχρισμα
- Εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας

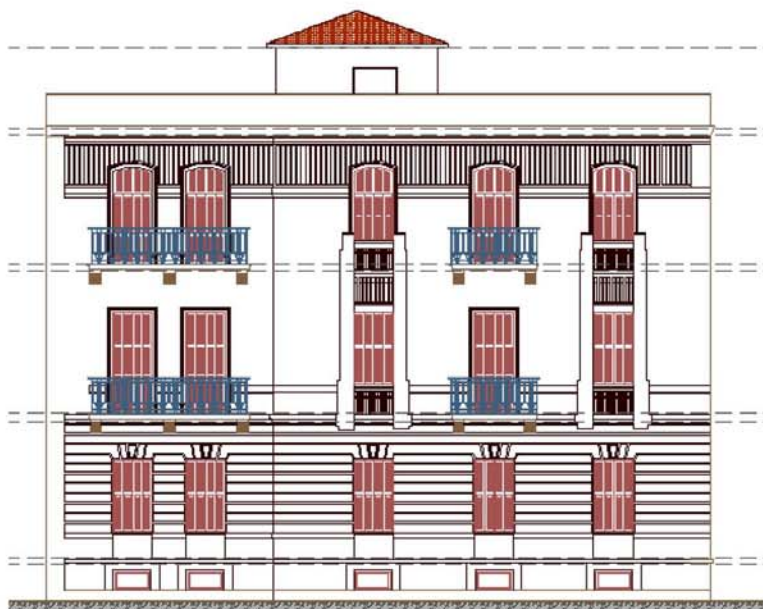
Κτίριο ΙΚΥ
(οροφές με γύψινα και ζωγραφικό διάκοσμο)

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΘΟΔΟΜΗΣ		
Υπάρχουσα κατάσταση	$f_{wc} = 2.30$	MPa
	$f_{wt} = 0.20$	MPa
	$E = 1.50$	GPa
	$\nu = 0.25$	
Ενισχυμένη λιθοδομή	$f_{wc} = 4.00$	MPa
	$f_{wt} = 0.30$	MPa
	$E = 2.40$	GPa
	$\nu = 0.25$	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ		
Ισοδύναμη στατική ($q_{up}/q_{εν}=1,50/2,00$)		

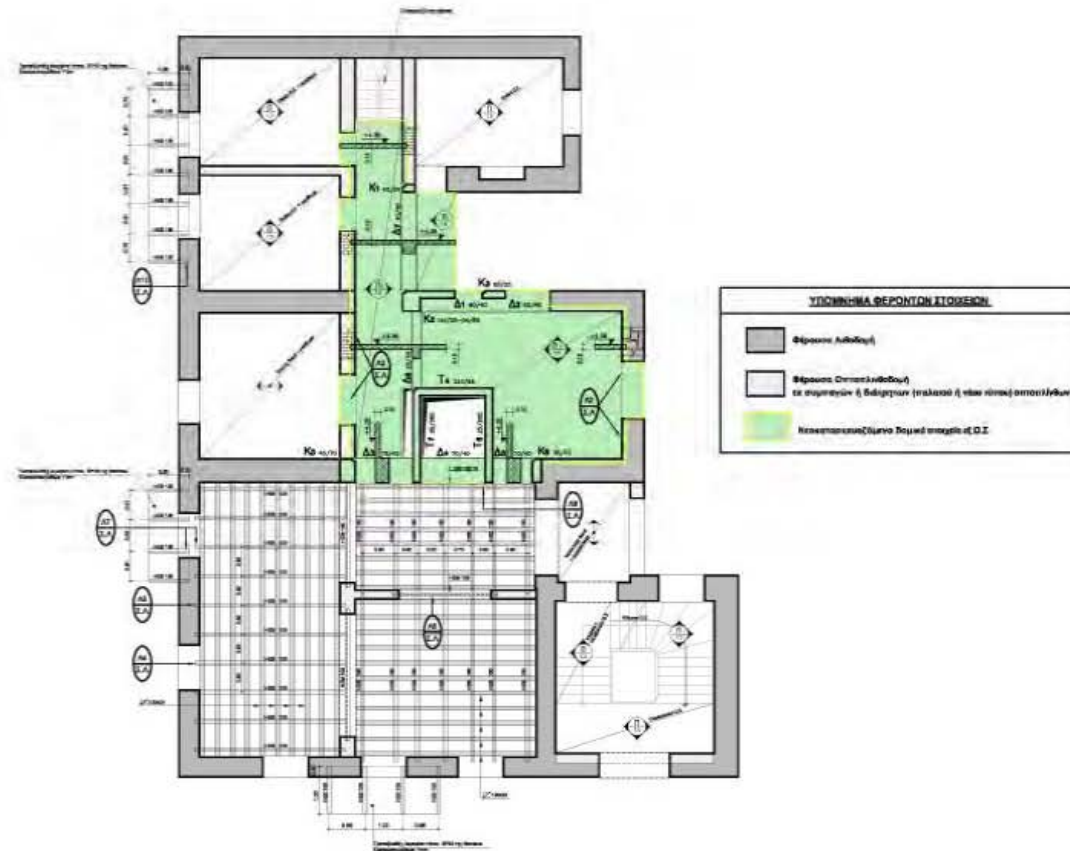




Κτίριο **ΟΑΣΑ**
Ρεθύμνης και Μετσόβου
Εξάρχεια (~1935)

