

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 1998-1: 2004

Ευρωκώδικας 8:

«Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών –
Μέρος 1»

EN 1998 (Ευρωκώδικας 8): Αντισεισμικός Σχεδιασμός

Μέρος ΕΚ8	Τίτλος			Δημοσίευση 3-γλωσσας Έκδοσης από CEN	Προθεσμία δημοσίευσης Εθνικής Έκδοσης, με Εθνικό Προσάρτημα
1: EN1998-1	Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες για Κτίρια			Δεκ. 04	Δεκ. 06
2: EN1998-2	Γέφυρες			Νοεμ. 05	Νοεμβ. 07
3: EN1998-3	Αποτίμηση & Ενίσχυση Κτιρίων			Ιουλ. 05	Ιουλ. 07
4: EN1998-4	Σιλό, Δεξαμενές, Αγωγοί			Ιουλ. 06	Ιουλ. 08
5: EN1998-5	Θεμελιώσεις, Αντιστηρίξεις, Γεωτεχνικά Θέματα			Νοεμ. 04	Νοεμβ. 06
6: EN1998-6	Πύργοι, Ιστοί, Καπνοδόχοι			Ιουλ. 05	Ιουλ. 07

Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1:2004)

“Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες Για Κτίρια”

- 1 Γενικά
- 2 Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας & Κριτήρια Συμμόρφωσης
- 3 Εδαφικές Συνθήκες & Σεισμικές Δράσεις
- 4 Σχεδιασμός Κτιρίων
- 5 Ειδικό Κανόνες για Κτίρια Σκυροδέματος
- 6 Ειδικό Κανόνες για Σιδηρά Κτίρια
- 7 Ειδικό Κανόνες για Σύμμικτα Κτίρια (Χάλυβα-σκυροδέματος)
- 8 Ειδικό Κανόνες για Ξύλινα Κτίρια
- 9 Ειδικό Κανόνες για Κτίρια από Τοιχοποιΐα
- 10 Σεισμική Μόνωση

Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1:2004)

“Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες Για Κτίρια”

- 1 Γενικά
- 2 Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας & Κριτήρια Συμμόρφωσης
- 3 Εδαφικές Συνθήκες & Σεισμικές Δράσεις
- 4 Σχεδιασμός Κτιρίων
- 5 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια Σκυροδέματος
- 6 Ειδικοί Κανόνες για Σιδηρά Κτίρια
- 7 Ειδικοί Κανόνες για Σύμμικτα Κτίρια (Χάλυβα-σκυροδέματος)
- 8 Ειδικοί Κανόνες για Ξύλινα Κτίρια
- 9 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια από Τοιχοποιΐα
- 10 Σεισμική Μόνωση

Από EN 1990 (Ευρωκώδικας-Βάσεις του σχεδιασμού):

- Σεισμική κατάσταση σχεδιασμού:
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$\sum_{j \geq 1} G_{k,j}$: Μόνιμες δράσεις (χαρακτηριστικές ή ονομαστικές τιμές)

P : Προένταση

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$: Μεταβλητές δράσεις (οιονεί-μόνιμες τιμές)

$A_{Ed} = \gamma_I A_{Ek}$: Σεισμική δράση σχεδιασμού

A_{Ek} : Χαρακτηριστική σεισμική δράση, γ_I : Συντελεστής Σπουδαιότητας φορέα

Από EN 1990 & EN 1998-1 (ΕΚ 8 – Μέρος 1):

A_{Ek} : «Σεισμική δράση αναφοράς»:

Πιθανότητα αναφοράς, P_R , για υπέρβαση στη διάρκεια ζωής σχεδιασμού T_L του φορέα

(ή Περίοδος Επανάληψης αναφοράς, T_R)

Κατηγορίες Σπουδαιότητας – Συντελεστές Σπουδαιότητας για κτίρια

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κτίριο	Τιμή γ_i
I	Μικρής σπουδαιότητας για τη δημόσια ασφάλεια	0.8
II	Σύνηθες	1.0 (εξ ορισμού)
III	Με μεγάλες συνέπειες κατάρρευσης (σχολεία, χώροι συγκέντρωσης κοινού, πολιτιστικά ιδρύματα κ.λ.π.)	1.2
IV	Ζωτικής σημασίας για την Πολιτική Προστασία (νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας.)	1.4

Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας, Κριτήρια Συμμόρφωσης

- **Στάθμη Επιτελεστικότητας 'Προστασία Ζωής:**
Για φορείς συνήθους σημασίας: σεισμική δράση με μέση περίοδο επανάληψης **475 χρ.**
Κριτήρια Συμμόρφωσης: Διαστασιολόγηση μελών για αντοχή - Κατασκευαστική Διαμόρφωση/ Όπλιση για τοπική πλαστιμότητα.
- **Στάθμη Επιτελεστικότητας 'Περιορισμός Βλαβών:**
Για φορείς συνήθους σημασίας: σεισμική δράση με μέση περίοδο επανάληψης **95 χρ.** (~50% της δράσης των 475 χρ)
Κριτήριο Συμμόρφωσης για Κτίρια: Περιορισμός σχετικής μετακίνησης ορόφων.
- **Στάθμη Επιτελεστικότητας 'Αποφυγή Κατάρρευσης**
Για εξαιρετικά σπάνια σεισμική δράση (>> Σεισμού σχεδιασμού 475 χρ.).
Κριτήριο Συμμόρφωσης : **Ικανοτικός Σχεδιασμός**, με στόχο την πλαστιμότητα του φορέα ως σύνολο

Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1:2004)

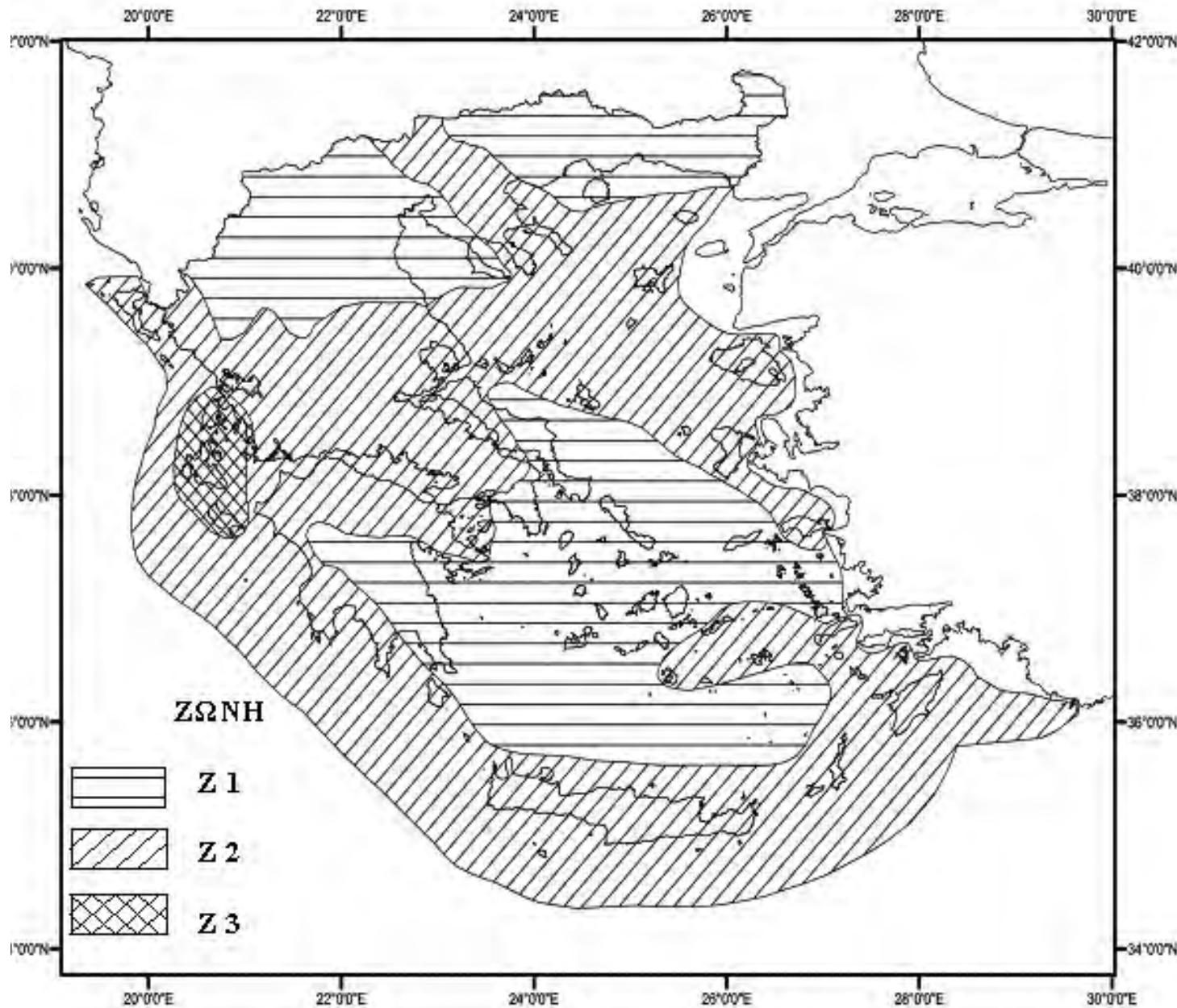
“Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες Για Κτίρια”

