

Διερεύνηση, τεκμηρίωση και ενίσχυση κτιρίων με φέροντα οργανισμό από λιθοδομές και οπτοπλινθοδομές

Κωνσταντίνος ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ¹, Βασίλειος ΓΚΡΕΤΣΗΣ², Βασίλειος ΞΕΝΑΚΗΣ³

Λέξεις κλειδιά: Λιθοσώματα, συνδετικό κονίαμα, διερεύνηση, τεκμηρίωση, θλιπτική αντοχή τοιχοδομής, ενδοσκόπηση, επίπεδοι γρύλοι, ομογενοποίηση μάζας εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, FRP, natural stones, mortar, structural investigation, compressive strength, borescope, flat jacks, mass homogenization, sprayed concrete, FRP

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τη μεθοδολογία διερεύνησης και τεκμηρίωσης κατασκευών από φέρουσες τοιχοδομές παρουσιάζοντας συνοπτικά τα αποτελέσματα θραύσης μεγάλου πλήθους δειγμάτων λίθων, οπτόπλινθων και συνδετικών κονιαμάτων από φέρουσες τοιχοδομές υφιστάμενων κατασκευών από όλη την Ελλάδα και την αξιοποίηση τους στην εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής των τοιχοδομών. Επιπρόσθετα θα παρουσιαστεί συνοπτικά η μέθοδος των επίπεδων γρύλων και η χρήση τους σε υφιστάμενες κατασκευές. Τόσο οι επίπεδοι γρύλοι όσο και ο κατάλληλος συνδυασμός των θλιπτικών αντοχών τοιχοσώματος και κονιαμάτος έχουν ως κύριο μέλημα την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοδομής η οποία και αποτελεί την πηγή της εκτίμησης όλων των υπόλοιπων μηχανικών και ελαστικών χαρακτηριστικών των τοιχοδομών. Στο τέλος της εργασίας θα γίνει αναφορά σε στατικό επανέλεγχο κατασκευής από φέρουσες τοιχοδομές και θα παρατεθούν λεπτομέρειες επεμβάσεων τόσο με συμβατικές μεθόδους (εκτοξευόμενο σκυρόδεμα) όσο και με σύγχρονες τεχνικές όπως FRP.

ABSTRACT: The aim of the present paper is to present the methodology for the investigation and documentation of buildings from bearing walls, summarizing the results of the testing of a large number of samples of stones, bricks and bonding mortars from bearing walls of existing constructions from all over Greece and their utilization in the estimation of the compressive strength of the walls. In addition, the flat jack method and its use in existing constructions will be briefly presented. Both the flat jacks and the appropriate combination of compressive strengths of stones/bricks and mortar have as their main concern the estimation of the compressive strength of the masonry which is the source of estimation of all

¹ Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Εκπαιδευτικών Πολιτικών Μηχανικών, Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., email: kantonopoulos@aspete.gr