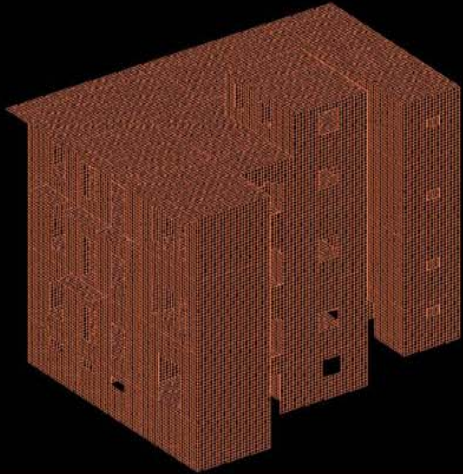


ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

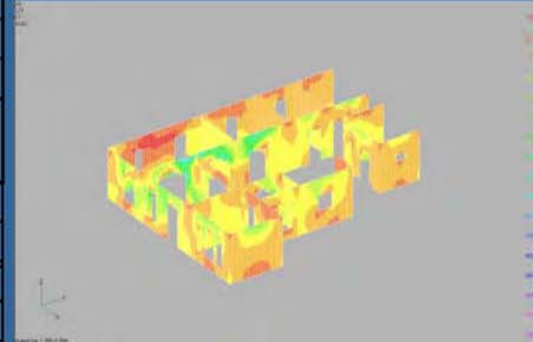
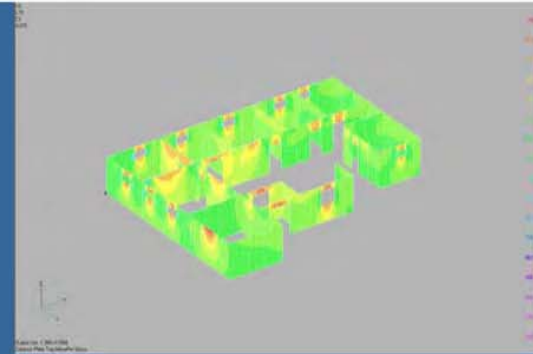


ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΟΡΟΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

προσομοίωμα



Κτίριο ΟΑΣΑ



ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΘΟΔΟΜΗΣ

Υπάρχουσα κατάσταση	$f_{wc} = 2.00$	MPa
	$f_{wt} = 0.20$	MPa
	$E = 1.00$	GPa
	$\nu = 0.25$	
Ενισχυμένη λιθοδομή	$f_{wc} = 4.20$	MPa
	$f_{wt} = 0.42$	MPa
	$E = 2.10$	GPa
	$\nu = 0.25$	

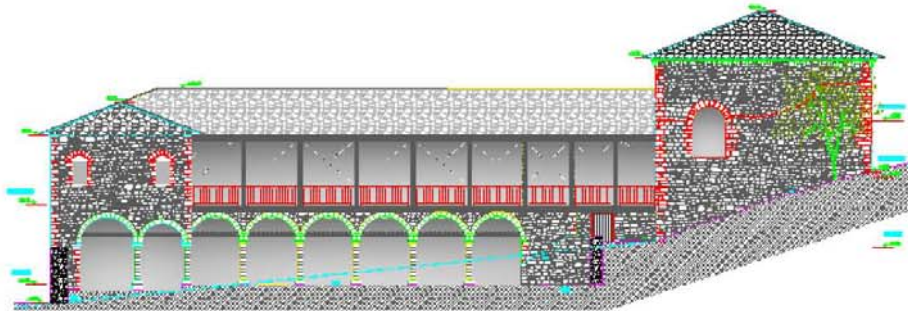
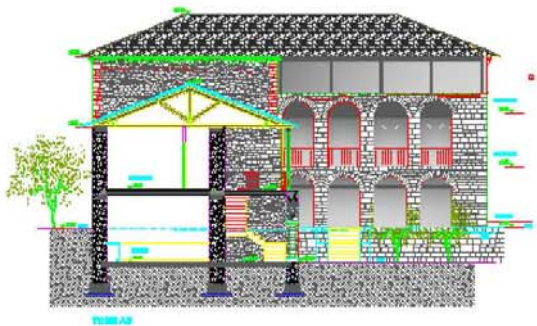
ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ισοδύναμη στατική ($q_{un}/q_{en}=1,50/1,50$)