- 1 Γενικά
- 2 Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας & Κριτήρια Συμμόρφωσης
- 3 Εδαφικές Συνθήκες & Σεισμικές Δράσεις
- 4 Σχεδιασμός Κτιρίων
- 5 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια Σκυροδέματος
- 6 Ειδικοί Κανόνες για Σιδηρά Κτίρια
- 7 Ειδικοί Κανόνες για Σύμμικτα Κτίρια (Χάλυβα-σκυροδέματος)
- 8 Ειδικοί Κανόνες για Ξύλινα Κτίρια
- 9 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια από Τοιχοποιΐα
- 10 Σεισμική Μόνωση

Σεισμική Δράση (& Εδαφικές Συνθήκες)

- 5 τυπικές κατηγορίες εδαφών, με βάση τη μέση ταχύτητα διατμητικών κυμάτων στα άνω 30m:
 - A: βράχος,
 - B: σκληρά εδάφη,
 - C: εδάφη μέσης πυκνότητας & σκληρότητας,
 - D: μαλακά εδάφη,
 - E: 5m -20m έδαφος C ή D, πάνω από βράχο.
- Σεισμική δράση ορίζεται με βάση τη μέγιστη εδαφική επιτάχυνση στο βράχο α_{gR} .
- Ισχύει ο Χάρτης ΕΑΚ2000 με ζώνες σεισμικού κίνδυνου, με θεώρηση ότι δίνει μέγιστη επιτάχυνση στο βράχο:
- Σχήμα του φάσματος (ανάλογα με κατηγορία εδάφους):
 - Τύπος 1 για σεισμούς μεγέθους $M_s > 5.5$

Τιμή αναφοράς a_{gR} μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης στο βράχο



Ζώνη	a_{gR}
Z1	0,16g
Z2	0,24g
Z3	0,36g

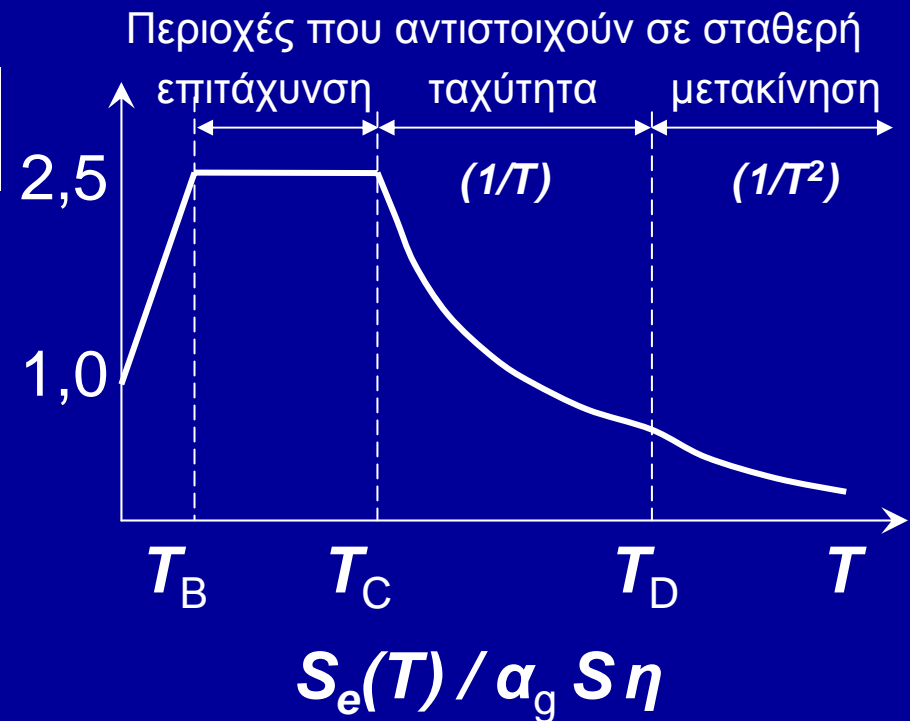
Ελαστικό Φάσμα Απόκρισης (επιτάχυνσης)

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

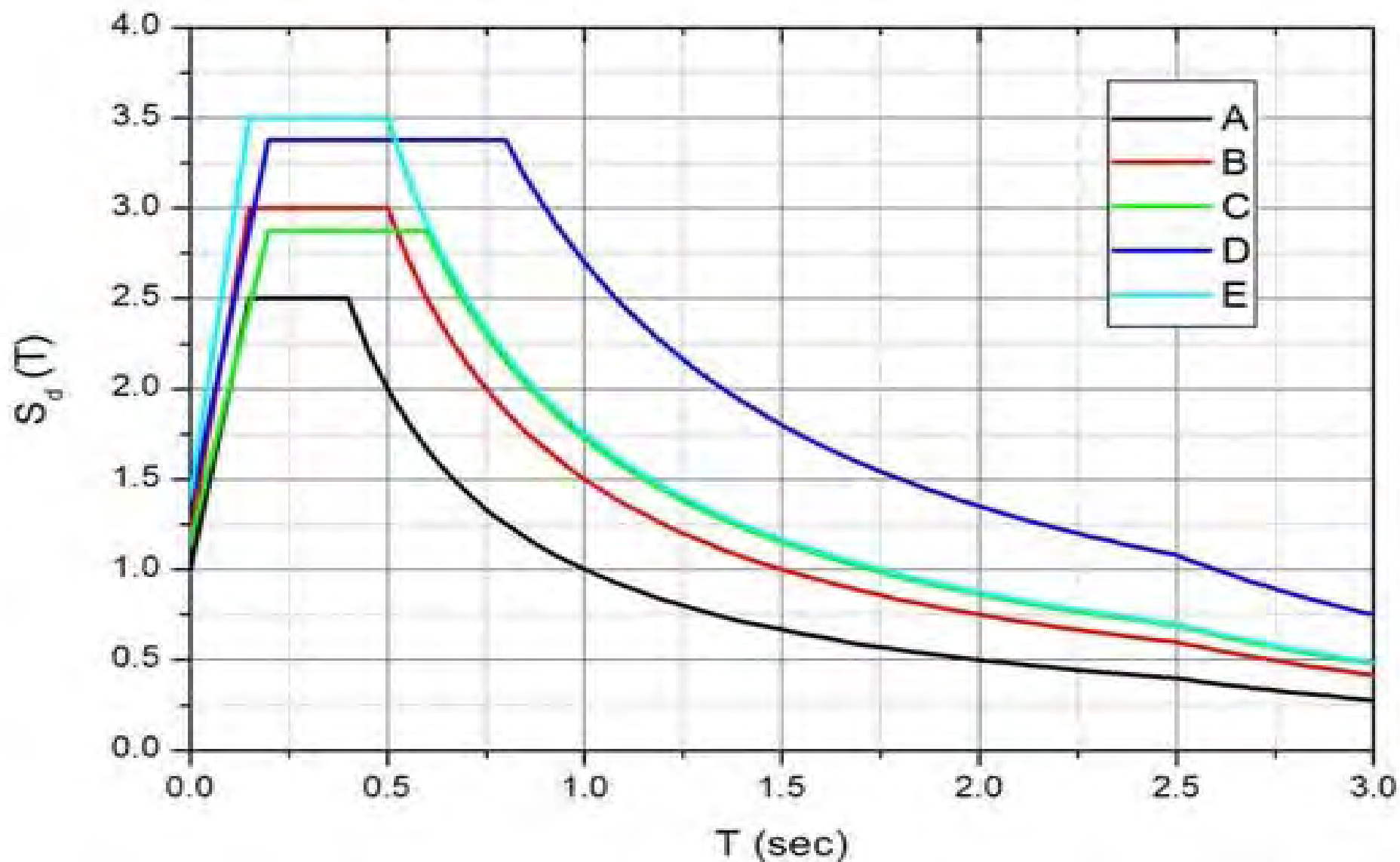
$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$



