



## Εισαγωγή στον Κανονισμό Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ) Παραδείγματα επεμβάσεων σε υφιστάμενα κτίρια

*ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ  
Υπηρεσία Αποκατάστασης Σεισμοπλήκτων, Υ.Α.Σ.*

**ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ:  
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ,  
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ,  
ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

**Αθηνά, 27/6/2011 - 8/7/2011**



# Περιεχόμενα

- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ
- ΚΑΝ.ΕΠΕ. 11 - ΚΕΦΑΛΑΙΑ
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ

# ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ. - ΤΙΤΛΟΙ

1. Σκοπός - Πεδίο εφαρμογής -Υποχρεώσεις και ευθύνες
2. Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες
3. Διερεύνηση, τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος
4. Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού
5. Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση
6. Βασικά προσομοιώματα συμπεριφοράς

## ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ. - ΤΙΤΛΟΙ

7. Προσδιορισμός συμπεριφοράς δομικών στοιχείων
8. Διαστασιολόγηση επεμβάσεων
9. Έλεγχοι ικανοποίησης κριτηρίων επιτελεστικότητας
10. Απαιτούμενα περιεχόμενα μελέτης
11. Κατασκευή-διασφάλιση ποιότητας-συντήρηση

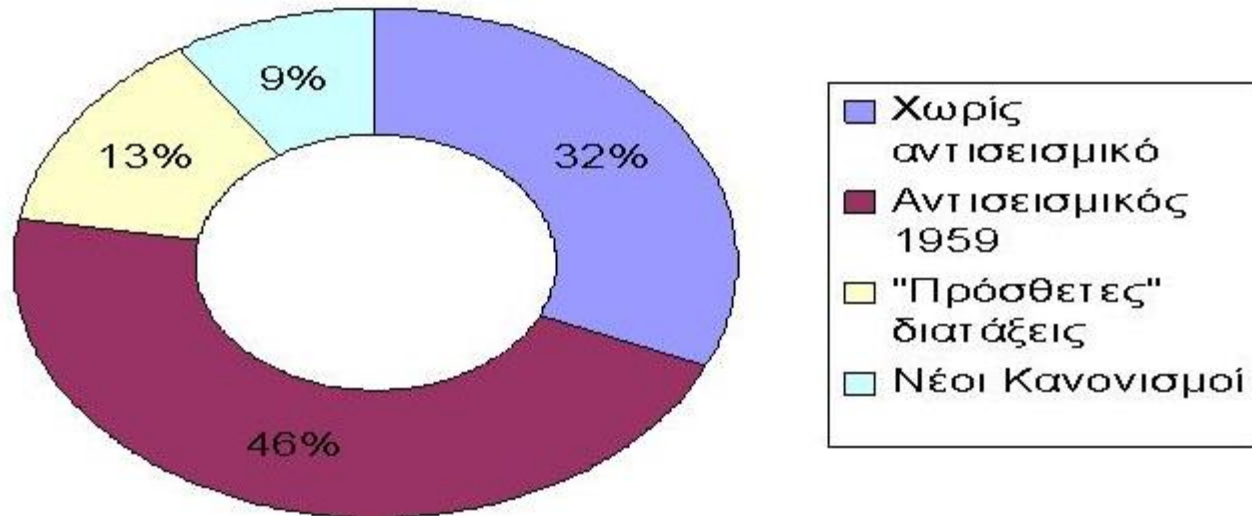
# ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

- **Επιστημονικός υπεύθυνος:** *θ. Τάσιος*
- **Συντονιστής:** *Χ. Κωστίκας*
- **Υποεπιτροπή Α** (κεφ. 1, 3, 9, 10):  
*Ι. Βλάχος (συντονιστής), Ε. Βουγιούκας, Β. Αμπακούμκιν, Π. Πλαϊίνης, Σ. Θεοδωράκης, Π. Κρεμέζης, Χ. Κωστίκας*
- **Υποεπιτροπή Β** (κεφ. 2, 4, 5):  
*Α. Κάππος (συντονιστής), Κ. Στυλιανίδης, Μ. Χρονόπουλος, Χ. Σπανός, Κ. Σπυράκος*
- **Υποεπιτροπή Γ** (κεφ. 6, 7, 8):  
*Μ. Φαρδής (συντονιστής), Σ. Δρίτσος, Ε. Βιντζηλαίου, Ε. Βουγιούκας, Γ. Γκαζέτας*

# ΛΟΓΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ – ΑΝΑΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ Φ.Ο. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

- ο **ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ** (ή άλλη καταστροφή), **ΛΟΓΩ ΒΛΑΒΩΝ**
- ο **ΛΟΓΩ «ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΔΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ»** (κυρίως σε «προσθήκες»)
- ο **ΛΟΓΩ ΕΚ ΤΩΝ ΥΣΤΕΡΩΝ ΑΛΛΑΓΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (» )**
- ο **ΛΟΓΩ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ** (πχ ΣΧΟΛΕΙΑ )
- ο **ΛΟΓΩ ΑΛΛΑΓΗΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΧΡΗΣΗΣ** (κτίρια που μετατρέπονται σε «δημόσιας χρήσης»)
- ο **ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ, ΑΝΕΥ ΒΛΑΒΩΝ, ΛΟΓΩ ΕΥΔΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗΣ**
- ο **ΛΟΓΩ ΔΙΑΠΣΤΩΣΗΣ ΦΘΟΡΩΝ ΧΡΗΣΗΣ**
- ο **ΛΟΓΩ ΥΠΟΝΟΙΑΣ ΑΦΑΝΩΝ ΦΘΟΡΩΝ**
- ο .....
- ο **ΛΟΓΩ ΠΡΟΝΟΙΑΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΣΟΒΑΡΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ**

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ  
ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑ  
ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ  
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (Ιουνιος 2004)**



Ε.ΒΟΥΓΙΟΥΚΑΣ

## Κεφ. 1

# Σκοπός-Πεδίο εφαρμογής–Υποχρεώσεις και ευθύνες

Σκοπός του παρόντος Κανονισμού είναι η θεσμοθέτηση κριτηρίων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων δομημάτων και κανόνων εφαρμογής για τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό τους, καθώς και για τις ενδεχόμενες επεμβάσεις, επισκευές ή ενισχύσεις.



## Κεφ. 1

# Σκοπός-Πεδίο εφαρμογής–Υποχρεώσεις και ευθύνες

- Ο Κανονισμός αυτός αφορά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων δομημάτων ή μελών τους.
- Πεδίο εφαρμογής: μόνο κτίρια Ο/Σ (με βλάβες ή χωρίς βλάβες)
- Έργα «υψηλής διακινδύνευσης» για τον πληθυσμό δεν καλύπτονται από τον Κανονισμό αυτόν.
- Η εφαρμογή του Κανονισμού προϋποθέτει άτομα που διαθέτουν τις απαραίτητες εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις και τα σχετικά προσόντα.
- Οι περιπτώσεις υποχρεωτικού ελέγχου υφισταμένων δομημάτων χωρίς βλάβες καθορίζονται με απόφαση της Δημόσιας Αρχής.

# Κεφ. 1

## Σκοπός-Πεδίο εφαρμογής–Υποχρεώσεις και ευθύνες

- **Υποχρεώσεις και ευθύνες των παραγόντων σχεδιασμού - εκτέλεσης των έργων, όπως και των χρηστών και του κυρίου του έργου**
- Ο μελετητής Μηχανικός έχει την υποχρέωση εκπόνησης πλήρους και τεχνικά άρτιας μελέτης επέμβασης.
- Ο επιβλέπων μηχανικός έχει την υποχρέωση της πλήρους τεχνικής υλοποίησης της εγκεκριμένης μελέτης επέμβασης.
- Οι λοιποί παράγοντες υποχρεούνται να εκτελέσουν το έργο της επέμβασης, σύμφωνα με την μελέτη, τον παρόντα Κανονισμό, τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές και οδηγίες, καθώς και τους κανόνες της τέχνης, τηρώντας όλα τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας.

