

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

ΣΑΠΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την ενίσχυση των υποστυλωμάτων. Γνωρίζοντας ότι αποτελούν τα σημαντικότερα μέλη μιας κατασκευής, προσπαθούμε να πετυχαίνουμε συστήματα, με ισχυρά υποστυλώματα. Αρχικά αναφέρονται οι βλάβες αυτών των στοιχείων και οι βαθμοί τους. Στη συνέχεια γίνεται μία προσπάθεια παρουσίασης των μεθόδων ενίσχυσης και επισκευής των υποστυλωμάτων, καθώς και των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Στόχος της εργασίας είναι η σύγκριση των πλέον εφαρμόσιμων, κατά τη γνώμη μας, τεχνικών ενίσχυσης-επισκευής των υποστυλωμάτων.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα υποστυλώματα είναι τα κρισιμότερα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος. Αυτό τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι, βάσει του αντισεισμικού σχεδιασμού, σε μια κατασκευή που έχει υποστεί σοβαρές βλάβες, τα υποστυλώματα θα συνεχίζουν να μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία και η κατασκευή δε θα καταρρεύσει. Οι βλάβες που προκαλούνται στα υποστυλώματα, μπορεί να οφείλονται σε: σεισμό, ισχυρούς ανέμους, πυρκαγιά, περιβαλλοντικές επιδράσεις ή κατασκευαστικές ατέλειες. Ο χαρακτήρας τους μπορεί να είναι καμπτικός (η βλάβη έχει τη μορφή οριζόντιας καμπτικής ρωγμής και εμφανίζεται συνήθως στη κορυφή και στη βάση των υποστυλωμάτων), διατμητικός (εδώ οι βλάβες, ψαθυρού τύπου, έχουν χιαστή μορφή και εμφανίζονται συνήθως στη μέση) και καμπτοδιατμητικός (η βλάβη εκδηλώνεται με εγκάρσια διόγκωση του σκυροδέματος, διαρροή ή θραύση των συνδετήρων και λυγισμό των διαμήκων ράβδων). Συνεπώς, ο σκοπός των επεμβάσεων πρέπει να είναι η αύξηση της καμπτικής και διατμητικής αντοχής καθώς και της πλαστιμότητας του μέλους. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικοί τρόποι επέμβασης σε βλαμμένα υποστυλώματα.

2.ΤΥΠΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ ΒΛΑΒΩΝ

Οι τυπικοί βαθμοί βλάβης σε υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος είναι:

A)Απλή ρηγμάτωση

Το πάχος της ρωγμής κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 3 mm.Αποκαθίστανται με χρήση εποξειδικών ρητινών, μανδύα σκυροδέματος ή σύνθετου υλικού.

B)Μερική αποδιοργάνωση σκυροδέματος Οι βλάβες αυτού του βαθμού αποκαθίστανται με μερική καθαίρεση του βλαμμένου

σκυροδέματος και αντικατάσταση αυτού με νέο, ενίσχυση με νέους οπλισμούς, επικόλληση χαλύβδινων ελασμάτων, χρήση μανδύα σκυροδέματος ή σύνθετου υλικού.

Γ)Πλήρης αποδιοργάνωση σκυροδέματος Στη περίπτωση αυτή προκαλείται διακοπή της συνέχειας και βλάβη του οπλισμού.

Αποκαθίστανται με πλήρη επισκευή ή αντικατάσταση ολόκληρου του στοιχείου.