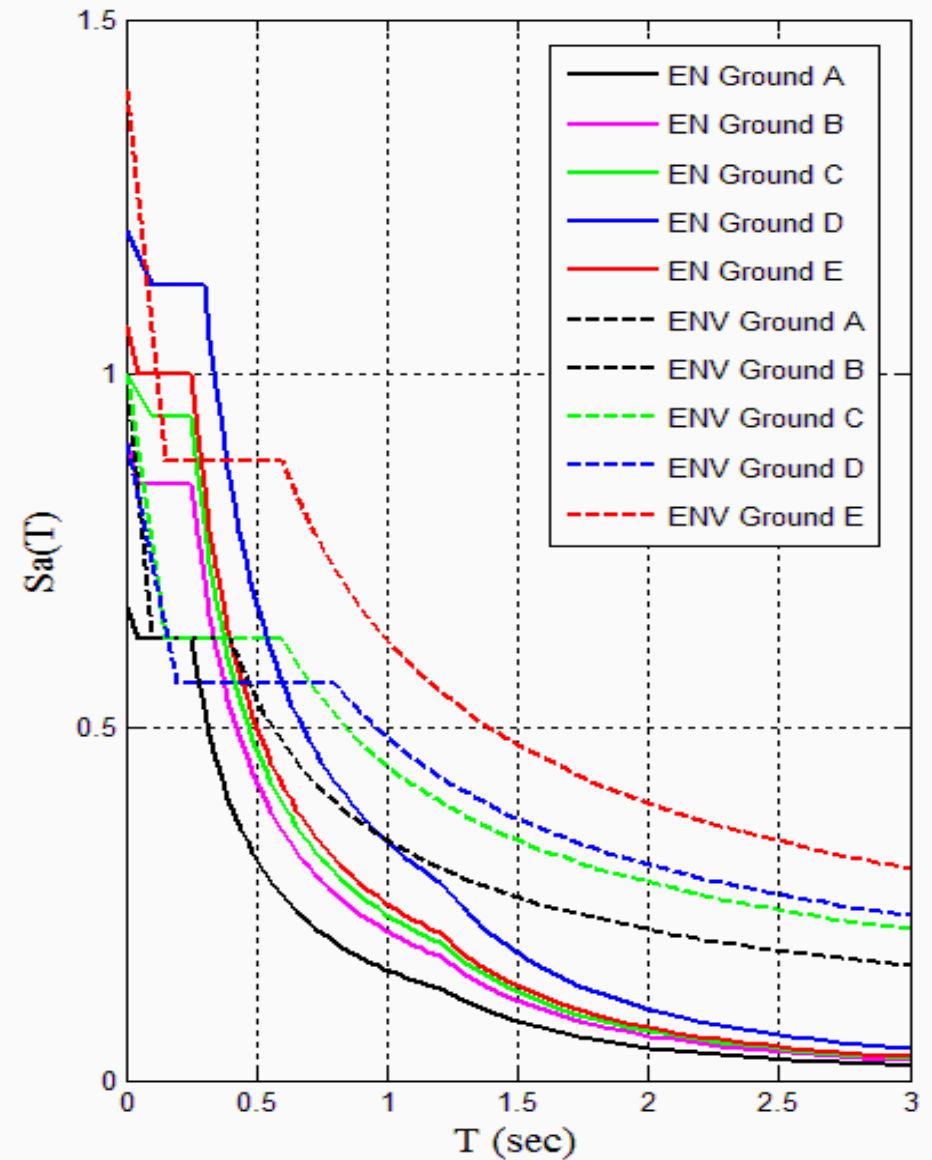
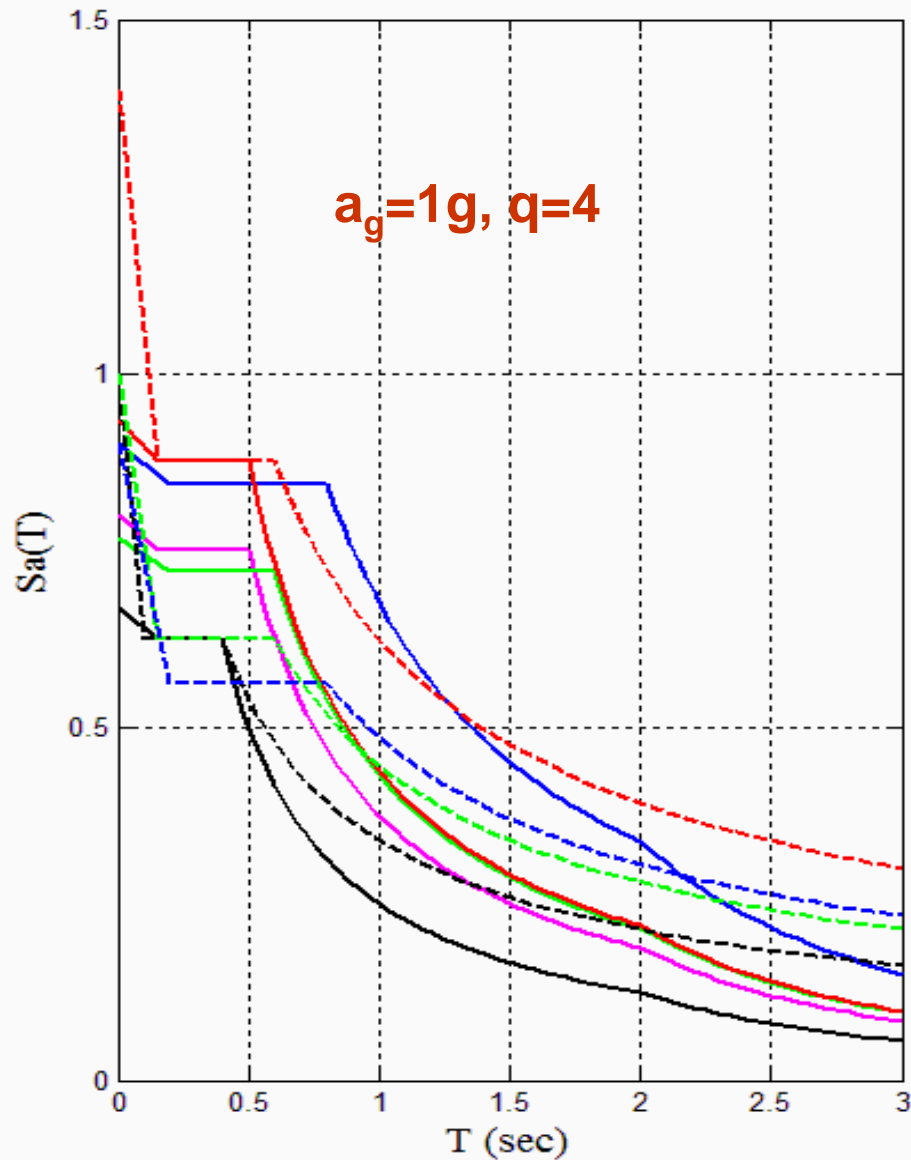
Κατηγορίες Εδάφους

	$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT}	c_u (kPa)
A Βράχος με έως 5m ασθενέστερο επιφανειακό υλικό	>800	–	–
B Πολύ πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή πολύ σκληρή άργιλος, δεκάδων m με αύξηση μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360-800	>50	>250
C Πυκνή άμμος ή αμμοχάλικο, ή σκληρή άργιλος, αρκετών δεκάδων ή εκατοντάδων m	180-360	15-50	70-250
D Χαλαρή έως μετρίως χαλαρή άμμος ή αμμοχάλικο ή μαλακή έως μετρίως σκληρή άργιλος	<180	<15	<70
E Επιφανειακό στρώμα C ή D πάχους 5 έως 20m & υπόστρωμα με $v_s > 800$ m/s			
S_1 ≥ 10 m μαλακή άργιλος/ιλύς με δείκτη πλαστικότητας $PI > 40$ & υψηλή περιεκτικότητα νερού	<100	–	10-20
S_2 Ευαίσθητη άργιλος, εδάφη ρευστοποιήσιμα ή εκτός A-E ή S_1			

Ελαστικό Φάσμα Τύπου 1 που επιλέχθηκε στην Ελλάδα
(απόσβεση 5%, για μέγιστη επιτάχυνση στο βράχο 1 g)



Φάσμα σχεδιασμού= ελαστικό διαιρεμένο με συντελεστή συμπεριφοράς q
 – EN 1998 σε σύγκριση με ENV 1998, για $q=4$



Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1:2004)

“Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες Για Κτίρια”

- 1 Γενικά
- 2 Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας & Κριτήρια Συμμόρφωσης
- 3 Εδαφικές Συνθήκες & Σεισμικές Δράσεις
- 4 Σχεδιασμός Κτιρίων
- 5 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια Σκυροδέματος
- 6 Ειδικοί Κανόνες για Σιδηρά Κτίρια
- 7 Ειδικοί Κανόνες για Σύμμικτα Κτίρια (Χάλυβα-σκυροδέματος)
- 8 Ειδικοί Κανόνες για Ξύλινα Κτίρια
- 9 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια από Τοιχοποιΐα
- 10 Σεισμική Μόνωση

