

ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:

«Ο ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) - ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012»



## Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2012 στο Πλαίσιο των Ευρωκωδίκων Βασικές Αρχές

➤ **Στέφανος Δρίτσος**

*Καθηγητής*

*Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών*

ΟΑΣΠ - ΤΕΕ /Τμ. Αν. Στερεάς  
Λαμία, 9/6/2012

# ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ

## Ευρωπαϊκά Πρότυπα (EN) για τον Σχεδιασμό

**EN 1990 Ευρωκώδικας 0:**

Βάσεις Σχεδιασμού

**EN 1991 Ευρωκώδικας 1:**

Δράσεις

**EN 1997 Ευρωκώδικας 7:**

Γεωτεχνικός Σχεδιασμός

**EN 1998 Ευρωκώδικας 8:**

Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων

**EN 1992 Ευρωκώδικας 2:**

Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα

**EN 1993 Ευρωκώδικας 3:**

Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα

**EN 1994 Ευρωκώδικας 4:**

Σχεδιασμός Συμμείκτων Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα

**EN 1995 Ευρωκώδικας 5:**

Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων

**EN 1996 Ευρωκώδικας 6:**

Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία

**EN 1999 Ευρωκώδικας 9:**

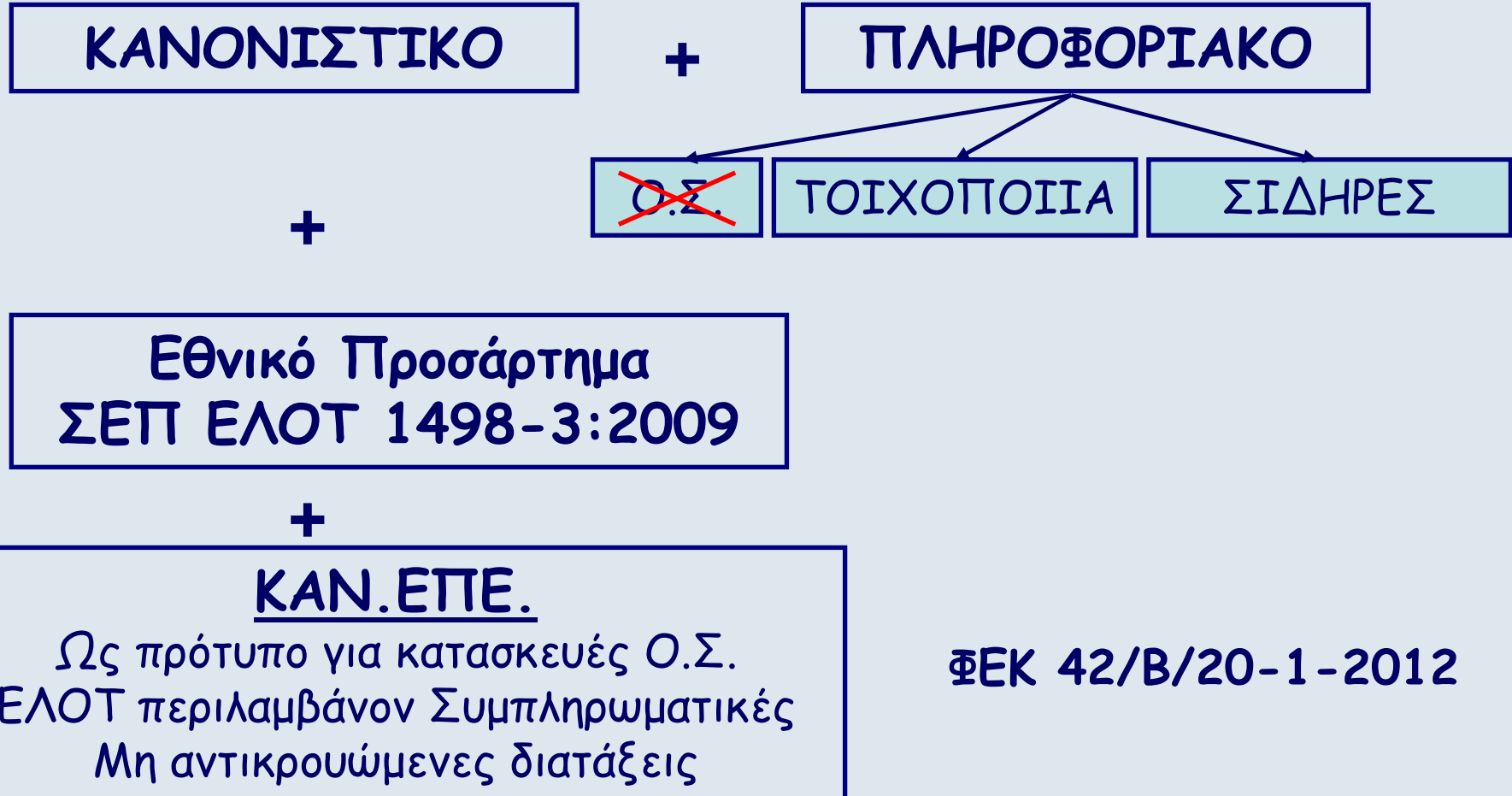
Σχεδιασμός Φορέων από Αλουμίνιο

**EN 1998 Ευρωκώδικας 8:**  
**Αντισεισμικός Σχεδιασμός Φορέων**

1: EN1998-1	Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανονικά Κτίρια
2: EN1998-2	Γέφυρες
3: EN1998-3	Αποτίμηση & Ενίσχυση Κτιρίων
4: EN1998-4	Σιλό, Δεξαμενές, Αγωγοί
5: EN1998-5	Θεμελιώσεις, Αντιστηρίξεις, Γεωτεχνικά Θέματα
6: EN1998-6	Πύργοι, Ιστοί, Καπνοδόχοι

## ΕΚ8-Μέρος 3

### Assessment and Retrofitting of Existing Structures Αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας Κτιρίων και Επεμβάσεις



## Ιστορικό ΚΑΝ.ΕΠΕ.

<b>2000</b>	Ορισμός 17-μελούς Ομάδας Εργασίας από ΟΑΣΠ
