

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διδάσκων Καθηγητής
Γιάννακας Νικόλαος
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Κεφάλαιο 1

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

- Ποιες κατασκευές έχουν προτεραιότητα να ενισχυθούν, και πώς θα προσδιοριστούν σε μεμονωμένη βάση;
- Μπορούν (ή αξίζει τον κόπο) να ενισχυθούν και μέχρι ποιο σημείο; Μήπως η λύση της κατεδάφισης και ανακατασκευής είναι προτιμότερη;
- Τι μέσα (υλικά, μέθοδοι, τεχνικές) διατίθενται για να επέμβει κανείς και κάτω από ποιες προδιαγραφές αυτά εφαρμόζονται;
- Ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος ενίσχυσης ενός δεδομένου κτιρίου;
- Ποιο είναι το υπολογιστικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο στο μηχανικό για να τεκμηριώσει τις επιλογές του, και ποιες οι διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου των εργασιών;

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Τρία κύρια στάδια που απαιτείται για τον ανασχεδιασμό μιας υφιστάμενης κατασκευής:

Το πρώτο είναι η **αποτίμηση** :

- η εξέταση της υπάρχουσας κατάστασης,
- η τεκμηρίωση του υφιστάμενου φορέα
- η αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας της κατασκευής.

Το δεύτερο αφορά τη διαδικασία για τη **λήψη της απόφασης** :

- την εξέταση πιθανών σχημάτων επέμβασης
- την επιλογή λύσης

Το τρίτο αφορά τον **σχεδιασμό της λύσης**

- περιλαμβάνει την διαστασιολόγηση των μελών του επισκευασμένου /ενισχυμένου φορέα
- την τεχνική περιγραφή των προβλεπόμενων εργασιών
- το κόστος της λύσης

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

Το **πρώτο στάδιο** περιλαμβάνει την αποτύπωση του φέροντα οργανισμού, την καταγραφή των βλαβών, καθώς και την εκτίμηση των συντοριακών συνθηκών, των κατακόρυφων φορτίων και των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών της κατασκευής.

Το **δεύτερο στάδιο** που αφορά την λήψη απόφασης για την επέμβαση επειδή σ' αυτό το στάδιο εμπλέκεται ένα πλήθος παραγόντων που δεν είναι εύκολο να ποσοτικοποιηθούν.

Αξιολόγηση παράμετρων που μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση και είναι **τρεις κρίσιμες δυνατές επιλογές:**

- επισκευή της κατασκευής (αν υπάρχουν βλάβες) ή καμία επέμβαση
- ενίσχυση της κατασκευής
- κατεδάφιση της κατασκευής και ανέγερση νέας

Ως **επισκευή** ορίζεται η διαδικασία επέμβασης σε μία κατασκευή με βλάβες, η οποία αποκαθιστά τα προ της βλάβης χαρακτηριστικά των στοιχείων της και επαναφέρει την κατασκευή στην αρχική της κατάσταση.

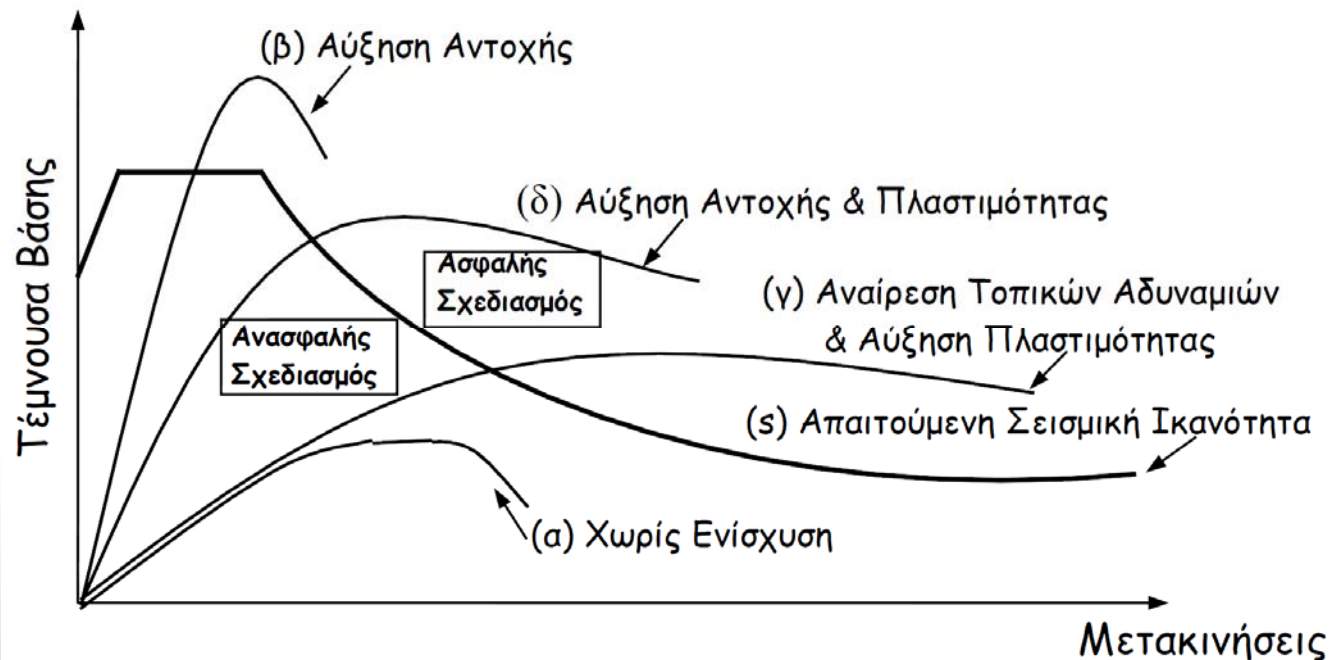
Ως **ενίσχυση** ορίζεται η διαδικασία επέμβασης, σε μία κατασκευή, με ή χωρίς βλάβες, η οποία επαυξάνει τη φέρουσα ικανότητα του φορέα σε επίπεδο υψηλότερο από αυτό του αρχικού του σχεδιασμού.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ

Η απαιτούμενη σεισμική ικανότητα μιας κατασκευής, θεωρούμενης ως μονοβάθμιου ταλαντωτή, μπορεί να αναπαρασταθεί σε ένα διάγραμμα τέμνουσας βάσης-μετακινήσεων από μια καμπύλη ίδιας μορφής με αυτήν των φασμάτων όπως είναι η καμπύλη s . Μπορούμε να επιλέξουμε μία ασφαλή λύση ενίσχυσης της κατασκευής

- αυξάνοντας την αντοχή και τη δυσκαμψία της
- αναιρώντας πρώιμους τρόπους αστοχίας και αυξάνοντας την ικανότητά της για μεγάλες ανελαστικές παραμορφώσεις.