# Κεφ. 1

## Σκοπός-Πεδίο εφαρμογής–Υποχρεώσεις και ευθύνες

- **Η ευθύνη του κυρίου του έργου** συνίσταται στην επιλογή της στάθμης επιτελεστικότητας, η οποία δεν μπορεί να είναι χαμηλότερη από την οριζόμενη από την Δημόσια Αρχή .
- **Η ευθύνη των χρηστών του έργου** είναι στη συντήρηση του έργου σε καλή κατάσταση σύμφωνα με την ισχύουσα Νομοθεσία, και στην αποφυγή κάθε είδους μεταβολών χωρίς προηγούμενη μελέτη των συνεπειών αυτών των μεταβολών.
- Αν γίνει απλή αποκατάσταση βλαβών, η ευθύνη της συνολικής ασφάλειας παραμένει στους υπεύθυνους του αρχικού έργου.
- Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορον αυτού κτίριον έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς.

# Κεφ. 1

## Σκοπός-Πεδίο εφαρμογής–Υποχρεώσεις και ευθύνες

- Από τον Κανονισμό προσδιορίζονται οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες είναι υποχρεωτικός ο ανασχεδιασμός και η ενίσχυση υφισταμένου δομήματος με βλάβες και εκείνες υπό τις οποίες θα αρκεί απλή επισκευή του δομήματος.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

### ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ

Η αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Συλλογή στοιχείων (έρευνα του ιστορικού του δομήματος)
- Ανάλυση, και
- Έλεγχος οριακών καταστάσεων.

### ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Μετά την αποτίμηση ο ανασχεδιασμός υφιστάμενων κατασκευών ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Σύλληψη και προκαταρκτικός σχεδιασμός
- Ανάλυση, και
- Έλεγχος οριακών καταστάσεων.

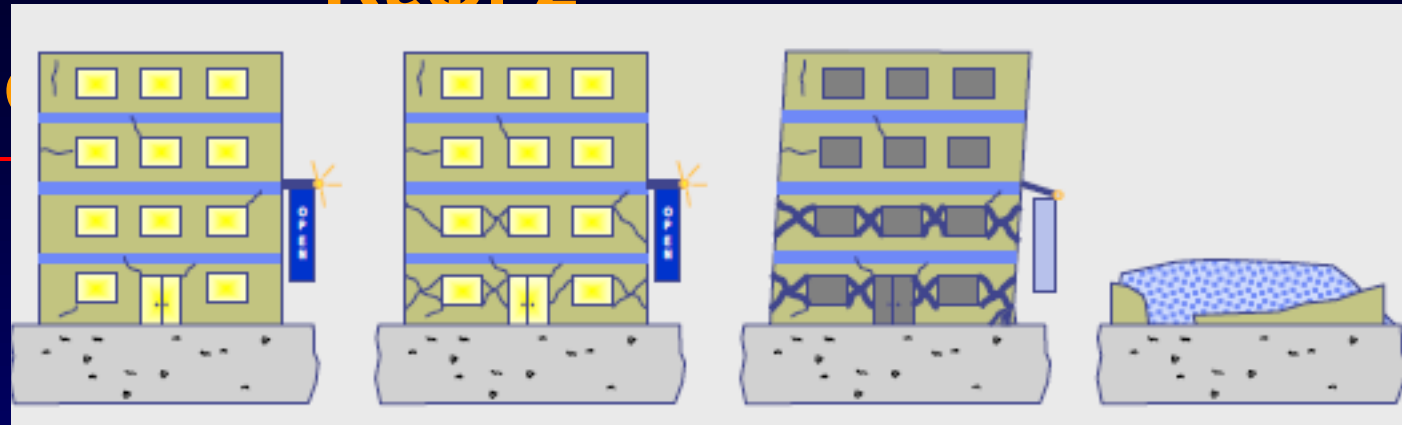
## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

## ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

- α. Για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικο-οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται διάφορες «στάθμες επιτελεστικότητας» (επιθυμητή συμπεριφορά) υπό δεδομένους αντίστοιχους σεισμούς σχεδιασμού.
- β. Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού (Πίν. 2.1) αποτελούν συνδυασμούς αφενός μιας στάθμης επιτελεστικότητας και αφετέρου μιας σεισμικής δράσης, με δεδομένη «ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του κτιρίου» (σεισμός σχεδιασμού).
- γ. Στον παρόντα Κανονισμό προβλέπονται στόχοι αναφερόμενοι αποκλειστικά και μόνον στον φέροντα οργανισμό. Αντίθετα, δεν προβλέπονται στόχοι για τον μή-φέροντα οργανισμό.

## Βασικές



Πίν. 2.1 Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

--	--

## Κεφ. 2

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- Δημόσια Αρχή θα ορίζει εκείνες τις περιπτώσεις, κατά τις οποίες δεν θα επιτρέπεται πιθανότητα υπερβάσεως εντός της 50 – ετίας ίση με 50%.

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	≈ 1,65	1,00	≈ 0,70
50 %	≈ 1,00	0,60	≈ 0,45

Ελ. Υπ. Απαιτήσεις το  $1.75 \cdot \varepsilon (=0,08)=0.14g$

Π.χ. το  $0.24g$  γίνεται:

Αν πούμε για κτήρια προ του 85 στάθμη Γ2:

$1.65 \times 0.24g = 0.40g$  για στάθμη Α

$0.45 \times 0.24g = 0.11g$

$0.70 \times 0.24g = 0.16g$  για στάθμη Γ

Αν πούμε για κτήρια προ του 85 στάθμη Γ1:

$0.70 \times 0.24g = 0.17g$

**ΠΡΟΣ ΣΥΖΗΤΗΣΗ !!!!!**



## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- «Άμεση χρήση μετά τον σεισμό» είναι μια κατάσταση κατά την οποία αναμένεται ότι καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό σχεδιασμού, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Είναι ενδεχόμενο να παρουσιασθούν μερικές τριχοειδείς ρωγμές (κυρίως καμπτικού χαρακτήρα) στον φέροντα οργανισμό.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- «Προστασία ζωής» είναι μια κατάσταση κατά την οποία κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν επισκευάσιμες βλάβες στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου, χωρίς όμως να συμβεί θάνατος ή σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των βλαβών αυτών, και χωρίς να συμβούν ουσιώδεις βλάβες στην οικοσκευή ή τα αποθηκευόμενα στο κτίριο υλικά.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- «Οιονεί κατάρρευση» είναι μια κατάσταση κατά την οποία κατά τον σεισμό σχεδιασμού αναμένεται να παρουσιασθούν εκτεταμένες σοβαρές (μή-επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες στον φέροντα οργανισμό, ο οποίος όμως 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.
- Ανάλογα τη στάθμη επιτελεστικότητας **επιλέγουμε** και την μέθοδο ανάλυσης, π.χ.  
Μή - γραμμικές μέθοδοι ανάλυσης, εφαρμόζονται (γενικώς) για στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

- Με τον όρο **δομητική επέμβαση** νοείται οποιαδήποτε εργασία που έχει ως αποτέλεσμα την επιθυμητή μεταβολή των υφισταμένων μηχανικών χαρακτηριστικών ενός στοιχείου ή δομήματος και έχει, ως συνέπεια, την τροποποίηση της απόκρισής του.
- Με τον όρο **επισκευή** νοείται η διαδικασία επέμβασης σε ένα δόμημα που έχει βλάβες από οποιαδήποτε αιτία, η οποία αποκαθιστά τα προ της βλάβης μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του δομήματος και το επαναφέρει στην αρχική του φέρουσα ικανότητα.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

- Με τον όρο **ενίσχυση** νοείται η διαδικασία επέμβασης σε ένα δόμημα μέ ή χωρίς βλάβες, η οποία αυξάνει τη φέρουσα ικανότητα ή πλαστιμότητα του στοιχείου ή φορέα σε στάθμη υψηλότερη από αυτήν του αρχικού σχεδιασμού.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- Με βάση τα συμπεράσματα από την αποτίμηση του δομήματος καθώς και από τη φύση και την έκταση των βλαβών ή φθορών (όταν υπάρχουν), λαμβάνονται αποφάσεις επεμβάσεων με στόχο αφενός μεν την ικανοποίηση των βασικών απαιτήσεων του αντισεισμικού σχεδιασμού, αφετέρου δε την ελαχιστοποίηση του κόστους και την εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών.
- Η επιλογή των τύπων δομητικής επέμβασης θα γίνεται καταρχήν με βάση γενικά κριτήρια κόστους και χρόνου, διαθεσιμότητας των απαιτούμενων μέσων, αρχιτεκτονικών αναγκών κ.λπ. Για την επιλογή αυτή πρέπει να συνεκτιμάται και η οικονομική αξία του δομήματος, τόσο πριν όσο και μετά τις επεμβάσεις.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

Προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης μπορούν να υιοθετηθούν στρατηγικές τόσο τεχνικού όσο και διαχειριστικού χαρακτήρα ή/και συνδυασμός τους.

