

"ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΡΗΤΙΝΕΝΕΣΕΩΝ"

ΜΑΓΚΛΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ - ΤΑΜΠΙΤΣΙΚΑ ΣΟΦΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα τις επισκευές με χρήση ρητινενέσεων. Αρχικά γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση, που περιλαμβάνει και συμπεράσματα από πειράματα. Στη συνέχεια αντιμετωπίζεται το θέμα πρακτικά δίνοντας συγκεκριμένες προτάσεις για τη μεθοδολογία εκτέλεσης, τις εφαρμογές, τα κριτήρια αποδοχής υλικών-εργασίας και τον τρόπο επιμέτρησης.

Στόχος της εργασίας είναι η καταγραφή επαρκών πληροφοριών, έτσι ώστε ένας μηχανικός να μπορεί να κρίνει σε ποιες περιπτώσεις είναι δυνατή η χρήση αυτής της τεχνικής και τι κατευθύνσεις θα δώσει για να είναι η επισκευή επιτυχής. Επισημαίνεται ότι η μέθοδος των ρητινενέσεων σε σοβαρές βλάβες θα πρέπει να συνδυάζεται και με άλλες μεθόδους για την ολοκλήρωση των επεμβάσεων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέρος των εργασιών ενός μηχανικού αποτελεί η αποκατάσταση κατασκευών με βλάβες. Οι λόγοι που οδηγούν συνήθως σε επισκευές ή ενισχύσεις είναι οι ακόλουθοι:

- Ø Οι πρώτες κατασκευές από σκυρόδεμα χρονολογούνται στο 1915, που σημαίνει ότι έχει συμπληρωθεί το διάστημα του ωφέλιμου χρόνου ζωής τους.
- Ø Εμφάνιση βλαβών από σεισμική καταπόνηση.
- Ø Αλλαγή χρήσης με αύξηση του μόνιμου ή/και του ωφέλιμου φορτίου.
- Ø Εσφαλμένη στατική μελέτη (όχι σωστή εκτίμηση φορτίων, μοντέλων) ή κακή εφαρμογή της στο στάδιο της κατασκευής.

Επιπλέον καλείται να αντιμετωπίσει ρηγματώσεις που δημιουργούνται από:

- α) παρεμπόδιση της συστολής ξήρανσης
- β) παραμορφώσεις λόγω ερπυσμού
- γ) λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών
- δ) διάβρωση οπλισμού (οξειδωση, μικρή επικάλυψη)
- ε) ογκομετρικές μεταβολές σκυροδέματος (Σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες η πήξη του νερού των πόρων οδηγεί σε αύξηση του όγκου του και σε ανάπτυξη πιέσεων στον τσιμεντοπολτό.)
- στ) λανθασμένη σκυροδέτηση (πρόσθεση νερού, ελλειπής συμπίκνωση, ανεπαρκής στήριξη ξυλοτύπων)
- ζ) κακή πρόσφυση σκυροδέματος-χάλυβα.

Α' ΜΕΡΟΣ

ΕΥΡΟΣ ΡΩΓΜΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΡΗΤΙΝΕΝΕΣΕΩΝ

Προυπόθεση για την επισκευή των ρωγμών είναι η κατανόηση της συμπεριφορά τους. Πρέπει να διερευνηθεί κατά πόσον οι όχθες τις ρωγμής αναμένεται να απομακρυνθούν ή μία από την άλλη, έτσι ώστε να εξακριβωθεί αν η ρωγμή είναι ενεργή ή ανενεργή. Σχεδόν πάντα οι ρητινενέσεις εφαρμόζονται σε μη ενεργές ρωγμές.

Ενδιαφέρει η μορφή των ρωγμών (μήκος, διαδρομή), το πλάτος, το βάθος και η θέση τους. Συνήθως ο καθορισμός γίνεται οπτικά, με σημάδια γύψου ή με χρήση άλλων μεθόδων. Οι ρητινενέσεις γίνονται όταν οι βλάβες περιορίζονται σε μετρίου εύρους ρωγμές (0.1-3 mm).

Στη συνέχεια προσδιορίζεται το αίτιο για την εμφάνιση της βλάβης και αποφασίζεται το είδος της επέμβασης.

Η τεχνική των ρητινενέσεων χρησιμοποιείται σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος και οφείλει τα πλεονεκτήματά της κυρίως στα εξής:

- Ø Υψηλή πρόσφυση της ρητίνης προς το σκυρόδεμα.
- Ø Μεγάλη αντοχή της σε εφελκυσμό.
- Ø Διατηρούνται οι διαστάσεις των στοιχείων και έτσι η εφαρμογή της είναι πιο εύκολη σε πραγματικές κατασκευές.

Σύμφωνα με τη UNIDO (United Nations Industrial Development Organisation) όταν το πλάτος της ρωγμής είναι μικρό (0.1-0.5 mm) η ρητίνη χρησιμοποιείται χωρίς την προσθήκη λεπτόκοκκου υλικού. Στην περίπτωση πλατύτερων ρωγμών προστίθεται λεπτόκοκκο υλικό έτσι ώστε να μειώνονται τα θερμικά φαινόμενα, η συστολή και ο ερπυσμός. Σκόνη από γυαλί ή χαλαζία μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν το πλάτος της ρωγμής δεν υπερβαίνει το 1-1.5 mm. Ενώ άμμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πλάτος 4-5 mm. Η μέγιστη διάσταση κόκκων δεν πρέπει να ξεπερνά το μισό του ελάχιστου πλάτους της ρωγμής. Η αναλογία ρητίνη/λεπτόκοκκο υλικό είναι περίπου 1/1.

'Concrete Structures:Materials', Maintenance and Repair"Denison Campbell-Allen and Harold Roper

Σε αυτό το εγχειρίδιο περιγράφεται η μεθοδολογία εκτέλεσης της τεχνικής των ρητινενέσεων και εντοπίζονται σημεία στα οποία απαιτείται προσοχή.