<b>2003</b>	1 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
<b>2004</b>	Κρίση από 24-μελή Επιτροπή Συμβούλων
<b>2005</b>	2 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
<b>2006-2007</b>	Έλεγχος Εφαρμοσιμότητας Κανονισμού από 9 Μελετητικά Γραφεία
<b>2009</b>	3 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού (Σχέδιο)
<b>2009</b>	Δημόσιος Διάλογος
<b>2010</b>	4 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού
<b>2011</b>	5 <sup>η</sup> Έκδοση Κανονισμού, Εναρμονισμένου με τους Ευρωπαϊκούς Κανόνες
<b>2012</b>	ΦΕΚ 42/Β/20-1-2012

# Δυσμένεια Παλαιών Κτιρίων

**(α)** Μόρφωση Φ.Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές

*(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)*

**(β)** Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές

*(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & δισδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)*

**(γ)** Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί

*(Ανακριβή προσομοιώματα, απουσία ικανοτικού σχεδιασμού και πλαστιμότητας, ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις για ελάχιστα και μέγιστα, κ.α.)*

**(δ)** Σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις μικρότερες των αντιστοίχων για νέα κτίρια

## Σεισμικές Δράσεις

Παλαιά κτίρια:  $1,75 \times \epsilon$  π.χ.  $1,75 \times 0,08 = 0.14g$

Νέα κτίρια (μετά 1995):  $\alpha \times 2.5/q$  π.χ.  $0.24 \times 2.5/3.5 = 0.17g$

$$\frac{0.14}{0.17} \cdot \frac{1.5}{3.5} \approx \frac{1}{3}$$

⇒ **Δυνητική Δυσμένεια της τάξεως του 1:3**

Ανασχεδιασμός → Θέμα Δυσκολότερο  
από τον Σχεδιασμό Νέων Κτιρίων

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν απαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χαμηλή ποιότητα σκυροδέματος, Διαβρωμένοι οπλισμοί, Κρυμμένες ατέλειες

