

Επισκευή - Ενίσχυση Σύμμικτης Κατασκευής στην Καλαμάτα, Ν. Μεσσηνίας

Repair and strengthening on existing composite building in
Kalamatas, Messinia, Greece

Δήμητρα Ευαγγέλου ΚΙΤΣΙΚΟΠΟΥΛΟΥ¹, Πέτρος ΦΩΣΚΟΛΟΣ²

Λέξεις κλειδιά: κτίριο ιδιαίτερης σημασίας, επισκευή, ενίσχυση, σύμμικτη, φέρουσα τοιχοποιία, δομικά προϊόντα χημικής βιομηχανίας, particular importance building, repair, strengthening, composite, masonry structure, structural materials

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Αντικείμενο της παρούσης εισήγησης είναι η παρουσίαση θεμάτων τεχνολογίας σκυροδέματος και φέρουσας τοιχοποιίας που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της επισκευής και ενίσχυσης της ιστορικής οικίας Παπαθεοδώρου (επιφανής δικηγόρος και κτιριακό που αποτελεί σημείο αναφοράς της πόλης), που βρίσκεται στην κεντρική πλατεία της Καλαμάτας. Περίοδος επεμβάσεων: Οκτώβριος 2016.

ABSTRACT: In this study the concrete and composite material technology is investigated due to the repair and strengthening of the house building Papatheodorou in the center of Kalamatas. Workmanship period: October 2016. The building is a two-floor composite structure (masonry and reinforced concrete structure).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο σύμμικτης κατασκευής (φέρουσας τοιχοποιίας με μεταγενέστερες προσθήκες οπλισμένου σκυροδέματος), κατασκευασμένο προ του 1955, το οποίο αποτελείται από ισόγειο χώρο με χρήση εμπορικού καταστήματος, με πατάρι πάνω από τη στάθμη του ισογείου με χρήση εμπορικού καταστήματος και Α όροφο με χρήση κατοικίας.

¹Πολιτικός Μηχανικός Παν. Πατρών, MSc, Αθήνα, e mail: dkitsikop@teemail.gr

²Πολ. Μηχ/κος Δομικών Έργων, Τεχν. Τμήμα SINTECNO Hellas, Αθήνα, email: foskolos@sintecno.gr

Εμβαδόν κάτοψης 250 τ.μ./όροφο, (βλ. Σχήμα 1). Το δομικό σύστημα παραλαβής δυνάμεων είναι τύπου πλαισίου ροπής.

Στα πλαίσια Επισκευών, οι τελευταίες επεμβατικές εργασίες που είχαν γίνει στο κτίριο ήταν το 1987, καθότι είχε υποστεί εκτεταμένες βλάβες από τον σεισμό που έπληξε την Καλαμάτα (13.09.1986), μεγέθους 6,2 της κλίμακας Richter.



Σχήμα 1: Ιστορική οικία Παπαθεοδώρου στην Καλαμάτα (πριν την επέμβαση)

ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι πραγματοποιούμενες εργασίες στο έργο αφορούσαν στην:

- Αλλαγή χρήσης Ισογείου και Ορόφου από κατοικία σε κατάστημα Υγειονομικού ενδιαφέροντος
- Καθαίρεση/ κατάργηση τμήματος παταριού Ισογείου
- Ενίσχυση οικοδομικού σκελετού (φερόντων στοιχείων)
- Αντικατάσταση στέγης στην ίδια της όμως μορφή (αρχική εικόνα)
- Επιμέρους παρεμβάσεις επί των όψεων,

Από την αλλαγή χρήσης του Α ορόφου από κατοικία σε κατάστημα Υγειονομικού ενδιαφέροντος, η τάση επανασχεδιασμού ήταν να πραγματοποιηθούν επεμβάσεις μόνο στα εσωτερικά χωρίσματα του υπάρχοντος

χώρου χωρίς να μεταβληθούν τα ανοίγματα και τα χαρακτηριστικά εξωτερικά - μορφολογικά στοιχεία αυτού (κιγκλιδώματα, όψεις κουφωμάτων, σκοτίες κ.τ.λ.).