3.ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

3.1.ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ(FRP)

Η ενίσχυση με σύνθετα υλικά γίνεται με επικόλληση αυτών στην εξωτερική επιφάνεια των υποστυλωμάτων που έχουν υποστεί βλάβες. Τα υλικά αυτά, FRP ή ΙΟΠ(Ινοπλισμένα Πολυμερή ή Σύνθετα Υλικά), αποτελούνται από οργανικές ή ανόργανες ίνες υψηλής εφελκυστικής αντοχής εμποτισμένες με θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη. +ια τη σύνθεση των σύνθετων υλικών με το βλαμμένο μέλος χρησιμοποιούνται εποξειδικές κόλλες. Οι συνήθεις τύποι ινών είναι από γυαλί(GFRP), άνθρακα(CFRP) ή αραμίδιο(AFRP) και τοποθετούνται σε μία ή δύο διευθύνσεις. Διατίθενται στην αγορά είτε σε μορφή φύλλου-υφάσματος είτε σε μορφή ελάσματος λωρίδας(τα υφάσματα είναι πιο διαδεδομένα γιατί η εφαρμογή τους είναι πιο εύκολη). +ια την ευκολότερη εφαρμογή τους διατίθενται ακόμη προκατασκευασμένοι μανδύες από FRP και εκτοξευόμενο ή ψεκαζόμενο FRP.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

- η αύξηση της καμπτικής αντοχής του υποστυλώματος(για την οποία οι ίνες τοποθετούνται σε κατακόρυφη διεύθυνση) και της διατμητικής αντοχής (οι ίνες εδώ τοποθετούνται σε οριζόντια διεύθυνση)
- η μεγάλη εφελκυστική αντοχή ιδιαίτερα στη διεύθυνση των ινών(πολλαπλάσια αυτής του χάλυβα)
- το χαμηλό βάρος τους(1/4 με 1/5 του χάλυβα)
- το μικρό πάχος(τάξης mm), συνεπώς δεν αυξάνουν τη μορφή και τις διαστάσεις των υποστυλωμάτων -η ανθεκτικότητα σε διάβρωση
- η διαθεσιμότητά τους σε μεγάλα μήκη και η μεγάλη ευκαμψία τους που τα καθιστά ιδανικά για εύκολη και ταχύτατη εφαρμογή ακόμα και σε τμήματα με δύσκολη πρόσβαση

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- ότι μπορούν να παραλάβουν φορτία μόνο κατά τη διεύθυνση των ινών τους -η έλλειψη πλαστιμότητας
- το ιδιαίτερα μεγάλο κόστος(ειδικά το CFRP), περίπου εννιά φορές μεγαλύτερο από το κόστος του Fe360
- η κακή συμπεριφορά της ρητίνης.



Σχήμα 1: FRP

3.2.ΙΝΟΠΛΕΓΜΑΤΑ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΜΗΤΡΑΣ (IAM)

Το υλικό αυτό αποτελείται από ινοπλέγματα(δύο ή περισσότερων διαστάσεων) σύνθετων υλικών σε μήτρα εξαιρετικά λεπτόκοκκου σκυροδέματος(ή κονιάματος). Το υλικό της μήτρας απαιτείται να διεισδύσει στο πλέγμα ινών προκειμένου να επιτευχθούν καλές συνθήκες συνάφειας μεταξύ τους. Τα υλικά των ινών είναι κυρίως από γυαλί, άνθρακα, αραμίδιο και βασάλτη.

Τα πλεονεκτήματά τους είναι η αύξηση της αντοχής και της παραμορφωσιμότητας, ενώ παρουσιάζουν προβλήματα ως προς τον εμποτισμό της κάθε ίνας ξεχωριστά από το μητρικό υλικό και ως προς τη διείσδυση του υλικού αυτού στο πλέγμα.



Σχήμα 2 (α,β,γ): Στάδια εφαρμογής IAM

3.3.ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΛΑΣΜΑΤΑ

Τα μεταλλικά ελάσματα χρησιμοποιούνται για την αύξηση αντοχής σε κάμψη και τέμνουσα, με περίσφιξη. Μία μέθοδος μεταλλικών ελασμάτων θεωρούνται τα κατακόρυφα γωνιακά ελάσματα με λάμες. Σε αυτή τη μέθοδο τοποθετούνται τέσσερα γωνιακά στις γωνίες του βλαμμένου υποστυλώματος σε όλο του το ύψος. Έξω από τα γωνιακά αυτά, ανά συγκεκριμένες αποστάσεις, τοποθετούνται ζευγάρια από εγκάρσιες λάμες περιμετρικά του υποστυλώματος.