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

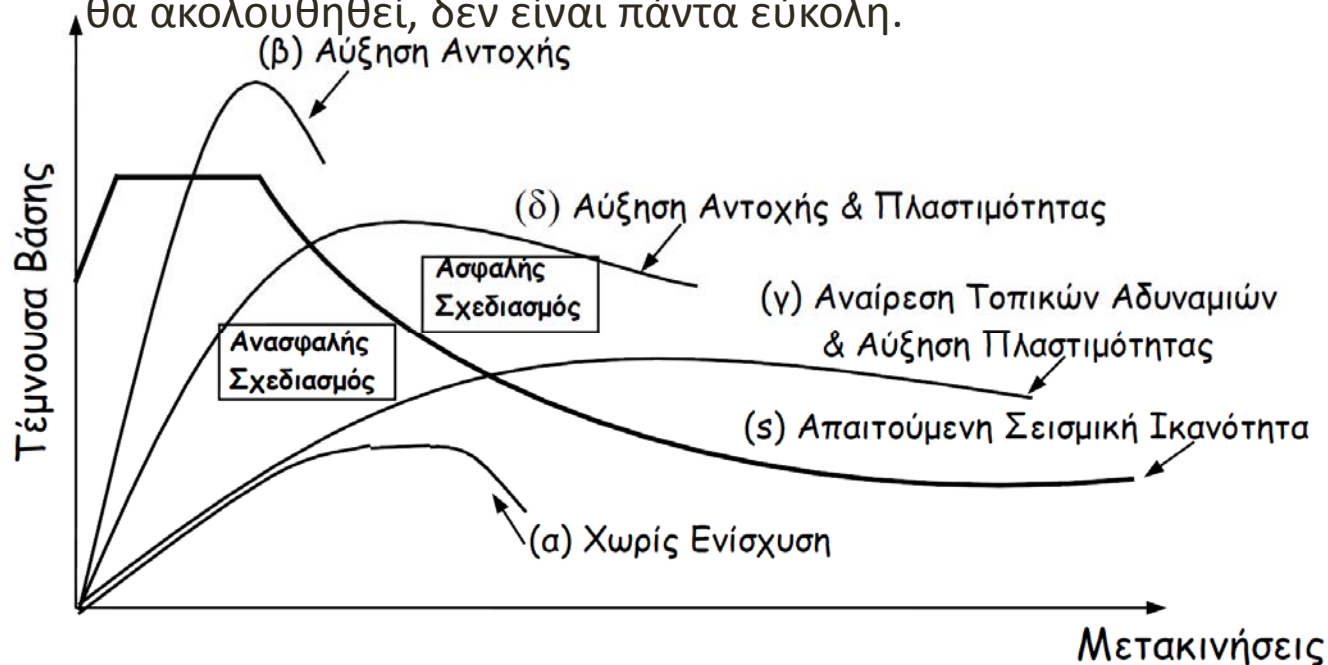
Η καμπύλη (α) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής πριν την ενίσχυση.

Η καμπύλη (β) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν επιτυγχάνεται η αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής του φορέα.

Η καμπύλη (γ) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν αναιρούνται πρώιμοι τρόποι αστοχίας και αυξάνεται η πλαστιμότητα του φορέα.

Η καμπύλη (δ) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν συγχρόνως επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας του φορέα.

Η επιλογή της καταλληλότερης στρατηγικής ενίσχυσης καθώς και της μεθόδου που θα ακολουθηθεί, δεν είναι πάντα εύκολη.



Πίν. 2.1 Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

Πιθανότητα υπερβάσης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	«Περιορισμένες βλάβες»	«Σημαντικές βλάβες»	«Οιονεί κατάρρευση»
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

2.2.2 Στάθμες επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού

Οι στάθμες επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού ορίζονται συναρτήσει του βαθμού βλάβης ως εξής, ειδικώς για τις ανάγκες του παρόντος Κανονισμού:

- α.** «Περιορισμένες βλάβες» (A): Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες, με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικό βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες.
- β.** «Σημαντικές βλάβες» (B): Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομένουσα αντοχή και δυσκαμψία και είναι σε θέση να παραλάβουν τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους. Ο φέρων οργανισμός μπορεί να αντέξει μετασεισμούς μέτριας έντασης.

ΚΑΝ.ΕΠΕ.

