

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Πρόγραμμα εφαρμοσμένης έρευνας με τίτλο **“Επισκευή και Ενίσχυση Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα”**, εκπονήθηκε με επιστημονικό Υπεύθυνο τον Αν. Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών κ. Σ. Δρίτσο και χρηματοδοτήθηκε από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.).

Τα αποτελέσματα του έργου παρουσιάζονται σε τρεις ενότητες.

Η πρώτη ενότητα, αποτελεί το εισαγωγικό τμήμα της παρούσας έκθεσης. Στην ενότητα αυτή αποτιμώνται οι αποφάσεις των μηχανικών της πράξης και οι επιλογές τους στο πεδίο επισκευής και ενίσχυσης κτιρίων μετά από ισχυρούς σεισμούς. Αξιολογούνται οικονομικά δεδομένα από μετασεισμικές επεμβάσεις στην Ελλάδα και αναδεικνύονται οι τεχνικές που αποτελούν την προσφιλέστερη επιλογή των μηχανικών και έχουν την μεγαλύτερη εφαρμοσιμότητα στον Ελλαδικό χώρο. Ειδικότερα περιλαμβάνονται: (α) η κατανομή κόστους στις φέρουσες επεμβάσεις και (β) η κατανομή κόστους ανά είδος τεχνικής επέμβασης και ανά βαθμό βλάβης.

Η δεύτερη ενότητα αφορά τις τεχνολογίες επεμβάσεων καθώς και ειδικότερες τεχνικές που εφαρμόζονται σε επιμέρους δομικά στοιχεία. Η εργασία αυτής της ενότητας στοχεύει στην αποσαφήνιση “θολών” περιοχών σε τεχνολογίες που έχουν μεγάλη εφαρμοσιμότητα στη πράξη. Εξετάζονται τα διαφορετικά ή αντικρουόμενα δεδομένα και απόψεις της βιβλιογραφίας και καλύπτονται τα κενά που διαπιστώνονται, εκτελώντας, κατά περίπτωση, πειραματικές ή θεωρητικές ερευνητικές εργασίες. Αξιολογώντας τα σχετικά δεδομένα της 1<sup>ης</sup> ενότητας, η μελέτη εστιάζεται στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, στην τεχνική επισκευής με ρητινενέσεις, σε θέματα που αφορούν συγκολλήσεις χάλυβα οπλισμού και στην τεχνική ενίσχυσης δομικών στοιχείων με ινοπλισμένα πολυμερή. Επίσης, στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται ειδικότερες εφαρμογές σε επιμέρους δομικά στοιχεία (υποστυλώματα, δοκούς, κόμβους δοκών-υποστυλωμάτων και τοιχώματα). Ειδικότερα για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα περιλαμβάνονται: (α) το ιστορικό (β) οι μέθοδοι παραγωγής, (γ) οι απαιτήσεις προσωπικού και εξοπλισμού, (δ) η σύνθεση και ανάμιξη μίγματος, (ε) η προετοιμασία επιφάνειας διάστρωσης, (στ) η εκτόξευση σκυροδέματος, (ζ) η διαμόρφωση τελικής επιφάνειας, (η) συντήρηση (θ) το ανακλώμενο και υπερψεκαζόμενο υλικό, (ι) οι έλεγχοι και (ια) οι πιθανοί κίνδυνοι και αντιμετώπισή τους.

Για την επισκευή με εποξειδικές ρητίνες στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα με βλάβες από σεισμό περιλαμβάνονται: (α) η διαδικασία εφαρμογής της τεχνικής των ρητινενέσεων και (β) μία αξιολόγηση των διαθέσιμων σχετικών πειραματικών αποτελεσμάτων από την βιβλιογραφία.

Για τα θέματα του χάλυβα και των συγκολλήσεων οπλισμού για επισκευές/ενισχύσεις περιλαμβάνονται: (α) η τεχνολογία συγκολλήσεων οπλισμού σκυροδέματος και (β) η πειραματική διερεύνηση της επίδρασης των συγκολλήσεων στις μηχανικές ιδιότητες των χαλύβων οπλισμού των κατηγοριών S400 και S500s (Tempcore).

Για την ενίσχυση με ινοπλισμένα πολυμερή περιλαμβάνονται: (α) η τεχνολογία των επεμβάσεων με σύνθετα υλικά (επικόλληση υφασμάτων επί σκυροδέματος - επικόλληση ελασμάτων επί σκυροδέματος - εφαρμογή σε τοιχοποιίες) και (β) η ενίσχυση δομικών στοιχείων - περίσφιγξη με μανδύες ή κολλάρα.