Για να είναι αποτελεσματική η ρητινένωση πρέπει η ρωγμή να είναι απαλλαγμένη από μολύνοντα συστατικά, πράγμα που γίνεται ικανοποιητικά με ηλεκτρικό αναρροφητήρα. Σε παλαιότερες ρωγμές ο καθαρισμός μπορεί να γίνει με νερό ή άλλα διαλυτικά μέσα , συμβατά με το σκυρόδεμα και την εποξειδική ρητίνη. Οξέα έχουν χρησιμοποιηθεί αλλά δεν συνιστώνται. Πρίν ξεκινήσει η διαδικασία η ρωγμή σφραγίζεται για να μη διαρρεύσει η υγρή ρητίνη.

Τα επιστόμια τοποθετούνται σε αποστάσεις ελαφρώς μεγαλύτερες από το πάχος του επισκευαζόμενου μέλους. Για πολύ λεπτές ρωγμές με πλάτος μικρότερο από 0.15 mm απέχουν όχι περισσότερο από 150 mm. Η βασική μέθοδος τοποθέτησης επιστομίων είναι η κατασκευή με τρυπάνι οπών στις οποίες εισάγονται τα επιστόμια με συγκόλληση.

Στη συνέχεια γίνεται η ανάμιξη της ρητίνης. Αν απαιτείται γρήγορη εφαρμογή χρησιμοποιείται το σύστημα συνεχούς τροφοδότησης με την κεφαλή ανάμιξης. Με αυτόν τον τρόπο η τεχνική δεν είναι πλήρως αποτελεσματική ιδίως για πολύ λεπτές ρωγμές. Προτιμότερη είναι η μέθοδος που αναμειγνύεται η ρητίνη σε δοχείο και στη συνέχεια γίνεται η ένεση υπό πίεση αντλώντας υλικό από το δοχείο. Με αυτόν τον τρόπο ενδέχεται να συμβεί πρόωρη σκλήρυνση στο δοχείο ως αποτέλεσμα της αύξησης θερμοκρασίας. Αλλά αυτό αντιμετωπίζεται με τη χρήση δοχείου, που έχει προηγουμένως ψυχθεί.

Η ρητινένωση ξεκινά από το χαμηλότερο επιστόμιο μέχρι το υλικό να υπερχειλίσει από το επόμενο. Ακολουθώντας το πρώτο επιστόμιο σφραγίζεται. Να σημειωθεί ότι με τον τρόπο αυτό ο εγκλωβισμένος αέρας απομακρύνεται από τη ρωγμή. Υπάρχει η πιθανότητα να διαρρεύσει το υλικό σε άλλες εσωτερικές ρωγμές, που επικοινωνούν με την επισκευαζόμενη ή να περνά από κενά του μέλους. Το πώς θα αντιμετωπιστεί κάτι τέτοιο αποφασίζεται επί τόπου. Τέλος

όταν η ρητίνη σκληρυνθεί το σφραγιστικό υλικό κατά μήκος της ρωγμής θα εκδιωχθεί και οι οπές των επιστομιών θα γεμίσουν με ρητίνη.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Ακολουθώς γίνεται αναφορά στον ποιοτικό έλεγχο σύμφωνα με τις "Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια" του ΥΠΕΧΩΔΕ.

Ο μελετητής μηχανικός πρέπει να υποβάλλει στον κύριο του έργου ένα πλήρες σχέδιο διαδικασιών και ελέγχων για διασφάλιση της ποιότητας υλικών και εργασιών. Το σχέδιο αυτό πρέπει να καλύπτει τα εξής θέματα:

- α) Εξέταση σχετικά με την τεχνική γνώση και εμπειρία του προσωπικού.
- β) Εξέταση των όρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση.
- γ) Εξέταση των πιστοποιητικών των υλικών και πιθανώς των δοκιμών παραλαβής.
- δ) Εξασφάλιση της υγείας από τη χρήση.
- ε) Εξασφάλιση της κατάλληλης επιθεώρησης από ειδικευμένο μηχανικό κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Πιο συγκεκριμένα, για την επισκευή ρωγμών απαιτείται:

- α) Έλεγχος του καθαρισμού και διαδικασία προετοιμασίας.
- β) Δοκιμή των υλικών πλήρωσης.
- γ) Πιθανή μέτρηση των τοπικών τάσεων που δημιουργούνται κατά τις εργασίες πλήρωσης με ένεμα.
- δ) Έλεγχος των τάσεων και των παραμορφώσεων που δημιουργούνται με την εφαρμογή εξωτερικών φορτίων πριν από την πλήρωση ανοιχτών ρωγμών.
- ε) Οπτική επιθεώρηση της τελικής εργασίας.
- στ) Πιθανή εξαγωγή πυρήνων σε επιλεγμένες περιοχές ελέγχου ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των ενεμάτων.

Επιπλέον πληροφορίες για τον ποιοτικό έλεγχο μπορούν να αντληθούν από το "Θεσμικό πλαίσιο σε περίπτωση σεισμών" του ΤΕΕ τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας και διατυπώνονται ως εξής:

- α) Ο εξοπλισμός επιβάλλεται να βρίσκεται σε άριστη κατάσταση (καθαρισμός-συντήρηση).
- β) Ο προέλεγχος των τεχνικών και των υλικών (διαθεσιμότητα, εφαρμοσιμότητα) πρέπει απαραίτητα να γίνεται στη φάση σχεδιασμού και όχι κατά την κατασκευή.

Η ανάγκη για ποιοτικούς ελέγχους και για λήψη μέτρων ασφάλειας αρχίζει με υποστηλώσεις της κατασκευής, που είναι απαραίτητες όταν το δομικό σύστημα παρουσιάζει έντονες βλάβες και μειωμένη φέρουσα ικανότητα.