Σχήμα 3: Μεταλλικά ελάσματα

3.4.ΡΗΤΙΝΕΝΕΣΕΙΣ

Συνιστώνται για την επανάκτηση της φέρουσας ικανότητας και της ακαμψίας ρηγματωμένων φορέων, για την προστασία του οπλισμού από τη διάβρωση και για τη δημιουργία ανθεκτικής σύνδεσης τμημάτων σκυροδέματος.

Τα βασικά πλεονεκτήματά τους είναι ότι:

-Η πρόσφυση με το σκυρόδεμα και το χάλυβα είναι υψηλή - παρουσιάζουν μικρή συστολή ξήρανσης και μικρό βαθμό ερπυσμού

-Επιτρέπουν την εισχώρηση σε όλο το βάθος της ρωγμής λόγω του χαμηλού ιξώδους τους - έχουν εξαιρετική ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικές προσβολές -διατηρούν τη συνάφεια με την πάροδο του χρόνου και -δεν επηρεάζουν τις διαστάσεις των στοιχείων προς εφαρμογή.

Βασικό τους μειονέκτημα είναι τα προβλήματα που παρουσιάζει η ρητίνη(κακή συμπεριφορά σε υψηλές θερμοκρασίες και το υψηλό της κόστος).

Να σημειωθεί ότι απαιτείται η κατάλληλη επιλογή εποξειδικής ρητίνης για κάθε περίπτωση.

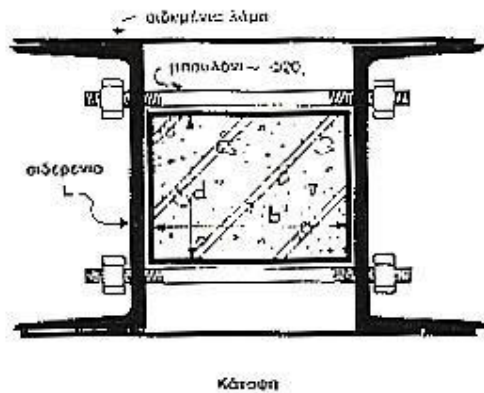


Σχήμα 4: Ρητινένηση

3.5.ΜΟΡΦΟΣΙΔΕΡΑ

Η ενίσχυση με μορφοσίδερα οδηγεί σε αύξηση της ακαμψίας του υποστυλώματος οπότε πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίπτωσή της στην αντισεισμική συμπεριφορά του όλου κτιρίου.

Η διαδικασία προβλέπει την τοποθέτηση δύο διατομών μορφής [εκατέρωθεν του υποστυλώματος που πρέπει να σφηνωθούν στο δάπεδο και την οροφή. Το ύψος των μορφοσίδερων πρέπει να είναι μεγαλύτερο από την πλευρά της διατομής του υποστυλώματος, με την οποία έρχεται σε επαφή. Αυτό συμβαίνει για να υπάρχει αρκετός χώρος για την τοποθέτηση δύο μπουλονιών, που δημιουργούν ισχυρή τριβή μεταξύ των σιδηρών ελασμάτων και του σκυροδέματος. Το σύνολο μπορεί να σκυροδετηθεί οπότε θα αποτελέσει μια σύμμικτη διατομή.



Σχήμα 5: Διάταξη μορφοσίδερου

3.6.ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΣΕ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

Τα τοιχώματα αυτά προστίθενται με στόχο την αύξηση της πλαστιμότητας της κατασκευής, με ταυτόχρονη μικρή αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας της. Τοποθετούνται σε γωνιακά υποστυλώματα σε δύο διευθύνσεις ή σε εσωτερικά υποστυλώματα κατά μία διεύθυνση. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιείται έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, ή ακόμη και προκατασκευασμένα στοιχεία.