^{2,3} Πολιτικός Μηχανικός ΤΕ, ReTech S.A., Αθήνα, email: info@retech.com.gr

the other mechanical and elastic characteristics of the masonry. At the end of the paper, reference will be made to the dynamic calculations of construction by load-bearing walls and details of interventions with both conventional methods (sprayed concrete) and modern techniques such as FRP.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στατικός επανέλεγχος ενός υφιστάμενου κτηρίου από τοιχοδομές είναι ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα το οποίο εξαρτάται από πολλούς και ετερογενείς παράγοντες. Ο καθοριστικότερος ίσως παράγοντας είναι η ορθή εκτίμηση των υφιστάμενων μηχανικών και ελαστικών χαρακτηριστικών των τοιχοδομών. Οι τοιχοδομές αποτελούνται από τοιχοσώματα (φυσικούς λίθους ή/και οπτόπλινθους) και συνδετικό κονίαμα που οι ιδιότητες τους, ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή που ανήκει το κτήριο αλλά και την εποχή ανέγερσής του, ποικίλουν σημαντικά. Υπάρχουν δε και περιπτώσεις όπου η υφιστάμενη κατάσταση απεικονίζει ένα κτήριο με μεικτό τρόπο κατασκευής όπως π.χ. ισόγειο από αργολιθοδομή και όροφος ή όροφοι από οπτόπλινθους. Ακόμα υπάρχουν και περιπτώσεις που στην ίδια στάθμη του κτηρίου συνυπάρχουν φέροντες τοίχοι από φυσικούς λίθους και άλλοι από οπτόπλινθους συμπαγείς ή διάτρητους. Σπανιότερα εντοπίζονται και φέροντες τοίχοι στο σώμα των οποίων συνυπάρχουν ταυτόχρονα φυσικοί λίθοι και οπτόπλινθοι. Ακόμα και στην περίπτωση που οι τοιχοδομές αποτελούνται αμιγώς από φυσικούς λίθους είναι πιθανόν οι λίθοι μεταξύ τους να παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μηχανικών και ελαστικών χαρακτηριστικών αφού είναι φυσικά υλικά. Δεν είναι λίγες οι φορές που στον ίδιο τοίχο εντοπίζονται λίθοι ασβεστολιθικής προέλευσης με θλιπτική αντοχή πάνω από 40-50 MPa και λίθοι από πορώδες υλικό με θλιπτική αντοχή περίπου 10MPa. Πέρα από τις ιδιότητες των λίθων σημαντική σημασία διαδραματίζει η ποιότητα και η αναλογία του συνδετικού κονιάματος προς συνολικό όγκο τοιχοδομής καθώς και τα κενά που υπάρχουν στη μάζα της λιθοδομής αφού αποτελούν πηγή ασυνέχειας. Είναι επομένως φανερό ότι η εκτίμηση των μηχανικών και ελαστικών χαρακτηριστικών των λιθοδομών είναι πολύ δύσκολη και θα πρέπει να γίνεται κατά την άποψη των συγγραφέων με συντηρητική προσέγγιση.

Συγκριτικά με τις λιθοδομές καλύτερα είναι τα πράγματα όταν κανένας προσπαθήσει να εκτιμήσει τα μηχανικά και ελαστικά χαρακτηριστικά φερουσών τοιχοδομών από οπτόπλινθους. Τα τοιχοσώματα σε αυτή την περίπτωση επειδή είναι βιομηχανικά προϊόντα έχουν μικρότερη διασπορά αντοχών ενώ λόγω μεγέθους και σχήματος το κτίσιμο τους ακολουθεί μια πιο ισόδομη μορφή δόμησης, τα κενά είναι λιγότερα και όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια λόγω της φύσης των αρμών μπορεί πολύ πιο εύκολα να εφαρμοστεί η μόνη αξιόπιστη επιτόπου μέθοδος εκτίμησης των ιδιοτήτων των τοιχοδομών, οι επίπεδοι γρύλοι.

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΟΔΟΜΩΝ

Δύο είναι οι συνηθέστερες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών των υφιστάμενων τοιχοδομών. Η πρώτη αφορά την αποκοπή κατάλληλων τεμαχίων τοιχοσωμάτων και κονιάματος από το κτήριο τη διαμόρφωσή τους σε κυβικά δοκίμια και τη θραύση τους στο εργαστήριο με σκοπό την εκτίμηση της θλιπτικής τους αντοχής. Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας τις θλιπτικές αντοχές των επιμέρους υλικών και κάνοντας χρήση εμπειρικών ή ημιεμπειρικών σχέσεων εκτιμούμε τη θλιπτική αντοχή της τοιχοδομής η οποία και αποτελεί και τη βάση για την εκτίμηση όλων των υπολοίπων ελαστικών και μηχανικών χαρακτηριστικών όπως εφελκυστική αντοχή, μέτρο ελαστικότητας και διάτμησης δείκτης poisson κ.τ.λ. Στην περίπτωση των οπτοπλινθοδομών τα τοιχοσώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια για τον υπολογισμό της θλιπτικής τους αντοχής χωρίς καμία σχεδόν προετοιμασία. Στην περίπτωση όμως των φυσικών λίθων θα πρέπει να επιλεγούν αντιπροσωπευτικά δείγματα και στη συνέχεια να διαμορφωθούν κατάλληλα σε κυβικά δοκίμια ικανοποιητικών διαστάσεων. Το ίδιο πρέπει να γίνει και με το συνδετικό κονίαμα. Να αφαιρεθούν δηλαδή κατάλληλα τεμάχια και να διαμορφωθούν σε κυβικά δοκίμια. Το τελευταίο είναι σχετικά επίπονο ειδικά όταν το συνδετικό κονίαμα είναι πτωχό και δεν μπορεί να αποκοπεί ή στην περίπτωση ύπαρξης οπτοπλινθοδομών με λεπτές στρώσεις κονιάματος από τις οποίες δεν μπορούν να αποκοπούν κατάλληλα τεμάχια. Στο σχήμα 1 που παρατίθενται στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο κατάλληλα διαμορφωμένα δοκίμια λίθου και κονιάματος λίγο πριν τη θραύση τους.