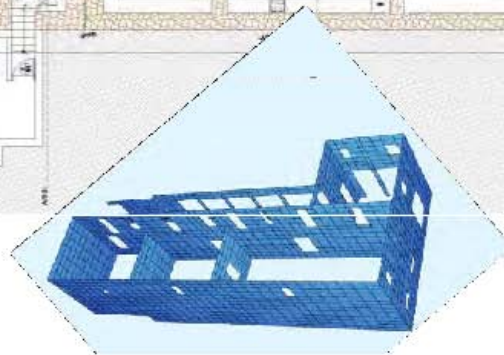
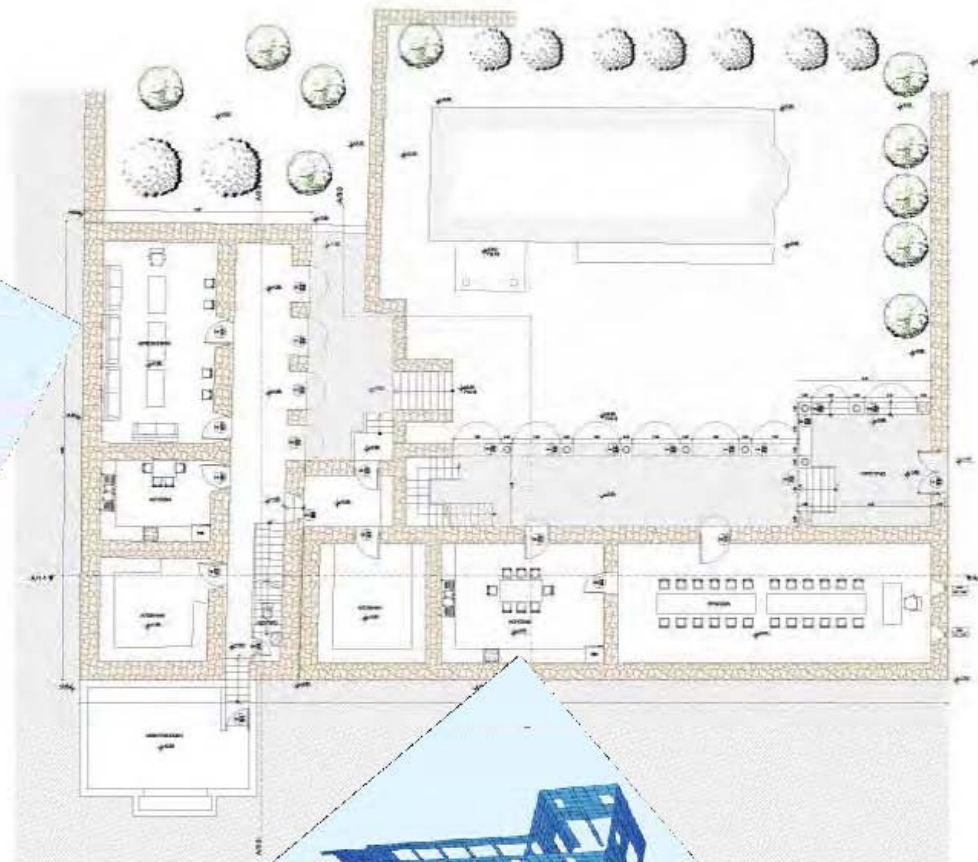
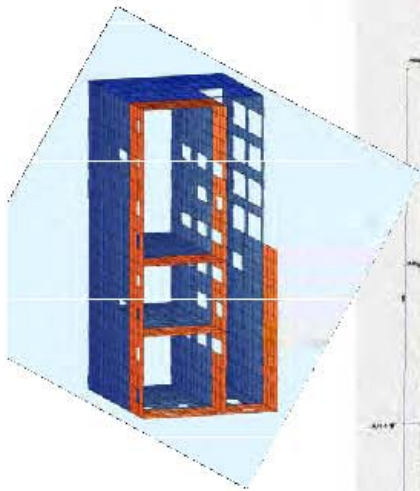
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

MSC Nastran for Windows V4.5

Ιερά Μονή Χρυσίνου Κλεινός Καλαμπάκας,
Ι.Μ. Σταγών και Μετεώρων (~1830)



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

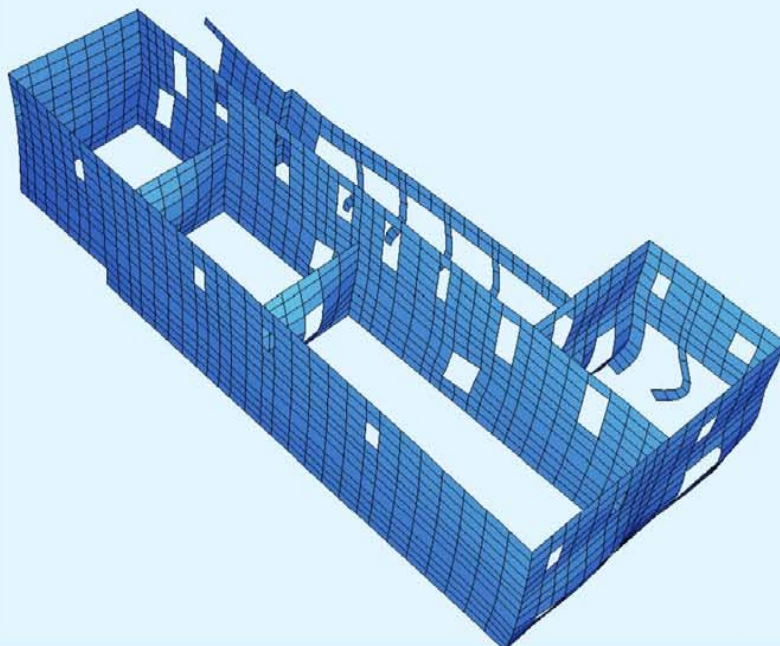
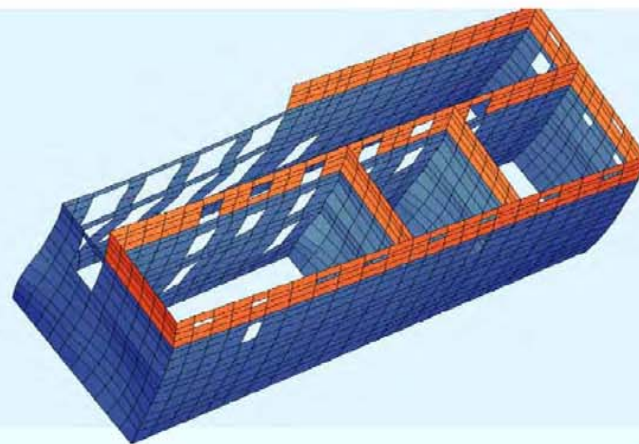


ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

Ιερά Μονή Χρυσίνου

(Ανακατασκευή της β. πτέρυγας
Ανακατασκευή του Β ορόφου)

Συστηματικές τσιμεντενέσεις
Βαθύ αρμολόγημα
Ωπλισμένο επίχρισμα
Εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας



ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΘΟΔΟΜΗΣ

Υπάρχουσα κατάσταση	$f_{wc} = 2.87$	MPa
	$f_{wt} = 0.20$	MPa
	$E = 1.18$	GPa
	$\nu = 0.25$	
Ενισχυμένη λιθοδομή	$f_{wc} = 4.75$	MPa
	$f_{wt} = 0.33$	MPa
	$E = 1.96$	GPa
	$\nu = 0.25$	

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Ισοδύναμη στατική ($q_{up}/q_{en}=1,50/2,00$)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

GENF, ASE, MAXIMA, BEMESS της εταιρείας Sofistik

Διατηρητέα Κτίρια του Πανεπιστημίου Αιγαίου στα Ταρπάκικα Σάμου (1890-1910)



ΚΤΙΡΙΟ 17



ΚΤΙΡΙΟ 16



ΚΤΙΡΙΟ 4



ΚΤΙΡΙΟ 3

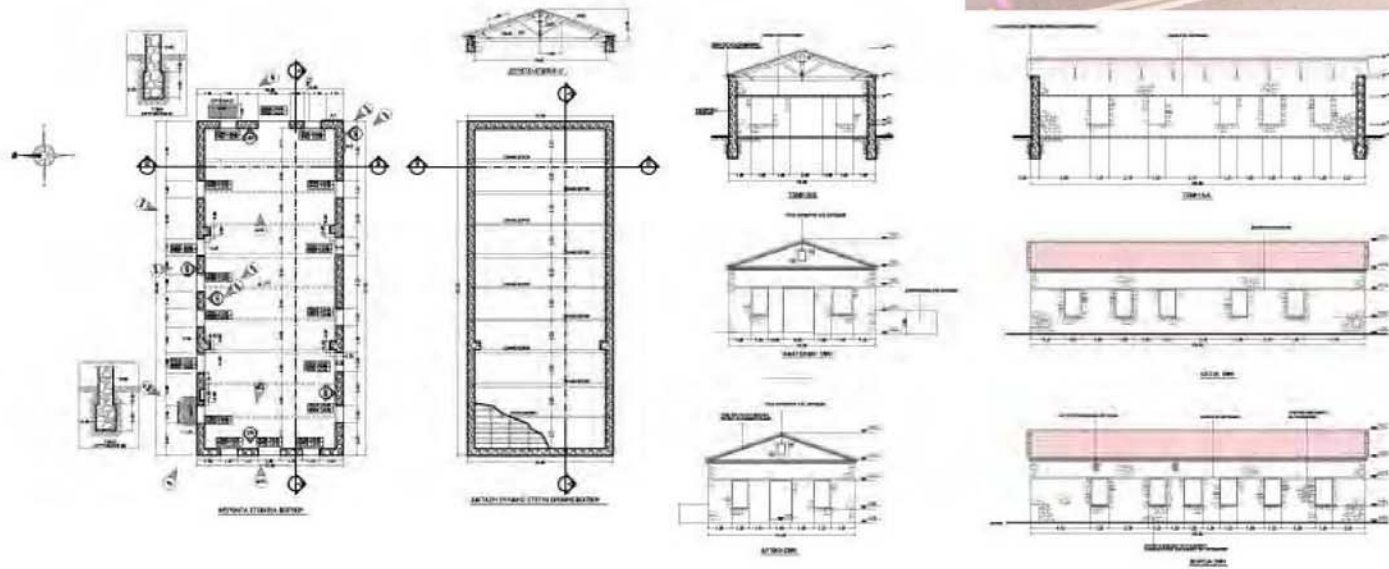


ΚΤΙΡΙΟ 6

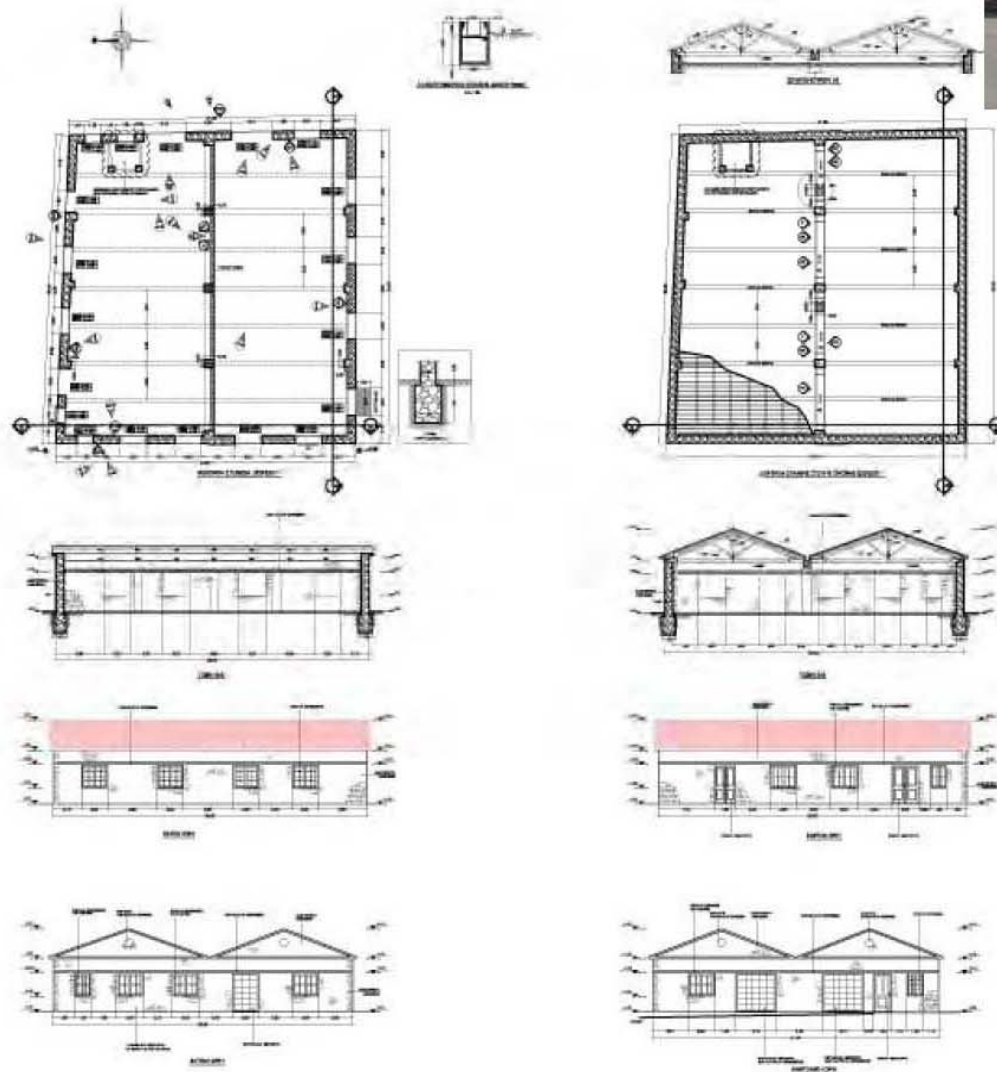


ΚΤΙΡΙΟ 7

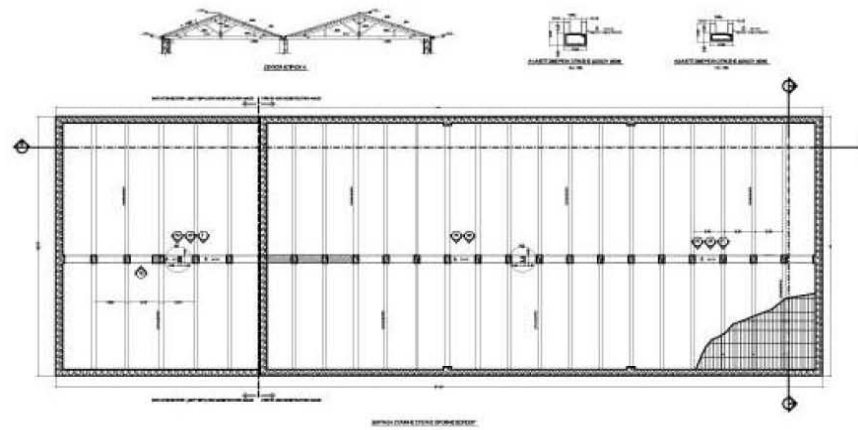
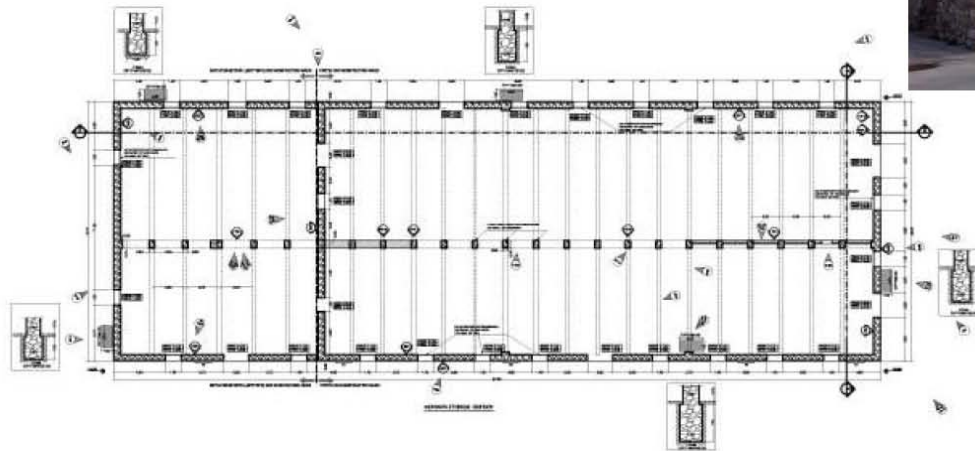
KTIPIO 17