Σχήμα 6: Πλευρικά τοιχώματα

3.7.ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΜΑΝΔΥΕΣ

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη συγκόλληση μεταλλικών πλακών(συνήθως δύο ελάσματα διατομής Π εκατέρωθεν του στύλου), γύρω από την υπάρχουσα κολώνα, με εποξειδική ρητίνη. Ουσιαστικά πρόκειται για έναν εγκιβωτισμό.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι:

-Η αποτροπή αποφλοιώσης της επικάλυψης του σκυροδέματος -η ανάπτυξη πλευρικής στήριξης στον διαμήκη οπλισμό -η αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας του σκυροδέματος.

Τα μειονεκτήματα της τεχνικής είναι:

-Η ευπάθεια του χάλυβα σε διαβρωτικό περιβάλλον -η δυσκολία στη σωστή πλήρωση του κενού μεταξύ σκυροδέματος και μεταλλικών πλακών με ρητίνη ή τσιμεντοκονίαμα.

3.8.ΜΑΝΔΥΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος αυτή αυξάνει τη διατομή του υποστυλώματος με νέο σκυρόδεμα και νέους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς.

Διακρίνουμε τους μανδύες βάσει:

-της έκτασής τους στο μήκος του υποστυλώματος, σε ολικούς(σε όλο το μήκος του υποστυλώματος) και σε τοπικούς(σε τμήμα του μήκους του υποστυλώματος).

-του βαθμού περιβολής του υποστυλώματος, σε κλειστούς(εξ' ολοκλήρου περιβολή, συνήθως όταν έχουμε πλήρη αποδιοργάνωση του υποστυλώματος) και σε ανοιχτούς(τμηματική περιβολή, όταν δε μπορεί να γίνει πλήρης).

-του τρόπου κατασκευής τους σε:

α. μανδύες από έγχυτο σκυρόδεμα, στους οποίους απαιτείται ξυλότυπος και μικρό μέγεθος αδρανών.

β. μανδύες από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, στους οποίους δεν απαιτείται ξυλότυπος συνεπώς ιδανικό για δυσπρόσιτες θέσεις.

γ. μανδύες από σκυροτσιμεντόπηγμα, στους οποίους η παρουσία πυκνών οπλισμών δεν εμποδίζει τη σκυροδέτηση.

δ. μανδύες από ειδικά σκυροδέματα ή τσιμενοκονιάματα, ιδανικοί όταν υπάρχει η απαίτηση μικρού μανδύα.

Να σημειωθεί ότι ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στη συνέχεια του μανδύα στους εκατέρωθεν κόμβους και πέρα από αυτούς, όπως και στην περίπτωση κατώτατου ορόφου να περιβάλλονται τα πέδιλα με αυτόν.

Τα πλεονεκτήματα των μανδύων είναι:

-η αύξηση της καμπτικής και διατμητικής αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας -η βελτίωση της αγκύρωσης και της συνέχειας του οπλισμού -η αύξηση της ανθεκτικότητας, αφού αυξάνει το βαθμό πυροπροστασίας και προστατεύει τον οπλισμό από περαιτέρω διάβρωση των παλιών οπλισμών

-η καλή συμπεριφορά τους σε τυχηματικές και επαναλαμβανόμενες φορτίσεις Τα μειονεκτήματα των μανδύων είναι:

-η όχληση που προκαλείται στον χώρο των επισκευών λόγω του θορύβου και της σκόνης -η αύξηση των διαστάσεων της διατομής του υποστυλώματος η οποία οδηγεί σε μείωση του ωφέλιμου χώρου και σε ασυμμετρία δυσκαμψίας στο κτίριο -η διαπερατότητά τους από στοιχεία που προκαλούν οξειδωση

-η δυσκολία σκυροδέτησης στην κορυφή του υποστυλώματος για το έγχυτο σκυρόδεμα και η δυσκολία σωστής παρασκευής και εφαρμογής του εκτοξευόμενου.

3.9.ΠΡΟΣΘΕΤΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΣΕ ΕΓΚΟΠΕΣ(ΠΟΕ)

Η τεχνική της χρήσης πρόσθετου οπλισμού σε επιφανειακές εγκοπές περιλαμβάνει τη διάνοιξη επιφανειακών εγκοπών επί της διαθέσιμης επικάλυψης σκυροδέματος και την επικόλληση ράβδων οπλισμού μέσω ενός κατάλληλου συγκολλητικού υλικού(εποξειδική ρητίνη ή τσιμεντοειδές κονίαμα).

Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι ότι: -εξασφαλίζονται καλύτερες συνθήκες συνάφειας για τους ΠΟΕ

-είναι δυνατόν να αγκυρώνονται εύκολα σε γειτονικά μέλη(π.χ. κόμβους), πέραν της κρίσιμης διατομής μέγιστης ροπής -είναι δυνατόν να προενταθούν σχετικά εύκολα

-προφυλάσσονται έναντι φωτιάς, μηχανικής βλάβης ή τυχηματικής σύγκρουσης -δεν επηρεάζουν την αισθητική της κατασκευής αφού ενσωματώνονται στα ενισχυόμενα μέλη.

Να σημειωθεί ότι η χρήση των ΠΟΕ προϋποθέτει επαρκή επικάλυψη σκυροδέματος για τη δημιουργία των κατάλληλων εγκοπών.

Επισημαίνεται ότι οι οπλισμοί των ΠΟΕ μπορεί να είναι σύνθετα υλικά.



Σχήμα 7: ΠΟΕ

3.10.ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΚΛΩΒΟΙ

Ο μεταλλικός κλωβός είναι ένας τρόπος επιβολής της περίσφιγξης. Συνίσταται από τέσσερα κατακόρυφα γωνιακά στις γωνίες του βλαμμένου υποστυλώματος και οριζόντιες μεταλλικές λάμες, οι οποίες συγκολλούνται πάνω στα γωνιακά για την περίσφιγξή τους. Τα κενά μεταξύ των γωνιακών και του σκυροδέματος καλύπτονται με ένα μη συρρικνούμενο κονίαμα ή εποξειδική κόλλα. Η τεχνική του μεταλλικού κλωβού ενδείκνυται ως προσωρινή λύση για άμεση ανάληψη κατακόρυφων φορτίων σε περιπτώσεις βλαβών υποστυλωμάτων που αδυνατούν να μεταφέρουν τα αξονικά τους φορτία.

4.ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

4.1. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ

Σε αύξηση της αντοχής του υποστυλώματος οδηγούν οι μεταλλικοί μανδύες, τα μεταλλικά ελάσματα(αύξηση αντοχής σε κάμψη και τέμνουσα), οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος(συγκεκριμένα της καμπτικής και της διατμητικής), τα FRP(συγκεκριμένα της καμπτικής, της διατμητικής και της εφελκυστικής που είναι πολλαπλάσια αυτής του χάλυβα) και τα IAM. Ενώ τα πλευρικά τοιχώματα οδηγούν σε μικρή αύξηση της αντοχής.

4.2. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ

Το κόστος των FRP και IAM, λόγω των υλικών από τα οποία αποτελούνται και της νεότητάς τους ως εφαρμογές, είναι αισθητά υψηλό.

4.3. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ

Σε αύξηση της πλαστιμότητας συντελούν τα IAM και οι μεταλλικοί μανδύες, ενώ η χρήση των FRP τη μειώνει.

Σε επανάκτηση της δυσκαμψίας συντελούν οι ρητινένεσεις και τα μορφοσίδερα.