Σχήμα 1. Διαμόρφωση δείγματος λίθου και κονιάματος πριν από τη θραύση τους.

Η πιο αξιόπιστη ημιεμπειρική σχέση για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής τοιχοδομής είναι αυτή των Τάσιος και Χρονόπουλος 1985 η οποία και εκφράζεται στη συνέχεια. Η σχέση αυτή λαμβάνει υπόψη της τη θλιπτική αντοχή των

επιμέρους υλικών, τον τρόπο δόμησης το ποσοστό των κενών και το ποσοστό του συνδετικού κονιάματος.

$$f_{wc} = \xi \left(\left(\frac{2}{3} \sqrt{f_{bc}} - \alpha \right) + \beta * f_{mc} \right) \text{ (MPa)} \quad (1)$$

Όπου f_{wc} η θλιπτική αντοχή της τοιχοδομής, f_{bc} η θλιπτική αντοχή του τοιχοσώματος και f_{mc} η θλιπτική αντοχή του κονιάματος.

Για την εκτίμηση του τρόπου δόμησης αλλά και των εσωτερικών κενών σε μια λιθοδομή μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της ενδοσκοπησης. Δημιουργώντας μια μικρή οπή διαμέτρου περίπου 16 - 20mm και κάνοντας χρήση συνήθως δύσκαμπτου ενδοσκοπίου μπορεί κανένας να διερευνήσει το εσωτερικό της λιθοδομής και να εκτιμήσει σχετικά επαρκώς τα κενά της. Στο επόμενο σχήμα 2 παρουσιάζεται η εφαρμογή των ενδοσκοπήσεων σε τοιχοδομή υπό διερεύνηση.



(α)



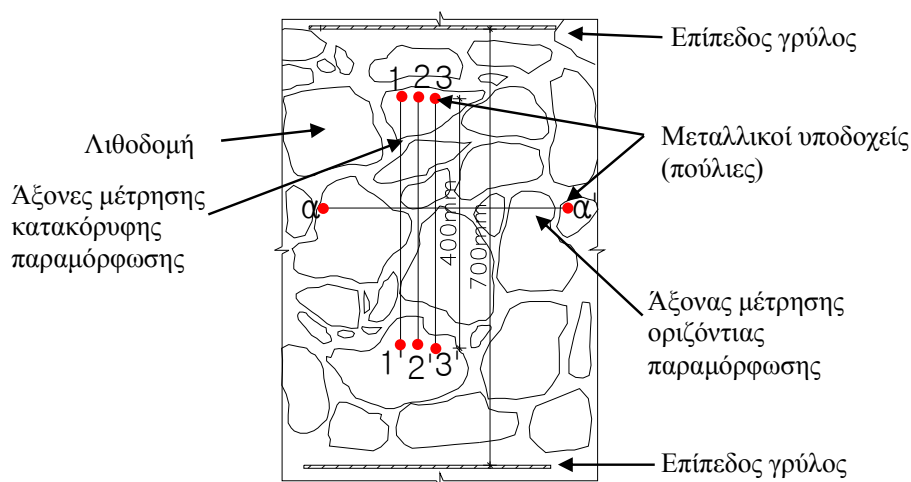
(β)

Σχήμα 2. Διενέργεια ενδοσκοπησης στο εσωτερικό λιθοδομής: α) συσκευή και β) λήψη φωτογραφίας από το εσωτερικό.