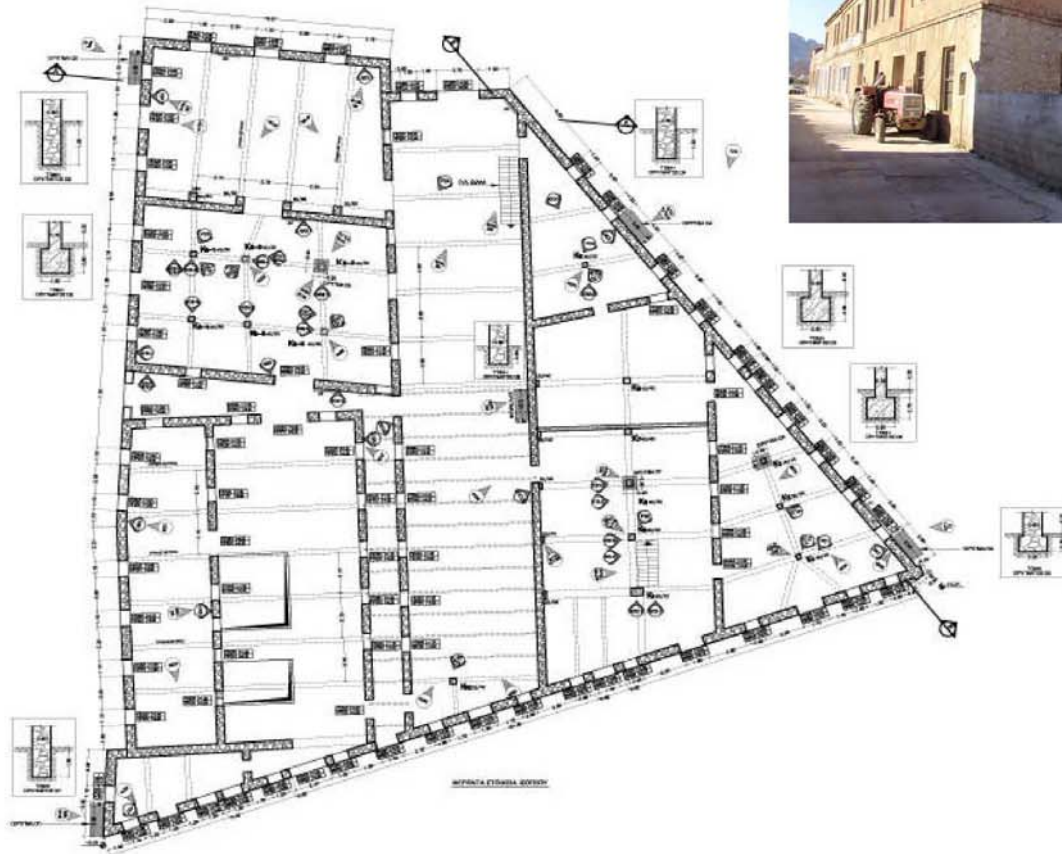
KTIPIO 16



KTIPIO 4



KTIPIO 3





Ταμπάκινα Σάμου

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΙΜΩΜΕΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕ ΤΙΞΩΝ ΦΕΡΟΥΣΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΤΑ ΤΑΜΠΑΚΙΚΑ ΣΑΙΜΟΥ

ΚΤΗΡΙΟ	f_{bc} (MPa)	f_{mc} (MPa)	f_{wc} (MPa)	$f_{wt,vert}$ (MPa)	$f_{wt,hor}$ (MPa)	$minE_{wo}$ (MPa)	$maxE_{wo}$ (MPa)	$minE_w$ (MPa)	$maxE_w$ (MPa)	E_w (GPa)	$min G_w$ (MPa)	$max G_w$ (MPa)	G_w (GPa)	ν
Κτήριο 17 Γραβερτίνης 100%	25,54	0,40	0,91	0,10	0,23	500	728	375	546	0,46	200	291	0,25	0,25-0,30
Κτήριο 16 Γραβερτίνης 100%	25,54	0,30	0,87	0,06	0,20	477	694	358	520	0,44	191	278	0,23	0,25-0,30
Κτήριο 4 Γραβερτίνης 100% Ασβεστόλιθος 100%	25,54 48,53	1,17 1,17	1,45 2,73	0,26 0,26	0,38 0,38	799 1.500	1.162 2.182	599 1.125	871 1.636	0,74 1,38	320 600	465 873	0,39 0,74	0,25-0,30
Κτήριο 3 Γραβερτίνης 100% Ασβεστόλιθος 100% Οπτόπλωθοι 6X10X20cm	25,54 48,53 14,84	0,60 0,60 0,60	1,00 2,08 2,24	0,13 0,13 0,13	0,26 0,26 0,41	547 1.144 1.230	796 1.664 1.789	410 858 923	597 1.248 1.342	0,50 1,05 1,13	219 458 492	318 666 716	0,27 0,56 0,60	0,25-0,30
Κτήριο 6 Γραβερτίνης 100% Οπτόπλωθοι 6X10X20cm	25,54 14,84	0,50 0,50	0,95 2,23	0,12 0,12	0,26 0,41	524 1.226	762 1.783	393 919	571 1.337	0,48 1,13	210 490	305 713	0,26 0,60	0,25-0,30
Κτήριο 7 Γραβερτίνης 100%	25,54	0,60	1,00	0,16	0,29	547	796	410	597	0,50	219	318	0,27	0,25-0,30



Επισκευή – Ενίσχυση Διατηρητέου Κτιρίου 46ου ΛΥΚΕΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

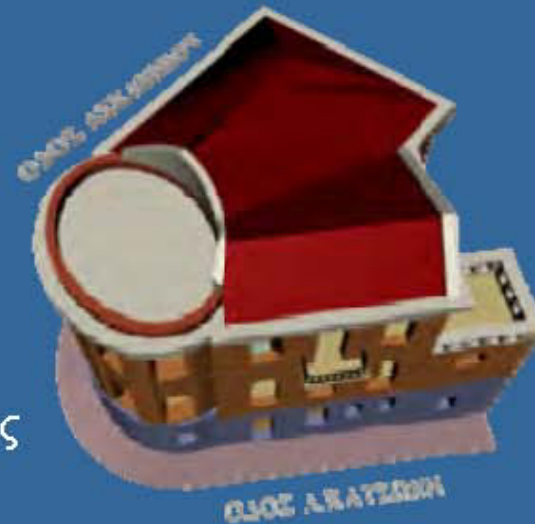


Τριόροφο κτίριο **αστική κατοικία 1914**

Αργολιθοδομή 50-60 cm (ασβεστολιθικής προέλευσης)

Μπαταικοί διαχωριστικοί τοίχοι με συμπαγή τούβλα

Μεταγενέστερες επεμβάσεις **κλείσιμο/διάνοιξη**
ανοιγμάτων με οπτόπλινθους στους εσωτερικούς τοίχους