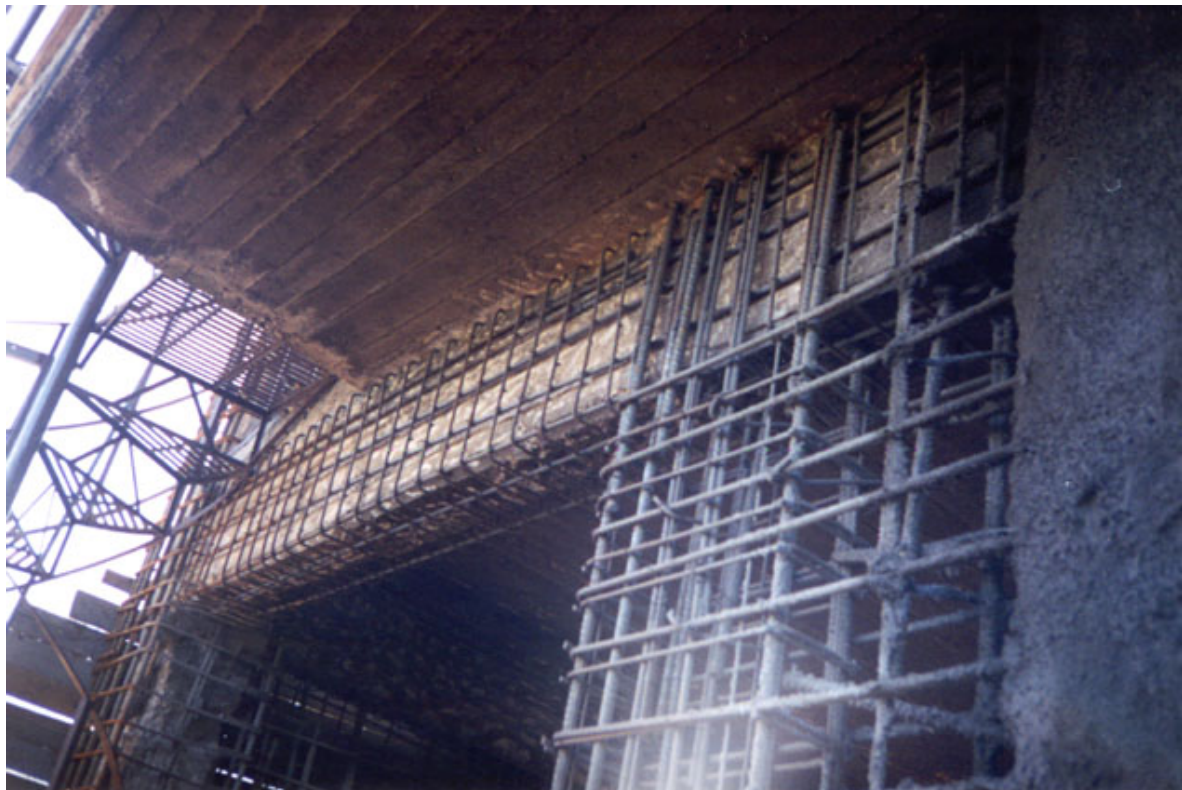
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ 1η Αναθεώρηση Ιούλιος 2013

- γ. «Οιονεί κατάρρευση» (Γ): Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές (μή-επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες. Ο φέρων οργανισμός έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία (κατά, και για ένα διάστημα μετά, τον σεισμό), χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης, ακόμη και για μετασεισμούς μέτριας έντασης.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

Μέθοδοι στην πράξη για την αντισεισμική ενίσχυση μίας κατασκευής :

- (α) Ενίσχυση δομικών στοιχείων στύλων και δοκών με **μανδύα Ο/Σ** ή **άλλα υλικά**
επιτυγχάνεται η αύξηση της
- αντοχής των δομικών στοιχείων
 - Πλαστιμότητας των δομικών στοιχείων



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



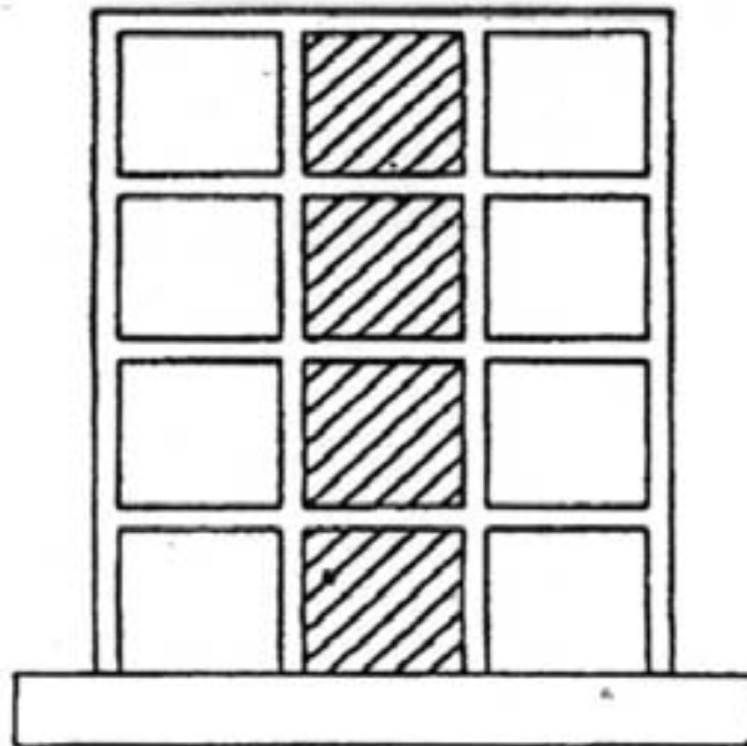
Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

Μέθοδοι στην πράξη για την αντισεισμική ενίσχυση μίας κατασκευής :

(β) Η κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής

.Εφαρμόζεται για να διορθωθούν σφάλματα σχεδιασμού που σχετίζονται με τη μόρφωση του φορέα και ειδικότερα όταν διαπιστώνεται

- έντονη ασυμμετρία κατανομής δυσκαμψίας
- ή αντοχής καθ' ύψος
- ή εκκεντρότητα δυσκαμψίας σε κάτοψη



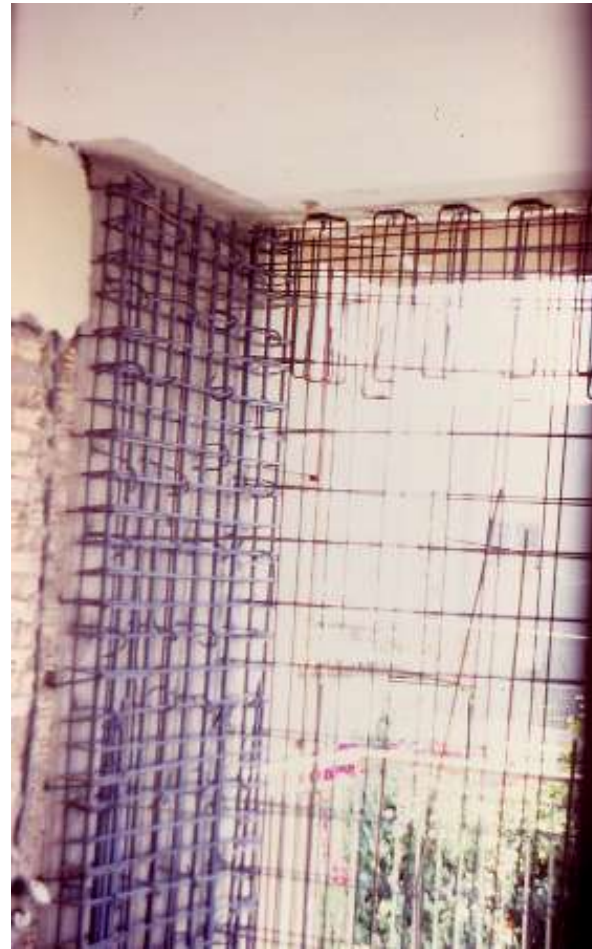
Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