Η λήψη κατάλληλων και αντιπροσωπευτικών δειγμάτων τοιχοσώματος απαιτεί την τοπική αποδιοργάνωση της τοιχοδομής για το λόγο αυτό οι θέσεις λήψης θα πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά. Ο αριθμός των δειγμάτων δεν είναι σαφώς καθορισμένα και προς το παρόν είναι στη κρίση του μελετητή. Θα πρέπει όμως να λαμβάνονται τόσα δείγματα ώστε η εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής να μπορεί να θεωρηθεί ασφαλής. Επί παραδείγματι έχει φανεί αρκετό για διάφορα κτήρια από λιθοδομή κάτοψης περίπου 200m² να λαμβάνονται 4 έως 6 δείγματα τοιχοσωμάτων και κονιαμάτων.

Η δεύτερη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι οι επίπεδοι γρύλοι. Η μέθοδος αυτή αποτελεί μια επιτόπου δοκιμή για την αποτίμηση των χαρακτηριστικών της τοιχοδομής. Είναι η μόνη ουσιαστικά μέθοδος που μπορεί να εκτιμήσει άμεσα το μέτρο ελαστικότητας της αλλά και τη θλιπτική αντοχή της

τοιχοδομής. Η μέθοδος μπορεί να χαρακτηριστεί ως μη καταστροφική, αφού οι εντορμίες, όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια, που χρειάζεται να διανοιχθούν στη τοιχοδομή είναι μικρών διαστάσεων. Η διάταξη επίπεδων γρύλων περιλαμβάνει μια χειροκίνητη αντλία εισπίεσης λαδιού, ένα μανόμετρο για την ένδειξη της πίεσης και τους επίπεδους γρύλους, που ουσιαστικά είναι λεπτοί μεταλλικοί κλειστοί «φάκελοι» με στόμιο εισόδου του λαδιού και στόμιο εξόδου του παγιδευμένου εσωτερικού αέρα. Η δοκιμή έχει ως βασικό στόχο την εκτίμηση του μέτρου ελαστικότητας της τοιχοδομής και αν είναι εφικτό και της θλιπτικής της αντοχής, ενώ πραγματοποιείται ως εξής: σε μεταξύ τους απόσταση περίπου 50-70 cm διανοίγονται δύο σχισμές (εντορμίες) στο σώμα της τοιχοδομής (Σχ. 3). Αν η τοιχοδομή αποτελείται από οπτόπλινθους με σαφώς καθορισμένους αρμούς, οι σχισμές δημιουργούνται σχετικά εύκολα στο επίπεδο των αρμών. Αν όμως η δοκιμή πρέπει να εφαρμοστεί σε λιθοδομή από ακατέργαστους λίθους (σύνηθες στον Ελληνικό χώρο), η πραγματοποίηση των σχισμών απαιτεί αδαμαντοφόρο κοπτικό μηχάνημα ορθογωνικού ή κυκλικού σχήματος. Περισσότερες πληροφορίες μπορεί κανένας να βρει στην εργασία (Αντωνόπουλος, Γραμμένου και Τριανταφύλλου, 2010). Στο Σχήμα 3 που ακολουθεί φαίνεται η γενική διάταξη της μεθόδου των επίπεδων γρύλων.



Σχήμα 3. Γενική διάταξη της μεθόδου των επίπεδων γρύλων.

Η εφαρμογή των επίπεδων γρύλων είναι αρκετά επίπονη διαδικασία όταν πρέπει να εφαρμοστεί σε λιθοδομές και αυτό γιατί οι εντορμίες που πρέπει να διανοιχθούν περιλαμβάνουν τομές σε λιθοσώματα και τμήματα κονιάματος τα οποία τις περισσότερες φορές δεν μπορούν να συγκρατηθούν σε επίπεδη διάταξη με αποτέλεσμα τελικά στις θέσεις των εντορμιών να δημιουργούνται κοιλότητες οι οποίες πριν την εφαρμογή της τάσης διαμέσου των γρύλων πρέπει με κάποιο τρόπο να πληρωθούν. Η πλήρωσή τους συνήθως γίνεται με ταχύπικτα μη συρρικνούμενα τσιμεντοκονιάματα σε συνδυασμό με την εισαγωγή στις












εντορμίες μεταλλικών λαμών. Η εφαρμογή των επίπεδων γρύλων σε οπτοπλινθοδομές είναι λιγότερο επίπονη αφού οι εντορμίες θα διανοιχθούν στο επίπεδο των αρμών.