## Γιατί χρειαζόμαστε έναν Κανονισμό για Επεμβάσεις;

Η μελέτη για επέμβαση είναι πολύ διαφορετική από τη μελέτη σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου

- Διαφορετική η διαδικασία προσέγγισης
- Άλλα πράγματα χρειάζονται



## Διαδικασία

### 1° Στάδιο:

Τεκμηρίωση υφιστάμενης κατάστασης

### 2° Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

### 3° Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

### 4° Στάδιο:

Αρχικός σχεδιασμός της λύσης επέμβασης

### 5ο Στάδιο:

Κατασκευή του Έργου 

## Τεκμηρίωση υφιστάμενου φορέα

Αντοχές υλικών

Οπλισμοί

Γεωμετρία (και θεμέλια)

Πραγματικά φορτία

Προηγούμενες βλάβες ή φθορές ή ελαττώματα

- ➔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) - Knowledge Levels (KL)
- ➔ Συντελεστές αξιοπιστίας (Άλλοι συντελεστές ασφάλειας για τα υφιστάμενα)
- ➔ Νέοι συντελεστές ασφάλειας για τα νέα υλικά

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

- Υψηλή (Full Knowledge) → KL3
- Ικανοποιητική (Normal Knowledge) → KL2
- Ανεκτή (Limited Knowledge) → KL1
- Ανεπαρκής: επιτρέπεται, μόνο για δευτερεύοντα στοιχεία

# Συντελεστές αξιοπιστίας CF (Confidence factors)

## ΕΚ8-Μέρος 3

Ανάλογα με ΚΛ

Knowledge Level	Geometry	Details	Materials	Analysis	CF
KL1	From original outline construction drawings with sample <b>visual</b> survey <b>or</b> from <b>full</b> survey	Simulated design in accordance with relevant practice <b>and</b> from <b>limited in-situ</b> inspection	Default values in accordance with standards of the time of construction <b>and</b> from <b>limited in-situ</b> testing	LF-MRS (Ιδιομορφική)	$CF_{KL1}$ = 1,35
KL2		From incomplete original detailed construction drawings with <b>limited in-situ</b> inspection <b>or</b> from <b>extended in-situ</b> inspection	From original design specifications with <b>limited in-situ</b> testing <b>or</b> from <b>extended in-situ</b> testing	All	$CF_{KL2}$ = 1,20
KL3		From original detailed construction drawings with <b>limited in-situ</b> inspection <b>or</b> from <b>comprehensive in-situ</b> inspection	From original test reports with <b>limited in-situ</b> testing <b>or</b> from <b>comprehensive in-situ</b> testing	All	$CF_{KL3}$ = 1,00

# Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

## Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης  $f_c$ : Συνδυασμός έμμεσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες. Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.
- Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών:
  - Όχι συλλήβδην, δηλ. για όλους τους ορόφους και όλα τα δομικά στοιχεία.
  - Τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον "κρίσιμο" όροφο.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερηχοσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για  $f_c < 15 \text{ MPa}$ ):
  - Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ.στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

## Χάλυβας

Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

- Δεδομένα:

ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩ- ΣΕΩΝ	ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, κ.λ.π.
---	---	---	---

ΟΠΛΙΣΗΣ		
ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ	ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ	«ΚΛΕΙΣΙΜΟ» ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

### ■ Προέλευση Δεδομένου:

1. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί
2. Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί, με λίγες τροποποιήσεις που εντοπίστηκαν κατά τη διερεύνηση
3. Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά, σε μορφή κειμένου υπομνήματος, σε σχέδιο της αρχικής μελέτης.
4. Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα
5. Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσο τρόπο
6. Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά κρίση Μηχανικού
7. Δεν υπάρχουν δεδομένα

## Άλλες μέθοδοι ανάλυσης απαιτούνται

Οι ελαστικές μέθοδοι ανάλυσης που σήμερα χρησιμοποιούνται (για νέα κτίρια) έχουν αξιοπιστία υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις που στα νέα κτίρια φροντίζουμε να πληρούνται.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι προϋποθέσεις αυτές δεν πληρούνται στα παλιά κτήρια.