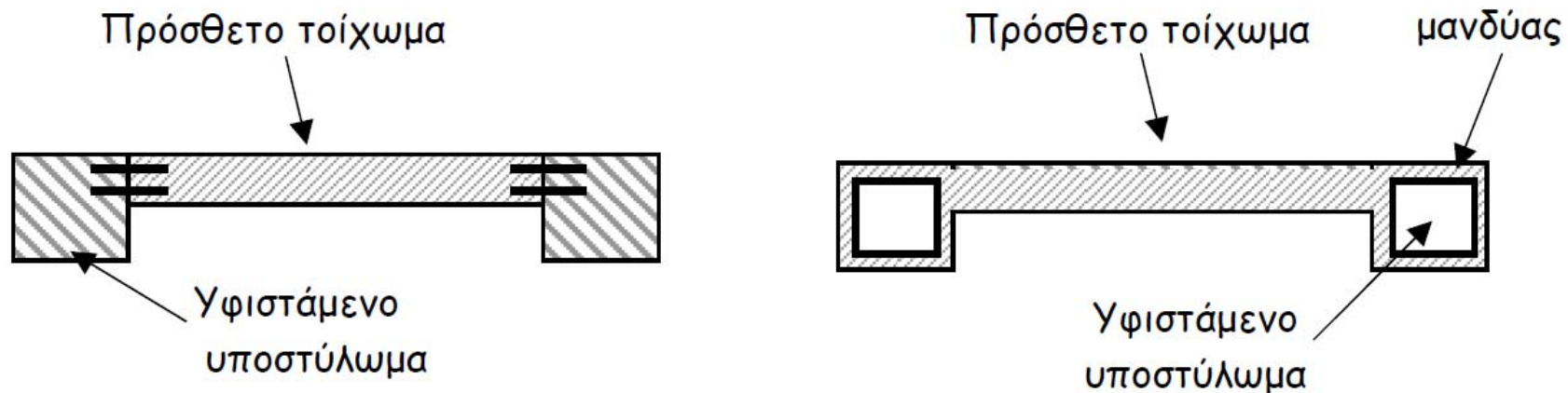


Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

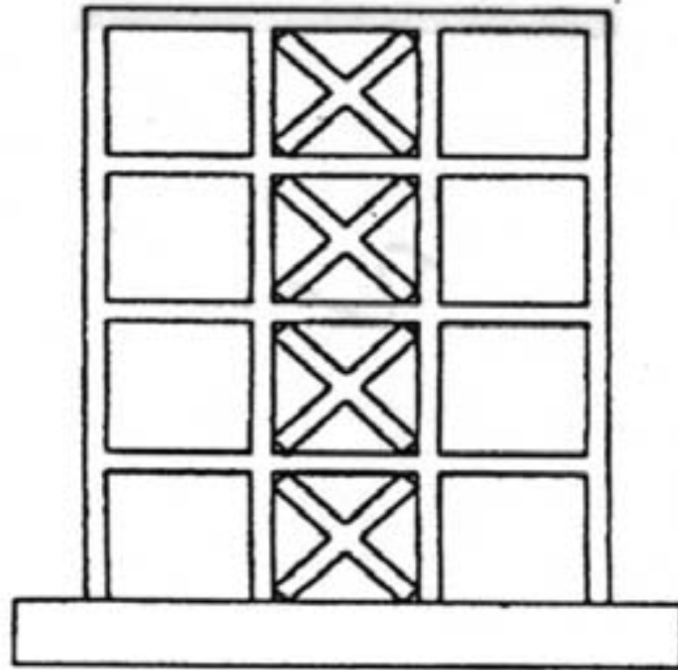
Επίσης επισημαίνεται ότι στη συνήθη περίπτωση σύνδεσης των νέων τοιχωμάτων με τα υποστυλώματα, τα τελευταία αποτελούν πλέον τα άκρα ενός νέου τοιχώματος όπου προφανώς αναμένεται **αυξημένη ένταση**. Ως εκ τούτου ιδιαίτερα συνίσταται όπως τα άκρα του νέου τοιχώματος επεκτείνονται σε ένα μανδύα γύρω από τα υποστυλώματα, ενισχύοντας έτσι και αυτήν την περιοχή



Το πρώτο πρόβλημα οφείλεται στα αποτελέσματα της συστολής ξήρανσης του νέου σκυροδέματος, και εκδηλώνεται με ρηγμάτωση της διεπιφάνειας. Η συστολή ξήρανσης αντιμετωπίζεται συνήθως με σκυρόδεμα ειδικής σύνθεσης.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