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΟ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ

- **Λοξές ρηγματώσεις** σε τοίχους με μεγάλο ελεύθερο ύψος του Α ορόφου, πάνω από τα πρέκια, αποδιοργάνωση γωνιών κυρίως εσωτερικά
- Κατακόρυφες **ρηγματώσεις αποκόλλησης** εγκαρσίων τοίχων
- Αποκόλληση **περιμετρικά των ανοιγμάτων** από τη φέρουσα λιθοδομή, τα οποία είχαν κτιστεί μεταγενέστερα με τούβλα
- **Αποδιοργάνωση των υπερθύρων** από συμπαγή τούβλα
- **Συστηματικές κατακόρυφες ρωγμές** στη στέψη των διαχωριστικών τοίχων από οπτοπλινθοδομή, στο χώρο υποδοχής του Α ορόφου
- **Οξείδωση των μεταλλικών δοκών IPE 140** που υποστηρίζουν τα δάπεδα



ΠΙΘΑΝΑ ΑΙΤΙΑ ΒΛΑΒΩΝ

- Η πλήρης αδυναμία της λιθοδομής να αναλάβει **εφελκυστικές τάσεις**, όταν υπόκειται σε σεισμική καταπόνηση
- **Απουσία οριζοντίου διαζώματος** στη στάθμη έδρασης της στέγης
- Ελλειψη περίσφιγξης/διαφράγματος στη στέψη του Α ορόφου
- **Ανεπαρκής σύνδεση** των λιθοδομών στις θέσεις των εγκαρσίων τοίχων
- **Πλημμελής έδραση** της ξύλινης στέγης στη λιθοδομή, δεδομένης της μεγάλης μάζας της
- Μεγάλο ποσοστό **ανοιγμάτων** στην περιμετρική τοιχοποιία

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

κτήριο	$f_{b,c}$ MPa	$f_{m,c}$ MPa	$f_{w,c}$ MPa	$f_{w,t}$ MPa	E_w GPa
ΣΠΑΠ (1906)	40.00	0.50	3.00	0.25~0. 30	1.80
1ο Δ.Σ. Αχαρνών (1910)	33.36 ~ 72.33	0.40	1.32~ 2.86	0.17~ 0.22	1.23~ 1.33
46° Λ.Αθηνών (1914)	40.00 ~100.0 0	0.50~ 1.00	1.67~ 1.88	0.14~ 0.19	1.00~ 1.12
Καλλιθέα (1920-30)	59.50	0.50	2.40	0.20~ 0.24	1.40



Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των κονιαμάτων και των αντιστοιχών λιθοδομών είναι αρκετά χαμηλά

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗ/ΕΝΙΣΧΥΣΗ

- Κονιάματα επισκευής **M5**
- Συμβατά **σύνθετα υλικά επισκευής** (με υδράσβεστο, ποζολάνη και σε περιορισμένη περιεκτικότητα τσιμέντο)
- Το ποσοστό των κενών **15~20%** του συνολικού όγκου της λιθοδομής
- Για κτήρια με **αυξημένο συντελεστή σπουδαιότητας** (διατηρητέα, εκπαιδευτικά) κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή

δέσμης πρόσθετων ενισχύσεων

προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή στάθμη επιτελεστικότητας κύρια έναντι σεισμικών δράσεων

Συνθέσεις ενεμάτων που δοκιμάστηκαν

α/α σύνθεσης	Τσιμέντο Portland I 42.5	Υδράσβεστος σε σκόνη	Ποζολάνη Μήλου 0-75 Lava Antica	Υπερευστής Eco 4 της Sika® [κ.β.τσιμέντου]	Λόγος νερού / στερεά φάση
1	80%	20%	-	1%	1.1
2	60%	10%	30%	1.5%	1.1
3α	70%	10%	20%	1.2%	1.0
3β	70%	10%	20%	1.5%	1.0

Εξίδρωση: 8%

Εφαρμογή: **σύνθεση 3β** σε εξωτερικό πεσσό επί της Ασκληπιού
Μειωμένη περιεκτικότητα σε τσιμέντο σε σχέση με τη σύνθεση (1) (κλασικό τσιμεντένεμα) δυνατότητα ποζολανικής αντίδρασης υδρασβέστου-ποζολάνης





Πριν από την επίσκεψή



Σήμερα



ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΙΘΟΔΟΜΗΣ

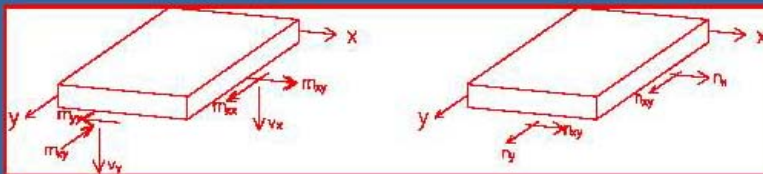
Υπάρχουσα κατάσταση	$f_{wc} = 1.67$	MPa
	$f_{wt} = 0.14$	MPa
	$E = 1.00$	GPa
	$\nu = 0.25$	
Ενισχυμένη λιθοδομή	$f_{wc} = 3.00$	MPa
	$f_{wt} = 0.25$	MPa
	$E = 1.80$	GPa
	$\nu = 0.25$	