## Μέθοδοι Ανάλυσης

Ίδιες με αυτές που αφορούν τις νέες κατασκευές (EC8-Part 1)

- α) Μέθοδος Ανάλυσης οριζόντιας Φόρτισης (ελαστική)
- β) Ιδιομορφική Ανάλυση Φάσματος Απόκρισης (ελαστική)
- γ) Μη Γραμμική Στατική Ανάλυση (push-over)
- δ) Μη γραμμική Ανάλυση Χρονοϊστορίας (Δυναμική)



▪ Ποια η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q:

Χονδρική Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q για Στάθμη Επιτελεστικότητας B

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου)	Δυσμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων
<b>1995 &lt; ...</b>	<b>3,00</b>	<b>2,30</b>
<b>1985 &lt; ... &lt; 1995</b>	<b>2,30</b>	<b>1,80</b>
<b>... &lt; 1985</b>	<b>1,80</b>	<b>1,30</b>

Στην περίπτωση ανασχεδιασμού με χρήση ισχυρών νέων φορέων υπό προϋποθέσεις μπορεί να ισχύει:

$$\frac{V_R}{V_S} \geq 0.75 \text{ τότε } q = q_{\text{νέων κανονισμών}}$$

$$0.6 \leq \frac{V_R}{V_S} < 0.75 \text{ τότε } q = \frac{4}{5} q_{\text{νέων κανονισμών}}$$

▪ Ποια η εναλλακτική διαδικασία:

$$q_{loc} = m$$

## Τι είναι αστοχία;

Αντοχή < Ένταση

- Διάκριση στοιχείων σε «πλάστιμα» και «Ψαθυρά»

Ψαθυρά: Έλεγχος σε όρους δυνάμεων (κατά τα γνωστά  $M$ ,  $N$ ,  $V$ )

Πλάστιμα: Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων

Έστω  $M_{Rd} = 150 \text{ KNm} < M_{sd} = 200 \text{ KNm}$

Σε μία μελέτη νέου κτιρίου φροντίζουμε αυτό να μην ισχύει

Σε ένα υφιστάμενο που η ανισότητα μπορεί να ισχύει

Ερωτήματα: Τι επίπεδα βλάβης θα υπάρξουν;

Ποιες οι συνέπειες;

Θα τις δεχθούμε;

## Επίπεδα Βλάβης

### Στάθμες Επιτελεστικότητας ή Οριακές Καταστάσεις (LS)

LS of Near Collapse (NC) → Οιονεί κατάρρευση (ΚΑΝΕΤΤΕ), βαριές και εκτεταμένες βλάβες, κτίριο πολύ κοντά στην κατάρρευση

LS of Significant Damage (SD) → Ασφάλεια Ζωής (ΚΑΝΕΤΤΕ), κτίριο με αποδεκτές σοβαρές βλάβες όπως ο σχεδιασμός νέων κτιρίων.