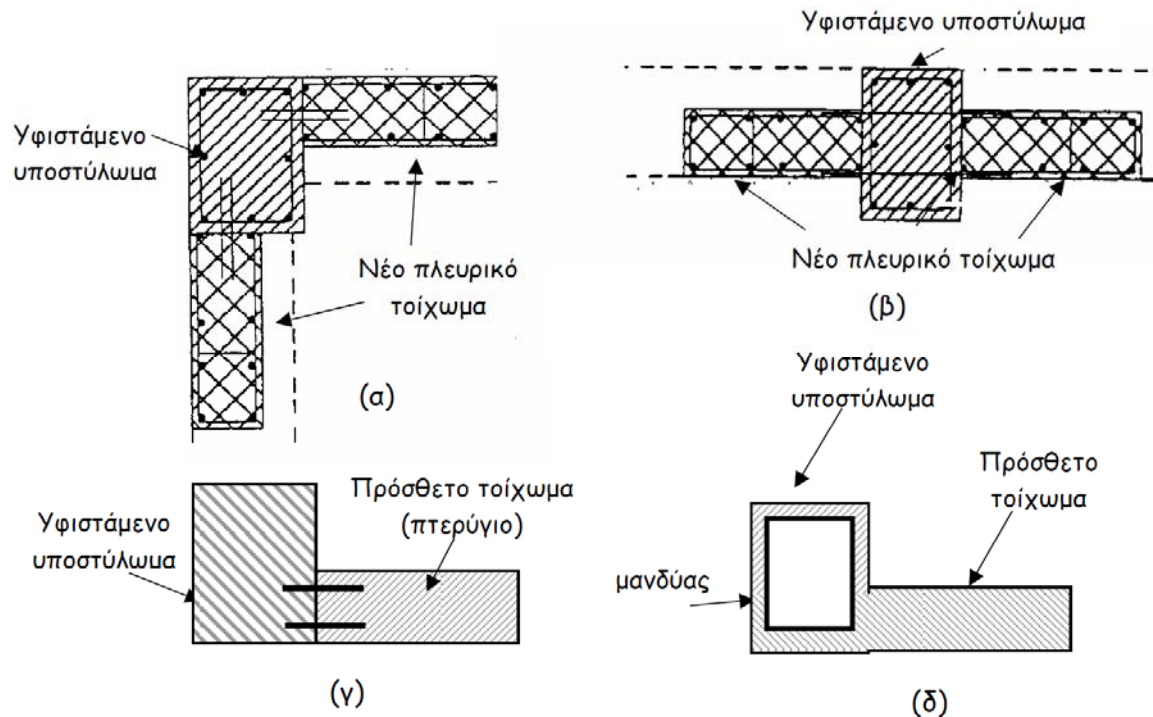
(γ) Η κατασκευή δικτυωτών συστημάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής που στοχεύει σε μέτρια αύξηση της αντοχής και κυρίως σε αύξηση της **δυσκαμψίας** και της **πλαστιμότητας** της κατασκευής.



Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αξιολόγηση της **ανακατανομής** της έντασης στο φορέα. **Επαρκής αντοχή των κόμβων** (δοκών-υποστυλωμάτων) είναι απαραίτητη, επειδή αποτελούν τις περιοχές αλληλεπίδρασης του παλαιού φορέα με τα νέα στοιχεία.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

(δ) Η κατασκευή τοιχωμάτων-πτερυγίων από οπλισμένο σκυρόδεμα σε συνέχεια και σύνδεση με υπάρχοντα υποστυλώματα της κατασκευής, που στοχεύει σε μέτρια αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας και σε βελτίωση της πλαστιμότητας της κατασκευής



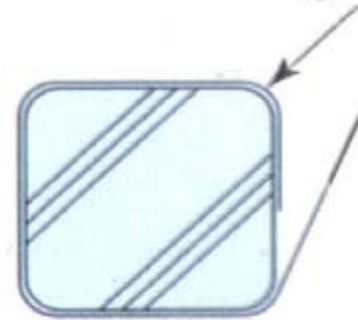
Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

(ε) Η προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων στην κατασκευή, που στοχεύει σε μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας, αντοχής και πλαστιμότητας της κατασκευής.

(στ) Η επιλεκτική ενίσχυση αδύναμων στοιχείων του φορέα που στοχεύει στην αποφυγή πρόωρων αστοχιών και στην αύξηση της πλαστιμότητας της κατασκευής. Συχνά συνοδεύεται με κατασκευή μανδυών σε κατακόρυφα στοιχεία της κατασκευής, από ινοπλισμένα πολυμερή ή χαλύβδινα στοιχεία.



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ

Διακρίνουμε τέσσερις κύριες κατηγορίες ελέγχων:

- Μη καταστροφικοί.
- Ημικαταστροφικοί.
- Επιτόπου χημικοί.
- Καθολική φόρτιση.

Συμπληρωματικοί έλεγχοι για την εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά στην εμφάνιση βλαβών είναι :

α) **Έλεγχοι της γεωμετρίας** των δομικών στοιχείων του φορέα:

- Μετρήσεις των διαστάσεων των διατομών και του μήκους των μελών και των τελειωμάτων, όπως κατασκευάσθηκαν.
- Μετρήσεις του εύρους των ρωγμών στο σκυρόδεμα ή στη φέρουσα τοιχοποιία.
- Μετρήσεις των παραμενουσών παραμορφώσεων (συνιστάται χρήση τοπογραφικών οργάνων).

β) **Έλεγχοι της θεμελίωσης** και του εδάφους έδρασης:

- Μέτρηση των διαστάσεων των θεμελιώσεων και αξιολόγηση με την εκσκαφή τάφρων ελέγχου
- Λήψη και εξέταση δειγμάτων υπεδάφους

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι κυριότεροι μη καταστροφικοί έλεγχοι για τον έλεγχο του σκυροδέματος μιας υφιστάμενης κατασκευής είναι οι εξής:

1. **Οπτικός έλεγχος**
2. **Κρουσιμέτρηση**
3. **Χρήση υπερήχων**
4. **Μαγνητικές μέθοδοι**
5. **Μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού σιδηροπλισμού**
6. **Ακτινογράφιση με ακτίνες “Χ” και “Γ”**
7. **Θερμογράφιση με υπέρυθρη ακτινοβολία.**
8. **Μέτρηση του ποσοστού υγρασίας με εκπομπή νετρονίων**

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

1. **Οπτικός έλεγχος:** Μία γρήγορη και άμεση εκτίμηση της επιφανειακής κατάστασης του σκυροδέματος μπορεί να γίνει οπτικά.

