



**ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΤΕΕ/ΤΚΜ ΟΑΣΠ**  
**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 4 ΙΟΥΛΙΟΥ 2012**

# **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΔΟΜΗΜΑΤΑ**

**Κεφάλαιο 9:  
Έλεγχοι ασφάλειας**

**Μ.Ν.Φαρδής**  
**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Πατρών**

# Κεφάλαιο 9:

## Σκοπός

Καθορισμός τιμών σχεδιασμού διαθέσιμων αντιστάσεων (αντοχής, παραμόρφωσης) στα κριτήρια ελέγχου για τις 3 διαφορετικές στάθμες επιτελεστικότητας.

# Αποτίμηση / Ενίσχυση με βάση:

1. Μετακινήσεις/παραμορφώσεις, όχι δυνάμεις
  - Έλεγχοι πλάστιμων τρόπων αστοχίας σε όρους παραμορφώσεων
  - Σκεπτικό: η σεισμική δράση προκαλεί & επιβάλλει μετακινήσεις & παραμορφώσεις, όχι δυνάμεις (τις δυνάμεις τις γεννά το δόμημα).
2. Επιτελεστικότητα (: επιθυμητή συμπεριφορά) κτιρίου για ορισμένη στάθμη σεισμικής δράσης
  - Ορίζονται (περισσότεροι από έναν) «στόχοι επιτελεστικότητας» =
  - Στάθμες επιτελεστικότητας (:«οριακές καταστάσεις») υπό αντίστοιχες σεισμικές δράσεις

# ΠΛΑΣΤΙΜΑ & ΨΑΘΥΡΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## ● “ΠΛΑΣΤΙΜΑ” ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

(υποστυλώματα, δοκοί, τοιχώματα σε κάμψη, τοιχοπληρώσεις σε διάτμηση):

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ.

## ● “ΨΑΘΥΡΑ” ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

(υποστυλώματα, δοκοί, τοιχώματα, κόμβοι σε διάτμηση):

ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.

# ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ:

- «ΚΥΡΙΑ» («ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ») :
  - κρίσιμα για την αντίσταση έναντι σεισμού.
- «ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ» :
  - Συνεισφορά στις κατακόρυφες δράσεις.
  - Μικρή (ή αναξιόπιστη) συνεισφορά έναντι σεισμικών δράσεων.
  - Η δυσκαμψία & αντοχή τους μπορεί να αγνοείται στην ελαστική ανάλυση για σεισμικές δράσεις, εφόσον το κτίριο ενισχύεται.
  - Δεν μπορεί να συμβάλλουν συνολικώς > 25% δυσκαμψίας ορόφου
  - Υπόκεινται σε χαλαρότερες απαιτήσεις & κριτήρια επιτελεστικότητας.

# 1. Άμεση χρήση μετά το σεισμό

Απαιτήση: Οιονεί ελαστική συμπεριφορά.

- Για ελαστική ή ανελαστική ανάλυση η ανίσωση ασφαλείας:

$$S_d = \gamma_{Sd} \cdot S(\gamma_f S_k) < (1/\gamma_{Rd}) \cdot R(R_k/\gamma_m) = R_d$$

μπορεί να ελέγχεται - για πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία και τοιχοπληρώσεις - σε όρους δυνάμεων:

- $S_d$ : τιμή εντατικού μεγέθους από την ανάλυση (με  $\gamma_{Sd}$ )
  - $R_d$ : τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) με  $\gamma_{Rd}=1$  και μέσες τιμές ιδιοτήτων υλικών αν πρόκειται για πλάστιμο τρόπο αστοχίας, ή με αντιπροσωπευτικές (: μέση-σ) και επιμέρους συντελεστές ασφαλείας ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) για ψαθυρό.
- Για ανελαστική ανάλυση η ανίσωση ασφαλείας για πλάστιμους τρόπους αστοχίας (και τοιχοπληρώσεις) μπορεί να ελέγχεται σε όρους παραμορφώσεων:
- $S_d$ : τιμή παραμορφωσιακού μεγέθους από την ανάλυση (με  $\gamma_{Sd}$ )
  - $R_d$ : τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους παραμορφώσεων με  $\gamma_{Rd}=1$  και αναμενόμενες (μέσες) τιμές ιδιοτήτων υλικών χωρίς επιμέρους συντ. ασφαλείας.