Ειδικοί Κανόνες για τα Κτίρια

- Διαμόρφωση Φορέα
- Μέθοδοι Ανάλυσης
- Κριτήρια Κανονικότητας –
Επιπτώσεις μη-κανονικότητας σε συντελεστή συμπεριφοράς & σε μέθοδο/προσομοίωμα ανάλυσης
- Οι επιλογές για το σχεδιασμό:
 - μόνο για αντοχή (συντελεστής συμπεριφοράς $q=1.5$) ή
 - για πλαστιμότητα (συντελεστής συμπεριφοράς $q > 1.5$)
- Ικανοτικός σχεδιασμός πλαισίων (ανεξαρτήτως υλικού) για αποφυγή μαλακού ορόφου
- (Ικανοτικός) σχεδιασμός θεμελίωσης
- Περιορισμός σχετ. μετακίνησης ορόφων για περιορισμό βλαβών υπό «ενδεχόμενη» σεισμική δράση
- Σχεδιασμός προσαρτημάτων
- Ειδικοί κανόνες για πλαίσια (ανεξαρτήτως υλικού) με τοιχοπληρώσεις

Διάκριση δομικών στοιχείων

- «Πρωτεύοντα» ή «Κύρια»:
 - Κρίσιμα για την αντίσταση σε σεισμό.
- «Δευτερεύοντα» :
 - Συνεισφορά στις κατακόρυφες δράσεις
 - Συνεισφορά έναντι σεισμικών δράσεων ασήμαντη ή αναξιόπιστη
 - Δυσκαμψία & αντοχή τους αγνοείται στην ανάλυση για σεισμικές δράσεις
 - Συνολική δυσκαμψία $\leq 15\%$ συνολικής δυσκαμψίας πρωτευόντων στοιχείων.
 - Ελέγχονται για τις παραμορφώσεις που προκαλεί ο σεισμός σχεδιασμού.

Ενεργός δυσκαμψία Κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος ή από Τοιχοποιΐα

- Χρήση στην ανάλυση της τέμνουσας δυσκαμψίας μελών στη διαρροή:
 - Επί το συντηρητικότερον για τον υπολογισμό των σεισμικών δυνάμεων, λαμβάνεται το 50% της δυσκαμψίας του αρηγμάτωτου μέλους, EI .

Μέθοδοι Ανάλυσης

- Βασική μέθοδος:

Ελαστική (δυναμική) φασματική με φάσμα σχεδιασμού (ελαστικό φάσμα με απόσβεση 5%, διαιρεμένο με συντελεστή συμπεριφοράς q . $T > T_c$: πτώση ως $1/T$).

- Εφαρμόζεται πάντοτε, πλην κτιρίων με σεισμική μόνωση & πολύ μη-γραμμική συμπεριφορά μονωτήρων.

- Σε κανονικά καθ' ύψος κτίρια, με μη-σημαντικές ανώτερες ιδιομορφές ($T < 4T_c$, $T < 2$ s), επιτρέπεται:

Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση, που «μιμείται» τη φασματική:

- Υπολογισμός ιδιοπεριόδου T με μεθόδους μηχανικής (Rayleigh),
- Μείωση οριζόντιων δυνάμεων κατά **15%**, αν > 2 όροφοι & $T < 2T_c$

- **Ανελαστική** ανάλυση, **στατική** (με επιβαλλόμενες οριζόντιες δυνάμεις), ή **δυναμική** (χρονοϊστορίας), για:

- Εκτίμηση συντελ. υπεραντοχής a_u/a_1 σε υπερστατικούς φορείς
- Αποτίμηση/ενίσχυση υφιστάμενων κτιρίων
- Σχεδιασμό χωρίς συντελεστή συμπεριφοράς q , με απ' ευθείας έλεγχο παραμορφώσεων μελών.

Ελαστική ανάλυση για το σεισμό σχεδιασμού

- Βασική μέθοδος: Ελαστική φασματική ανάλυση με φάσμα σχεδιασμού:
 - Ιδιομορφές που λαμβάνονται υπόψη:
 - Όσες έχουν ιδιομορφική μάζα $\geq 5\%$ της ολικής σε μία από τις διευθύνσεις όπου λαμβάνεται ότι δρα ο σεισμός (X, Y ή και Z);
 - Αρκεί να έχουν συνολική ιδιομορφική μάζα $\geq 90\%$ της ολικής, σε κάθε μία από τις διευθύνσεις που θεωρείται ότι δρα ο σεισμός.
 - Συνδυασμός ιδιομορφικών μεγεθών:
 - Πλήρης τετραγωνικός συνδυασμός CQC ;
 - Ρίζα αθροίσματος τετραγώνων (SRSS), αν ο λόγος διαδοχικών περιόδων είναι: < 0.9 & $> 1/0.9$.
- Ελαστική στατική ανάλυση:
 - Ασκούνται στις μάζες (ορόφων ή επικόμβιες) στατικές οριζόντιες δυνάμεις ανάλογες γινομένου μάζας επί απόσταση απ' τη βάση (τριγωνική κατανομή).

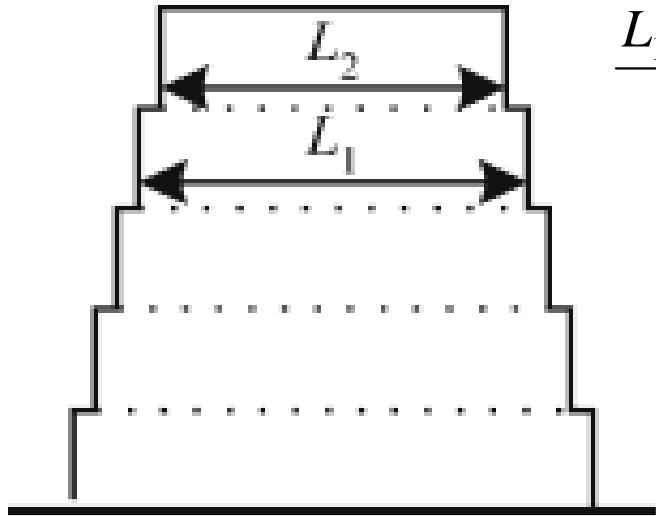
Κριτήρια Κανονικότητας καθύψος

(για εφαρμοσιμότητα ελαστικής στατικής ανάλυσης & αποφυγή μείωσης συντελεστή συμπεριφοράς σε 0.8α)

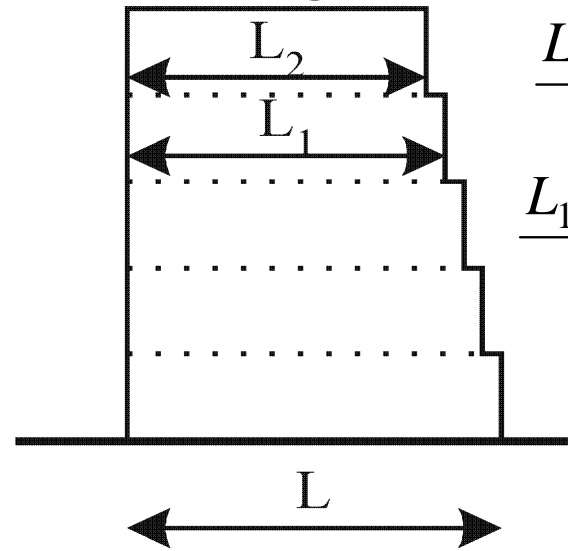
Κριτήρια ποιοτικού χαρακτήρα, για δυνατότητα ελέγχου πριν την ανάλυση:

- Επιμέρους φορείς (τοιχώματα, πλαίσια, διαγώνιοι σύνδεσμοι):
συνεχείς ως την κορυφή (του αντίστοιχου τμήματος).
- K & m οροφων: *σταθερές, ή βαθμιαία μειούμενες προς τα πάνω.*
- Επιμέρους εσοχές ορόφων: *<10% υποκείμενου ορόφου (ανά πλευρά).*
- Τυχόν ασύμμετρες εσοχές (διαφορετικές στις δύο πλευρές): *συνολικά <30% βάσης κτιρίου.*
- Εσοχή στο κάτω 15% (μόνο) του κτιρίου: *<50% βάσης κτιρίου.*
- Καθ' ύψος κατανομή υπεραντοχής ορόφων πλαισιακών φορέων (περιλαμβανομένων των τοιχοπληρώσεων): *ομαλή (σε σχέση με σεισμική τέμνουσα από ανάλυση).*