Επιπλέον, σε συνδυασμό με την καθαίρεση του παταριού η φιλοσοφία ήταν να πραγματοποιηθεί ενίσχυση του φέροντος οργανισμού (υφιστάμενου), ώστε ο νέος οικοδομικός σκελετός να είναι σε θέση να φέρει τα επιπλέον φορτία που προέκυψαν λόγω της νέας χρήσης λειτουργίας. Απαίτηση: η ενίσχυση του φέροντος οργανισμού να πραγματοποιηθεί εσωτερικά του κτιρίου τόσο στη στάθμη του Ισογείου, όσο και στη στάθμη του Α ορόφου.

Η καθαίρεση τμήματος παταριού πάνω από τη στάθμη του ισογείου αναμένεται να δώσει νέα μορφή στο Ισόγειο του κτιρίου απελευθερώνοντας το εσωτερικό του ύψος, αναδεικνύοντας έτσι το επιβλητικό ύψος των ισογείων της εποχής. Επιπλέον, η πρόβλεψη ήταν να πραγματοποιηθεί η αντικατάσταση της στέγης από νέα στην ίδια της μορφή και στον ίδιο όγκο με την υπάρχουσα.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτήριο περιμετρικά αποτελείται από φέρουσα τοιχοποιία πάχους ~0,65 m, εκ λιθοδομής, αποτελούμενης από δομολίθους μετρίου μεγέθους προσαρμοσμένους μεταξύ τους με συνδετικό κονίαμα της εποχής, συνάμα, σε θέσεις εσωτερικών στηρίξεων υπάρχουν στοιχεία με πλαισιωτή λειτουργία, αποτελούμενα από οπλισμένο σκυρόδεμα, διαμορφώνοντας με αυτόν τον τρόπο μία σύμμικτη κατασκευή. Στο σχήμα (2) παρατίθεται ενδεικτικά το σχέδιο ξυλοτύπου ισογείου της υπάρχουσας κατάστασης (προ επεμβάσεων).

Τα υλικά στην υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου (Ενισχύσεις 1987) είναι τα εξής: σκυρόδεμα κατηγορίας B225, διαμήκης οπλισμός St III (νευρο-χάλυβας), συνδετήρες St II (λείος χάλυβας).

Η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του υφισταμένου κτιρίου έγινε με βάση τον Κανονισμό Ευρωκωδίκων 1-9 καθώς και με τη βοήθεια του ΚΑΝ.ΕΠΕ (Κανονισμός Επεμβάσεων) όπου έγιναν οι εξής παραδοχές υλικών:

- Σκυρόδεμα Υφισταμένου 16 MPa
- Χάλυβας Υφισταμένου 420 MPa
- Χάλυβας Συνδετήρων Υφισταμένου 220 MPa
- Μέτρο Ελαστικότητας Σκυροδέματος 28.6 GPa
- Μέτρο Ελαστικότητας Χάλυβα 200 GPa

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στις νέες ενισχύσεις (Οκτώβριος 2016) είναι Σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30, Χάλυβας B500c για διαμήκη οπλισμό και συνδετήρες.

Η ανάλυση των επεμβάσεων έγινε με βάση τις εξής παραδοχές:

- Κατηγορία Σεισμικότητας II
- Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)
- Σεισμική Επιτάχυνση Εδάφους $A = 0.24g$
- Στάθμη Επιτελεστικότητας Β
- Συνθήκες περιβάλλοντος και επικαλύψεις νέων στοιχείων - κατηγορία έκθεσης: εξωτερικών επιφανειών XS1, εσωτερικών επιφανειών XC1 (κατηγορίες έκθεσης που σχετίζονται με Περιβαλλοντικές Δράσεις σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN 206-1, Πίνακας Β2-7, ενοποιημένο κείμενο/2011).