# Κριτήρια ελέγχου επιτελεστικότητας

	Άμεση χρήση	Προστασία ζωής		Μη-κατάρρευση	
		Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση	Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση
Πλάστιμα πρωτεύοντα	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd} \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$
Πλάστιμα δευτερεύοντα	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_d$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = \theta_{um}/\theta_y$
Τοιχο-πληρώσεις	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$ $\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_y$	$\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um}/1.3$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\gamma_{um}/1.3]/\gamma_y$	$(\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um})$	$(\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m)$ $m = \gamma_{um}/\gamma_y$
Ψαθυρά πρωτεύοντα	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$
Ψαθυρά δευτερεύοντα			$V_{CD} \leq V_{Rd}$		$V_{CD} \leq V_{Rd}$

$S_d, \theta_{Sd}, \gamma_E$ : ένταση, γωνία στρ. χορδής, γων. παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης από ανάλυση  
 $\theta_y, \gamma_y$ : γωνία στροφής χορδής, γωνιακή παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης στη διαρροή.

$R_m, R_d (V_{Rd})$ : Αντίσταση σε όρους δυνάμεων, με μέσες τιμές υλικών για πλάστιμο τρόπο αστοχίας ή με αντιπροσωπευτικές (: μέση-σ) και επιμέρους συντ. ασφαλείας ανάλογα με στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) για ψαθυρό.

$V_{CD}$ : Ικανοτική Τέμνουσα.  $\gamma_{Rd} = 1.25$  Υψηλή ΣΑΔ,  $= 1.4$  Ικανοπ. ΣΑΔ,  $= 1.5$  Ανεκτή ΣΑΔ

$\theta_{um}$ : παραμόρφωση αστοχίας (μέση).  $\gamma_{Rd} = 1.5$  (1.8 για  $\theta_{um}^{pl}$ ), ώστε  $\theta_{um}/\gamma_{Rd}$ : μέση τιμή - σ

## 2. Προστασία ζωής

Δομικά στοιχεία επιτρέπεται να αναπτύξουν ανελαστικές παραμορφώσεις σε πλάστιμους τρόπους αστοχίας, αλλά πρέπει να έχουν σημαντικό περιθώριο ασφαλείας έναντι εξάντλησης της διαθέσιμης ικανότητας παραμόρφωσής τους.

Κριτήρια ελέγχου ανάλογα με:

- **Τρόπο Ανάλυσης :**
  - Ελαστική, ή
  - Ανελαστική.
- **Τρόπο αστοχίας :**
  - Πλάστιμο, ή
  - Ψαθυρό.



# Συνέχεια: Κριτήρια για Προστασία ζωής

## ➤ Ανελαστική ανάλυση

### ➤ Πλάστιμοι τρόποι αστοχίας :

Η ανίσ. ασφαλείας:  $S_d = \gamma_{Sd} S < R / \gamma_{Rd} = R_d$  ελέγχεται σε όρους παραμορφώσεων:

$S_d$  = παραμορφωσιακό μέγεθος  $\delta$  από ανάλυση με  $\gamma_{Sd}$

$R_d = R(R_m / \gamma_m)$  τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους παραμορφώσεων με μέσες τιμές ιδιοτήτων υλικών χωρίς επιμέρους συντ. ασφαλείας.