Σε ταυτόχρονη αύξηση της πλαστιμότητας και της δυσκαμψίας συντελούν οι μανδύες ο.σ. και τα πλευρικά τοιχώματα.

4.5. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Σε υψηλές θερμοκρασίες τα ΠΟΕ παρουσιάζουν καλή συμπεριφορά, ενώ η ρητίνη(συστατικό των ρητινένεσεων και των FRP) παρουσιάζει προβλήματα.

Σε περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως η διάβρωση, τα FRP καθώς και οι ρητινένεσεις είναι ανθεκτικά, ενώ προβλήματα μπορεί να παρουσιαστούν με τη χρήση μεταλλικών μανδύων και μανδύων ο.σ.

4.6. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΥΚΟΛΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Τα FRP εφαρμόζονται σχετικά εύκολα, ενώ πιο δύσκολα εφαρμόζονται τα IAM(λόγω δυσκολίας διεύθυνσης του μητρικού υλικού στο πλέγμα και δυσκολίας εμποτισμού κάθε ίνας από αυτό), οι μεταλλικοί μανδύες(λόγω του κενού μεταξύ του μανδύα και της παλιάς στρώσης) και οι μανδύες ο.σ.(λόγω της χρήσης έγχυτου-εκτοξευόμενου).

4.7. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΣΥΝΑΦΕΙΑ

Σε όλες τις εφαρμογές ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη συνεργασία παλιάς και νέας επιφάνειας(με εκτράχυνση, λείανση και καθαρισμό της παλιάς επιφάνειας).

Στην εφαρμογή των ΠΟΕ παρατηρείται καλή συνάφεια. Με τις ρητινένεσεις εξασφαλίζεται η διατήρηση της αρχικής συνάφειας.

4.8. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΒΑΡΟΣ

Τα FRP έχουν το χαμηλότερο βάρος. Αυτό τα καθιστά εύκολα στη μεταφορά τους και δεν προσθέτει επιπλέον φορτίο στην κατασκευή.

4.9. ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΦΕΛΙΜΟ ΧΩΡΟ

Οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων επηρεάζονται σημαντικά με τη χρήση μανδύων ο.σ. συνεπώς ο ωφέλιμος χώρος της κατασκευής να μειώνεται. Μικρότερη επίδραση έχουν οι εφαρμογές μεταλλικών μανδύων, μεταλλικών ελασμάτων και IAM, ενώ τα ΠΟΕ, FRP,

ρητινενέσεις και πλευρικά τοιχώματα δεν επηρεάζουν.

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν είναι δυνατόν να ξεχωρίσουμε κάποια από τις παραπάνω μεθόδους. Ανάλογα με τις απαιτήσεις της προς ενίσχυσης κατασκευής, ο εκάστοτε μηχανικός καλείται να επιλέξει την πλέον κατάλληλη μέθοδο, λαμβάνοντας υπόψη του όλους τους τεχνοοικονομικούς παράγοντες. Η επιτυχής εφαρμογή των εκάστοτε μεθόδων εξαρτάται από την τήρηση των προδιαγραφών.

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]Ενισχύσεις κατασκευών ο.σ. και φ.τ. με σύνθετα υλικά

Θ. Τριανταφύλλου (www.eclass.upatras.gr)

[2]Ενισχύσεις-Επισκευές κατασκευών ο.σ.

Στέφανος Η. Δρίτσος

[3]5^ο φοιτητικό συνέδριο «Επισκευές Κατασκευών-99» Εργασία: Συνήθεις βλάβες και επισκευές φερόντων στοιχείων

[4]6^ο φοιτητικό συνέδριο «Επισκευές Κατασκευών-00» Εργασία Νο2 Βλάβες από σεισμό και τρόποι επέμβασης σε κατασκευές από ο.σ.

[5]www.domiki.gr

[6]www.episkeves.civil.upatras.gr