Σε κάθε περίπτωση για τη διερεύνηση και τεκμηρίωση των ιδιοτήτων των τοιχοδομών θα πρέπει ο μελετητής να επιλέξει κατάλληλη προσέγγιση εμπλέκοντας κατά την άποψη μας και τις δύο μεθόδους που παρουσιάστηκαν παραπάνω με κατάλληλο τρόπο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΙΧΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ




Είναι προφανές και λογικό για κάθε κτήριο για το οποίο απαιτείται στατικός επανέλεγχος να καταστρώνεται και να εκτελείται ένα κατάλληλο πρόγραμμα διερευνητικών εργασιών το οποίο να προσαρμόζεται στις εκάστοτε ιδιαιτερότητες του δομήματος. Δεν θα πρέπει να λησμονούμε ότι σε κτίρια από φέρουσες τοιχοδομές τις περισσότερες φορές συνυπάρχουν στοιχεία σκυροδέματος (πλάκες) αλλά και ξύλινα στοιχεία (στέγες) και συνεπώς το πρόγραμμα των διερευνητικών εργασιών θα πρέπει να τα περιλαμβάνει όλα. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί έχουν συγκεντρωθεί από διάφορα διερευνητικά προγράμματα τα αποτελέσματα της θραύσης διαφόρων ειδών τοιχοσωμάτων και κονιάματος. Στον ίδιο πίνακα παρατίθενται φωτογραφία του δείγματος, βασικές γεωμετρικές διαστάσεις, είδος κτηρίου από το οποίο αποκόπηκε και χρονολογία (κατ' εκτίμηση) κατά την οποία αναγέρθηκε το κτήριο. Ο πίνακας αυτός αποτελεί ένα τμήμα των διερευνητικών εργασιών που έχουν γίνει σε όλη την Ελλάδα και στόχος του είναι να δώσει στον μελετητή μηχανικό την πρόδρομη πληροφορία που χρειάζεται ώστε όταν κατά τις διερευνητικές του εργασίες εντοπίσει αντίστοιχα υλικά να μπορεί καταρχήν να εκτιμήσει τη διακύμανση των αντοχών τους. Όλες οι δοκιμές έχουν πραγματοποιηθεί στο Πανεπιστήμιο Πατρών στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Κυρίου Αθανασίου Τριανταφύλλου. Ο Πίνακας 1 χωρίζεται σε δύο τμήματα στο πρώτο Πίνακας 1.Α παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δοκιμών σε οπτόπλινθους ενώ στο δεύτερο 1.Β παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δοκιμών σε φυσικούς λίθους και στα αντίστοιχα συνδετικά κονιάματά τους. Όλα τα δείγματα έχουν αφαιρεθεί από υφιστάμενες κατασκευές. Η φορά της φόρτισης ήταν κάθετη στην επιφάνεια κτισίματος όπως παρουσιάζεται στις φωτογραφίες. Κάθε τιμή στη στήλη «Θλιπτική αντοχή» αντιπροσωπεύει ένα ανεξάρτητο δείγμα που ελέγχθηκε.









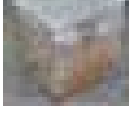
Πίνακας 1.Α Αποτελέσματα θραύσης οπτόπλινθων.

Δείγμα	Διαστάσεις (cm)	Φωτογραφία	Θλιπτική αντοχή (MPa)	Χρήση/ χρονολογία κατασκευής
Οπτόπλινθος με 6 κυκλικές οπές	6x9x19		3.9 4.7	Κτήριο γραφείων/ 1958
Οπτόπλινθος με 6 ορθογωνικές οπές	6x10x19		4.7 5.6	Κτήριο Σχολείων
Οπτόπλινθος με 6 ορθογωνικές οπές	7x9x19		6.0 6.6	Εκθεσιακός χώρος/ 1950
Οπτόπλινθος με 3 οριζόντιες ορθογωνικές οπές	5.5x9.5x20		13.8 12.9 12.8	Διατηρητέο κτήριο/ 1890
Οπτόπλινθος με 2 οριζόντιες ορθογωνικές οπές	6x9.7x21.5		4.8 8.1	Διατηρητέο κτήριο/ 1890
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	4x11x24		23.0	Κτήριο κατοικίας
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	7x11x23		26.2	Εκθεσιακός χώρος/ 1950
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	3.6x9.7x21.5		14.9	Κτήριο Πρεσβείας
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	4x11x25		29.2 26.0 27.2	Κτήριο σχολείων /1910
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	3.5x11x23		18.2	Κτήριο Πρεσβείας
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	3.5x10x22		11.8	Κτήριο Πρεσβείας

Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	3.2x10x22.5		15.0	Κτήριο Πρεσβείας
Οπτόπλινθος συμπαγής με ρηχό κοίλωμα	6x11.8x25		10.7 9.9	Διατηρητέο κτήριο
Οπτόπλινθος συμπαγής με κοίλωμα	4x11.5x24.5		21.3 15.4	Διατηρητέο κτήριο
Οπτόπλινθος με 7 κάθετες κυκλικές οπές	9.7x12x25		8.5	Κτήριο κατοικίας
Οπτόπλινθος με 3 κάθετες κυκλικές οπές	10x10x21		6.7	Κτήριο κατοικίας Αθήνα

Πίνακας 1B. Αποτελέσματα θραύσης διαμορφωμένων τεμαχίων φυσικών λίθων και δοκιμίων κονιαμάτων από την ίδια τοιχοδομή.

Περιοχή	Φωτογραφία δείγματος	Θλιπτική αντοχή (MPa)	Χρήση/χρονολογία κατασκευής	Θλιπτική αντοχή συνδετικού κονιάματος (MPa)
Φιλοθέη Αττικής		85.1	Κτήριο κατοικίας	10.0
Φιλοθέη Αττικής		68.6 57.9 53.7 70.9	Κτήριο γραφείων/ 1958	2.6
Αμαρούσιο Αττικής		28.3	Κτήριο σχολείων	4.5

N. Μήλος		18.0	Διατηρητέο κτήριο/ 1930	2.1
Αθήνα		55.0 98.7	Κτήριο θεάτρου/ 1900	-
N. Κέρκυρα		26.3	Βάθρο οδικής γέφυρας	-
N. Κέρκυρα		30.0 48.5 40.4 33.6	Κτήριο σχολείων/ 1924	1.4 0.7
Αθήνα		62.0 61.0 57.5	Κτήριο Νοσοκομείου	1.3 1.4 1.0
Αθήνα		55.8 59.1	Κτήριο Νοσοκομείου	1.1 1.0
Αθήνα		62.2 53.5 72.5 61.8	Κτήριο σχολείων/ 1910	1.0 0.53
Κάρυστος Ευβοίας		33.7	Κτήριο σχολείων/	2.11 1.22
Νήσος Κώς		48.7 47.5	Ναός	4.0 2.9

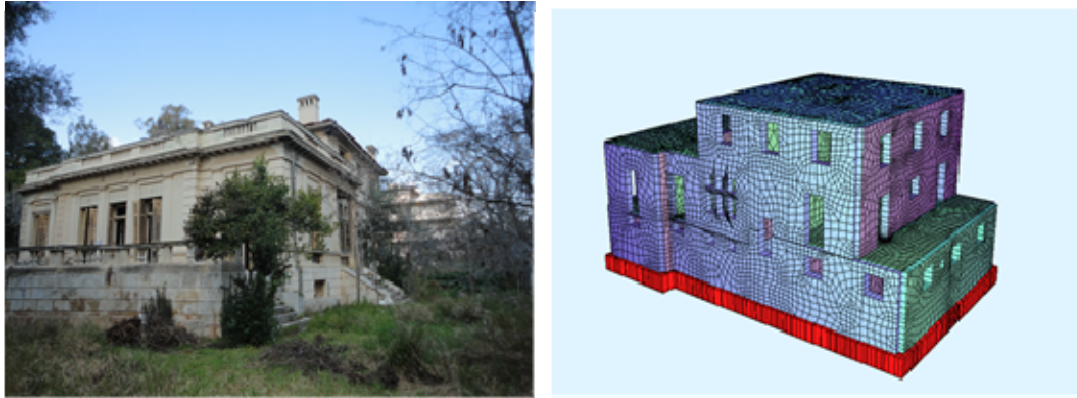
Νήσος Κώς		53.3 48.7	Ναός	3.9 4.7
Αθήνα		64.0	Διατηρητέο κτήριο	1.6
Αθήνα		62.0	Διατηρητέο κτήριο	2.1