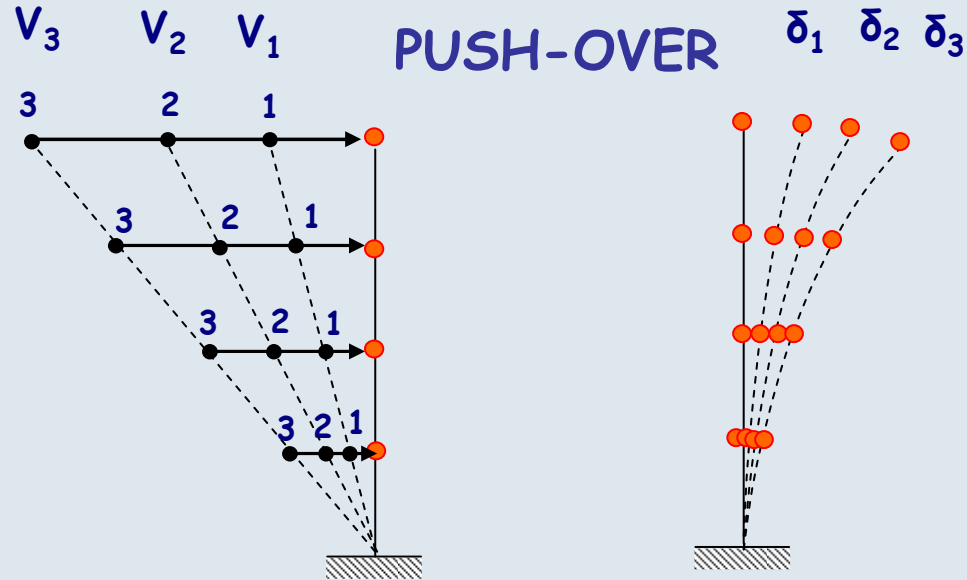
LS of Damage Limitation (DL) → Άμεση χρήση (ΚΑΝΕΤΤΕ), Μηδαμινές βλάβες, τα στοιχεία δεν έχουν ουσιαστικά ξεπεράσει την διαρροή τους

- Διάκριση στοιχείων σε «σεισμικώς πρωτεύοντα» και «σεισμικώς δευτερεύοντα»

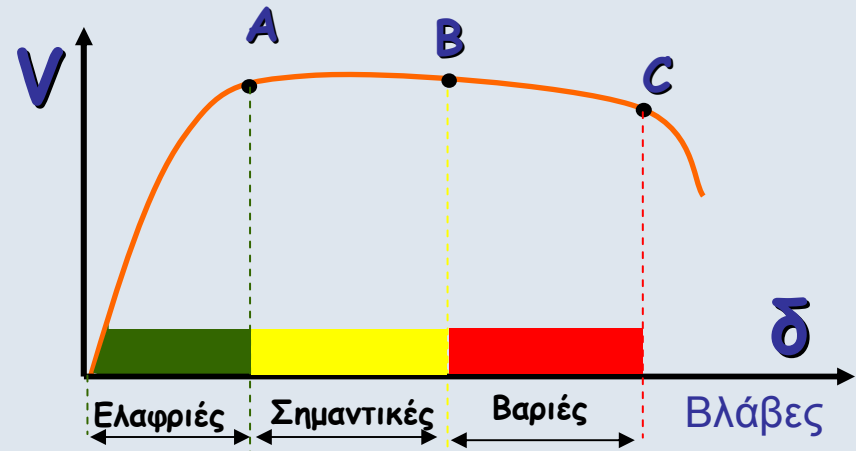
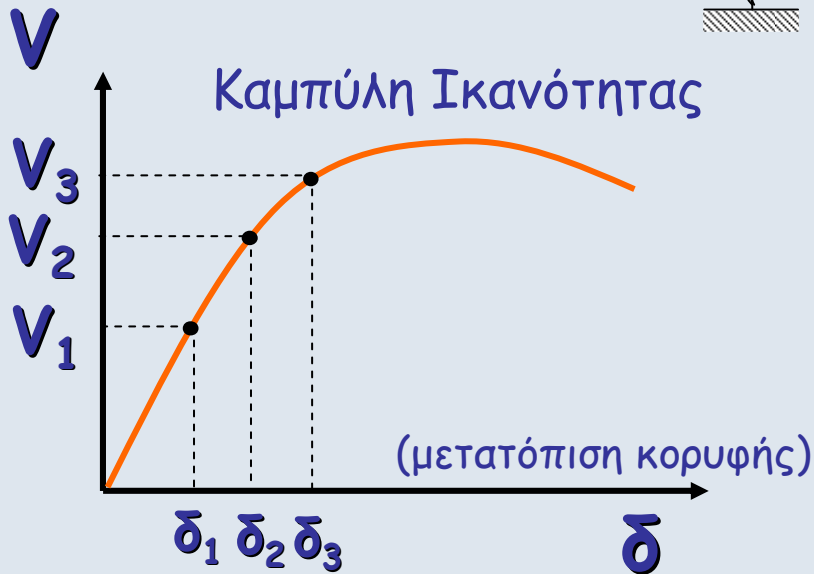
Σεισμικώς δευτερεύοντα: Αποδεκτές μεγαλύτερες βλάβες