CONCRETE REPAIR MANUAL Second Edition A.C.I. International

Αυτό το εγχειρίδιο περιλαμβάνει μεθόδους ελέγχου προς επιβεβαίωση σωστής περάτωσης της εργασίας. Βασίζονται στην παραδοχή ότι το αίτιο και η έκταση της ρωγμής έχουν προσδιοριστεί και η ρητινένωση έχει επιλεγεί ως κατάλληλη μέθοδος επισκευής.

Αρχικά αναφέρονται οι μέθοδοι ποιοτικού ελέγχου που πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με την εκτέλεση της εργασίας.

Οπτική παρατήρηση.

Η εποξειδική ρητίνη ρέει σαν αποτέλεσμα της βαρύτητας και "αναζητά" το χαμηλότερο σημείο, πράγμα που αποτελεί πλεονέκτημα για να αποφανθούμε αν έχει επιτευχθεί πλήρης

διείσδυση. Ξεκινώντας τη ρητινένεση από τη χαμηλότερη στάθμη της ρωγμής η παρατήρηση της προόδου του υλικού από επιστόμιο σε επιστόμιο μέχρι την υψηλότερη στάθμη εξασφαλίζει σε ικανοποιητικό βαθμό ότι η ρωγμή πληρώθηκε. Εντούτοις είναι πάντα συνετό να επαναληφθεί ένεση στο ανώτερο επιστόμιο πριν τη σκλήρυνση του υλικού.

Δοκιμή των υλικών στο εργαστήριο.

Οι πιο κοινές εργαστηριακές μέθοδοι για να ελεγχθεί αν το συγκολλητικό υλικό είναι στις σωστές αναλογίες και έχει αναδευτεί καλά περιγράφονται στα πρότυπα:

α) ASTM D 695 Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics

β) ASTM D 638 Test Method for Tensile Properties of Plastics.

Η πρώτη χρησιμοποιεί αντιπροσωπευτικά δείγματα από την κεφαλή ανάμιξης και εντοπίζονται πιθανές ασυμφωνίες στη σύσταση του υλικού.

Η δεύτερη χρησιμοποιείται λιγότερο συχνά.

Είναι προφανές ότι οι δοκιμές αυτές δεν γίνονται σε κάθε έργο λόγω του κόστους, του χρόνου και του ειδικευμένου προσωπικού που απαιτείται.

Δοκιμή του χρόνου σκλήρυνσης.

Περιγράφεται στο ASTM C 881 Standard -Specification for Epoxy Adhesive-. Για τη δοκιμή χρησιμοποιείται ένα καθαρό δοχείο για να διευκολυνθεί η παρατήρηση του υλικού. Το δείγμα ελέγχεται για τη σωστή ανάμιξη (παρουσία "λωρίδων" των συστατικών) και για ακατάλληλες αναλογίες (διαφορά στο χρώμα). Πριν ξεκινήσει η εργασία θα παρασκευαστεί ένα τυπικό δείγμα από κάθε παρτίδα συγκολλητικού υλικού.

Ακολουθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να διαπιστωθεί την απόδοση της επισκευής.

Πυρηνοληψία.

Η ποιότητα της ρητινένεσης μπορεί να αποτιμηθεί αν ληφθεί πυρήνας σκυροδέματος που εμπεριέχει τις επισκευασμένες ρωγμές. Στα σημεία από τα οποία αποκόπτονται οι πυρήνες θα πρέπει να έχει προβλεφθεί να μην υπάρχει οπλισμός. Η μέθοδος που προδιαγράφεται στο πρότυπο ASTM C 42 Obtaining and Testing of Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete υπογορεύει ελάχιστη διάμετρο πυρήνα 3 φορές το μέγεθος του μεγαλύτερου αδρανούς και για τις δοκιμές θλίψης και εφελκυσμού. Ωστόσο, αν ο πυρήνας πρόκειται να δοκιμαστεί σε εφελκυσμό θα πρέπει η διάμετρός του να είναι τέτοια ώστε να περιέχει τη ρωγμή σε όλο το βάθος της. Οι πυρήνες εξετάζονται για να διαπιστωθεί η διείσδυση της ρητίνης. Θεωρείται ότι έχει επιτευχθεί επαρκής εισχώρηση αν το 90% της ρωγμής έχει γεμίσει σε όλες τις πλευρές του πυρήνα.

Οι δοκιμές θραύσης είναι: α) ASTM C 39 Compression Test of Cylindrical Concrete Specimens και β) ASTM C 496 Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. Με τη δοκιμή εφελκυσμού αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις κάθετα στο επίπεδο της ρωγμής. Αν πραγματοποιηθεί θραύση στο μητρικό σκυρόδεμα, μακριά από την επισκευασμένη περιοχή σημαίνει ότι έχουμε ικανοποιητική εκτέλεση της επισκευής. Είναι σαφές ότι δε θα συμβεί αστοχία της συνάφειας του σκυροδέματος και της εποξειδικής ρητίνης αν η ρωγμή είναι πλήρης με υλικό που έχει αναμιχθεί καλά και έχουν τηρηθεί οι σωστές αναλογίες.

Μη καταστροφικές μέθοδοι.

Δίνουν μια ένδειξη του βαθμού γεμίσματος των ρωγμών. Το κυριότερο πλεονέκτημά τους είναι ότι σε αντίθεση με την πυρηνοληψία δεν προκαλείται κάποια ζημιά στην κατασκευή. Γενικά όλες οι μη καταστροφικές μέθοδοι συστήνεται να πραγματοποιούνται σε μια βάση "πριν και μετά". Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να εφαρμόζονται πρώτα σε υγιές σκυρόδεμα

και μετά σε αυτό με τις ρωγμές. Επιπλέον είναι απαραίτητο να συνοδεύονται από έναν περιορισμένο αριθμό πυρήνων για να γίνεται βαθμονόμησή τους. Να σημειωθεί ότι το κόστος είναι σχετικά υψηλό για μικρά έργα, διότι απαιτούνται έμπειροι τεχνίτες για να κάνουν τις δοκιμές και να εξάγουν συμπεράσματα.