Τα στοιχεία των πινάκων που παρουσιάστηκαν παραπάνω συνδυάζονται κατάλληλα στην εξίσωση (1) ώστε να εκτιμηθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοδομής. Αφού εκτιμηθεί η θλιπτική αντοχή είναι δυνατόν μέσω εμπειρικών σχέσεων να εκτιμηθούν όλα τα υπόλοιπα μηχανικά και ελαστικά χαρακτηριστικά των τοιχοδομών. Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά και αξιοποιώντας ειδικά λογισμικά πεπερασμένων στοιχείων μπορεί κανένας να εκτελέσει τους απαιτούμενους επανελέγχους της κατασκευής.

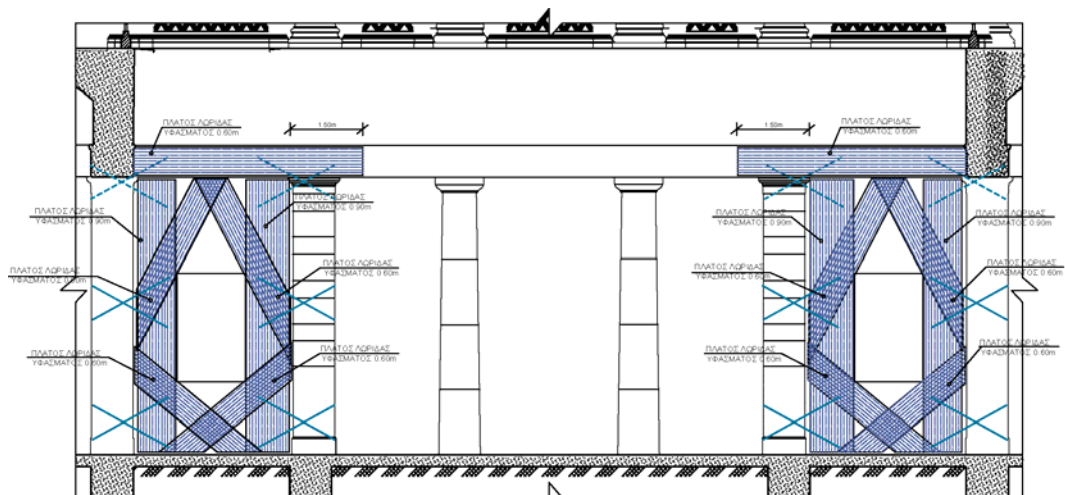
ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΚΣΕΥΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Ο στατικός επανέλεγχος των κατασκευών με φέροντα οργανισμό από τοιχοδομές πρέπει να γίνεται με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων. Η προσομοίωση των κατασκευών με σημασία στις λεπτομέρειες σύνδεσης των τοίχων με τα διαφραγματικά στοιχεία της κατασκευής καθώς και την προσομοίωση δευτερευόντων δομικών στοιχείων όπως μεταλλικά πρέκια ή ανώφλια και ποδιές από οπλισμένο σκυρόδεμα δίνουν μια ρεαλιστική σεισμική συμπεριφορά της υπό εξέταση κατασκευής. Η αρχική εκτίμηση των ιδιοτήτων κονιάματος και τοιχοσώματος οδηγεί και στην αρχική εκτίμηση του μέτρου Ελαστικότητας μιας τέτοιας κατασκευής στοιχείο καθοριστικό για τον υπολογισμό της δυσκαμψίας της και άρα της σεισμικής έντασης που προσελκύει. Συνεπώς όσο ακριβέστερη είναι η αρχική εκτίμηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών, του τρόπου δόμησης αλλά και των ιδιοτήτων των τοιχοδομών μιας κατασκευής τόσο ρεαλιστικότερη είναι η κατανομή της εντατικής της κατάστασης. Ο έλεγχος επάρκειας της κατασκευής γίνεται συνήθως με τη σύγκριση των κυριών τάσεων, θλιπτικών και εφελκυστικών, με τις αντίστοιχες αντοχές που έχουν εκτιμηθεί κατά τη φάση της διερεύνησης και τεκμηρίωσης της κατασκευής. Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται ένα διατηρητέο κτήριο που διερευνήθηκε, αναλύθηκε και ενισχύθηκε με τη χρήση

συνθέτων υλικών από ίνες άνθρακα με παράλληλη ομογενοποίηση μάζας των τοιχοδομών του.