# Στάθμες Επιτελεστικότητας - Οριακές Καταστάσεις

Στατική Οριζόντια Φόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



(Τέμνουσα Βάσης)



## Για ποιά οριακή κατάσταση θα γίνει ο σχεδιασμός:

➔ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

## Για ποιό σεισμό σχεδιασμού:

➔ Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Μηδαμινές Βλάβες ή Άμεση Χρήση	Σοβαρές βλάβες ή Ασφάλεια ζωής	Οιονεί Κατάρρευση
2% Περιοδ. Επανάλ. 2475 χρόνια	DL <sub>2%</sub>	SD <sub>2%</sub>	NC <sub>2%</sub>
10% Περιοδ. Επανάλ. 475 χρόνια	DL <sub>10%</sub>	SD <sub>10%</sub>	NC <sub>10%</sub>
20% Περ. Επανάλ. 225 χρόνια	DL <sub>20%</sub>	SD <sub>20%</sub>	NC <sub>20%</sub>
50% Περ. Επανάλ. 70 χρόνια	DL <sub>50%</sub>	SD <sub>50%</sub>	NC <sub>50%</sub>

**ΚΑΝ.ΕΠΕ** ➔ Δημόσια αρχή ➔ Ελάχιστος στόχος κατά περίπτωση  
➔ Ο κύριος του έργου ➔ επιλέγει

## Στάθμες Επιτελεστικότητας κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	Μηδαμινές Βλάβες (Άμεση Χρήση)	Σοβαρές Βλάβες (Ασφάλεια Ζωής)	Οιονεί Κατάρρευση
<b>10%</b> (Σεισμικές Δράσεις κατά ΕΚ8-1)	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>Γ1</b>
<b>50%</b> (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x ΕΚ8-1)	<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>Γ2</b>

Η Δημόσια αρχή ορίζει πότε δεν επιτρέπεται πιθανότητα 50%

# Τοιχοπληρώσεις

Μέχρι τώρα τις αγνοούμε.

Γιατί;

- Έλλειψη προδιαγραφών ποιότητας και τρόπου κατασκευής (διαφορές αντοχών, σφηνώματα)
- Αβέβαιοι τρόποι προσομοίωσης (άνοιγματα)
- Δεν κοστίζει πολύ να αγνοηθεί η συνεισφορά τους στις νέες κατασκευές

Παράδειγμα

Συμμετοχή στην συνολική αντοχή της κατασκευής

	Φέρων οργανισμός	Τοιχοπληρώσεις	Σύνολο
Νέες κατασκευές	500	100	600
Παλαιές κατασκευές	150	100	250

Στις παλαιές κατασκευές ο ρόλος τους σημαντικός

Αν αγνοηθούν στην αποτίμηση των παλαιών κατασκευών 

Ανάγκη σοβαρών ενισχύσεων (συχνά ανέφικτων)

Ποια είναι η αντοχή (ή καλλίτερα η ικανότητα) δομικών μελών που δεν πληρούν προϋποθέσεις έντεχνης κατασκευής;

π.χ. - περιοχές με "κοντές αναμονές"