Κανονικότητα γεωμετρίας καθύψος

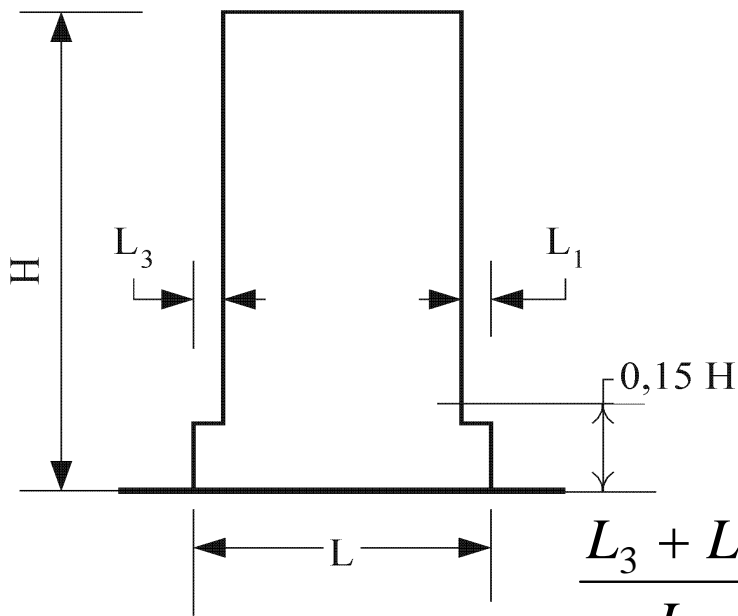


$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$$

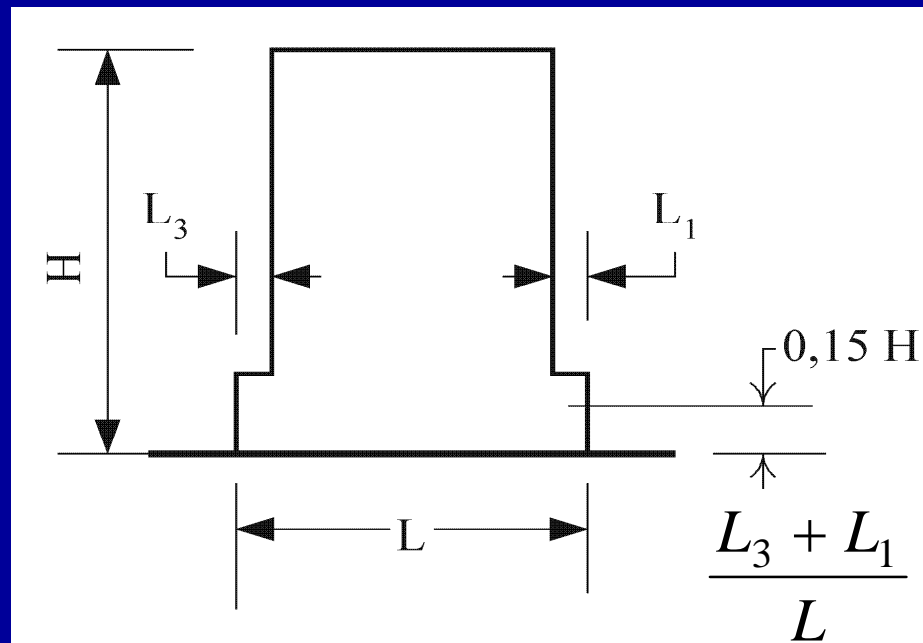


$$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10$$



$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,50$$



$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20$$

Κριτήρια κανονικότητας για κτίρια με εσοχές

Κριτήρια Κανονικότητας σε Κάτοψη

(Για χωριστή επίπεδη ανάλυση ανά διεύθυνση & μη-μείωση συντελεστή συμπεριφοράς q για προσεγγιστική εκτίμηση συντελ. υπεραντοχής a_u/a_1)

Απλά κριτήρια – δυνατότητα ελέγχου πριν την ανάλυση:

1. K & m ~ Συμμετρική κατανομή & προς τους δυο οριζοντ. Άξονες.
2. Διαφράγματα δυσπαραμόρφωτα στο επίπεδο τους.
3. Σχήμα κάτοψης: απλό
 - Λόγος διαστάσεων σε δυο οριζ. Διευθύνσεις ≤ 4.0 ;
 - Κάθε εσοχή ως προς πολυγωνική περιβάλλουσα $< 5\%$ επιφαν. Κάτοψης
4. Στις δυο (κύριες) οριζόντιες διευθύνσεις, ανά όροφο:
 - e_o (εκκεντρότητα $K.M.$ - $K.E.S.$) $\leq 0.3r$ (ακτίνας δυστρεψίας φορέα) :
 - Συντηρητικό όριο για ικανοποιητική στρεπτική απόκριση (απαιτήσεις πλαστιμότητας μελών ~ όπως σε κτίριο χωρίς εκκεντρότητα)
 - r (ακτίνα δυστρεψίας φορέα) $\geq l_s$ (ακτίνα αδρανείας μάζας σε κάτοψη)
 - Δυο βασικές μεταφορικές ιδιοπερίοδοι $>$ στρεπτικής.

$$r_x \geq l_s; \quad r_y \geq l_s \quad r_x = \sqrt{\frac{\sum(x^2 EI_y + y^2 EI_x)}{\sum(EI_y)}}; \quad r_y = \sqrt{\frac{\sum(x^2 EI_y + y^2 EI_x)}{\sum(EI_x)}}$$

Τυχηματική Εκκεντρότητα

- Τυχηματική Εκκεντρότητα μαζών ορόφων κάθετα στην οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής δράσης:
 - $e_i = \pm 0.05L_i$ ($\pm 0.1L_i$ αν έχουμε τοιχοπληρώσεις με μη-κανονική σε κάτοψη κατανομή) L_i : διάσταση κάτοψης κάθετα στην υπόψη οριζόντια σεισμική δράση και παράλληλα στην e_i
- Μπορεί να ληφθεί υπόψη με:

Ελαστική στατική ανάλυση για στρεπτικές ροπές (περί κατακόρυφο άξονα) επί των μαζών (ορόφου ή επικομβίων) ίσες με τις οριζόντιες δυνάμεις της ελαστικής στατικής ανάλυσης επί $e_i = 0.05L_i$ (με ίδιο πρόσημο σ'όλο το ύψος του κτιρίου)

 - Το αποτέλεσμα της ανάλυσης κατά 1 επαλληλίζεται στο αντίστοιχο της ελαστικής ανάλυσης για την υπόψη οριζόντια σεισμική συνιστώσα (χωρίς τυχηματική εκκεντρότητα) από ελαστική φασματική ή στατική ανάλυση, με το πρόσημο του τελευταίου.

Επιρροές 2ας τάξεως (P-Δ) στην ανάλυση

- Οι επιρροές 2ας τάξεως λαμβάνονται υπόψη ανά όροφο (δείκτης: i) μέσω του λόγου τους προς τις επιρροές της 1ης τάξεως της οριζόντιας σεισμικής συνιστώσας : $\theta_i = N_{tot,i} \Delta \delta_i / V_i H_i$
 - $N_{tot,i}$ = συνολικό κατακόρυφο φορτίο από τον υπόψη όροφο και πάνω, στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού;
 - $\Delta \delta_i$ = σχετική μετακίνηση κέντρου μάζας ορόφου i στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού, ίση με αυτήν που προκύπτει από την ελαστική ανάλυση για το φάσμα σχεδιασμού επί το συντελεστή συμπεριφοράς q ;
 - V_i = τέμνουσα ορόφου i στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού;
 - H_i = ύψος ορόφου i .
- Αν $\theta_i \leq 0.1$ σ' όλους τους ορόφους (συνήθης περίπτωση χάρις στον περιορισμό της σχετικής μετακίνησης ορόφων υπό το σεισμό περιορισμού βλαβών): οι επιρροές 2ας τάξεως αγνοούνται.
- Αν σε κάποιο όροφο $\theta_i > 0.1$: οι επιρροές 2ας τάξεως λαμβάνονται υπόψη με διαίρεση όλων των επιρροών 1ης τάξεως από την ελαστική ανάλυση δια $(1 - \theta_i)$;
- $\theta_i > 0.2$: δεν επιτρέπεται σε κανένα όροφο.

Συνδυασμός αποτελεσμάτων επιμέρους συνιστωσών της σεισμικής δράσης

- Για ελαστική ανάλυση ή ανελαστική σεισμική:
 - Ακριβής μέθοδος: Ρίζα αθροίσματος τετραγώνων (SRSS) αποτελεσμάτων E_X , E_Y , E_Z επιμέρους συνιστωσών X , Y , Z :
 $E = \pm \sqrt{(E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2)}$
 - Βολεύει εξαιρετικά στην ελαστική φασματική ανάλυση (μία και μόνον ανάλυση για τις συνιστώσες X , Y , Z και συνδυασμός τους ταυτόχρονα με το συνδυασμό των ιδιομορφικών αποτελεσμάτων).
 - Προσεγγιστικά:
 $E = \pm \max(|E_X| + 0.3 |E_Y| + 0.3 |E_Z| ;$
 $|E_Y| + 0.3 |E_X| + 0.3 |E_Z| ;$
 $|E_Z| + 0.3 |E_X| + 0.3 |E_Y|)$.
 - Στην ανελαστική στατική ανάλυση αγνοείται η κατακόρυφη συνιστώσα Z . Οι εσωτερικές δυνάμεις που προκύπτουν από το συνδυασμό δεν μπορούν να ξεπεράσουν την αντίστοιχη αντοχή
- Για ανελαστική στατική ανάλυση:
 - Οι συνιστώσες X , Y , Z ασκούνται ταυτοχρόνως.