Για τις εφαρμογές σε δομικά στοιχεία περιλαμβάνονται ειδικότερες τεχνικές που αφορούν: (α) υποστυλώματα, (β) δοκούς, (γ) κόμβους δοκού-υποστυλώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα και (δ) τοιχώματα.

Η τρίτη ενότητα αφορά υπολογιστικά θέματα που σχετίζονται με την ανάλυση και τον σχεδιασμό επισκευασμένων/ενισχυμένων στοιχείων, στις καθ' ημέρα εφαρμογές της πράξης, για τα οποία απουσιάζει το κατάλληλο επιστημονικό υπόβαθρο και το απαραίτητο υποστηρικτικό υλικό. Αξιολογώντας τα σχετικά ευρήματα της 1<sup>ης</sup> ενότητας και τις σχετικές ανάγκες του υπό σύνταξη Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και ειδικότερα του Κεφ.8 του ΚΑΝ.ΕΠΕ., η παρούσα εργασία περιλαμβάνει:

(α) Την δημιουργία ενός κατάλληλου λογισμικού για τη θεωρητική εκτίμηση της καμπτικής ικανότητας δομικών στοιχείων που ενισχύονται με νέες στρώσεις σκυροδέματος στο εφελκόμενο ή στο θλιβόμενο πέλαμα των στοιχείων.

(β) Την αξιολόγηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τους συντελεστές μονολιθικότητας σε υποστυλώματα ενισχυμένα με μανδύες από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το θέμα διερευνάται μέσω του προγράμματος των πεπερασμένων στοιχείων ANSYS, με χρήση ειδικών προσομοιωμάτων στις διεπιφάνειες παλαιών-νέων στοιχείων.

(γ) Την αξιολόγηση των προτάσεων που έχουν παρουσιαστεί μέχρι σήμερα στη βιβλιογραφία, καθώς και νέων που εισάγονται στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, για τον υπολογισμό του οπλισμού περίσφιγξης που απαιτείται για την αποκατάσταση της ικανότητας υποστυλωμάτων με ανεπαρκή μήκη μάτισης των διαμήκων ράβδων οπλισμού.

Ειδικότερα για τη θεωρητική πρόβλεψη καμπτικής συμπεριφοράς δομικών στοιχείων ενισχυμένων με νέες στρώσεις σκυροδέματος περιλαμβάνονται: (α) η αναλυτική διαδικασία - δημιουργία προγράμματος FORTRAN, και (β) η αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αναλυτικών αποτελεσμάτων με βάση διαθέσιμα πειραματικά αποτελέσματα.

Στην θεωρητική εκτίμηση της συμπεριφοράς υποστυλωμάτων ενισχυμένων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος περιλαμβάνονται: (α) η αναλυτική διερεύνηση της συμπεριφοράς των ενισχυμένων υποστυλωμάτων με χρήση

του προγράμματος ANSYS, (β) η αναζήτηση τιμών για τους συντελεστές μονολιθικότητας και (γ) η παραμετρική διερεύνηση του θέματος.

Για την περίσφιγξη με σκοπό την αποκατάσταση της ικανότητας περιοχής με ανεπαρκή μήκη αναμονών περιλαμβάνονται: (α) οι διαδικασίες για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου οπλισμού περίσφιγξης, (β) προτάσεις με βάση την τριβή, (γ) προτάσεις με βάση την αύξηση της τάσης συνάφειας λόγω περίσφιγξης, (δ) προτάσεις με βάση ένα αποδεκτό μέγεθος ολίσθησης των ράβδων και εκτίμηση του εύρους ρωγμής (ε) η αξιολόγηση των παραπάνω προτάσεων και προτάσεις για βελτιώσεις και (στ) συγκρίσεις των προβλέψεων με τα διαθέσιμα πειραματικά αποτελέσματα.

Τέλος, σε Παράρτημα περιλαμβάνεται η σημαντικότερη βιβλιογραφία στο αντικείμενο των Επισκευών και Ενισχύσεων κατηγοριοποιημένη σε έξι κύριες ομάδες: (α) Γενικά, (β) Επεμβάσεις σε Υποστυλώματα και Τοιχώματα, (γ) Επεμβάσεις σε Δοκούς, (δ) Επεμβάσεις σε Κόμβους Δοκών-Υποστυλωμάτων, (ε) Ενίσχυση Κατασκευής ως Συνόλου και (στ) Ειδικές Εφαρμογές Επεμβάσεων.

Επισημαίνεται ότι, αρκετά από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν ήδη παρουσιαστεί σε επιστημονικά συνέδρια και σχετικά άρθρα.