2. **Κρουσιμέτρηση:** Ο συνηθέστερος μη καταστροφικός έλεγχος είναι η κρουσιμέτρηση. Η μέθοδος βασίζεται στο συσχετισμό της **σκληρότητας της επιφάνειας του σκυροδέματος με τη θλιπτική αντοχή του**. Η μέτρηση του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας του σκυροδέματος έχει μικρότερο ποσοστό σφάλματος για ηλικίες σκυροδέματος μεταξύ 14 ημερών και 3 μηνών.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι απαιτούνται συχνές **βαθμονομήσεις του οργάνου ανάλογα με τον τύπο τσιμέντου**

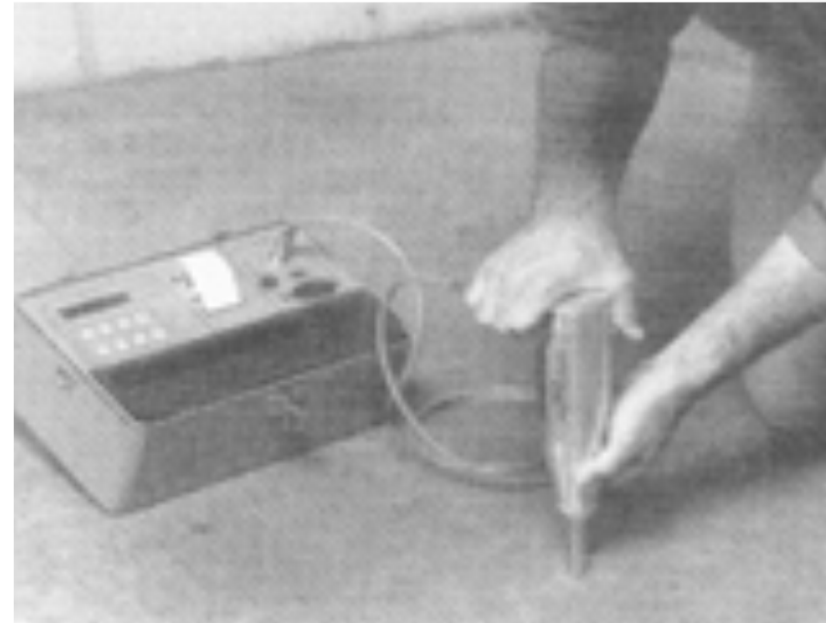
Οι επιφάνειες που ελέγχονται με τη μέθοδο της κρουσιμέτρησης πρέπει να είναι:

- λείες
- ξηρά στοιχεία
- ακατάλληλες επιφάνειες που έχουν προκύψει από κοπή

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης



Μέθοδος κρουσιμέτρησης.



*Ηλεκτρονικό κρουσίμετρο με
εκτυπωτή αποτελεσμάτων*

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

3. Χρήση υπερήχων: Η ποιότητα και η ομοιομορφία του σκυροδέματος της κατασκευής μπορεί να εκτιμηθεί με την εκπομπή υπερήχων διαμέσου του σκυροδέματος και τη μέτρηση της ταχύτητάς τους. Οι μετρούμενες τιμές εξαρτώνται από

- την υφή της επιφάνειας
- υγρασία
- θερμοκρασία
- το μήκος της διαδρομής,
- συνάρτηση του σπλισμού,
- των ενδεχόμενων εσωτερικών ατελειών και ρωγμών του σκυροδέματος,
- πυκνότητά

Η μέθοδος των υπερήχων είναι εξαιρετικά δημοφιλής όχι μόνο (ρωγμές, πόροι, κτλ.) στη δομή του σκυροδέματος αλλά,

- εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής,
- του μέτρου ελαστικότητας,
- της σταθεράς του Poisson
- της ποιότητας του σκυροδέματος.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου

- χαμηλό κόστος των οργάνων
- η ευκολία στη χρήση τους

Τα μειονεκτήματα μεθόδου ότι η πυκνότητα και οι διαβαθμίσεις στο μέγεθος των αδρανών του σκυροδέματος μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα.



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

4. Μαγνητικές μέθοδοι:

Η δημιουργία μαγνητικού πεδίου από κατάλληλα βαθμονομημένες συσκευές χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της θέσης και της διαμέτρου του σπλισμού με σημείο αναφοράς την επιφάνεια του σκυροδέματος, καθώς επίσης και το πάχος της επικάλυψης του σκυροδέματος



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

5 Μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού σιδηροπλισμού:

Η μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού ράβδων οπλισμού σκυροδέματος αποτελεί κριτήριο του κινδύνου διάβρωσης του οπλισμού και ένδειξη πιθανών ηλεκτροχημικών αντιδράσεων που έχουν γίνει στην επιφάνεια του σκυροδέματος.



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

6. Ακτινογράφιση με ακτίνες “Χ” και “Γ”:

Οι ακτίνες “Χ” χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης ράβδων σπλισμού και την εξέταση της πυκνότητας και της σύστασης του σκυροδέματος. Με τη χρήση ακτίνων “Γ” μπορούν επίσης να εντοπιστούν κενά και να υπολογιστεί η διάμετρος των ράβδων.

Ο έλεγχος δεν είναι ακριβής για πάχη σκυροδέματος μεγαλύτερα από 30 cm.

7 Θερμογράφιση με υπέρυθρη ακτινοβολία:

Μία πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας τοποθετείται στη μία πλευρά του υπό έλεγχο στοιχείου και η ροή υπέρυθρης ενέργειας καταγράφεται και αναλύεται.

Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η **ακρίβεια των αποτελεσμάτων**

Μειονέκτημα της μεθόδου το **σχετικά υψηλό κόστος**

8. Μέτρηση του ποσοστού υγρασίας με εκπομπή νετρονίων: Ένα φορητό

όργανο εκπέμπει ροή νετρονίων στο σώμα του στοιχείου, καθώς

η ταχύτητα της ακτινοβολίας μειώνεται με:

την υγρασία,

το ποσοστό υγρασίας

.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΗΜΙΚΑΤΟΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

1. Λήψη πυρήνων:

Εκτός από τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, με την πυρηνοληψία μπορούμε να εξετάσουμε :

- κατάσταση του σκυροδέματος της κατασκευής,
- τη θέση
- το μέγεθος των ράβδων οπλισμού
- την ύπαρξη ρωγμών ή άλλων αστοχιών στη μάζα του σκυροδέματος
- την αποτελεσματικότητα προγενέστερων επεμβάσεων

Από τους πυρήνες μπορούν να αντληθούν πληροφορίες:

- για το είδος των αδρανών,
- την ύπαρξη χλωριόντων
- την πιθανή διάβρωση του οπλισμού.

Παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα της πυρηνοληψίας είναι

- η θέση του πυρήνα καθ' ύψος του δοκιμίου,
- η διεύθυνση κοπής των πυρήνων ως προς τη διεύθυνση σκυροδέτησης.

Τα κυριότερα **μειονεκτήματα** της μεθόδου είναι το

- υψηλό κόστος** του εξοπλισμού
- η δυσκολία λήψης δοκιμίων** από κατακόρυφα στοιχεία

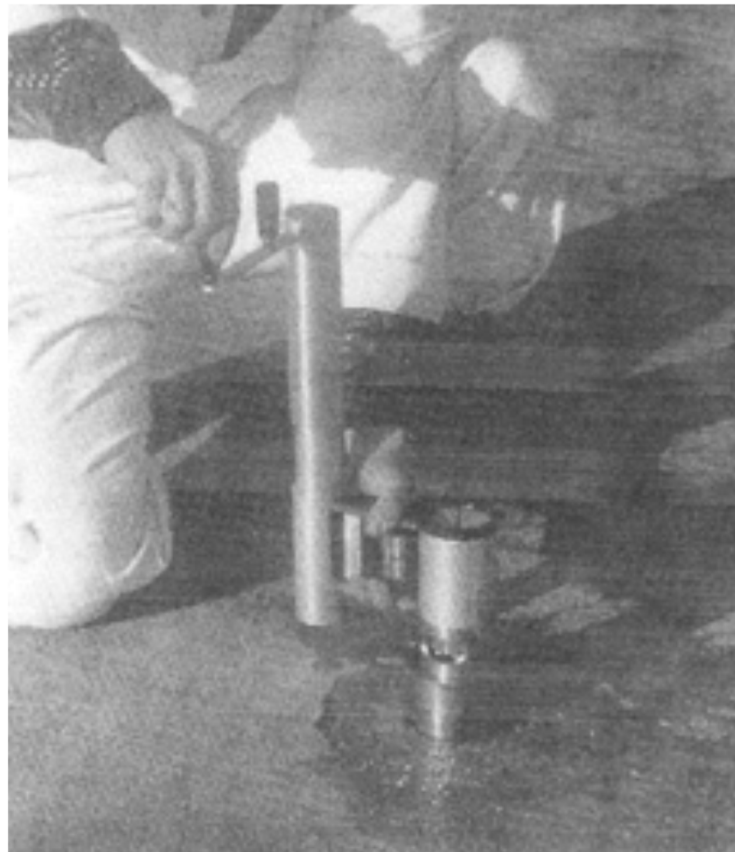
Συνιστάται προσοχή κατά τη λήψη των πυρήνων έτσι ώστε να μη βλαφτεί η κατασκευή σε τέτοιο βαθμό που να επηρεαστεί η φέρουσα ικανότητά της.



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

2. Χρήση εξολκέα:

Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την **επιτόπου μέτρηση της θλιπτικής αντοχής** του σκυροδέματος. Βασίζεται στο συσχετισμό της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με τη δύναμη που απαιτείται **για την εξαγωγή ενός ειδικού μπουλονιού** από την επιφάνειά του. Το πλεονέκτημα της μεθόδου του εξολκέα είναι ότι μπορεί να εκτελεστεί πολύ πιο γρήγορα



Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

3. Έλεγχος ράβδων οπλισμού σε εφελκυσμό:

Αφού απομακρυνθεί το υπάρχον σκυρόδεμα, αποκόπτεται τμήμα ράβδου μήκους 30 cm. Το δοκίμιο υποβάλλεται σε έλεγχο αξονικού εφελκυσμού και προσδιορίζονται η αντοχή, η επιμήκυνση, κτλ.

4. Μέθοδος της πετρογραφικής ανάλυσης:

Αφού ληφθούν πυρήνες σκυροδέματος, τμήματά τους αποκόπτονται, καθαρίζονται και εξετάζονται κάτω από μικροσκόπιο μεγάλης ανάλυσης για τον προσδιορισμό των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος. Με τη μέθοδο αυτή εντοπίζονται χημικά ενεργά αδρανή και βλαβερές προσμίξεις στο σκυρόδεμα. Υπολογίζεται το βάθος ενανθράκωσης και το εύρος των ρωγμών του σκυροδέματος.

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΧΗΜΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι επιτόπου χημικοί έλεγχοι σχετίζονται κυρίως με τη **διάρκεια ζωής** του Σκυροδέματος αναφέρονται οι ακόλουθοι:

1. Έλεγχος του βάθους ενανθράκωσης:

Η επιφανειακή ενανθράκωση του σκυροδέματος έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της αλκαλικής προστασίας της επικάλυψης σε διάβρωση. Το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας αντιδρά με τα ενυδατωμένα συστατικά του τσιμέντου προκαλώντας μείωση του pH και της αλκαλικότητας του σκυροδέματος. Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως ενανθράκωση.

2. Έλεγχος χλωριόντων:

Ο έλεγχος περιλαμβάνει ανάλυση δείγματος σκυροδέματος για τον προσδιορισμό της ποσότητας των χλωριόντων. Η παρουσία υδατοδιαλυτών χλωριόντων πέρα από ένα συγκεκριμένο όριο στο σκυρόδεμα (0.20% ανά μονάδα βάρους χλωριόντος σε μείγμα σκυροδέματος) θεωρείται σοβαρή ένδειξη διάβρωσης για κατασκευές από σκυρόδεμα. Η μέθοδος είναι γρήγορη και χαμηλού κόστους

Στρατηγικές και μέθοδοι ενίσχυσης

ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΘΟΛΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Οι κατασκευές που κατά κανόνα υποβάλλονται σε καθολική φόρτιση είναι αυτές από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς οι ιδιότητες των δομικών στοιχείων από δομικό χάλυβα και ξύλο μπορούν ευκολότερα να μετρηθούν επιτόπου, ενώ αντίθετα ο προσδιορισμός της σύστασης και της ποιότητας του σκυροδέματος δεν είναι τόσο απλός. Η μέθοδος της καθολικής φόρτισης εφαρμόζεται **σε πλαισιακούς φορείς** με εμφανή ίχνη φθοράς και σε κατασκευές που υπάρχει υπέρβαση επιτρεπόμενων τάσεων υπό δεδομένη φόρτιση.

Η φόρτιση της κατασκευής γίνεται με :

- μικροδονήσεις
- μεθόδους διέγερσης
- αρμονικές δονήσεις.

ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- i. «Υψηλή»
- ii. «Ικανοποιητική»
- iii. iii. «Ανεκτή».

ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- α. Για μικρά (μέχρι διώροφα) κτίρια, το απολύτως ελάχιστο απαιτούμενο πλήθος πυρήνων, είναι $n = 3$, από ομοειδή δομικά στοιχεία. Για μεγαλύτερα κτίρια, απαιτούνται τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε όμως 3 πυρήνες στον «κρίσιμο» όροφο.

- β. Για να μπορεί η Σ.Α.Δ., για την αντοχή του σκυροδέματος, να θεωρείται «υψηλή» πρέπει οι θέσεις εφαρμογής των εμμέσων μεθόδων να καλύπτουν σε κάθε όροφο επαρκές ποσοστό για κάθε είδος δομικού στοιχείου και ειδικότερα:
- Το 45% των κατακορύφων στοιχείων
 - Το 25% των οριζοντίων στοιχείων (δοκοί ή πλάκες).
- γ. Για να μπορεί η Σ.Α.Δ. να θεωρείται «ικανοποιητική», αρκεί οι θέσεις εφαρμογής των εμμέσων μεθόδων να καλύπτουν ένα μικρότερο αλλά επαρκές ποσοστό για κάθε είδος δομικού στοιχείου και ειδικότερα:
- Το 30% των κατακορύφων στοιχείων
 - Το 15% των οριζοντίων στοιχείων (δοκοί ή πλάκες).
- Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση (τυπική απόκλιση $S \leq 0,20 \bar{X}$), τότε η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «υψηλή».

3.7.2 Χάλυβας

3.7.2.1 Χάλυβας οπλισμού

- α. Ο προσδιορισμός της κατηγορίας του χάλυβα οπλισμού υφισταμένου κτιρίου αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό. Η κατάταξη του χάλυβα μπορεί να γίνει με οπτική αναγνώριση (επιφάνεια λεία ή με νευρώσεις, τυχόν αναγνώσιμες σημάνσεις στην επιφάνεια των ράβδων), σε συνδυασμό και με την εποχή κατασκευής του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή η Σ.Α.Δ. για την αντοχή του χάλυβα θεωρείται «ικανοποιητική».

ΚΑΝ.ΕΠΕ.

- β. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του χάλυβα που θα χρησιμοποιούνται κατά τον έλεγχο της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων, επιτρέπεται να λαμβάνονται από τα προβλεπόμενα στους αντίστοιχους Κανονισμούς για την κατηγορία χάλυβα που προσδιορίστηκε κατά το εδάφιο (α) παραπάνω.
- Στην περίπτωση που υπάρχουν αμφιβολίες για την αξιοπιστία της κατάταξης του χάλυβα με οπτική αναγνώριση, θα χρησιμοποιούνται τα χαρακτηριστικά που θα προκύπτουν από κατάλληλη διερεύνηση, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο εδάφιο (γ) πιο κάτω.
- γ. Η διερεύνηση για τον προσδιορισμό των «πραγματικών» χαρακτηριστικών του χάλυβα (όριο διαρροής, αντοχή, ολκιμότητα) πρέπει να περιλαμβάνει τη δοκιμή σε τρία (3) τουλάχιστον δείγματα περίπου ίδιας διαμέτρου από δομικά στοιχεία του κρισίμου ορόφου.
- Αν από τα δείγματα αυτά, διαπιστωθεί η παρουσία χαλύβων που κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες, τότε η έρευνα πρέπει να ελεγκταθεί, ώστε να προσδιοριστούν τα δομικά στοιχεία στα οποία έχει εφαρμοστεί κάθε κατηγορία. Μόνον στην περίπτωση αυτή η Σ.Α.Δ. για την αντοχή του χάλυβα θα θεωρείται «υψηλή».

2.4.3.3 Μέθοδοι ανάλυσης

Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό ενός κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια από τις παρακάτω μεθόδους ανάλυσης. Το πεδίο εφαρμογής κάθε μεθόδου ανάλυσης συναρτάται με την εκπλήρωση μιας σειράς προϋποθέσεων, κανονικότητας κυρίως (Κεφ. 5).

- α.** Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς ή πλαστιμότητας, υπό τις προϋποθέσεις της Παραγράφου 5.5, ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.
- β.** Ελαστική δυναμική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες, υπό τις προϋποθέσεις της Παραγράφου 5.6, ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.
- γ.** Ανελαστική στατική ανάλυση, υπό τις προϋποθέσεις της Παραγράφου 5.7. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται η διασφάλιση τουλάχιστον «ικανοποιητικής» στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.

- δ. Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας), υπό τις προϋποθέσεις της Παραγράφου 5.8. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται και πάλι η διασφάλιση τουλάχιστον «ικανοποιητικής» στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων.
- ε. Σε ειδικές περιπτώσεις, μόνον για την αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων, επιτρέπεται να γίνεται προσεγγιστική αναλυτική εκτίμηση της έντασης, χωρίς λεπτομερή ανάλυση προσομοιώματος του συνόλου του κτιρίου (Παράγραφος 5.3).
- ζ. Εκτός από τις παραπάνω αναλυτικές μεθόδους, μόνον για την αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων, σε ειδικές περιπτώσεις και για συγκεκριμένους σκοπούς, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται εμπειρικές μέθοδοι (Παράγραφος 5.1.1).