Περιορισμός σχετικής μετακίνησης ορόφων για περιορισμό βλαβών

- Σεισμική δράση για περιορισμό βλαβών:
σε κτίρια συνήθους σημασίας: 10%/10 χρ. - Μέση περίοδος επανάληψης 95chr. ~50% Σεισμικής δράσης σχεδιασμού (475chr.).
- Η σχετική μετακίνηση ορόφων υπολογίζεται με βάση τον κανόνα ίσων μετακινήσεων ελαστικού & ανελαστικού συστήματος (ελαστική ανάλυση) & ελαστική δυσκαμψία το 50% της δυσκαμψίας αρηγμάτωσης διατομής.
- Σχετική μετακίνηση ορόφων περιορίζεται σε:
 - < 0.5%, για ψαθυρά μη-φέροντα στοιχεία που συνδέονται με το φορέα,
 - < 0.75%, για πλάστιμα μη-φέροντα στοιχεία που συνδέονται με το φορέα,
 - < 1%, αν τα μη-φέροντα στοιχεία δεν επηρεάζονται από τη σεισμική απόκριση (π.χ. δεν συνδέονται με το φορέα) ή αν δεν υπάρχουν.
- Σε πλαίσιακούς φορείς, ο περιορισμός της σχετικής μετακίνησης ορόφων καθορίζει τις διαστάσεις των διατομών.

Οι βασικές επιλογές για το σχεδιασμό

1. Σχεδιασμός χωρίς κατανάλωση μηχανικής ενέργειας & πλαστιμότητα (Κατηγορία Πλαστιμότητας Χαμηλή, ΚΠ Χ)
 - $q \leq 1.5$ Λόγω υπεραντοχής - Σχεδιασμός κατά ΕΚ2 - ΕΚ7
 - Μόνο για: Χαμηλή σεισμικότητα (Επιτάχ. σχεδιασμού στο βράχο $\leq 0.08g$) & Ανωδομή σεισμικά μονωμένων κτιρίων
 - Δεν επιτρέπεται στην Ελλάδα σε φορείς σκυροδέματος.
2. Σχεδιασμός για κατανάλωση ενέργειας & πλαστιμότητα ($q > 1.5$)
 - Γενική πλαστιμότητα:
 - Το κτίριο θα παραμείνει ευθύγραμμο καθύψος πάνω από τη βάση, μέσω τοιχωμάτων, διαγωνίων συνδέσμων ή ισχυρών πλαισίων ($\Sigma M_{Rc} > 1.3 \Sigma M_{Rb}$):
 - ✓ Διασπορά κατανάλωσης μηχανικής ενέργειας σ' όλο το φορέα,
 - ✓ Αποφυγή μαλακού ορόφου.
 - Τοπική πλαστιμότητα:
 - Διαμόρφωση περιοχών όπου θα καταναλωθεί η μηχανική ενέργεια ώστε να διαθέτουν την πλαστιμότητα που αντιστοιχεί στην τιμή του q που χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό ,
 - Αποφυγή ψαθυρών αστοχιών μέσω ικανοτικού σχεδιασμού.
 - Ικανοτικός σχεδιασμός θεμελίωσης & στοιχείων θεμελίωσης:
 - Με βάση την υπεραντοχή πλάστιμων στοιχείων της ανωδομής.

Εναλλακτικά: Διαστασιολόγηση & κατασκευαστική διαμόρφωση στοιχείων θεμελίωσης για πλαστιμότητα

Ανεξαρτήτως υλικού:

- Δυο Κατηγορίες Πλαστιμότητας (ΚΠ) φορέων που σχεδιάζονται για πλαστιμότητα & κατανάλωση ενέργειας ($q > 1.5$):
- **Υψηλή** (Υ): γενικώς $q > 4$
- **Μέση** (Μ): $1.5 < q < 4$ & ποσοτικά χαλαρότεροι κανόνες τοπικής πλαστιμότητας & υλικών (ολκιμότητας χάλυβα)

Κριτήρια Έλεγχου Μελών για τη Σεισμική Δράση Σχεδιασμού - 475 χρ:

Σε όρους **δυνάμεων** (εντατικών μεγεθών).

Όμως:

- Αν χρησιμοποιείται **ανελαστική ανάλυση**, οι πλάστιμοι τρόποι αστοχίας ελέγχονται σε όρους **παραμορφώσεων** (με τα εργαλεία που δίνονται στο Μέρος 3 του Ευρωκώδικα 8, για τη σεισμική αποτίμηση υφισταμένων κτιρίων)

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικών στον έλεγχο οριακής κατάστασης αστοχίας

- Ίδιες τιμές όπως και στο σχεδιασμό για τις λοιπές δράσεις ($\gamma_c=1.5$, $\gamma_s=1.15$);

Σεισμικός σχεδιασμός θεμελίωσης

Έδαφος & σύστημα θεμελίωσης σχεδιάζονται ώστε να παραμείνουν ελαστικά, όταν η ανωδομή αναπτύσσει ανελαστική συμπεριφορά

1. Έδαφος & σύστημα θεμελίωσης σχεδιάζονται για τα αποτελέσματα της ανάλυσης με χρήση συντελεστή συμπεριφοράς $q=1.5$; ή
2. Έδαφος & σύστημα θεμελίωσης σχεδιάζονται με τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το σεισμό για q αυτό της ανωδομής, πολλαπλασιασμένα επί $\gamma_{Rd}(R_{di}/E_{di}) \leq q$, ($\gamma_{Rd}=1.2$) όπου
 - R_{di} η αντοχή σχεδιασμού της πλαστικής ζώνης (άρθρωσης) του στοιχείου που καθορίζει το μέγεθος σχεδιασμού που μας ενδιαφέρει,
 - E_{di} το αντίστοιχο εντατικό μέγεθος από την ελαστική ανάλυση
 - Για πέλδια υποστυλωμάτων ή τοιχωμάτων, R_{di}/E_{di} είναι η ελαστική τιμή του M_{Rd}/M_{Ed} στις δύο κύριες οριζόντιες διευθύνσεις στην κατώτατη διατομή του κατακόρυφου στοιχείου όπως σχηματίζεται πλαστική άρθρωση στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού,
 - Για από κοινού θεμελίωση περισσότερων στοιχείων: $\gamma_{Rd}(R_{di}/E_{di}) = 1.4$.
3. Εναλλακτικά του ανωτέρω 2: Το 2 εφαρμόζεται μόνο για το έδαφος. Η διαστασιολόγηση & κατασκευαστική διαμόρφωση στοιχείων θεμελίωσης είναι όπως στην ανωδομή (q της ανωδομής & πλαστιμότητα)

Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1:2004)

“Γενικοί Κανόνες, Σεισμικές Δράσεις, Κανόνες Για Κτίρια”

- 1 Γενικά
- 2 Απαιτήσεις Επιτελεστικότητας & Κριτήρια Συμμόρφωσης
- 3 Εδαφικές Συνθήκες & Σεισμικές Δράσεις
- 4 Σχεδιασμός Κτιρίων
- 5 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια Σκυροδέματος
- 6 Ειδικοί Κανόνες για Σιδηρά Κτίρια
- 7 Ειδικοί Κανόνες για Σύμμικτα Κτίρια (Χάλυβα-σκυροδέματος)
- 8 Ειδικοί Κανόνες για Ξύλινα Κτίρια
- 9 Ειδικοί Κανόνες για Κτίρια από Τοιχοποιΐα
- 10 Σεισμική Μόνωση

Ορισμοί πλαισιακών, τοιχωματικών & δυαδικών συστημάτων φορέων κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος

- **Τοιχωματικό σύστημα:** Τοιχώματα αναλαμβάνουν της σεισμικής τέμνουσας βάσης $> 65\%$ της V_{base} .
- **Πλαισιακό σύστημα:** Πλαίσιο αναλαμβάνουν $> 65\%$ της V_{base} .
- **Δυαδικό σύστημα:** Τοιχώματα και πλαίσια αναλαμβάνουν από 35% έως 65% της V_{base} .
 - Δυαδικό σύστημα ισοδύναμο με πλαισιακό: Πλαίσια αναλαμβάνουν μεταξύ 50% και 65% της V_{base} .
 - Δυαδικό σύστημα ισοδύναμο με τοιχωματικό: Τοιχώματα αναλαμβάνουν μεταξύ 50% και 65% της V_{base} .