### Στρατηγικές τεχνικού χαρακτήρα:

- Αύξηση της αντοχής του κτιρίου
- Αύξηση της δυσκαμψίας του κτιρίου
- Αύξηση της ικανότητας παραμόρφωσης των μελών
- Διόρθωση κρίσιμων ανεπάρκειών και μή-κανονικοτήτων
- Μείωση των σεισμικών απαιτήσεων

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

Προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της σεισμικής διακινδύνευσης μπορούν να υιοθετηθούν στρατηγικές τόσο τεχνικού όσο και διαχειριστικού χαρακτήρα ή/και συνδυασμός τους.

### **Στρατηγικές διαχειριστικού χαρακτήρα:**

- Περιορισμός ή αλλαγή της χρήσης του κτιρίου
- Μερική ή ολική καθαίρεση (π.χ. ορισμένων ορόφων)
- Μονολιθική μεταφορά του δομήματος σε άλλη θέση
- Απόφαση για «καμία επέμβαση». Μείωση της απομένουσας τεχνικής διάρκειας ζωής του δομήματος



## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- Η αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας επιτυγχάνεται εναλλακτικά με την επιλεκτική ή συνολική ενίσχυση των δομικών στοιχείων ή με προσθήκη νέων στοιχείων που αναλαμβάνουν μέρος ή το σύνολο των σεισμικών δράσεων (π.χ. τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ή δικτυώματα από χάλυβα, τοιχοποιία πλήρωσης, διαζώματα από χάλυβα, ξύλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα σε κτίρια από τοιχοποιία κ.λπ.). Στην περίπτωση αυτήν, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό της θεμελίωσης λόγω της αύξησης της μάζας του δομήματος αλλά και των σεισμικών φορτίων.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- Η αύξηση της μετελαστικής ικανότητας παραμόρφωσης επιτυγχάνεται με βελτίωση της περίσφιξης των υφιστάμενων μελών, π.χ. με εξωτερικούς συνδετήρες, χαλύβδινα ελάσματα, ινοπλισμένα πολυμερή κ.λπ.

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- **Η διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών** συνίσταται στην άρση εκείνων των χαρακτηριστικών που συνεπάγονται δυσμενή αντισεισμική συμπεριφορά. Ενδεικτικά αναφέρονται:
  - Η τροποποίηση του δομητικού συστήματος (κατάργηση ορισμένων αρμών, κατάργηση ευαίσθητων δομικών στοιχείων, τροποποίηση προς μια πιο κανονική και πιο πλάστιμη μορφή).
  - Προσθήκη ελαστικών συνδέσμων μεταξύ της ψαθυρής τοιχοποιίας και του περιβάλλοντος στοιχείου, όταν τούτο επιτρέπεται από την αντοχή της τοιχοποιίας.
  - Τοπική ή συνολική τροποποίηση δομικών στοιχείων που έχουν ή δεν έχουν πάθει βλάβες.

## Κεφ. 2

### Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- Η διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών συνίσταται στην άρση εκείνων των χαρακτηριστικών που συνεπάγονται δυσμενή αντισεισμική συμπεριφορά. Ενδεικτικά αναφέρονται:
  - Πλήρης αντικατάσταση ανεπαρκών μελών ή μελών που έχουν πάθει εκτεταμένες βλάβες.
  - Ανακατανομή έντασης (π.χ. μέσω εξωτερικής προέντασης).

## Κεφ. 2

# Βασικές αρχές, κριτήρια και διαδικασίες

- Η μείωση των σεισμικών απαιτήσεων επιτυγχάνεται με τη
  - Μείωση της μάζας του δομήματος,
  - Τροποποίηση του δομητικού συστήματος με στόχο την ευεργετική αλλαγή της ιδιοπεριόδου του δομήματος (π.χ. μέσω συστημάτων σεισμικής μόνωσης ή κατανάλωσης σεισμικής ενέργειας, τα οποία πάντως δεν καλύπτονται από τον παρόντα Κανονισμό, (EC8).

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

- **Αποτύπωση φέροντος οργανισμού**
- **Ιστορικό** (του κτιρίου): φάσεις κατασκευής, αλλαγές χρήσης, βλάβες κατά το παρελθόν, ιστορικές φωτογραφίες ...
- **Καταγραφή βλαβών** (+κακοτεχνιών!) - εξετάζεται η ανάγκη άμεσων μέτρων επέμβασης.
- **Διερευνητικές εργασίες:**
  - πρόγραμμα διερευνητικών εργασιών
  - αποτύπωση αφανών στοιχείων (π.χ. οπλισμών)
  - μηχανικά χαρακτηριστικά υλικών δόμησης
  - έδαφος θεμελίωσης

Χρήσιμο βοήθημα για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών, αποτελεί η έκδοση του Τ.Ε.Ε.: «Μέθοδοι για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών», Αθήνα, 2002.

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

### Διερευνητικές εργασίες:

- Τη μορφή του φέροντος οργανισμού (και της θεμελίωσης).
- Το είδος και τη γεωμετρία του οργανισμού πληρώσεως και των επιστρώσεων.
- Τις λεπτομέρειες δόμησης των τοίχων πληρώσεως.
- Τις διατομές και τη διάταξη του οπλισμού των δομικών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος.
- Τις λεπτομέρειες όπλισης (επικαλύψεις, αγκυρώσεις, ενώσεις με παράθεση, κάμψεις κ.λπ).
- Την παρουσία άλλων υλικών που ενδέχεται να συνυπάρχουν στον φέροντα οργανισμό (μέταλλα, ξύλα, συνθετικά υλικά κ.λπ).

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

- Έδαφος θεμελίωσης
- Όταν διατίθεται εδαφοτεχνική έρευνα βάσει της οποίας έγινε η κατασκευή του υφιστάμενου κτιρίου, και δεν υπάρχουν **ενδείξεις αστοχίας** θεμελίωσης, δεν απαιτείται νέα έρευνα. Στις άλλες περιπτώσεις, ακολουθούνται οι απαιτήσεις του Πίνακα 3.1

Πίνακας 3.1

Εδαφοτεχνική έρευνα	Προηγούμενη συμπεριφορά θεμελίωσης	Επέμβαση που προκαλεί πρόσθετες δράσεις στο έδαφος	Ανάγκη νέας έρευνας εδάφους
Διατίθεται	κακή		ναι
Δεν διατίθεται	καλή	όχι	όχι
		ναι	ναι
	κακή		ναι



## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

- Η **στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.)** που αφορούν δράσεις ή αντιστάσεις, εκφράζει την επάρκεια των πληροφοριών περί του υφισταμένου κτιρίου και λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό.
- Η **Σ.Α.Δ.** δεν είναι αναγκαστικώς ενιαία για ολόκληρο το κτίριο. Προσδιορίζονται επιμέρους Σ.Α.Δ. για τις διάφορες επιμέρους κατηγορίες πληροφοριών.
- Για την επιλογή των μεθόδων ανάλυσης του Κεφ. 5 θα χρησιμοποιείται η δυσμενέστερη από τις επιμέρους **Σ.Α.Δ.**

### Κατηγορίες Σ.Α.Δ.

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

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

### Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών – Εύρεση Σ.Α.Δ. για Ο.Σ.

- 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.
- 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)

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών – Εύρεση Σ.Α.Δ. για Ο.Σ.

- 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  $s \leq 0,20 x$ ), τότε η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «**υψηλή**».

## Κεφ. 3

### Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

#### **Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών – Εύρεση Σ.Α.Δ. για Ο.Σ.**

- Με εφαρμογή της μεθόδου στο μισό των παραπάνω ποσοστών, η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «**ανεκτή**», εκτός αν τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση (τυπική απόκλιση  $s \leq 0,20 x$ ), οπότε η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «**ικανοποιητική**».
- **Διαδικασία για Χάλυβα** (έρευνα για τη «συγκολλησιμότητά»)
- **Διαδικασία για Χάλυβα προεντάσεως**

## Κεφ. 3

### Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

- **Διαδικασία για Τοίχοι πλήρωσης** όταν συνεκτιμώνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων (αποκαλύψεις της τοιχοποιίας σε δύο θέσεις σε κάθε όροφο, διαστάσεων περίπου 0,7x0,7m)
- **Διαδικασία για Στάθμη αξιοπιστίας γεωμετρικών δεδομένων**  
Ως γεωμετρικά δεδομένα θεωρούνται:
  - Το είδος και η γεωμετρία του φορέα της θεμελίωσης,
  - Το είδος και η γεωμετρία του φορέα της ανωδομής,
  - Το είδος και η γεωμετρία των τοιχοπληρώσεων,
  - Οι επιστρώσεις, επενδύσεις, κ.λ.π.,
  - Η όπλιση.