- έλλειψη αγκίστρων στα τσέρκια
- ανεπαρκείς αγκυρώσεις



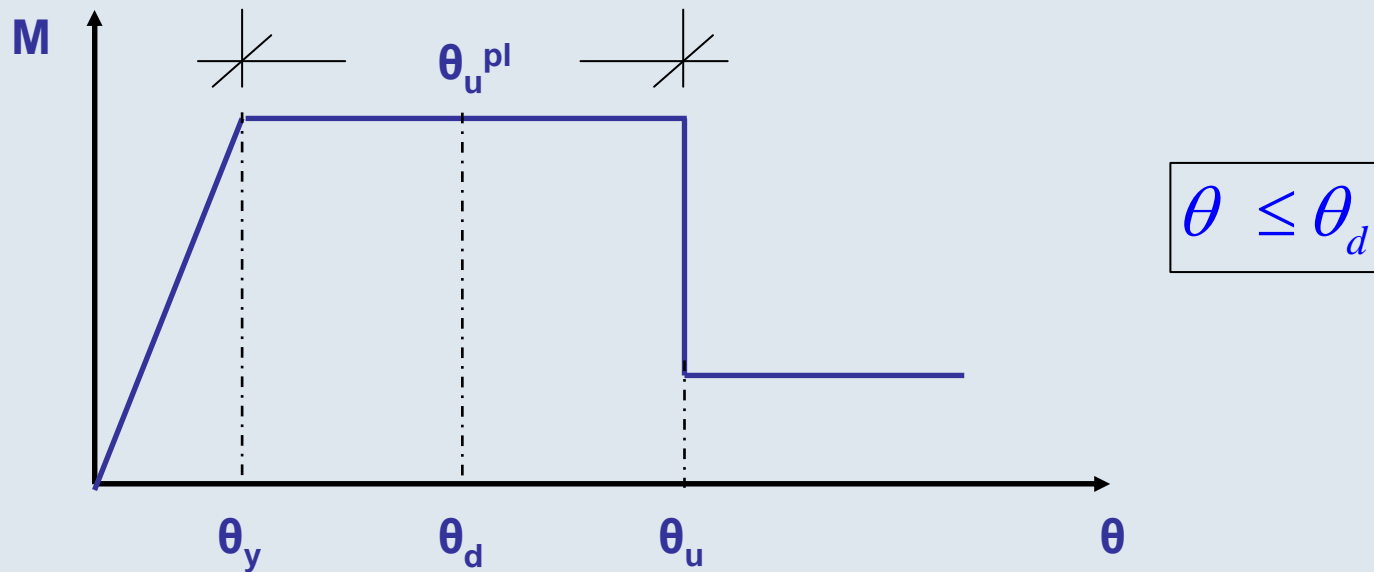
## Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος $l_o$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο οπλισμό (παρουσία εγκιβωτισμού ή περίσφιξης)
- Για  $M_y, \varphi_y, \Theta_y$ :  $f_y \times l_o / I_{oy,min}$ , αν  $(1/2)I_{oy,min} < l_o < I_{oy,min} = (0.3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$   
π.χ. Για  $\Phi 20, C16, S400$ :  $I_{oy,min} = 30 d_b$
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\Theta_{um}^{pl} \times l_o / I_{ou,min}$ ,  
αν  $l_o < I_{ou,min} = d_b \cdot f_y / [(1.05 + 14.5 \cdot a_{rs} \cdot \omega_{sx}) \sqrt{f_c}]$   
που προκύπτει αναλόγου μήκους με τα ισχύοντα για νέες κατασκευές

## Μάτιση λείων Ράβδων με άγκυστρα & ευθύγραμμο μήκος παράθεσης $l_o > 15d_b$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο οπλισμό
- Για  $M_y, \varphi_y, \Theta_y$ : πλήρες  $f_y$  εφελκυσμένων ράβδων
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\Theta_{um} \times \lambda_\theta$   
όπου  $\lambda_\theta = 0,016 \times (10 + l_o / d_b)$ , αν  $l_o < 40d_b$  και  $\lambda_\theta = 0,8$ , αν  $l_o \geq 40d_b$

## Πως γίνεται ο έλεγχος των παραμορφώσεων;



$$m = \frac{\theta_d}{\theta_y}$$

$$K = EI_{ef} = \frac{M_y \cdot L_s}{3\theta_y}$$

# ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ

Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0,0014 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Δοκοί και  
Υποστυλώματα