Προς το παρόν υπάρχουν 3 τέτοιες μέθοδοι:

α) Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

β) Impact Echo (IE)

γ) Spectral Analysis of Surface Waves (SASW)

Από αυτές μόνο η UPV έχει προδιαγραφές (ASTM C 597-83). Κατά τη δοκιμή πραγματοποιείται εκπομπή ηχητικού κύματος διαμέσου του σκυροδέματος από έναν πομπό σε ένα δέκτη. Ο ηχητικός παλμός παράγεται ηλεκτρικά και το όργανο καταγράφει το χρόνο που απαιτείται για να ταξιδέψει ο παλμός από την πηγή στο δέκτη (Βλ.επόμε. φωτογραφία) Αν η δοκιμή γίνει πριν και μετά την ένεση έχουμε μια ποιοτική ένδειξη του αν η ρωγμή πληρώθηκε μερικώς ή τελείως. Πρόσφατες έρευνες αναλύουν τους χρόνους που προαναφέρθηκαν και δίνουν μια εικόνα της ταχύτητας. Μάλιστα έχει προκύψει μικρή ταχύτητα πριν γίνει η ένεση και μεγαλύτερη μετά από επιτυχή ρητινέυση.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕ ΡΗΤΙΝΕΣ

Από το σύνολο των εργασιών που πραγματεύονται τη συμπεριφορά αποκατεστημένων μελών οπλισμένου σκυροδέματος με ρητινενέσεις ακολουθώντας παρουσιάζονται συνοπτικά κάποιες αντιπροσωπευτικές και καταγράφονται χρήσιμα συμπεράσματα.

Ø Πειραματική διερεύνηση από το Εργαστήριο Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος ΠΣ/ΔΠΘ
Χρ.Οικονόμου, Χρ.Καραγιάννη, Κ.Σίδερη

Τρεις δοκοί οπλισμένου σκυροδέματος υπεβλήθησαν σε ανακυκλιζόμενη ένταση, κατόπιν επίσκευάστηκαν με χρήση ρητινενεμάτων χωρίς αύξηση των εξωτερικών τους διαστάσεων. Τέλος υπεβλήθησαν εκ νέου σε ανακυκλιζόμενη φόρτιση.

Εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

α) Ίδια εικόνα ρηγματώσης και περίπου ίδιες τιμές φορτίων και μετατοπίσεων.

β) Ικανοποιητική αποκατάσταση της δυσκαμψίας των στοιχείων.

γ) Μικρή πτώση της ικανότητας για απορρόφηση ενέργειας (πιθανώς οφείλεται στο ότι πολύ μικρές ρωγμές δεν πληρώθηκαν).

Ø Πειραματική διερεύνηση από το Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος ΠΣ/ΔΠΘ
Χ.Καραγιάννης, Κ.Χαλιορής, Κ.Σίδερης, Χ.Οικονόμου

Οκτώ δοκίμια ακραίου κόμβου στύλου-δοκού καταπονήθηκαν με αυξανόμενη ανακυκλιζόμενη φόρτιση μέχρι πτώσεως του φορτίου στο 1/3 της αρχικής του τιμής. Στη συνέχεια τα δοκίμια επισκευάστηκαν και δοκιμάστηκαν εκ νέου κατά τον ίδιο τρόπο με τα αρχικά.

Τα συμπεράσματα είναι τα εξής:

- α) Στα επισκευασμένα δοκίμια δε μεταβάλλεται σημαντικά ο τύπος αστοχίας, ο οποίος εξαρτάται κυρίως από το διατμητικό οπλισμό της περιοχής του κόμβου.
- β) Τα επισκευασμένα δοκίμια παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές μέγιστου φορτίου και υψηλότερες τιμές δυσκαμψίας κατά τους κύκλους φόρτισης. Ακόμα στις περισσότερες περιπτώσεις αντέχουν περισσότερους πλήρεις κύκλους χωρίς σημαντική πτώση του μέγιστου φορτίου.

Ø Πειραματική διερεύνηση από τους:

Δ.Σαρηγιάννης, Π.Μ., , Προϊστάμενος Τμήματος Μελετών ΥΑΣΒΕ

Κ.Στυλιανίδης, Π.Μ., Λέκτορας Πολυτεχνικής Σχολής, Α.Π.Θ.

Κατασκευάστηκαν δύο πανομοιότυπα μονόροφα δίστυλα αμφίπακτα πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος. Υποβλήθησαν σε ανακυκλιζόμενη τέμνουσα. Ακολούθως, τα πλαίσια επισκευάστηκαν με πλήρωση των ορατών ρωγμών με ενέσεις εποξειδικής ρητίνης και επανυποβλήθησαν στο ίδιο πρόγραμμα φόρτισης.

Διαπιστώθηκαν τα εξής:

- α) Τα επισκευασμένα παρουσιάζουν την ίδια εικόνα με τα αρχικά.
- β) Οι περιοχές των πλαστικών αρθρώσεων των αρχικών πλαισίων έχουν ενισχυθεί με ρητινενέσεις με αποτέλεσμα τη μετατόπιση των πλαστικών αρθρώσεων στα επισκευασμένα.
- γ) Η αντοχή και η δυνατότητα απόσβεσης ενέργειας αποκαθίσταται σχεδόν στα προ της βλάβης επίπεδα.