# Κεφ. 3

## Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ									
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Ή ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λπ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λπ.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ			
				Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ	1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	(1)			✓			✓			✓
✓		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	(2)			✓			✓		✓	
✓		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	(3)	✓			✓			✓		
	✓	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	(4)		✓			✓			✓	
	✓	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον αλλά επαρκώς αξιόπιστον τρόπο	(5)	✓			✓			✓		
	✓	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	✓	✓		✓	✓		✓	✓	

Μηχανικού					3 - 21														
7	Δεν υπάρχουν δεδομένα	(7)	*		*		*		*		*		*		*		*		

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

Ανάλογα με την αξιοπιστία των δεδομένων:

- i. Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_f$  για ορισμένες δράσεις με αβέβαιες τιμές, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Sd}$
- ii. Επιλέγονται οι κατάλληλοι συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_m$  για τα δεδομένα των υφιστάμενων υλικών, σε συνδυασμό με τους κατάλληλους  $\gamma_{Rd}$

- Για τους βασικούς συνδυασμούς και για δυσμενείς επιρροές

**Ανεκτή ΣΑΔ**

$$\gamma_g = 1,50$$

**Ικανοποιητική ΣΑΔ**

$$\gamma_g = 1,35$$

**Υψηλή ΣΑΔ**

$$\gamma_g = 1,20$$

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών και επιρροών της δράσεως

Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,00$

Ανεκτή ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,20$

υψηλή ΣΑΔ  $\gamma_g = 1,00$

- Για τα νέα στοιχεία χρησιμοποιούνται γενικώς οι καθιερωμένες τιμές  $\gamma_g$



## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

- Υφιστάμενα υλικά

### Ανεκτή ΣΑΔ

$\gamma_m =$  Αυξημένες

$\gamma_c = 1,65$  και  $\gamma_s = 1,25$

### Ικανοποιητική ΣΑΔ

$\gamma_m =$  όπως προβλέπεται από τους  
ισχύοντες Κανονισμούς  
( $\gamma_c = 1,5$  και  $\gamma_s = 1,15$ )

### υψηλή ΣΑΔ

$\gamma_m =$  Μειωμένες

$\gamma_c = 1,35$  και  $\gamma_s = 1,05$

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

- Προστιθέμενα υλικά

Νέα υλικά τα οποία καλύπτονται από ισχύοντες κανονισμούς

Πίνακας Σ 4.3: Τιμές του λόγου  $\gamma'_m/\gamma_m$  για προστιθέμενα «συμβατικά» υλικά (σκυρόδεμα ή χάλυβας, κατά Κ.Τ.Σ. και Κ.Τ.Χ)

Διατομή προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης όπου γίνεται η επέμβαση	
Κανονικές (συνήθεις)	Μειωμένες
1,05	1,20

Σε ενδιάμεσες περιπτώσεις επιτρέπονται ενδιάμεσες τιμές.

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

- Προστιθέμενα υλικά. Νέα υλικά τα οποία δεν καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς
- Για την διαμόρφωση των τιμών των συντελεστών ασφαλείας των προστιθέμενων ειδικών υλικών στις επεμβάσεις, θα λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη πείρα από την χρήση αυτών των υλικών, καθώς και οι πρόσθετες αβεβαιότητες όπως:
  - Ποικιλία των τεχνικών επεμβάσεως και την μικρή ενδεχομένως διατομή των προστιθέμενων νέων υλικών
  - Δυσκολία προσπελασιμότητας (και ελέγχου) και τις παρεπόμενες αποκλίσεις ομοιομορφίας και ποιότητας.

κατάλληλη **αύξηση** των τιμών  $\gamma_m$  κατά την **κρίση** του μηχανικού

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

- Τοιχοπληρώσεις
- Ικανοποιητική ΣΑΔ  $\gamma_{\eta} = 2,00$
- Ανεκτή ΣΑΔ  $\gamma_{\eta} = 2,50$
- υψηλή ΣΑΔ  $\gamma_{\eta} = 1,50$

Σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής, επιτρέπεται η εκτίμηση των αντιστάσεων  $R_d$  (όχι σε επίπεδο υλικού αλλά σε επίπεδο διατομής, περιοχής ή στοιχείου ως συνόλου) μέσω πειραμάτων.

## Κεφ. 3

# Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού υφισταμένου δομήματος

## Επιπτώσεις της Σ.Α.Δ. στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό

Ανάλογα με την αξιοπιστία των δεδομένων:

iii Επιλέγεται γενικώς κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης και επανελέγχου

(Μη γραμμική δυναμική ανάλυση χρονοιστορίας με ΣΑΔ χαμηλή!!!!)

Σαν να πάμε με Φεράρι σε χωματόδρομο)

Στις Ελ. Υπ. Απαι. Θα βάλουμε κάποια απαίτηση για Σ.Α.Δ. (υψηλή για να έχουμε χαμηλούς συντελεστές) ή θα το αφήσουμε ως έχει.

**ΠΡΟΣ ΣΥΖΗΤΗΣΗ!!!!!!**

Η Δημόσια Αρχή, υπό καθορισμένες προϋποθέσεις που σχετίζονται και με τις στάθμες αξιοπιστίας των δεδομένων, αλλά και με τη σκοπούμενη επιτελεστικότητα και τη μελλοντική χρήση του δομήματος, μπορεί να επιτρέψει τροποποίηση των ονομαστικών τιμών φορτίων ή / και των επιμέρους συντελεστών  $\gamma_f$  και  $\psi_i$ .

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

## Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ, Η ΑΝΙΣΩΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Ο έλεγχος ασφαλείας, εκτελούμενος σε κατάλληλο κατά περίπτωση μέλος ή τμήμα ή στο σύνολο του δομήματος, οφείλει να αποδείξει ότι το επιβαλλόμενο κρίσιμο μέγεθος (εντατικό ή και παραμορφωσιακό) είναι αξιόπιστα μικρότερο από την αντίστοιχη διαθέσιμη ικανότητα.
- Η ανίσωση είναι **γενική**, αφορά δε **εντατικά** ή **παραμορφωσιακά** μεγέθη ή συνδυασμό τους. Έτσι, η ανίσωση ασφαλείας μπορεί να αφορά τον γενικό έλεγχο **ισορροπίας** ενός δομήματος ως συνόλου (ανατροπή και ολίσθηση), ή τον έλεγχο μετατροπής του σε **μηχανισμό**, ή τον έλεγχο του εύρους μιας **ρωγμής** ή του μεγέθους ενός **βέλους κάμψης** ή, ακόμη, την επαλήθευση ότι η επιβαλλόμενη **μετακίνηση της κορυφής** του δομήματος είναι μικρότερη από την αντίστοιχη διαθέσιμη μετακίνηση («αντίσταση») πριν από την αστοχία.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- **Ανίσωση ασφαλείας**

$$S_d < R_d, \text{ με}$$

$$S_d = \gamma_{Sd} \cdot S (S_k \cdot \gamma_f)$$

$$R_d = (1/\gamma_{Rd}) \cdot R (R_k/\gamma_m)$$

- $S_d$  εντατικά (M, N, V, T) ή παραμορφωσιακά ( $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\gamma$ ,  $\varphi=1/r$ , ...) μεγέθη (5% πιθανότητα υπέρβασης)
- $R_d$  αντιστάσεις
- $S_k$ ,  $R_k$  αντιπροσωπευτικές τιμές δράσεων, αντιστάσεων
- $\gamma_f$ ,  $\gamma_m$  επιμέρους συντελεστές ασφαλείας
- $\gamma_{Sd}$ ,  $\gamma_{Rd}$  συντελεστές αβεβαιότητας προσομοιωμάτων
- Γενικά, αν  $\mu_\theta > 2$  έλεγχοι παραμορφώσεων

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- **Ανίσωση ασφαλείας**

- **Εφαρμογή γραμμικών μεθόδων ανάλυσης**

Οι έλεγχοι γίνονται σε όρους εντατικών μεγεθών. EC8

- **Εφαρμογή μή – γραμμικών μεθόδων ανάλυσης**

Οι έλεγχοι γίνονται με βάση τα εντατικά ή τα παραμορφωσιακά μεγέθη, και αναλογα με τον τύπο αστοχίας (ψαθυρό ή πλάστιμο).