Συντελεστής συμπεριφοράς κτιρίων σκυροδέματος

- Βασική τιμή, q_0 , για Κανονικά καθύψος κτίρια

Κατηγορία Πλαστιμότητας	Μέση	Υψηλή
Φορέας τύπου ανεστραμμένου εκκρεμούς	1.5	2
Εύστρεπτος φορέας r (ακτίνα δυστροπίας φορέα) $< I_s$ (ακτ. αδρανείας μάζας σε κάτοψη)	2	3
Μη-εύστρεπτος φορέας με τοιχωματικό σύστημα ($>65\%$ τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα - $>50\%$ τέμνουσας τοιχωμάτων: ασύζευκτα τοιχώματα)	3	$4a_u/a_1$
Λοιποί μη-εύστρεπτοι φορείς	$3a_u/a_1$	$4.5a_u/a_1$

➤ $a_u/a_1 \leq 1.5$: Λόγος σεισμικής δράσης που μετατρέπει φορέα σε μηχανισμό, προ
σεισμική δράση στην 1^η καμπτική διαρροή στο φορέα.

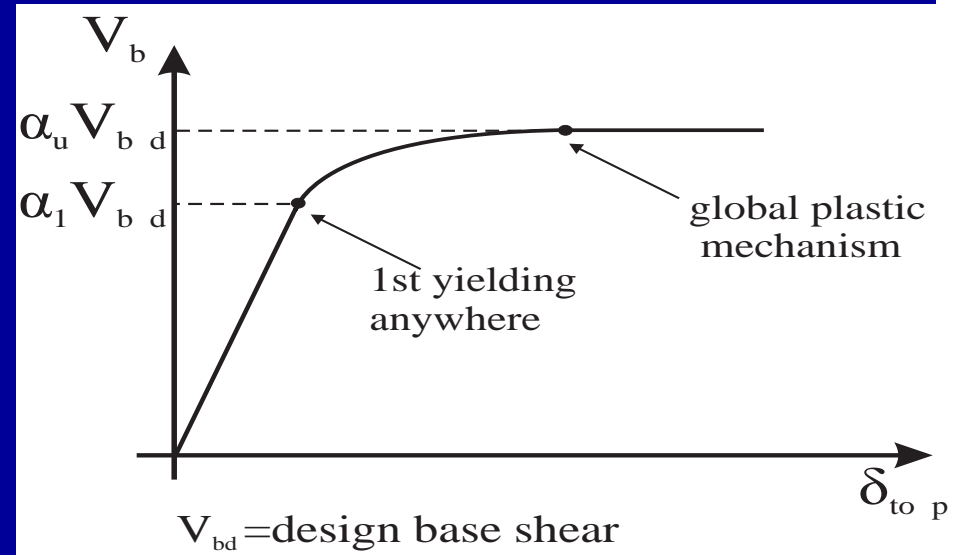
- Μη-κανονικά καθύψος κτίρια: q Μειωμένο κατά **20%**, $q \geq 1.5$

a_u/a_1 στο συντελεστή συμπεριφοράς λόγω υπερστατικότητας φορέα

Θεωρητικά:

a_u & a_1 από καμπύλη τέμνουσας βάσης – μετάθεσης κορυφής από ανελαστική στατική ανάλυση.

- a_u : τέμνουσα όπου η καμπύλη οριζοντιώνεται
- a_1 : τέμνουσα στη 1η διαρροή στο φορέα.



- $a_u/a_1 \leq 1.5$;

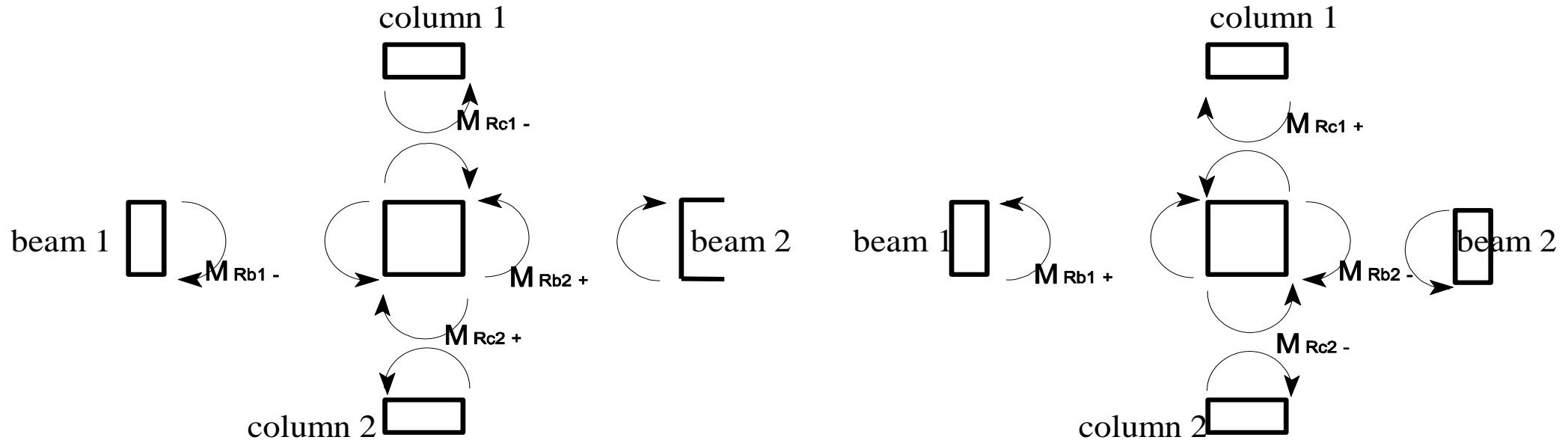
• Δίνονται τιμές a_u/a_1 μεταξύ 1 και 1.3 προς χρήση για κανονικά σε κάτοψη κτίρια:

- = 1.0 Τοιχωματικά κτίρια με 2 ασύζευκτα τοιχώματα ανά διεύθυνση (που αναλαμβάνουν $\geq 65\%$ σεισμικής τέμνουσας βάσης);
- = 1.1 για μονώροφα κτίρια, αν $\leq 50\%$ σεισμικής τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα
- = 1.2 για
 - Τοιχωματικά κτίρια με >2 ασύζευκτα τοιχώματα ανά διεύθυνση (που αναλαμβάνουν $\geq 65\%$ σεισμικής τέμνουσας βάσης)
 - για πολυώροφα εντός ανοίγματος όπου $\leq 50\%$ σεισμού αναλαμβάνεται από τοιχώματα,
- = 1.3 για πολυώροφα όπου $\leq 50\%$ σεισμού αναλαμβάνεται από τοιχώματα.
- Για μη-κανονικά σε κάτοψη κτίρια:
Μπορεί να χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των ανωτέρω τιμών και του 1.0

Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη

$$\sum M_{Rc} \geq \gamma_{Rd} \sum M_{Rb}$$

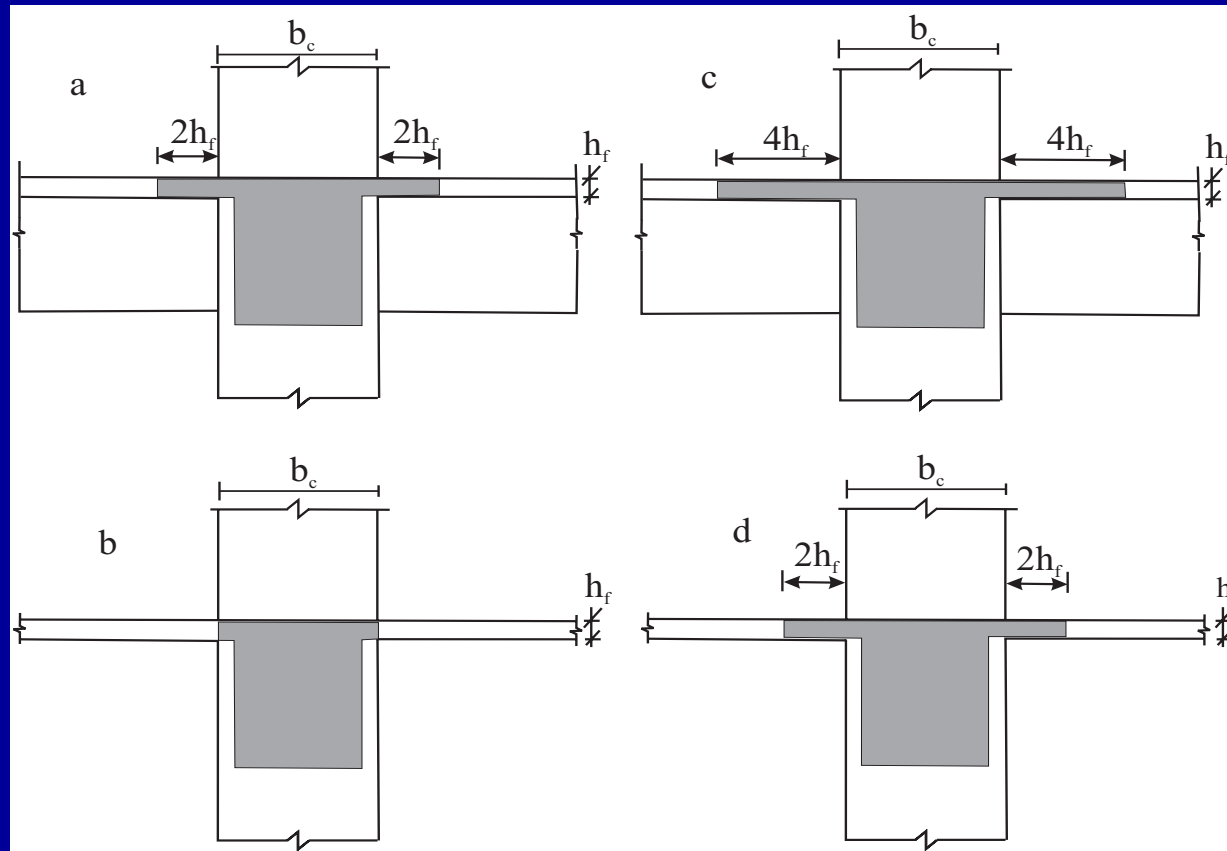
- $\gamma_{Rd} = 1.3$



• Απαλλαγή

- αν στην υπόψη οριζόντια διεύθυνση $> 50\%$ της σεισμικής τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα
- σε διώροφα ή
- στον ανώτερο όροφο κτιρίων