Σχήμα 2: Ξυλότυπος Ισογείου (Αποτύπωση υπάρχοντος)

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ – ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

Μετά την ολοκλήρωση σειράς διερευνητικών ελέγχων ως προς την έρευνα με σκοπό τον προσδιορισμό της ποιότητας και την αποτίμηση της κατάστασης του φέροντος οργανισμού του κτιρίου, οι εργασίες επισκευής που προέκυψαν, στόχευαν αρχικά στην αποκατάσταση της στατικής επάρκειας της κατασκευής, μιας και σε διάφορα σημεία ελέγχου, στην εικόνα της μεταξύ των άλλων, εστιάζονταν φαινόμενα βλαβών και ρηγματώσεων, διαρρήξεις-αποτινάξεις σε

ζώνες επικάλυψης απόρροια φαινομένων διάβρωσης οπλισμού. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η εξωτερική όψη του έργου κατά την περίοδο εκτέλεσης των εργασιών (Οκτώβριος 2016).



Σχήμα 3: Εξωτερική όψη οικίας Παπαθεοδώρου κατά την περίοδο των εργασιών (Οκτώβριος 2016)

Εν συνεχεία, οι πραγματοποιούμενες εργασίες αποσκοπούσαν στην περαιτέρω ενίσχυση τμημάτων του πλαισιωτού φορέα του οικοδομικού σκελετού λόγω: α) αλλαγής χρήσης λειτουργίας του κτιρίου από κτίριο κύριας κατοικίας σε κατάστημα υγειονομικού ενδιαφέροντος, καθώς και β) ελεγχόμενης καθαίρεσης ορισμένων τοίχο-πληρώσεων στο χώρο του ισογείου, λόγω των νέων απαιτήσεων της εσωτερικής διαρρύθμισης.

Φέρουσα τοιχοποιία

Προτού ξεκινήσουν οι επισκευές - ενισχύσεις έγινε επιμελής προετοιμασία των εξεταζόμενων λίθινων, δομικών στοιχείων (λιθοσώματα), η οποία περιελάμβανε την καθαίρεση επιχρισμάτων (φατνωματικά), την εκτράχυνση και τον καθαρισμό των επιφανειών του πρωτογενούς υποστρώματος μέσω της διαδικασίας υδροβολής (βλ. Σχήμα 4). Στη συνέχεια, μέσω αναπτύγματος σε διάταξη κανάβου 50cmx50cm (υπό τη μορφή ρόμβου), τοποθετήθηκαν σωληνίσκοι 0.5' inch., με σκοπό την ενεμάτωση τσιμεντοειδούς βάσης υλικού (τσιμεντένεμα), για πλήρωση αρμών/ ρωγμών και ομογενοποίηση των εσωτερικών διάκενων της φέρουσας τοιχοποιίας (EN 1504-5). Επίσης, αφού προηγήθηκε η τοποθέτηση διατμητικών συνδέσμων-αγκυρίων διατομής Ø12 οι οποίοι πακτώθηκαν με ειδικό συγκολλητικό μέσο αγκυρώσεων/ ρητίνης (EN 1504-6), σε προκαθορισμένες

θέσεις με σχετική πύκνωση, ακολούθησαν οι εξής εργασίες κατασκευής μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος: θέσεις διαμόρφωσης φωλεών σημειακά, στερέωση δομικού πλέγματος οπλισμού T139, τοποθέτηση οπλισμού μανδύα (εσχάρα Ø8/150 άνω και κάτω της περιμετρικής τοιχοποιίας, βλ. Σχήμα 5), και τελικώς, κατασκευή, για την αύξηση της δυσκαμψίας των στοιχείων, μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος (gunite) πάχους 5cm, αμφίπλευρα, στην εσωτερική και εξωτερική παρειά της περιμετρικής τοιχοποιίας (βλ. Σχήμα 6).



Σχήμα 4: Εργασίες προετοιμασίας της περιμετρικής λίθινης τοιχοποιίας και τοποθέτηση δομικού πλέγματος ενίσχυσης, οπλισμού T139



Σχήμα 5: Τοποθέτηση δομικού πλέγματος T139 και διαμήκους οπλισμού περιμετρικής τοιχοποιίας



Σχήμα 6: Κατασκευή μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στην τοιχοποιία

Στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα

Σε δομικά μέλη σκυροδέματος (δοκοί και υποστυλώματα), μετά από επιμελή καθαίρεση, αμμοβολή και καθαρισμό (βαθμός Sa 2½, σύμφωνα με EN ISO 8504-1 & ISO 12944-4), εφαρμόστηκε κονίαμα αντιδιαβρωτικής προστασίας, ως επαλειφόμενος αναστολέας διάβρωσης στα τμήματα των αποκαλυμμένων ράβδων οπλισμού (EN 1504-7 & -9).