- Πρωτεύοντα στοιχεία :
- Δευτερεύοντα στοιχεία (πλήν οριζοντίων) και τοιχοπληρώσεις:

$$R_d = \delta_d = 0.5(\delta_y + \delta_u) / \gamma_{Rd}$$

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

- Αν  $\delta = \theta$  :

$$\gamma_{Rd} = 1.5$$

- Αν  $\delta = \theta_{pl}$  :

$$\gamma_{Rd} = 1.8$$

- Για τοιχοπληρώσεις με  $\delta = \gamma$  :

$$\gamma_{Rd} = 1.3$$

### ➤ Ψαθυροί τρόποι αστοχίας :

Ανίσωση ασφαλείας:  $S_d < R_d$  ελέγχεται σε όρους δυνάμεων:

$S_d$  = εντατικό μέγεθος,  $V$ , από ανάλυση με  $\gamma_{Sd}$

$R_d = R(R_k / \gamma_m)$  τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους δυνάμεων με αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων (μέση- $\sigma$ ) & επιμέρους συντελ. ασφαλείας ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.

# Κριτήρια ελέγχου επιτελεστικότητας

	Άμεση χρήση	Προστασία ζωής		Μη-κατάρρευση	
		Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση	Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση
<b>Πλάστιμα πρωτεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd} \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$
<b>Πλάστιμα δευτερεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_d$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = \theta_{um}/\theta_y$
<b>Τοιχο- πληρώσεις</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$ $\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_y$	$\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um}/1.3$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\gamma_{um}/1.3]/\gamma_y$	$(\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um})$	$(\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m)$ $m = \gamma_{um}/\gamma_y$
<b>Ψαθυρά πρωτεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$
<b>Ψαθυρά δευτερεύοντα</b>			$V_{CD} \leq V_{Rd}$		$V_{CD} \leq V_{Rd}$

$S_d, \theta_{Sd}, \gamma_E$ : ένταση, γωνία στρ. χορδής, γων. παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης από ανάλυση  
 $\theta_y, \gamma_y$ : γωνία στροφής χορδής, γωνιακή παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης στη διαρροή.

$R_m, R_d (V_{Rd})$ : Αντίσταση σε όρους δυνάμεων, με μέσες τιμές υλικών για πλάστιμο τρόπο αστοχίας ή με αντιπροσωπευτικές (: μέση-σ) και επιμέρους συντ. ασφαλείας ανάλογα με στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) για ψαθυρό.

$V_{CD}$ : Ικανοτική Τέμνουσα.  $\gamma_{Rd} = 1.25$  Υψηλή ΣΑΔ,  $= 1.4$  Ικανοπ. ΣΑΔ,  $= 1.5$  Ανεκτή ΣΑΔ

$\theta_{um}$ : παραμόρφωση αστοχίας (μέση).  $\gamma_{Rd} = 1.5$  (1.8 για  $\theta_{um}^{pl}$ ), ώστε  $\theta_{um}/\gamma_{Rd}$ : μέση τιμή - σ

# Συνέχεια: Κριτήρια για Προστασία ζωής

## ➤ Ελαστική ανάλυση

### ➤ Πλάστιμοι τρόποι αστοχίας :

Ανίσωση ασφαλείας:  $S_d = \gamma_{Sd} S < R / \gamma_{Rd} = R_d$  ελέγχεται σε όρους δυνάμεων (~ισοδύναμη με έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων ανελαστικής ανάλυσης) :

$S_d$  = εντατικό μέγεθος  $F$  (M, V, N) από ανάλυση με  $\gamma_{Sd}$ , **διαιρεμένο με λόγο**  $m = \delta_d / \delta_y$  παραμόρφωσης  $\delta_d$  που ορίσθηκε για ανελαστική ανάλυση, προς παραμόρφωση διαρροής  $\delta_y$ . (m: οιονεί τοπικός δείκτης συμπεριφοράς q)

$R_d = R(R_m)$ : τιμή σχεδιασμού αντίστασης σε όρους δυνάμεων με αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων (μέση-σ) & επιμέρους συντελ. ασφαλείας ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.

### ➤ Ψαθυροί τρόποι αστοχίας :

Ανίσωση ασφαλείας:  $S_d < R_d$  ελέγχεται σε όρους δυνάμεων:

$S_d$  = εντατικό μέγεθος  $V$  από ικανοτικό σχεδιασμό (από ισορροπία μέλους για υπεραντοχή,  $\gamma_{Rd} R_d$ , των θέσεων πλάστιμης συμπεριφοράς)

$R_d = R(R_k / \gamma_m)$ : όπως στην ανελαστική ανάλυση (τιμή σχεδιασμού αντοχής σε όρους δυνάμεων με αντιπροσωπευτικές τιμές ιδιοτήτων & με επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικών (ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων).

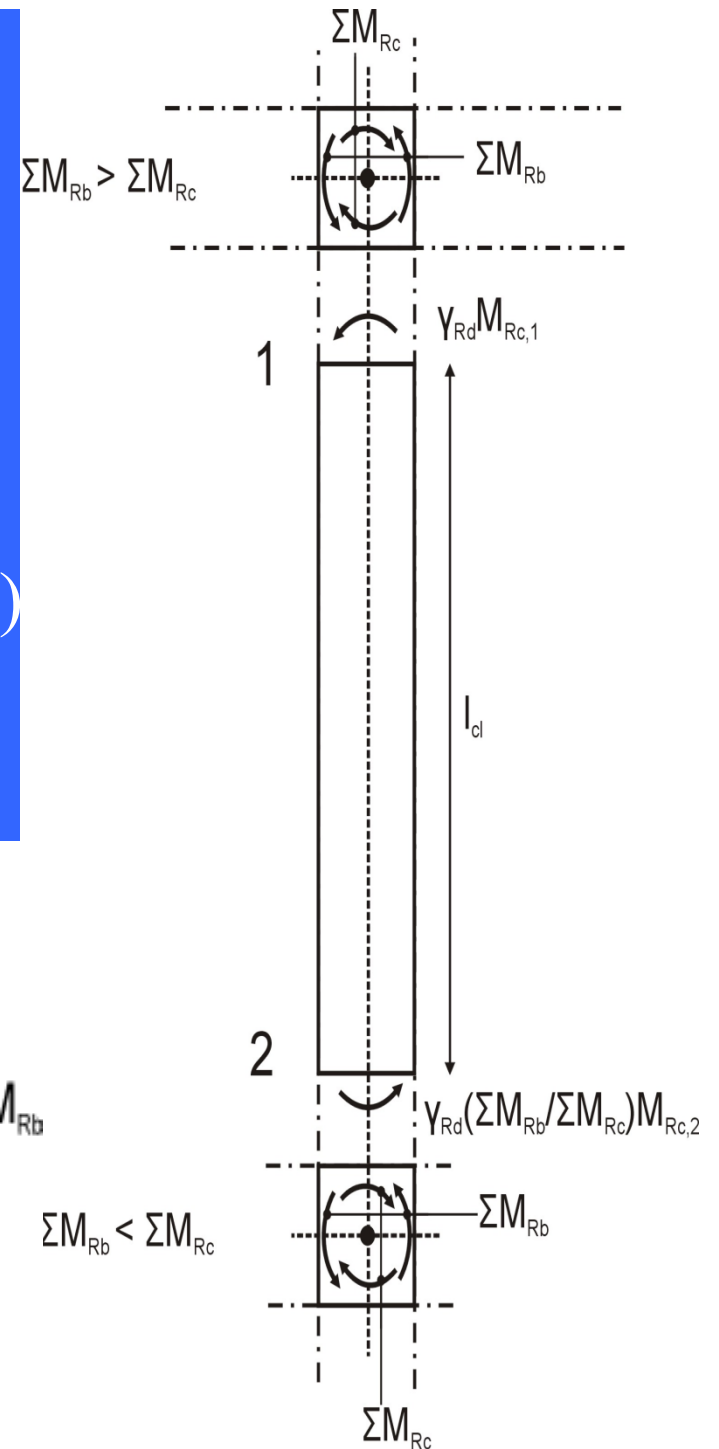
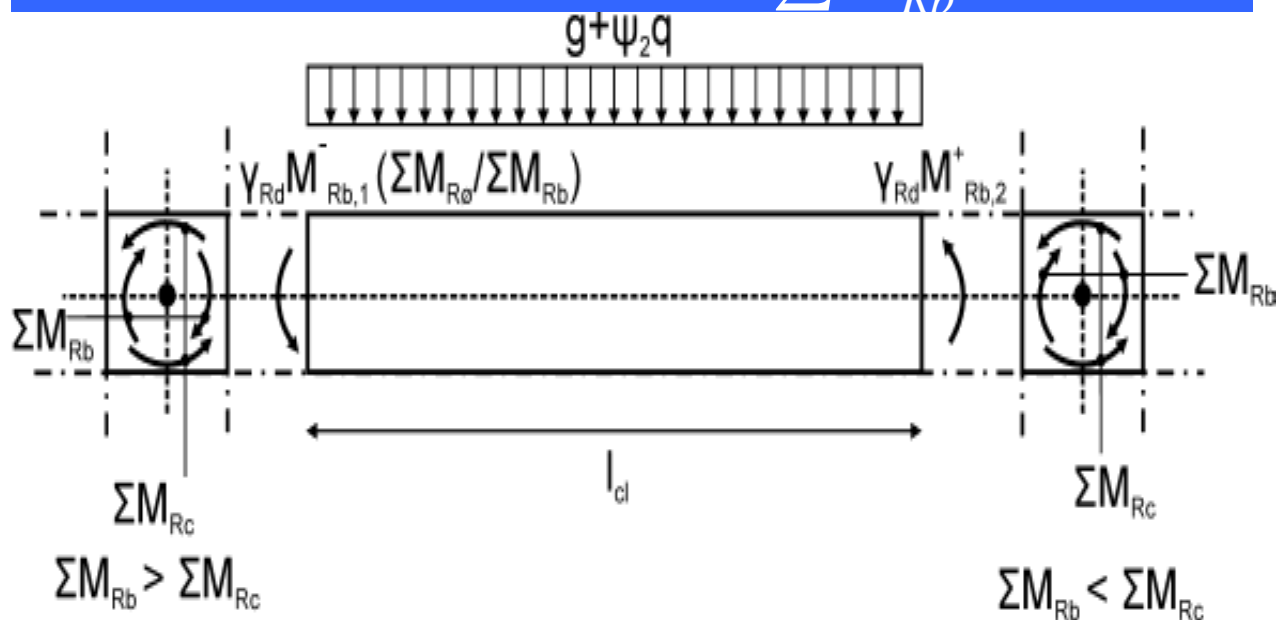
## ➤ Ο έλεγχος αφορά την τέμνουσα, οπότε :

## Για ελαστική ανάλυση

Ικανοτική τέμνουσα  $V_{CD}$  από ισορροπία, υπό τις ροπές που αναπτύσσονται όταν σχηματισθούν πλαστικές αρθρώσεις γύρω από κόμβους άκρων μέλους (σε δοκούς ή υποστυλώματα, όπου συμβούν πρώτα)

Υποστυλώματα:  $M_{i,d} = M_{Rc,i} \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right)$

Δοκοί:  $M_{i,d} = M_{Rb,i} \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right)$



# Υπολογισμός δυνάμεων για ελαστική ανάλυση

1. Τοιχώματα:  $V_{Sd} = \frac{\gamma_{Rd} M_{Rw}}{M_{EW}} V_E$  ( $M_{RW}, M_{EW}$  : στη βάση)

2. Υποστυλώματα:  $M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rc,i} \min\left(1, \frac{\sum M_{Rb}}{\sum M_{Rc}}\right)$  Ροπές άκρων για υπολογισμό δρώσας τέμνουσας

3. Δοκοί:  $M_{i,d} = \gamma_{Rd} M_{Rb,i} \min\left(1, \frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}\right)$

4. Έλεγχος εδάφους και στοιχείου θεμελίωσης

$$S_{Fd} = S_{F,G} + \gamma_{Rd} \Omega S_{F,E}$$

$\Omega$ :  $\min M_R/M_E$  μεταξύ 2 οριζοντίων διευθύνσεων κατακορύφου στοιχείου στην κατώτατη πλαστική άρθρωση:

- $M_E$  : καμπτική ροπή από ανάλυση για σεισμική δράση
- $M_R$  : καμπτική αντίσταση με μέσες τιμές υλικών & αξονική δύναμη που αντιστοιχεί στην υπόψη διεύθυνση και φορά σεισμικής δράσης
- Πρωτεύοντα στοιχεία:
  - $\gamma_{Rd} = 1.25$  Υψηλή ΣΑΔ,
  - $\gamma_{Rd} = 1.4$  Ικανοποιητική ΣΑΔ,
  - $\gamma_{Rd} = 1.5$  Ανεκτή ΣΑΔ
- Δευτερεύοντα στοιχεία:  $\gamma_{Rd} = 1.0$

### 3. Αποφυγή κατάρρευσης

Δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί η διαθέσιμη ικανότητα παραμόρφωσης των δομικών στοιχείων.

- Διαφορά με στάθμη «Προστασίας ζωής»:

Πλάστιμοι τρόποι αστοχίας :  $R_d = \delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$

➤ Πρωτεύοντα στοιχεία :  $\gamma_{Rd} =$  όπως στην «Προστασία ζωής»

➤ Δευτερεύοντα στοιχεία (πλήν οριζοντίων) και τοιχοπληρώσεις :  $\gamma_{Rd} = 1$

$R_d =$  με μέσες τιμές ιδιοτήτων χωρίς επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικών.

# Κριτήρια ελέγχου επιτελεστικότητας

	Άμεση χρήση	Προστασία ζωής		Μη-κατάρρευση	
		Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση	Ανελαστική ανάλυση	Ελαστική ανάλυση
<b>Πλάστιμα πρωτεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = (\theta_y + \theta_{um})/2 \gamma_{Rd} \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$
<b>Πλάστιμα δευτερεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}/\gamma_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_d$ $m = [\theta_{um}/\gamma_{Rd}]/\theta_y$	$\gamma_{Sd} \theta_{Sd} \leq \theta_{um}$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = \theta_{um}/\theta_y$
<b>Τοιχο- πληρώσεις</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq R_d$ $\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_y$	$\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um}/1.3$	$\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m$ $m = [\gamma_{um}/1.3]/\gamma_y$	$(\gamma_{Sd} \gamma_E \leq \gamma_{um})$	$(\gamma_{Sd} S_d/m \leq R_m)$ $m = \gamma_{um}/\gamma_y$
<b>Ψαθυρά πρωτεύοντα</b>	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Sd} S_d \leq V_{Rd}$	$\gamma_{Rd} V_{CD} \leq V_{Rd}$
<b>Ψαθυρά δευτερεύοντα</b>			$V_{CD} \leq V_{Rd}$		$V_{CD} \leq V_{Rd}$

$S_d, \theta_{Sd}, \gamma_E$ : ένταση, γωνία στρ. χορδής, γων. παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης από ανάλυση  
 $\theta_y, \gamma_y$ : γωνία στροφής χορδής, γωνιακή παραμόρφωση τοιχοπλήρωσης στη διαρροή.

$R_m, R_d (V_{Rd})$ : Αντίσταση σε όρους δυνάμεων, με μέσες τιμές υλικών για πλάστιμο τρόπο αστοχίας ή με αντιπροσωπευτικές (: μέση-σ) και επιμέρους συντ. ασφαλείας ανάλογα με στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) για ψαθυρό.

$V_{CD}$ : Ικανοτική Τέμνουσα.  $\gamma_{Rd} = 1.25$  Υψηλή ΣΑΔ,  $= 1.4$  Ικανοπ. ΣΑΔ,  $= 1.5$  Ανεκτή ΣΑΔ

$\theta_{um}$ : παραμόρφωση αστοχίας (μέση).  $\gamma_{Rd} = 1.5$  (1.8 για  $\theta_{um}^{pl}$ ), ώστε  $\theta_{um}/\gamma_{Rd}$ : μέση τιμή - σ