Συμβατικώς, αν η διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα  $\mu_\theta$  (ή  $\mu_d$ ) είναι  $\geq 2,0$  (ή αν  $\mu_{1/r} \geq 3,0$ ), δηλ. αν η συμπεριφορά είναι οιονεί – πλάστιμη, οι έλεγχοι γίνονται σε όρους παραμορφώσεων.

Αν η αστοχία είναι ψαθυρή (λόγω διάτμησης ή λόγω μικρού λόγου διάτμησης,  $\alpha_s < 2$ ), οι έλεγχοι γίνονται σε όρους δυνάμεων.

- Επίσης, στοιχεία υπογείων και θεμελίων ελέγχονται πάντοτε σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών)



## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- Σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής, επιτρέπεται η εκτίμηση των αντιστάσεων  $R_d$  (όχι σε επίπεδο υλικού αλλά σε επίπεδο διατομής, περιοχής ή στοιχείου ως συνόλου) μέσω πειραμάτων.

### (Design by testing)

- Για αποτίμηση-ανασχεδιασμό με βάση δοκιμές, ελέγχους, μετρήσεις, σχετικά:
  - -CEB-FIP MC 90 Appendix C
  - -ENV 1991, Part 1, Annex D

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- Στην περίπτωση εφαρμογής γραμμικών μεθόδων, με χρήση του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , ή των τοπικών δεικτών πλαστιμότητας  $m$ , η δυσκαμψία μπορεί να εκτιμάται ως ποσοστό αυτής του σταδίου I (μή ρηγματωμένα στοιχεία)

A/α	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστύλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_c I_g)$
1.2	Υποστύλωμα περιμετρικό	$0,6*(E_c I_g)$
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	$0,7*(E_c I_g)$
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	$0,5*(E_c I_g)$
3	Δοκός (2)	$0,4*(E_c I_g)$

(1) Ή επισκευασμένο, με απλές μεθόδους.

(2) Για τις πλακοδοκούς, μορφής Γ ή Τ, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη  $I_g = (1,5 \text{ ή } 2,0)I_w$ , αντιστοίχως, όπου  $I_w$  είναι η ροπή αδρανείας της ορθογωνικής διατομής του κορμού μόνον.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- **Αντιστάσεις**
- Εάν ο έλεγχος σε όρους εντατικών μεγεθών, οι ιδιότητες των υφιστάμενων υλικών συγκεκριμένου (επιμέρους) δομικού στοιχείου αντιπροσωπεύονται με τις μέσες τιμές τους μειωμένες κατά μία τυπική απόκλιση, οι δε ιδιότητες των προστιθέμενων υλικών αντιπροσωπεύονται με τις χαρακτηριστικές τους τιμές που προβλέπονται από τους οικείους κανονισμούς.
- Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών οι ιδιότητες των υλικών αντιπροσωπεύονται γενικώς με τις μέσες τιμές τους.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- Επιτρέπεται αποτίμηση και ανασχεδιασμός υφιστάμενων δομικών στοιχείων με βάση αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχών Έτσι λ.χ. ένα υπάρχον κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα μπορεί να αποτιμηθεί και ανασχεδιασθεί με αντιπροσωπευτικές τιμές υλικών που έχουν προκύψει από δοκιμές και κατάλληλη βαθμονόμηση Δηλ., μπορούν να χρησιμοποιηθούν τιμές π.χ.  $f_{ck} = 14,50 \text{ MPa}$  και  $f_{yk} = 300 \text{ MPa}$ , η οποία θα διαιρεθεί με τον κατάλληλο επιμέρους συντελεστή  $\gamma_m$  για να εκτιμηθεί η «τιμή σχεδιασμού».
- Επιτρέπεται η διαφοροποίηση της αντιπροσωπευτικής τιμής του ορίου διαρροής και θραύσεως για τους υφιστάμενους ή προστιθέμενους σιδηροπλισμούς συναρτήσει της διαμέτρου της ράβδου.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- Ειδικότερα, για τα προστιθέμενα υλικά τα οποία δεν καλύπτονται από ισχύοντες Κανονισμούς, οι αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων και οι αποκλίσεις θα καθορίζονται με Υπουργικές Αποφάσεις κατά τις διαδικασίες περί Τεχνικών Εγκρίσεων.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

## ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Έντονες και εκτεταμένες βλάβες ή / και επεμβάσεις	Ελαφρές τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες και χωρίς επεμβάσεις
$\gamma_{sd} = 1,20$	$\gamma_{sd} = 1,10$	$\gamma_{sd} = 1,00$

Βλ. και Παράρτημα 7Δ περί βλαβών και φθορών.

Ελαστική ανάλυση, στατική ή δυναμική, επιτρέπεται εφαρμογή της, μόνον για σκοπούς αποτίμησης, ανεξαρτήτως ισχύος των προϋποθέσεων εφαρμογής, αν οι συντελεστές  $\gamma_{sd}$  επαυξηθούν κατά 0,15 (δηλ.  $\gamma_{sd,ελ.} = \gamma_{sd} + 0,15$ ).

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

### ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q^*$

Πίνακας 4.1 : Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό)

Στάθμη επιτελεσματικότητας		
Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

$q'$  η τιμή που η οποία αντιστοιχεί στις προβλέψεις και διατάξεις του EC8, όπως αυτές ισχύουν για τον σχεδιασμό νέων κτιρίων.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

## ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ $q^*$ , αποτίμηση

Πίνακας Σ 4.4 : Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q'$  για την στάθμη επιτελεστικότητας B (προστασία ζωής)

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων (1)		Δυσμενής (γενικώς) παρουσία τοιχοπληρώσεων (1)	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3,0	2,3	2,3	1,7
1985<...<1995(2)	2,3	1,7	1,7	1,3
...<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

- $q = q_u \cdot q_{\pi}$  (υπεραντοχής και πλαστιμότητας Παραρτημα 4.2 )



## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- **ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ  $q^*$ , ανασχεδιασμός**
- Σε περιπτώσεις διάταξης ισχυρών νέων φορέων (Υπάρχουν τουλάχιστον δύο μή – συνεπίπεδα και σταθερά καθ' ύψος νέα στοιχεία (γενικώς «τοιχώματα» ή πρόσθετα πλαίσια) προς δύο κάθετες μεταξύ τους κατευθύνσεις αναλαμβάνουν το 75% της δράσης) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχες τιμές  $q$  των σύγχρονων Κανονισμών, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες διατάξεις (στοιχεία με απαιτήσεις πλαστιμότητας, ικανοτικός).
- Σε περιπτώσεις «ήπιων» αλλά εκτεταμένων επεμβάσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ανασχεδιασμό αντιστοίχως κατάλληλες τιμές  $q'$ , μεγαλύτερες αυτών που εφαρμόσθηκαν για την αποτίμηση.

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

**ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.2 :** ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ  $\Phi_{d(\Gamma)} = A:q^*$  ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (Β) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ (ΟΠΩΣ ΣΤΟΝ ΕΑΚ 2000)

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
10 %	$\approx 1,65$	1,00	$\approx 0,70$
50 %	$\approx 1,00$	0,60	$\approx 0,45$

Π.χ. το 0.24g γίνεται:

$1.65 \times 0.24g = 0.40g$  για στάθμη Α

$0.70 \times 0.24g = 0.16g$  για στάθμη Γ

## Κεφ. 4

# Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού

- **Τοιχοποιίες πλήρωσης**
- Οι τοιχοποιίες πλήρωσης προσομοιώνονται όταν έχουν δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό.
- Εξαιρούνται κτίρια για τα οποία ισχύει μια τουλάχιστον από τις παρακάτω προϋποθέσεις:
  - Έχουν σχεδιαστεί με ΕΑΚ και ΕΚΟΣ ή και νεωτέρων.
  - Η πλευρική δυσκαμψία τους δεν υπερβαίνει το  $\frac{1}{4}$  της συνολικής πλευρικής δυσκαμψίας του φέροντος οργανισμού ενός τουλάχιστον ορόφου.
- Οι τοιχοποιίες πλήρωσης, δεν συνεπάγονται δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό εφόσον:

$$\Delta V_{\text{πρωτεύοντος}} < 15\%, \text{ ή } \Delta d_{\text{ορόφου}} < 15\%,$$

(οι αναλύσεις με ή χωρίς τοιχοποιία γίνονται με ελαστική στατική ανάλυση).