Υποστυλώματα

Στο κτίριο υπήρχε ένα μοναδικό, κεντρικό υποστύλωμα, στο οποίο, αφού προηγήθηκε η επάλειψη του χαλυβδοοπλισμού με αναστολέα διάβρωσης, ακολούθησε η αποκατάσταση των διατομών και η επαναφορά της γεωμετρίας των στοιχείων με επισκευαστικά κονιάματα δομικής αποκατάστασης (EN 1504-3). Η ευρύτερη περιοχή της ζώνης των επισκευών αντιμετωπίστηκε με υγρό, πτητικό αναστολέα διάβρωσης αποσκοπώντας επιπρόσθετα, στην προστασία και των στοιχείων των μη αποκαλυμμένων οπλισμών για την εξάλειψη πιθανών φαινομένων άρχουσας ανόδου, μελλοντικά.

Αφού έγινε πρωτίστως απότμηση ακμών με τη βοήθεια γωνιακού τροχού, ακολούθησαν εργασίες περισφιγξης, μέσω επικόλλησης ανθρακούφασμάτων CFRPs/ ΙΟΠ (EN 1504-4), σε προετοιμασμένο μηχανικά υπόστρωμα (τριβεία/ λειαντήρες), ασταρωμένο με εποξειδικό primer, με εμποτισμό των αναπτυγμάτων των στρώσεων υφάσματος με σύστημα εποξειδικής κόλλας. Σκοπός η επιθυμητή αναβάθμιση της φέρουσας ικανότητας, κυρίως έναντι διάτμησης, αύξηση της ικανότητας ανάληψης αξονικής φόρτισης και απορρόφησης ενέργειας (βλ. Σχήματα 7, 8).



Σχήμα 7: Λεπτομέρεια σχεδίου κατασκευής μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στην τοιχοποιία

Επιπροσθέτως κατασκευάστηκαν συνδετήριες δοκοί οι οποίες ένωσαν το πέδιλο του κεντρικού υποστυλώματος με την περιμετρική τοιχοποιία με σκοπό τη μείωση μετακινήσεων και ολισθήσεων του κτιρίου. Σημειώνεται δε, ότι ο διαμήκης οπλισμός του κεντρικού υποστυλώματος αγκυρώθηκε υπό γωνία στις συνδετήριες δοκούς μέσω ηλεκτροσυγκόλλησης σε αναμονές βλήτρων που είχαν πακτωθεί εκεί.



Σχήμα 8: Περίσφιξη υποστυλώματος με ανθρακοϋφασμα και επί της νωπής στρώσης σφράγιση ακολούθησε επίταση, για τη δημιουργία βαθμού αδρότητας, αποσκοπώντας στην εξασφάλιση υψηλής συνάφειας

Δοκοί

Στις δοκούς εσωτερικά του κτιρίου η ενίσχυση πραγματοποιήθηκε με κατασκευή μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 10cm και οπλισμού μανδύα στην οροφή ισογείου: διαμήκης οπλισμός: 5 \varnothing 16 (κάτω πλευρά δοκού) και 2 \varnothing 10 (παρειές) και εγκάρσιος οπλισμός: Σ \varnothing 10/10 (βλ. Σχήμα 8). Οι εν λόγω συνδετήρες αγκυρώθηκαν στην άνω πλευρά της πλάκας στην οποία εφαρμόστηκε έγχυτο σκυρόδεμα για την αποκατάσταση της διατομής. Σημειώνεται δε ότι, στην περίπτωση αυτή, για την διασφάλιση συνεργασίας παλαιού και νέου σκυροδέματος έγινε χρήση γαλακτώματος LAB, ως ενισχυτικό πρόσφυσης με σκοπό τη διασφάλιση υψηλής συνάφειας μεταξύ τους.