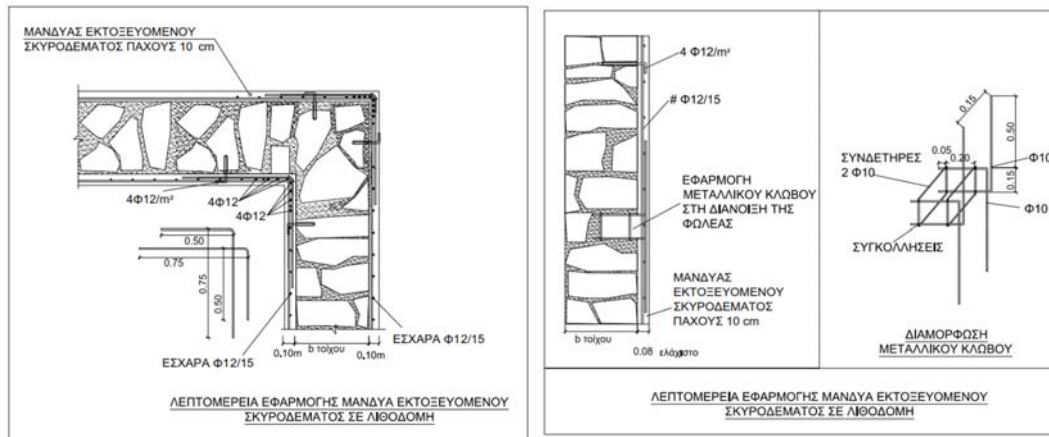
Σχήμα 4. Η κατασκευή και η προσομοίωσή της με πεπερασμένα στοιχεία.



Σχήμα 5. Εφαρμογή συνθέτων υλικών γύρω από τα ανοίγματα εσωτερικού τοίχου.

Ένα σημαντικό θέμα στην περίπτωση κυρίως διατηρητέων κτιρίων είναι ο περιορισμός της χρήσης μανδύων εκτοξευόμενου σκυροδέματος, η χρήση των οποίων όμως αρκετές φορές είναι άκρως επιβεβλημένη. Ο περιορισμός αυτός μπορεί μερικώς να μετριαστεί με τη χρήση σύνθετων υλικών είτε στη μορφή FRP είτε στη μορφή TRM. Στην περίπτωση πάντως που οι ανεπάρκειες των τοιχοδομών είναι καμπτικού τύπου είναι πολύ δύσκολο να καλυφθούν με άλλες

τεχνικές πλην αυτή του κατάλληλα αγκυρωμένου μανδύα σκυροδέματος. Στο σχήμα 6 φαίνονται χαρακτηριστικές λεπτομέρειες επεμβάσεων με μανδύες σκυροδέματος.



Σχήμα 6. Λεπτομέρειες επεμβάσεων με μανδύα σκυροδέματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να εκφραστούν θερμές ευχαριστίες στον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών κύριο Αθανάσιο Τριανταφύλλου για την πολύτιμη συνδρομή του στη διαμόρφωση και θραύση των δειγμάτων που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Χρ. Σπανός, Μ. Σπιθάκης, Κ. Τρέζος, Πρακτικά – Διδακτικά Εγχειρίδια, “Μέθοδοι για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών”, ΤΕΕ, 2002

Κ. Αντωνόπουλος, Θ. Γραμμένου και Α. Τριανταφύλλου, “Διερεύνηση φέρουσας ικανότητας λιθοδομών με χρήση της δοκιμής των επίπεδων γρύλων (flat jacks). Παραδείγματα εφαρμογής της δοκιμής σε κατασκευές από όλη την Ελλάδα.”. 7ο Συνέδριο ΜΚΕ της Ελληνικής Εταιρείας Μη καταστροφικών ελέγχων, Αθήνα, ΕΜΠ, 15-17 Οκτωβρίου 2010.

Θ. Π. Τάσιος, “Μηχανική της τοιχοποιίας – υπο στατικές και σεισμικές συνθήκες”, εκδόσεις συμμετρία, 1992