Β' ΜΕΡΟΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Ένεση είναι η διαδικασία εισαγωγής στη μάζα μιας κατασκευής ενός υλικού από υγρή μορφή (το ιξώδες του ποικίλλει και εξαρτάται από την εργασία που θέλουμε να περατώσουμε) το οποίο στη συνέχεια στερεοποιείται και προσδίδει νέες μηχανικές ιδιότητες στο δομικό μέλος στο οποίο εφαρμόζεται. Η τεχνική αυτή απαντάται κυρίως στο φέροντα οργανισμό κατασκευών από σκυρόδεμα και στις τοιχοποιίες.

Η πλήρωση των ρωγμών με αυτό τον τρόπο συνίσταται για την προστασία κατά της διάβρωσης του οπλισμού, τη δημιουργία ανθεκτικής σύνδεσης τμημάτων σκυροδέματος και για τη στεγανοποίηση.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να έχει εκτιμηθεί η αιτία της ρηγμάτωσης και να έχει επιλεχθεί κατάλληλα η εποξειδική ρητίνη.

ΕΙΔΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

α) Υποστυλώματα

Οι ρητινενέσεις χρησιμοποιούνται για επισκευή υποστυλωμάτων με ελαφρές ρωγμές χωρίς να έχει βλάβες το σκυρόδεμα ή ο οπλισμός. Οι ρητινενέσεις είναι κατάλληλες για ρωγμές από 0.1 έως 5 mm. Τα επιστόμια έχουν απόσταση 20-100 cm. Όταν το σκυρόδεμα έχει πολύ μικρές βλάβες, απομακρύνεται το αποδιοργανωμένο τμήμα του, οι επιφάνειες εκτραχύνονται και η σκόνη καθαρίζεται.

β) Κόμβοι δοκών-υποστηλωμάτων

Εφαρμόζονται ρητινενέσεις για επισκευή κόμβων με ελαφριές-μέτριες ρωγμές χωρίς αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα ή οπλισμό, που έχει υποστεί λυγισμό.

γ) Πλάκες

Ρητινενέσεις εφαρμόζονται έτσι ώστε να ενωθούν δύο κομμάτια από σκυρόδεμα που έχουν διαχωριστεί στην περίπτωση που δεν είναι αποδιοργανωμένο και ο οπλισμός δεν έχει λυγίσει ή σπάσει.

δ) Τοιχώματα

Όταν ο λογιστικός έλεγχος αποδείξει ότι δε λείπει σίδηρο και υπό τον όρο ότι το άνοιγμα των ρηγματώσεων που έγιναν δεν ξεπερνάει τα 1-2 mm, είναι δυνατή η επισκευή του τοιχώματος με συστηματικές ενέσεις ρητινών υπό υψηλή πίεση.

ε) Τοιχοποιία

Στην τοιχοποιία χρησιμοποιούνται ρητινενέματα που εισάγονται υπό πίεση ή υπό κενό αέρος σε πολύ μικρές ρωγμές.

στ) Άλλη εφαρμογή

Ειδικά στις εργασίες στερέωσης μνημείων που έχουν ήδη μερικές εκατοντάδες χρόνων ζωής και επιδιώκεται περαιτέρω συνέχισή τους οι οργανικές ρητίνες κρίνονται λόγω του μικρού χρόνου εφαρμογής τους και της σύνθεσης τους ακατάλληλες μολονότι παρουσιάζουν ικανοποιητικές ιδιότητες ως προς τις αντοχές σε σύνθλιψη, συνάφεια ως προς τα αρχικά υλικά δόμησης, το μέτρο ελαστικότητας και τη συστολή ξήρανσης.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Γενικά οι ρητίνες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Θερμοπλαστικές - πολυβινυλικές, ακρυλικές.

β) Θερμοσκληρυντικές - εποξειδικές, πολυεστερικές.

Για τις ρητινενέσεις χρησιμοποιείται κυρίως η δεύτερη κατηγορία λόγω των εξαιρετικών συγκολλητικών και υγρομονωτικών ιδιοτήτων τους.

Χαρακτηριστικά των ρητινών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Είδη	Πυκνότητα (kg / m^3)	Συντ. θερμ. διαστολής $\times 10^{-6} / C$	Συντ. θερμ αγωγιμότητας W/mk	Μέτρο ελα- στικότητας 20 ° C (GPa)	Εφελκυστική αντοχή (MPa)
Εποξειδικές ρητίνες	1200-1400	55-90	0,15-0,40	2,10-5,50	40-85
Πολυεστέρες	1100-1400	50-100	0,15-0,20	1,30-4,50	45-85

Οι εποξειδικές κόλλες αποτελούνται από δύο συστατικά: την υγρή ρητίνη και το σκληρυντή. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία υλικών ανάλογα με το είδος των συστατικών, τη χημική δομή και το λόγο ανάμιξης. Πχ. για κόλλες εποξειδικής ρητίνης υπάρχουν περίπου 15 είδη ρητινών και 300 είδη σκληρυντών και απαιτείται προσοχή στην εκλογή της κατάλληλης κόλλας για κάθε τεχνική.

Γενικά οι ρητίνες έχουν:

Ø Καλά χαρακτηριστικά πρόσφυσης με το σκυρόδεμα και το χάλυβα.

Ø Μικρή η καθόλου μείωση της συνάφειας ως αποτέλεσμα του χρόνου και της έκθεσης σε υγρασία.

Ø Μικρή συρρίκνωση και ερπυσμό.

Ø Σε σχέση με το σκυρόδεμα έχουν αντοχή μεγαλύτερη κατά 5-10 φορές σε θλίψη και 2-6 φορές σε εφελκυσμό.