Στις δοκούς των εξωστών η καμπτική αναβάθμιση πραγματοποιήθηκε με κατασκευή μανδύα εκτοξευόμενου πάχους 10 cm και επικόλληση χαλύβδινων ελασμάτων (ενίσχυση beton-plaque/ EN 1504-4) και προστασία αυτών έναντι οξείδωσης, με εποξειδική βαφή πλούσια σε ψευδάργυρο, ως μέτρο φιλοσοφίας ψυχρού γαλβανισμού για τα εκτεθειμένα τμήματα (βλ. Σχήματα 9, 10).



Σχήμα 9: Τοποθέτηση διαμήκους και εγκάρσιου οπλισμού



Σχήμα 10: Δοκοί/ Μανδύας εκτοξευόμενου σκυροδέματος

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΛΙΚΩΝ SINTECNO Hellas SA

Μεταξύ των άλλων, έτοιμα συστήματα επισκευής και ενίσχυσης που επιλέχθηκαν κι εφαρμόστηκαν ήταν της εταιρείας **SINTECNO Hellas SA** με πιο χαρακτηριστικά τα εξής: LAB/ Liquid Adhesive Bond (ειδικό γαλάκτωμα, ως ενισχυτικό πρόσφυσης με σκοπό τη διασφάλιση υψηλής συνάφειας μεταξύ παλαιού και νέου, έγχυτου σκυροδέματος), Microbeton BS-40 Injection (έτοιμο υλικό για τσιμεντενέσεις), Sinmast P103 (εποξειδική πάστα, ρητίνη 2-συστατικών για επικόλληση χαλύβδινων ελασμάτων και για βλητρώσεις), MuCis Steel Protection & MuCis mia 200 (αναστολείς διάβρωσης), Microbeton BS-37/RS (ινοπλισμένο, θιξοτροπικό επισκευαστικό κονίαμα), Sinmast Epoxyfast Anchor (εποξειδική ρητίνη ταχείας σκλήρυνσης και ωρίμανσης για πάκτωση αγκυρίων) Sinmast S2WV (εποξειδική ρητίνη), Sinmast S2W (ρητίνη 2-συστατικών, αστάρι εμποτισμού σκυροδέματος για προσαρμογή των FRPs/ IOΠ), Sinmast S2WV (εποξειδική κόλλα 2-συστατικών εμποτισμού, προσαρμογής/ επικόλλησης και σφράγισης υφασμάτων FRPs/ IOΠ), S&P C-Sheet 640 (ανθρακούφασμα FRPs/ IOΠ, $E_{mod}=640\text{GPa}$, υψηλού μέτρου ελαστικότητας).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες αποστέλλονται στον συνάδελφο πολιτικό μηχανικό Α.Π.Θ. κο **Ευάγγελο Μ. Κιτσικόπουλο**, τον οποίο είχα τη μεγάλη τιμή να έχω Πατέρα και Δάσκαλο, για την οργάνωση του εργοταξίου, την αρωγή και την άριστη συνεργασία καθόλη τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες αποστέλλονται στην εταιρεία δομικών υλικών **SINTECNO Hellas SA**, η οποία διαθέτοντας επιστημονικά κατηρτισμένο τεχνικό τμήμα με ιδιαίτερη αναφορά στον συνάδελφο πολιτικό μηχανικό κο **Πέτρο Φώσκολο** (συν-συγγραφέας της παρούσης εισήγησης), συνέβαλε τα μέγιστα στην περαίωση του έργου.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βιβλία

Τάσιος Θ.Π., «Θεωρία Σχεδιασμού Επισκευών και Ενισχύσεων», Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα (2016)

Δρίτσος Σ., «Ενισχύσεις και Επισκευές Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος», Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα (2011)

Φαρδής Μ., «Μαθήματα Οπλισμένου Σκυροδέματος» Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα (2011)

Άρθρα

Σπυράκος Κ., «Συνοπτικές οδηγίες για επισκευή του φέροντος οργανισμού κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα με βλάβες από σεισμό», ΟΑΣΠ, Αθήνα (1999)

Πρότυπα

Κανονισμός Επεμβάσεων /ΚΑΝ.ΕΠΕ (2013)

Πρότυπο ΕΛΟΤ - EN 1504