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

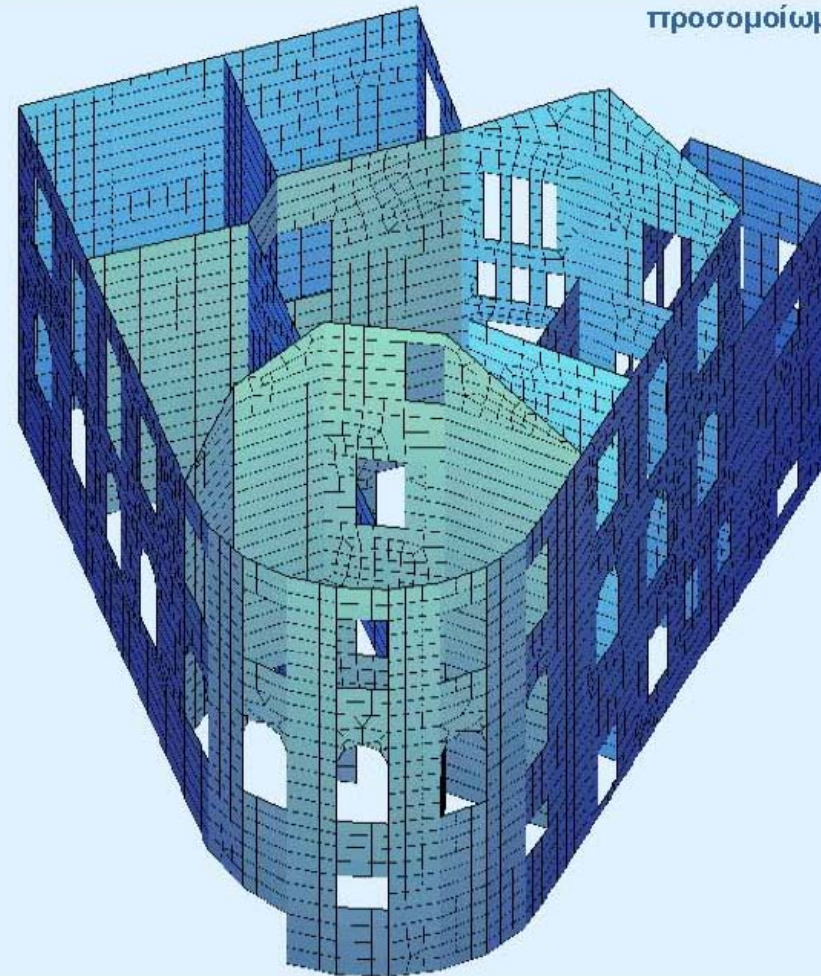
Μη γραμμική ανάλυση ($q=1,00$)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

GENF, ASE, MAXIMA, BEMESS της εταιρείας Sofistik

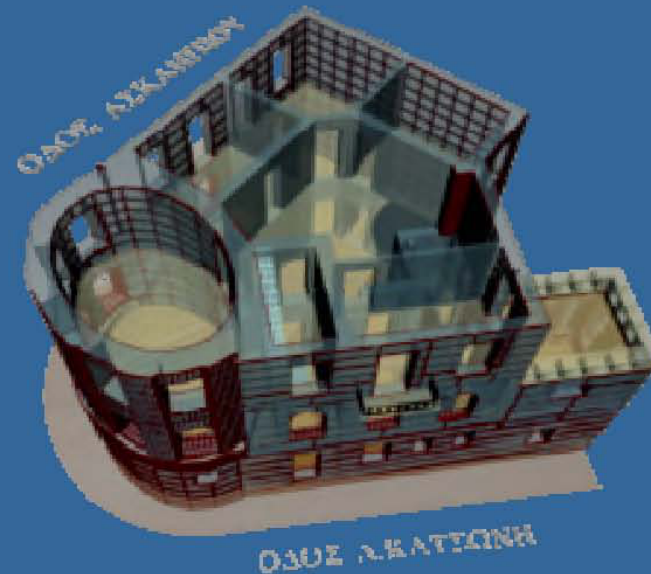


προσομοίωμα



- Το προσομοίωμα αποδίδει τη **γεωμετρία, τοπολογία** του δομήματος και τη **διακριτοποίηση** των υλικών
- Εξασφαλίζεται η **διαφραγματική λειτουργία** των πλακών με κινηματικές εξαρτήσεις
- Οι κόμβοι βάσης θεωρήθηκαν **απλώς δεσμευμένοι** και στις 3 διευθύνσεις
- Η λιθοδομή και οι τοίχοι από πλινθοδομή προσομοιώθηκαν με **επιφανειακά τετρακομβικά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους (shell elements)**
- Το περιμετρικό διάζωμα προσομοιώθηκε με **γραμμικά μέλη**

ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΙΣ



Αποκατάσταση συνοχής και αύξηση της αντοχής της φέρουσας τοιχοποιίας με συστηματικές τσιμεντενέσεις



Ανακατασκευή οπτοπλινθοδομών, τοπική αποκατάσταση
και συμπλήρωση τμημάτων της τοιχοποιίας

ΣΤΕΓΗ

Αντικατάσταση των φθαρμένων ξύλινων δοκών της κεραμοσκεπής, χωρίς αποξήλωση των βασικών ξύλινων δοκών





Αντικατάσταση των φθαρμένων ξύλινων δοκών της στέγης

ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

- Ανακατασκευή κεραμοσιεπής
- Μόνωση δωμάτων
- Επισκευή και ανακατασκευή κουφωμάτων
- Ανακατασκευή ψευδοροφών
- Κατασκευή νέων Η/Μ εγκαταστάσεων
- Ανακατασκευή όλων των τραβηχτών επιχρισμάτων, γύψινων, κορνιζών, περιθωρίων και των μορφολογικών στοιχείων
- Αφαίρεση των επικαλύψεων από πλαστικό δάπεδο
- Επαναφορά των πατωμάτων στην αρχική τους μορφή
- Χρωματισμοί



ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟΥ