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων του κτιρίου απαιτείται η **ανάλυσή** του με μία από τις συνιστώμενες μεθόδους.
- Με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση, γίνονται οι αντίστοιχοι **έλεγχοι** ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας.

### Μέθοδοι ανάλυσης

- Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση, με καθολικούς ( $q$ ) ή τοπικούς ( $m$ ) δείκτες συμπεριφοράς.
- Ελαστική δυναμική ανάλυση με καθολικούς ( $q$ ) ή τοπικούς ( $m$ ) δείκτες συμπεριφοράς.
- Ανελαστική στατική ανάλυση.
- Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας).

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

### Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση

- Για στάθμη επιτελεστικότητας A, μπορεί να εφαρμόζεται χωρίς προϋποθέσεις.
- Για στάθμες επιτελεστικότητας B ή Γ :
  - i. Για όλα τα κύρια στοιχεία προκύπτει  $\lambda \leq 2.5$ , ή για ένα ή περισσότερα από αυτά προκύπτει  $\lambda > 2.5$ , αλλά το κτίριο μπορεί να χαρακτηριστεί μορφολογικά κανονικό.
  - ii.  $T_0 < 3.5 T_2$
  - iii.  $L_{x,n} / L_{x,n \pm 1} < 1.5$
  - iv. Όχι έντονα ασύμμετρη κατανομή της δυσκαμψίας σε κάτοψη.
  - v. Όχι ασύμμετρη κατανομή της μάζας ή της δυσκαμψίας σε καθύψος τομή.
  - vi. Το κτίριο διαθέτει σύστημα ανάληψης σεισμικών δράσεων σε δύο περίπου κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

## Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση

- Ανεξαρτήτως της ισχύος των συνθηκών i, iii, iv και v, αλλά υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν ουσιώδεις βλάβες, επιτρέπεται για τους σκοπούς (μόνον) της αποτίμησης η εφαρμογή της στατικής ελαστικής μεθόδου.
- Οι συντελεστές ασφαλείας προσομοιώματος  $\gamma_{Sd}$  που προβλέπονται αυξάνονται κατά 15%.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- Η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα
- Η διάκριση σε κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία δεν αφορά τις τοιχοπληρώσεις
- **Δείκτης ανεπάρκειας δομικού στοιχείου**
- $\lambda = S_E / R_m$   
 $S_E$  : Το εντατικό μέγεθος (ροπή) λόγω των δράσεων του σεισμικού συνδυασμού με ( $q=1$ ). $R_m$  : Η διαθέσιμη αντίσταση του στοιχείου, υπολογιζόμενη με βάση τις μέσες τιμές των αντοχών των υλικών
- Οι λόγοι  $\lambda$  θα υπολογίζονται, τόσο για την αποτίμηση όσο και για τον ανασχεδιασμό, σε κάθε πρωτεύον φέρον στοιχείο. Ο μεγαλύτερος λόγος  $\lambda$  για ένα επιμέρους στοιχείο σε έναν όροφο θα θεωρείται κρίσιμος λόγος  $\lambda$  για τον όροφο.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- **Μορφολογική κανονικότητα**
- Κανένας επιμέρους φορέας ανάληψης σεισμικών δράσεων δεν διακόπτεται καθύψος ούτε συνεχίζει σε διαφορετικό φάτνωμα.
- Κανένας επιμέρους φορέας ανάληψης σεισμικών δράσεων δεν συνεχίζει στον γειτονικό όροφο σε εκτός επιπέδου εσοχή.

- $\lambda_k > 1.5\lambda_{k\pm 1}$

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{Si}}{\sum_1^n V_{Si}}$$

$\lambda_i$  : Ο δείκτης ανεπάρκειας για το στοιχείο  $i$  του ορόφου.

$V_{Si}$  : Η δρώσα τέμνουσα (από ελαστική ανάλυση για  $q=1$ ).

- Το κτίριο δεν περιλαμβάνει όροφο του οποίου, για μια δεδομένη διεύθυνση της σεισμικής δράσης,  $\lambda_i/\lambda_{i \text{ αλλη πλευρας}} > 1.5$



## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- **Υπολογισμός ισοδύναμων στατικών φορτίων στη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς  $q$ .**

Εκτιμάται το  $q$ , μετά το οριζόντιο φορτίο (τέμνουσα βάσεως) κατα ΕΑΚ:

- $F = \Phi_d(T_0)M$ ,
- κατανομή ανάλογα με μάζες ή Ιδιομορφές

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- **Υπολογισμός ισοδύναμων στατικών φορτίων στη μέθοδο των τοπικών δεικτών συμπεριφοράς,  $m$**

$$V = C_1 C_m \Phi_e W$$

$C_1$ : Συντελεστής ( $\geq 1$ ) που συσχετίζει την αναμενόμενη μέγιστη ανελαστική μετακίνηση με τις μετακινήσεις που υπολογίζονται από γραμμική ελαστική ανάλυση.

$C_m$ : Συντελεστής δρώσας μάζας (για συνεκτίμηση ανώτερων ιδιομορφών), που λαμβάνεται ίσος με 1.0 για μονώροφα και διώροφα, 0.9 για πλαίσια με τρεις ή παραπάνω ορόφους, 0.8 για κτίρια με τοιχώματα με τρεις ή παραπάνω ορόφους, και 1.0 στις λοιπές περιπτώσεις.

$\Phi_e$ : Η φασματική επιτάχυνση.

$W$ : Το βάρος της συνολικά ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- **Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση με τη μέθοδο των τοπικών δεικτών συμπεριφοράς,  $m$ ,**

Οι μετακινήσεις του φορέα λαμβάνονται απευθείας από την επίλυση για τις δυνάμεις που προκύπτουν από τη σεισμική δράση που αντιστοιχεί στην τέμνουσα βάση, ενώ οι δυνάμεις προκύπτουν με διαίρεση των αντίστοιχων εντατικών μεγεθών με τους τοπικούς δείκτες  $m$ .

- $m = d_d / d_y = \theta_d / \theta_y$   $S_d = S_G + S_E / m < R_d$

Στάθμη επιτελ. Α :  $m = 1$

Στάθμη επιτελ. Β :  $d_d \cong 0,50 (d_y + d_u) / \gamma_{Rd}$

Στάθμη επιτελ. Γ :  $d_d \cong d_u / \gamma_{Rd}$

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

### Ελαστική δυναμική ανάλυση

Για στάθμη επιτελεστικότητας A, μπορεί να εφαρμόζεται χωρίς προϋποθέσεις

### Προϋποθέσεις εφαρμογής

- (i) Για όλα τα κύρια στοιχεία προκύπτει  $\lambda \leq 2.5$ , ή
- (ii) Για ορισμένα από αυτά προκύπτει  $\lambda > 2.5$ , αλλά το κτίριο χαρακτηρίζεται ως μορφολογικά κανονικό.

- Ανεξαρτήτως της ισχύος των συνθηκών της προηγούμενης παραγράφου, αλλά υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν ουσιώδεις βλάβες, επιτρέπεται για τους σκοπούς (μόνον) της αποτίμησης η εφαρμογή της δυναμικής ελαστικής μεθόδου. Τότε οι  $\gamma_{Sd}$  αυξάνονται κατά 15%.
- Για τις ελαστικές μεθόδους δεν τίθενται προϋποθέσεις εφαρμογής σχετιζόμενες με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

## Ελαστική δυναμική ανάλυση

- **Μέθοδος φάσματος απόκρισης** Κατά τα γνωστά ΕΑΚ.
  - Ανάλυση με τη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς.
  - Ανάλυση με τη μέθοδο των επιμέρους δεικτών συμπεριφοράς (m).
- **Μέθοδος χρονοϊστορίας της απόκρισης**
  - Με χρήση επιταχυνσιογράφηματά βάσει από πραγματικές καταγραφές ή χρήση με συνθετικά επιταχυνσιογράφηματά.
  - Το μητρώο απόσβεσης θα περιγράψει τα χαρακτηριστικά απόσβεσης του κτιρίου για απόκριση κοντά στο όριο διαρροής των στοιχείων.
  - Για 3 επιταχυνσιογραφήματα, ο έλεγχος για τη **μέγιστη τιμή**.
  - Για 7 επιταχυνσιογράφηματά ο έλεγχος για τη **μέση τιμή**.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

### Ανελαστική στατική ανάλυση

- Κύριος στόχος είναι η εκτίμηση των ανελαστικών παραμορφ.
- Το προσομοίωμα με μή-γραμμικά χαρακτηριστικά δύναμης-παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων.
- Το προσομοίωμα υποβάλλεται σε οριζόντια φορτία.
- Προκύπτει η **καμπύλη αντίστασης** του κτιρίου, η οποία χάρσσεται σε όρους τέμνουσας βάσης – μετακίνησης χαρακτηριστικού σημείου του κτιρίου (κόμβος ελέγχου), το οποίο εν γένει λαμβάνεται στην κορυφή του.
- Για τη σεισμική δράση (αποτίμησης ή ανασχεδιασμού), υπολογίζεται η μετακίνηση του κόμβου ελέγχου που αντιστοιχεί στη σεισμική αυτή δράση.
- Έλεγχος ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας: παραμόρφωση των πλάστιμων στοιχείων < βαθμό βλάβης για τη επιλεγόμενη στάθμη επιτελεστικότητας του κτιρίου.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

### Ανελαστική στατική ανάλυση - Προϋποθέσεις εφαρμογής

- Συνιστάται τουλάχιστον «Ικανοποιητική» ΣΑΔ. Υψηλής στάθμης ανάλυση οφείλει αντίστοιχης στάθμης δεδομένα.
- Σε κτίρια όπου η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών δεν είναι σημαντική. Πότε?
- Μια αρχική δυναμική ελαστική ανάλυση με ιδιομορφές οι οποίες συνεισφέρουν στο 90%. Δεύτερη ανάλυση με βάση μόνο την 1<sup>η</sup> ιδιομορφή. Η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών μπορεί να θεωρείται ότι είναι σημαντική όταν:

$$V_{1ης\ αναλυσης} > 1.3 V_{2ης\ αναλυσης} \quad (\text{αναλύσεις με } q=1)$$

- Όταν σημαντική η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών: στατική ανελαστική ανάλυση + δυναμική ελαστική ανάλυση έλεγχοι και με τις δύο μεθόδους, και 25 % αύξηση των τιμών  $q$  ή  $m$ .

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

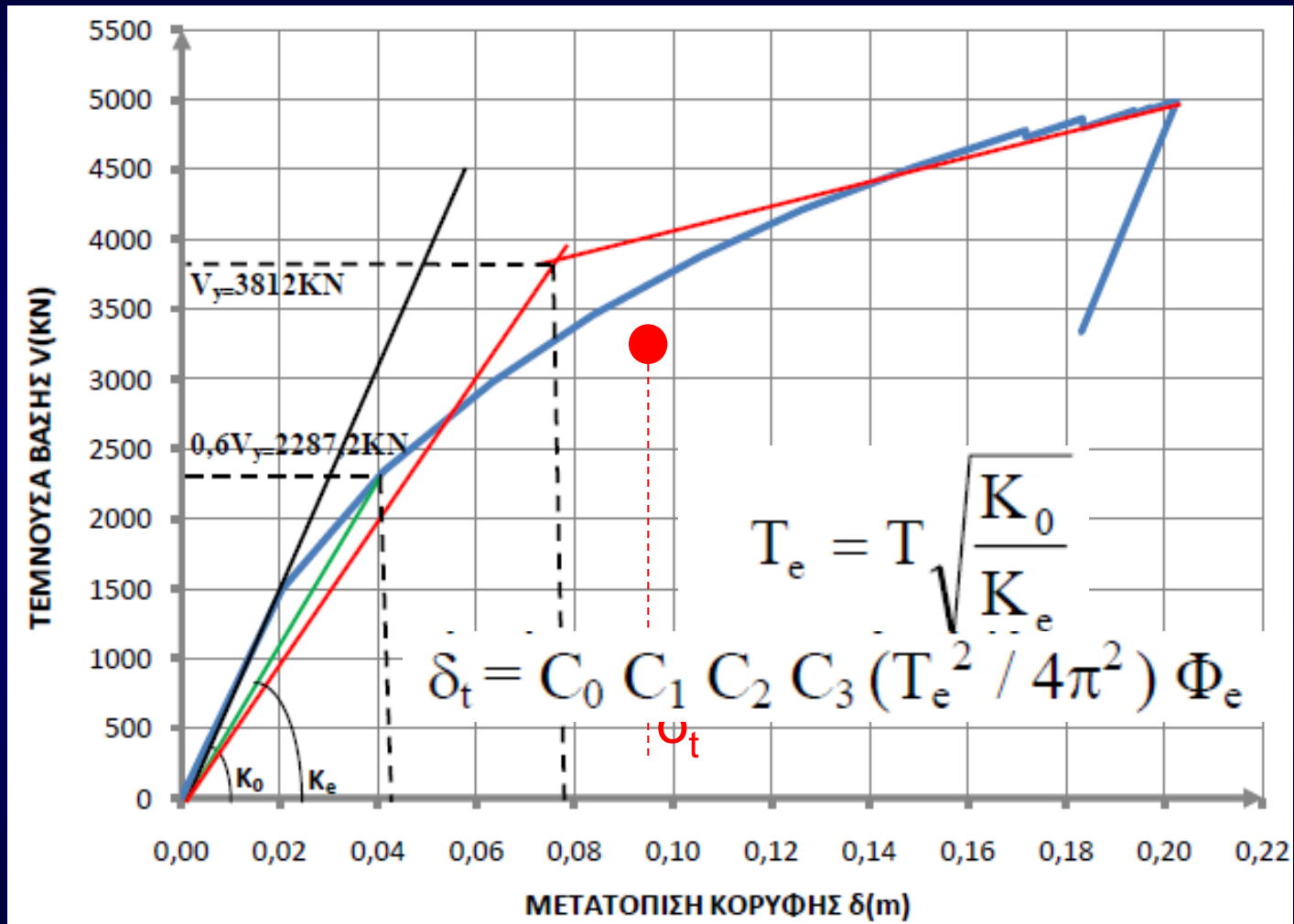
### Άλλα θεματα όπως :

- Η καμπύλη ως το 150% της στοχευόμενης μετακίνησης.
- Τα κατακόρυφα φορτία.
- Προσομοίωση πρωτεύοντα, δευτερεύοντα, τοιχοπληρώσεις.
- Η σχέση έντασης-παραμόρφωσης, μέσω πλήρων καμπυλών.
- Καθορισμός του κόμβου ελέγχου.
- Κατανομή σεισμικών φορτίων καθύψος:  
Δύο τουλάχιστον διαφορετικών κατανομών φορτίων.
- Εξιδανικευμένη καμπύλη δύναμης-μετακίνησης (υπολογισμός  $K_e$  και της αντίστοιχης  $V_y$  του κτιρίου).
- Προσδιορισμός ισοδύναμης ιδιοπεριόδου  $T_e$ .
- Στοχευόμενη μετακίνηση  $\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 (T_e^2 / 4\pi^2) \Phi_e$
- Εντατικά μεγέθη και οι παραμορφώσεις αυτά που προκύπτουν όταν μετακίνηση του κόμβου ελέγχου ισούται με  $\delta_t$ .



# Κεφ. 5

## Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση



## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

## Ανελαστική δυναμική ανάλυση

- **Προϋποθέσεις εφαρμογής**
  - Επαρκής εμπειρία και εξειδίκευση του Πολιτικού Μηχανικού.
  - Τουλάχιστον «Ικανοποιητική» ΣΑΔ .
- **Βάσεις της μεθόδου**
  - Προσομοίωμα με μή-γραμμικά χαρακτηριστικά της σχέσης έντασης-παραμόρφωσης των στοιχείων του κτιρίου.
  - Σεισμική δράση: Καταγραφές επιταχύνσεων ή συνθετικά.
  - Τα εντατικά μεγέθη και οι μετακινήσεις που υπολογίζονται θα ελέγχονται απευθείας με τις αντίστοιχες τιμές σχεδιασμού.