5) Η αντίδραση ανάμεσα στα δύο συστατικά -όπως όλες οι χημικές αντιδράσεις -επηρεάζεται

από τη θερμοκρασία. Για τους τύπου ρητινών που χρησιμοποιούνται για κατασκευαστικούς σκοπούς κανονική αντίδραση δεν μπορεί να γίνει σε θερμοκρασία μικρότερη από 10°C. Οι υψηλές θερμοκρασίες επιφέρουν δυσμενείς αλλοιώσεις. Η θερμότητα που αναπτύσσεται κατά την αντίδραση μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα όπως η συρρίκνωση του μίγματος. Επιπλέον, η αντοχή της ρητίνης μειώνεται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 50°C, που καλείται θερμοκρασία υαλώδους μεταπτώσεως και τελικά καίγεται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 250°C.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ø Αντλία παραγωγής κενού
- Ø Αντλία με δοχεία αποθήκευσης εποξειδικής ρητίνης
- Ø Πιεσόμετρο για τον έλεγχο της πίεσεως κατά την ένεση
- Ø Συσκευή ενέσεως με ελαστικό στο ακροφύσιο για να εμποδίζεται η διαρροή όταν η συσκευή εργάζεται υπό πίεση (Βλ. επόμενη φωτογραφία)



ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

- Τα υλικά και ο εξοπλισμός πρέπει να συνοδεύονται από το πιστοποιητικό του εργοστασίου παραγωγής όπου αναγράφονται τα ακόλουθα στοιχεία :
 - 1) Περιγραφή του προϊόντος
 - Ø τα συστατικά από τα οποία αποτελείται
 - Ø τις προδιαγραφές τις οποίες πληρεί
 - 2) Χρήσεις του προϊόντος, (δηλαδή τα είδη των εργασιών που γίνεται εφαρμογή)
 - 3) Φυσικά - Χημικά χαρακτηριστικά
 - Ø Χρώμα
 - Ø Ιξώδες
 - Ø Συνθήκες αποθήκευσης
 - Ø Πυκνότητα
 - Ø Λόγος ανάμιξης
 - Ø Συσκευασία: A + B (σε Kg)
 - Ø Συντελεστής γραμμικής διαστολής
 - 4) Μηχανικά χαρακτηριστικά
 - Ø Χρόνος εργασιμότητας (pot life)
 - Ø Χρόνος σκλήρυνσης (gel time)
 - Ø Αντοχή σε θλίψη
 - Ø Αντοχή σε κάμψη

- Ø Αντοχή σε εφελκυσμό
 - Ø Πρόσφυση στο σκυρόδεμα
 - Ø Μέτρο ελαστικότητας
 - 5) Οδηγίες για την εφαρμογή
 - 6) Ιδιαίτερες συστάσεις όσον αφορά:
 - Ø Το μέγιστο πάχος ρωγμής για έγχυση
 - Ø Την ελάχιστη ηλικία σκυροδέματος
 - 7) Οδηγίες για τον καθαρισμό του εξοπλισμού
 - 8) Εξασφάλιση της προστασίας του συνεργείου
 - 9) Εξασφάλιση της οικολογίας
- Πάνω σε κάθε δοχείο πρέπει να αναγράφεται το συστατικό (Α ή Β) που περιέχει, το καθαρό βάρος του και η θερμοκρασιακή περιοχή της χρήσης του.
 - Οι ποσότητες των συστατικών Α και Β πρέπει να είναι σε τέτοιες αναλογίες ώστε μαζί να σχηματίζουν μείγμα καθορισμένου βάρους τελικού συγκολλητικού υλικού.
 - Η τήρηση των συνιστώμενων αναλογιών μπορεί να εξασφαλίσει το επιθυμητό αποτέλεσμα.
 - Η ρητίνη θα πρέπει να έχει τέλεια συνάφεια και συγκολλητικότητα στο σκυρόδεμα, στην τοιχοποιία χωρίς μείωση της συγκολλητικότητας μετά από έκθεση σε υγρασία.
 - Τα δοχεία θα πρέπει να αποθηκεύονται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (σύμφωνα με τις οδηγίες). Μετά την αποθήκευση 3 μηνών το συστατικό Α πρέπει να ελέγχεται έναντι κρυστάλλωσης. Εάν τίθεται τέτοιο θέμα, πρέπει το δείγμα να υποστεί κατάλληλη θερμική επεξεργασία για να επανέλθει στην αρχική του μορφή.
 - Ο εξοπλισμός πρέπει να καθαρίζεται μετά από κάθε χρήση.
 - Πριν από κάθε εργασία πρέπει να ελέγχεται ότι η πίεση έγχυσης είναι σταθερή.
 - Οι ρητίνες που χρησιμοποιούνται για ενέσεις θα πρέπει να έχουν ρευστότητα κατάλληλη για το βάθος της ρωγμής.
 - Όχι πολύ χαμηλό μέτρο ελαστικότητας για να αποφεύγεται τοπική μείωση της ακαμψίας των στοιχείων.
 - Χαμηλή τιμή του ιξώδους.

ΠΙΘΑΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ

Εταιρείες παραγωγής: SIKA, ISOMAT, SINTECNO κ.λ.π.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

1) Καθαρισμός της ρωγμής

Λίπη, έλαια, μόρια σκόνης σκυροδέματος αποτρέπουν την εισχώρηση της ρητίνης και την επιθυμητή συγκόλληση. Αυτά τα υλικά είναι προτιμότερο να απομακρυνθούν με νερό ή κάποιο διαλυτικό μέσο και στη συνέχεια για να είναι τελείως καθαρισμένη η ρωγμή χρησιμοποιείται πεπιεσμένος αέρας.

2) Κάλυψη κατά μήκος της ρωγμής

Η επιφάνεια της ρωγμής θα πρέπει να σφραγιστεί με εποξειδική ρητίνη ταχείας σκλήρυνσης ή σφραγιστική μαστίχη, ώστε να αποφευχθεί η διαρροή της ρητίνης πριν αυτή σκληρυνθεί.