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0,0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Τοιχεία ορθογωνικής,  
Τ- και Ι-  
Διατομής

Οριακή ικανότητα στροφής χορδής:

$$\theta_{um} = 0,016 \cdot (0,3^{\nu}) \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \alpha \rho_s \frac{f_{yw}}{f_c} \right) (1,25^{100} \rho_d)$$

Πλαστικό τμήμα ικανότητας στροφής χορδής:

$$\theta_{um}^{pl} = \theta_u - \theta_y = 0,0145 (0,25^{\nu}) \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right]^{0,3} (f_c)^{0,2} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \alpha \rho_s \frac{f_{yw}}{f_c} \right) (1,275^{100} \rho_d)$$

# ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

## Στάθμη Επιτελεστικότητας:

- Άμεση Χρήση (DL):

$$\theta_d = \theta_y$$

- Ασφάλεια Ζωής (SD):

Πρωτεύοντα:

$$\theta_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \frac{\theta_y + \theta_u}{2}$$

Δευτερεύοντα ή Τοιχοπληρώσεις:

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:  $\gamma_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα  
 $\gamma_{Rd} = 1,3$  για τοιχοπληρώσεις

- Οιονεί Κατάρρευση (NC)

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:  $\gamma_{Rd} = 1,5$  για πρωτεύοντα  
 $\gamma_{Rd} = 1,0$  για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις  
Δεν απαιτείται έλεγχος οριζοντίων δευτερευόντων

# ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

## Δοκοί και Υποστυλώματα

$$V_R = \frac{h-x}{2L_s} \min(N; 0,55 A_c f_c) + \left(1 - 0,05 \min(5; \mu_{\theta}^{pl})\right) \left[0,16 \max(0,5; 100 \rho_{tot}) (1 - 0,16 \min(5; \alpha_s)) \sqrt{f_c} A_c + V_w\right]$$

Όπου:

$$V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$$

Για ορθογωνικές διατομές

$$V_w = \frac{\pi}{2} \frac{A_{sw}}{s} f_{yw} (D - 2c)$$

Για κυκλικές διατομές

## Τοιχώματα

$$V_{R,max} = 0,85 \left(1 - 0,06 \min(5; \mu_{\theta}^{pl})\right) \left(1 + 1,8 \min\left(0,15; \frac{N}{A_c f_c}\right)\right) \left(1 + 0,25 \max(1,75; 100 \rho_{tot})\right) \left(1 - 0,2 \min(2; a_s)\right) \sqrt{f_c} b_w z$$

## Κοντά Υποστυλώματα ( $L/h \leq 2$ )

$$V_{R,max} = \frac{4}{7} \left(1 - 0,02 \min(5; \mu_{\theta}^{pl})\right) \left(1 + 1,35 \frac{N}{A_c f_c}\right) \left(1 + 0,45 (100 \rho_{tot})\right) \sqrt{\min(40; f_c)} b_w z \sin 2\delta$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

	Σκυρόδεμα	Χάλυβας	Σύνθετα
<b>8.1 Γενικές Απαιτήσεις</b>			
▪ Έλεγχος διεπιφανειών	■	■	■
<b>8.2 Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων</b>			
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας	■		
<b>8.3 Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων</b>			
▪ Ανεπάρκεια λόγω διαγώνιας θλίψης κόμβου	■		
▪ Ανεπάρκεια οπλισμού κόμβου	■	■	■
<b>8.4 Επεμβάσεις σε Τοιχώματα</b>			
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγεθών ορθής έντασης	■		
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας	■	■	■
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας	■		
▪ Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας	■		
<b>8.5 Εμφάνωση Πλαισίων</b>			
▪ Προσθήκη απλού “γεμίσματος”	■	■	
▪ Τοιχωματοποίηση πλαισίων	■		
▪ Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως	■		
▪ Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα		■	
<b>8.6 Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων</b>			
▪ Σύνδεσμοι	■	■	
▪ Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων	■	■	
▪ Διαφράγματα	■	■	30
<b>8.7 Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης</b>	■		