## Κεφ. 5

# Ανάλυση πριν και μετά την επέμβαση

- Συνεκτίμηση της στρέψης
- Επιρροές 2<sup>ας</sup> τάξεως
- Αλληλεπίδραση εδάφους-θεμελίωσης
- Από την εμπειρία, προκύπτει ότι «δυσμενέστερη» είναι η ελαστική ανάλυση.
- Οι ανελαστικές αναλύσεις επιτρέπουν ελεγχόμενη ομοιογενή κατανομή βλαβών στα μέλη του εξεταζόμενου δομήματος .
- Από τις ελαστικές αναλύσεις, αυτές που χρησιμοποιούν την «τετραγωνική» επαλληλία των ιδιομορφών είναι ακόμη δυσμενέστερες.
- Αν ληφθούν υπόψη οι τοιχοπληρώσεις, ο ρόλος τους είναι καθοριστικός όσο αφορά τα αποτελέσματα στα υπόλοιπα δομικά μέλη και τα πιο πάνω μπορεί να ανατραπούν.

## Κεφ. 9

# Έλεγχοι ασφαλείας

- Κριτήρια ελέγχου, κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, σε όρους **εντατικών ή παραμορφωσιακών** μεγεθών :
  - Ανάλογα με την μέθοδο ανάλυσης
  - Ανάλογα με τον αναμενόμενο τρόπο αστοχίας
  - Ανάλογα τη στάθμη επιτελεστικότητας
- Έλεγχος - ανίσωση ασφαλείας για:
  - Πρωτεύοντα στοιχεία
  - Δευτερεύοντα στοιχεία (καθώς και για πλινθοπληρώσεις)

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- Ανάλογα με τον αναμενόμενο τρόπο αστοχίας
- **Πλάστιμος - Ψαθυρός τύπος αστοχίας**  
Αν η διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα  $\mu_{\theta}$  (ή  $\mu_d$ ) είναι  $\geq 2,0$  (ή αν  $\mu_{1/r} \geq 3,0$ ), οι έλεγχοι γίνονται σε όρους παραμορφώσεων.  
Άλλως, αν η συμπεριφορά είναι ψαθυρή, οι έλεγχοι γίνονται σε όρους δυνάμεων.
- Οι ενδεχόμενοι ψαθυροί μηχανισμοί αστοχίας (π.χ. λόγω διάτμησης ή λόγω μικρού λόγου διάτμησης,) ελέγχονται σε όρους δυνάμεων.  
 $\alpha_s < 2$  ,  $\alpha_s = L_s/h$  ,  $L_s = 0.5L$
- Επίσης, στοιχεία υπογείων και θεμελίων ελέγχονται πάντοτε σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών).

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- **Πλάστιμος - Ψαθυρός τύπος αστοχίας**  
Ένα μέλος αστοχεί από κάμψη με ροπή στο άκρο ίση με  $M_u$ ,  $V_{Mu}$  (η τέμνουσα, την στιγμή της καμπτικής αστοχίας)
- Ένα μέλος αστοχεί από τέμνουσα όταν:  
 $V_u < V_{Mu}$
- Ένα μέλος αστοχεί από κάμψη όταν:  
 $V_u > V_{Mu}$
- Είναι:  $V_{Mu} = M_u / (\alpha_s h)$ , όπου  $\alpha_s = M / (V \cdot h)$  ο “λόγος διατμήσεως” της υπόψη περιοχής κατά την υπό εξέταση εντατική κατάσταση.

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- **ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ Α «Άμεση χρήση μετά τον σεισμό»**  
Φέρων οργανισμός ελαστική συμπεριφορά,  $q \approx m \approx 1,0$  ( $\div 1,5$ ).
  - $S_d < R_d$
- Ελαστικές αναλ.  
 $M_{sd}, Q_{sd}, N_{sd} < M_{Rd}, Q_{Rd}, N_{Rd}$
- Ανελαστική αναλ. (πλάστιμους τρόπους αστοχίας)  
 $\delta_{sd} < \delta_y$   
Όπου  $\delta_y$  τιμή διαρροής της γωνίας στροφής χορδής  $\theta_y$ , της γωνιακής παραμόρφωσης φατνώματος τοιχοπλήρωσης  $\gamma_y$ .
- Ανελαστική αναλ. (ψαθυρός τρόπος αστοχίας)  
 $M_{sd}, Q_{sd}, N_{sd} < M_{Rd}, Q_{Rd}, N_{Rd}$

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- **ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ Β «Προστασία ζωής»**

Όλα τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού επιτρέπεται να αναπτύξουν σημαντικές ανελαστικές παραμορφώσεις, αλλά τα πρωτεύοντα στοιχεία πρέπει να διαθέτουν σημαντικό περιθώριο ασφαλείας έναντι εξάντλησης της διαθέσιμης παραμόρφωσης αστοχίας τους.

- **ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ Γ «Αποφυγή οιονεί-κατάρρευσης»**

Δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί η διαθέσιμη παραμόρφωση αστοχίας των πρωτευόντων και των ενδεχομένων κατακορύφων δευτερευόντων στοιχείων του φέροντος οργανισμού, ενώ για τα οριζόντια δευτερεύοντα στοιχεία επιτρέπονται, γενικώς, υπερβάσεις.



## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- $S_d < R_d$

**Ανελαστική αναλ. για πλάστιμους τρόπους αστοχίας**

- **ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ Β «Προστασία ζωής»**

$$R_d : \delta_d = 0,5(\delta_y + \delta_u) / \gamma_{Rd}$$

$S_d$  : Μετακίνηση απο ανάλυση

- **ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ Γ «Αποφυγή οιονεί-κατάρρευσης»**

$$R_d = \delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$$

$S_d$  : Μετακίνηση απο ανάλυση

Η  $R_d$  θα υπολογίζεται με βάση τις μέσες (συχνότερες) τιμές ιδιοτήτων των υλικών.

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- $S_d < R_d$

#### Ανελαστική αναλ. για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας

- Έλεγχος σε όρους εντατικών μεγεθών

$S_d$ : εντατικό μέγεθος από την (ανελαστική) ανάλυση, διαιρεμένο με  $\gamma_{Sd}$

$R_d$ : τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και συντελεστές ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- $S_d < R_d$

- Ελαστική αναλ. Μέθοδος τοπικών δεικτών πλαστιμότητας  $m$
- Για πλάστιμους τρόπους αστοχίας

$$S_d = S_G + S_E/m < R_d,$$

$$m = \delta_d / \delta_y$$

$R_d$  : τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, με τις αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με τιμές συντελεστών ασφαλείας υλικού

$\gamma_m$

$S_G, S_E$  Δράσεις από κατακόρυφα και σεισμικά φορτία

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- $S_d < R_d$

- **Ελαστική αναλ. Μέθοδος τοπικών δεικτών πλαστιμότητας  $m$**

- **Για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας**

$R_d =$  όπως πριν

$S_d =$  εντατικό μέγεθος που προκύπτει με βάση τις αρχές του ικανοτικού σχεδιασμού και την ισορροπία του στοιχείου, όταν στις πλάστιμες περιοχές που το επηρεάζουν αναπτύσσεται η υπεραντοχή τους,  $\gamma_{Rd} R_d$

Υπολογισμός τέμνουσας σχεδιασμού σε δοκούς, υποστυλώματα, τοιχώματα, θεμελιώσεις

## Κεφ. 9

### Έλεγχοι ασφαλείας

- $S_d < R_d$

- **Ελαστική αναλ. χρήση ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς  $\alpha$**   
Η γενική ανίσωση ασφαλείας, ελέγχεται σε όρους εντατικών μεγεθών με:

$R_d$  τιμή σχεδιασμού της αντοχής σε όρους δυνάμεων, υπολογισμένη με τις αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων των υλικών και με τιμές συντελεστών ασφαλείας υλικού  $\gamma_m$

$S_d$  εντατικό μέγεθος, ως εξής:

**Για πλάστιμους τρόπους αστοχίας:**

εντατικό μέγεθος από την ανάλυση πολ/μενο με  $\gamma_{Sd}$

**Για ψαθυρούς τρόπους αστοχίας :**

Εντατικό μέγεθος που προκύπτει με βάση τις αρχές του ικανοτικού σχεδιασμού και την ισορροπία του στοιχείου

- Κεφ. 7:

## **ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

- Κεφ. 8:

## **ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

- Κεφ. 6:

## **ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**

- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10:

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ**

- ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

## **ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**