3) Άνοιγμα οπών

Διανοίγονται οπές κατά μήκος της ρωγμής για να τοποθετηθούν τα επιστόμια, που είναι ελαστικοί σωλήνες με διάμετρο 5-10 mm. Οι αποστάσεις των επιστομίων δεν είναι σταθερές. Εξαρτώνται από το πλάτος, το πάχος της ρωγμής και τη γεωμετρία του μέλους που επισκευάζεται. Οι αποστάσεις αυξάνονται όσο μικραίνει το πάχος και όσο μεγαλώνει το πλάτος. Επίσης εξαρτώνται από α) τη φύση και το ιξώδες του ενέματος, β) τη διάμετρο των επιστομίων, γ) την πίεση εισαγωγής του ενέματος. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί η πλήρωση του ρήγματος για τη δυσμενέστερη περίπτωση, όταν το ρήγμα είναι διαμπερές.

Για κατακόρυφες ρωγμές το ένεμα εισάγεται από τα χαμηλότερα σημεία μέχρις ότου να υπερχειλίσει από κάποιο υψηλότερο σημείο. Τότε σφραγίζεται ο χαμηλότερος σωληνίσκος και η διαδικασία επαναλαμβάνεται από το σημείο από το οποίο είχε υπερχειλίσει.

Εάν μετά την πάροδο ορισμένου χρόνου δεν παρατηρείται έξοδος υλικού από ανώτερη οπή, δημιουργείται νέα οπή χαμηλότερη εκείνης απ' όπου αναμένετο να τρέξει υλικό. Αν παρατηρηθεί διαρροή του υλικού από την περιοχή της ρωγμής πρέπει να χρησιμοποιηθεί πιο παχύρρευστο ένεμα που θα εισέρχεται από οπές σε μικρότερες αποστάσεις.

Για τις οριζόντιες ρωγμές η διαδικασία της ρητινένεσης γίνεται από τη μία άκρη της ρωγμής προς την άλλη κατά τον ίδιο τρόπο.

4) Ανάμιξη του συγκολλητικού μέσου

Χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι:

α) Τα συστατικά του συγκολλητικού μέσου προαναμιγνύονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με τη χρήση μηχανικού αναδευτήρα.

β) Χρήση συνεχούς συστήματος ανάμιξης. Τα δύο συστατικά περνούν από ακριβή μέτρηση και αναμιγνύονται στην αυτόματη κεφαλή ανάμιξης.

5) Εισαγωγή ρητίνης

Πραγματοποιείται με υδραυλικές αντλίες ή με "πιστόλια" που ενεργοποιούνται με τη βοήθεια αέρα. (πίεση 1MPa).

Πρέπει να επιλεγθεί με προσοχή η πίεση με την οποία θα εφαρμοστεί η ένεση. Αυξημένη πίεση συχνά δεν επιταχύνει ιδιαίτερα το ρυθμό της ροής. Μάλιστα, είναι γεγονός ότι η υπερβολική πίεση μπορεί να μεγαλώσει την υπάρχουσα ρωγμή προκαλώντας έτσι περαιτέρω διάνοιξη του ρήγματος. Επίσης, λόγω του ότι η μορφή της ρωγμής αλλάζει, η πίεση είναι απαραίτητο να μεταβάλλεται. Αυτό εξασφαλίζεται με ειδικά μηχανήματα ή ρυθμίζεται από ιδιαίτερα προσεκτικό, πεπειραμένο τεχνίτη. Να σημειωθεί ότι, η εισαγωγή της ρητίνης γίνεται έτσι ώστε να γεμίσει όλος ο κενός χώρος εκδιώκοντας ταυτόχρονα τον υπάρχοντα εγκλωβισμένο αέρα.

6) Απομακρύνεται η σφραγιστική ρητίνη με τη βοήθεια φλόγιστρου μετά από 24 ώρες και ακολουθεί στίλβωση κατά μήκος της ρωγμής. Όσον αφορά τους σωληνίσκους, αφαιρείται το προεξέχον τμήμα τους για λόγους αισθητικής.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- ❖ Η εφαρμογή των ενεμάτων χρειάζεται προσωπικό με εμπειρία, που λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του δομικού στοιχείου θα αποφασίσει για τον καλύτερο συνδυασμό των αποστάσεων των οπών, τη σύνθεση του ενέματος και την πίεση που απαιτείται για την ένεση σε κάθε περιοχή της κατασκευής.
- ❖ Σε υγρές ρωγμές μπορούν να γίνουν ενέσεις. Όμως αν υπάρχουν στη ρωγμή μολύνοντα υλικά, που περικλείουν νερό μειώνουν την αποτελεσματικότητα της τεχνικής.
- ❖ Η έγχυση της ρητίνης πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να γεμίσει ο χώρος, αφού μόνο με την τέλεια πλήρωση του ρήγματος αποκτώνται τα προσδοκώμενα ευεργετικά αποτελέσματα της μεθόδου.

- Ø Επειδή τα χαρακτηριστικά του υλικού μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου πρέπει η ένεση να γίνεται σε χρόνο μικρότερο από το χρόνο εργασίμου.
- Ø Είναι καλό η ανάμιξη να εκτελείται όσο πιο κοντά στη θέση που γίνεται η ρητινένεση (εξάντληση χρόνου εργασιμότητας).
- Ø Η ανάμιξη πρέπει να γίνει έτσι ώστε να μην δημιουργηθούν κενά αέρος στο μίγμα. Γι' αυτό θα πρέπει ο αναμικτήρας να έχει κατάλληλη ταχύτητα περιστροφής
- Ø Το συγκολλητικό υλικό πρέπει να εγχύνεται χωρίς να δημιουργούνται κενά αέρα. Γι' αυτό θα πρέπει κατά την ένεση το υλικό να φτάνει έως το τέλος της οπής και να κατευθύνεται το πιστόλι προς την έξοδο με αργό ρυθμό μετά από κάθε πάτημα της σκανδάλης.
- Ø Εφαρμογή πολύ υψηλής πίεσης μπορεί να οδηγήσει σε αποκόλληση του υλικού σφράγισης, ή διάρρηξη του ρήγματος, ή μπλοκάρισμα του υλικού από κόκκους αδρανών οπότε δεν γίνεται σωστή συγκόλληση των επιφανειών της ρωγμής.
- Ø Γίνεται εκτίμηση ότι η εργασία έχει περατωθεί σωστά με λήψη πυρήνων από επιλεγμένες θέσεις που περιλαμβάνουν επισκευασμένες ρωγμές. Στην πυρηνοληψία γίνεται λεπτομερής αναφορά στο Α' μέρος.
- Ø Επισταμένη οπτική παρατήρηση κατά τη διάρκεια της εργασίας. Κυρίως ελέγχεται αν η ρητίνη υπερχειλίζει διαδοχικά από επιστόμιο σε επιστόμιο. Το θέμα αυτό έχει προσεγγιστεί αναλυτικά στο Α' μέρος.

ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Πριν ξεκινήσει η εργασία, οι εργαζόμενοι θα πρέπει να επαλείψουν το δέρμα τους με κάποιο ειδικό προϊόν για να το προστατεύσουν. Επίσης θα πρέπει να έχουν ειδική ενδυμασία και να φορέσουν γάντια και γυαλιά. Επομένως για την καλύτερη προστασία των εργαζομένων οι υπεύθυνοι οφείλουν να χορηγούν τα κατάλληλα μέσα ατομικής προστασίας αλλά και οι εργαζόμενοι υποχρεούνται να τα χρησιμοποιούν. Οι ανασφαλείς συνθήκες εργασίας μπορεί, σε περίπτωση ελέγχου από επιθεωρητές εργασίας, να οδηγήσουν σε επιβολή κυρώσεων.

Για την προστασία του περιβάλλοντος, θα πρέπει να ληφθούν τα εξής μέτρα:

- α) Τα συστατικά Α και Β, δεν θα πρέπει να απορρίπτονται στο υπέδαφος σε υγρή μορφή.
- β) Να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες που δίνονται από τον κατασκευαστή, διότι ο βαθμός τοξικότητας διαφέρει από προϊόν σε προϊόν.

Μετά το τέλος της εργασίας, ο καθαρισμός του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε θα πρέπει να γίνεται με ειδικά διαλυτικά μέσα με μη βλαπτικές ιδιότητες για τον άνθρωπο ή το περιβάλλον.

Πρέπει να τονιστεί ότι όλα τα στοιχεία που επισκευάζονται με ρητινενέσεις πρέπει να προστατεύονται από τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και ειδικά από τη φωτιά.

ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η επιμέτρηση γίνεται ανά τρέχον μέτρο ρωγμής.

Μετρίεται το μήκος της ρωγμής που επισκευάζονται και πολλαπλασιάζεται με το κόστος εργατικών-υλικών ανά μέτρο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Rybicki: **Βλάβες Δομικών Έργων-Ανάλυση και Βελτίωση.**
Τόμος 1^{ος} Εκδότης Μ.Γκιούρδας
2. Rybicki: **Βλάβες Δομικών Έργων-Κατασκευές Οπλισμένου Μπετόν**
Τόμος 2^{ος} Εκδότης Μ.Γκιούρδας
3. **CONCRETE REPAIR MANUAL** Second Edition A.C.I. International
4. **Concrete Structures: Materials, Maintenance and Repair**
Denison Campbell-Allen and Harold Roper
5. **UNIDO** (United Nations Industrial Development Organisation)
Volume 5 Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Masonry Buildings
6. **BULLETIN D' INFORMATION No 162**
Assessment of Concrete Structures and Design Procedures for Upgrading (Redesign)
7. Mays, G. C. and Hutchinson, A. R. (1992). **Adhesives in Civil Engineering**
Cambridge University Press
8. **ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ / ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**
Σ. Η. Δρίτσος ΠΑΤΡΑ 2003
9. **ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**
Θ. Χ. Τριανταφύλλου ΠΑΤΡΑ 1997
10. "Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις" Α' μέρος
Απρίλιος 2001
11. "Συστάσεις για τις Επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό"
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
12. Από Συνέδριο 1984 "Σεισμοί και κατασκευές"
13. **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΚΩΝ Ο/Σ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕ ΡΗΤΙΝΕΣ ΥΠΟ ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ**
Εργαστήριο Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος ΠΣ/ΔΠΘ
Χρ.Οικονόμου, Καθ.
Χρ.Καραγιάννη, Επικ.Καθ,
Κ.Σίδερη, Πολ. Μηχ.
14. **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕ ΡΗΤΙΝΕΣ ΠΛΑΙΣΙΩΝ Ο/Σ ΣΕ ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗ ΤΕΜΝΟΥΣΑ**
Δ.Σαρηγιάννης, Π.Μ., Προϊστάμενος Τμήματος Μελετών ΥΑΣΒΕ
Κ.Στυλιανίδης, Π.Μ., Λέκτορας Πολυτεχνικής Σχολής, Α.Π.Θ.

15. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΟΜΒΩΝ Ο/Σ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕ ΡΗΤΙΝΕΣ

Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος ΠΣ/ΔΠΘ

Χ.Καραγιάννης, Αναπλ. Καθηγητής

Κ.Χαλιορής, Πολ. Μηχ., υποψ. διδάκτωρ

Κ.Σίδερης, Πολ. Μηχ., υποψ. διδάκτωρ

Χ.Οικονόμου, Καθηγητής

16. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

"Κατευθυντήριες προδιαγραφές και οδηγίες για επισκευές κτιρίων με βλάβες από σεισμό" (1978)

17. Θεσμικό πλαίσιο επεμβάσεων σε περίπτωση σεισμών

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ-ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

(Δημοσθένης Σαρηγιάννης)

18. Αποκατάσταση βλαβών σε κτίρια

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ -ΤΜΗΜΑ Κ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