Πρέπει να συνυπολογίζεται στην αντοχή της δοκού σε αρνητική κάμψη ο παράλληλος οπλισμός της πλάκας μέσα σ' ένα (μικρό) συνεργαζόμενο πλάτος



Απαιτήσεις για τα υλικά κυρίων στοιχείων

Κατηγορία Πλαστιμότητας (ΚΠ)	ΚΠ Χ (Χαμηλή) & δευτερεύοντα στοιχεία	ΚΠ Μ (Μέση)	ΚΠ Υ (Υψηλή)
Σκυρόδεμα		$\geq C16/20$	$\geq C16/20$
Κατηγορία χάλυβα κατά ΕΚ2, Πίνακα C1	B ή C	B ή C	μόνο C
Διαμήκεις ράβδοι		Με νευρώσεις	Με νευρώσεις
Υπεραντοχή χάλυβα:			$f_{yk,0.95} \leq 1.25f_{yk}$

Περιορισμοί στην Κατηγορία Πλαστιμότητας (ΚΠ)

- Δεν επιτρέπεται ΚΠ Χ (Χαμηλή).
- Σε Κτίρια Σπουδαιότητας III ή IV (άνω της συνήθους) σε Σεισμική Ζώνη Z2 ή Z3 (με εξαίρεση φορείς από προκατασκευασμένα τοιχώματα ή κυψελωτούς φορείς): **Μόνον ΚΠ Υ** (Υψηλή).

Κατασκευαστική διαμόρφωση κρίσιμων περιοχών για τιμή δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων, μ_φ , συμβατή με συντελεστή συμπεριφοράς q

- $\mu_\varphi = 2q_0 - 1$ για $T_1 \geq T_c$
- $\mu_\varphi = 1 + 2(q_0 - 1)T_c / T_1$ για $T_1 < T_c$
 - T_1 : ιδιοπερίοδος κτιρίου,
 - T_c : T στο άνω όριο περιοχής σταθερών επιταχύνσεων φάσματος,
 - q_0 : συντελεστής συμπεριφοράς, χωρίς τη μείωση λόγω μη-κανονικότητας καθ' ύψος (στη βάση τοιχωμάτων, επί M_{Ed} / M_{Rd}).
- Για χάλυβα B (ε_u : 5-7.5%, f_t / f_y : 1.08-1.15): αύξηση απαιτούμενου μ_φ κατά 50%

Εξασφάλιση επιθυμητής τιμής δείκτη πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_ϕ κρίσιμων περιοχών (πλαστικών αρθρώσεων)

- Μέλη με **αξονικό φορτίο & συμμετρικό οπλισμό** $\omega=\omega'$ (υποστυλώματα, πλάσιμα τοιχώματα):

— Οπλισμός **περίσφιγξης** (τοιχωμάτων: σε κρυφά υποστυλώματα) με (ενεργό) μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό:

$$\alpha\omega_{wd} = 30\mu_\phi (v_d + \omega_v) \varepsilon_{yd} b_c / b_o - 0.035$$

- $v_d = N_d / b_c h f_{cd}$, $\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$,

- b_c : πλάτος θλιβόμενης ζώνης, b_o : πλάτος περισφιγμένου πυρήνα,

- ω_v : μηχανικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού κορμού = $\rho_v f_{yd,v} / f_{cd}$

— Σε υποστυλώματα που ικανοποιούν ικανοτικό έλεγχο ($\Sigma M_{Rc} > 1.3 \Sigma M_{Rb}$), πλήρης οπλισμός περίσφιγξης μόνο στην κρίσιμη περιοχή της βάσης στο κτίριο.

— Στην υψηλή κατ. Πλαστιμότητας: υποστυλώματα που ικανοποιούν ικανοτικό έλεγχο ($\Sigma M_{Rc} > 1.3 \Sigma M_{Rb}$) απαιτούν οπλισμό περίσφιγξης που αντιστοιχεί στα 2/3 της μ_ϕ σ' όλες τις κρίσιμες περιοχές πάνω από τη βάση του κτιρίου.

- Μέλη με **ασύμμετρο οπλισμό**, $\omega \neq \omega'$, **χωρίς αξονικό φορτίο** (δοκοί):

— **Μέγιστο** μηχανικό ποσοστό **εφελκυόμενου** οπλισμού:

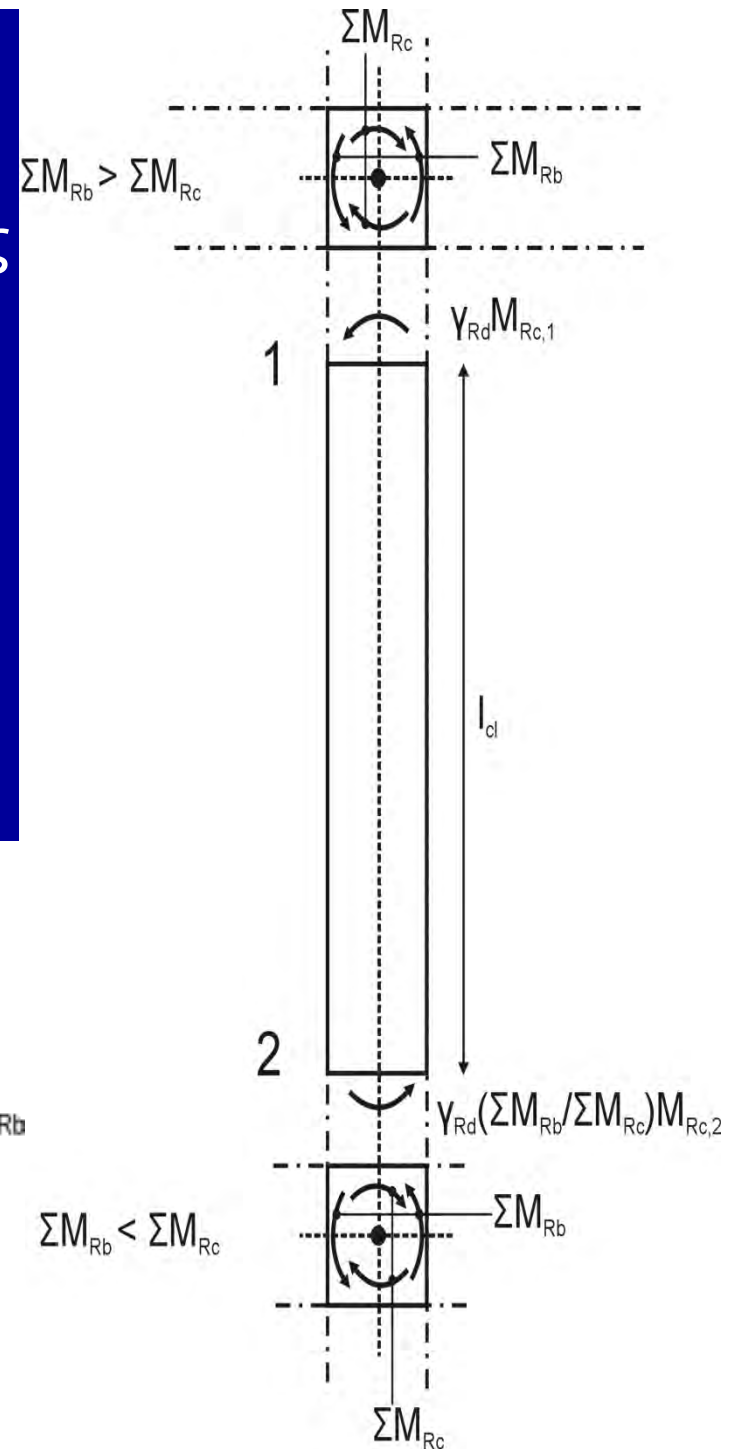
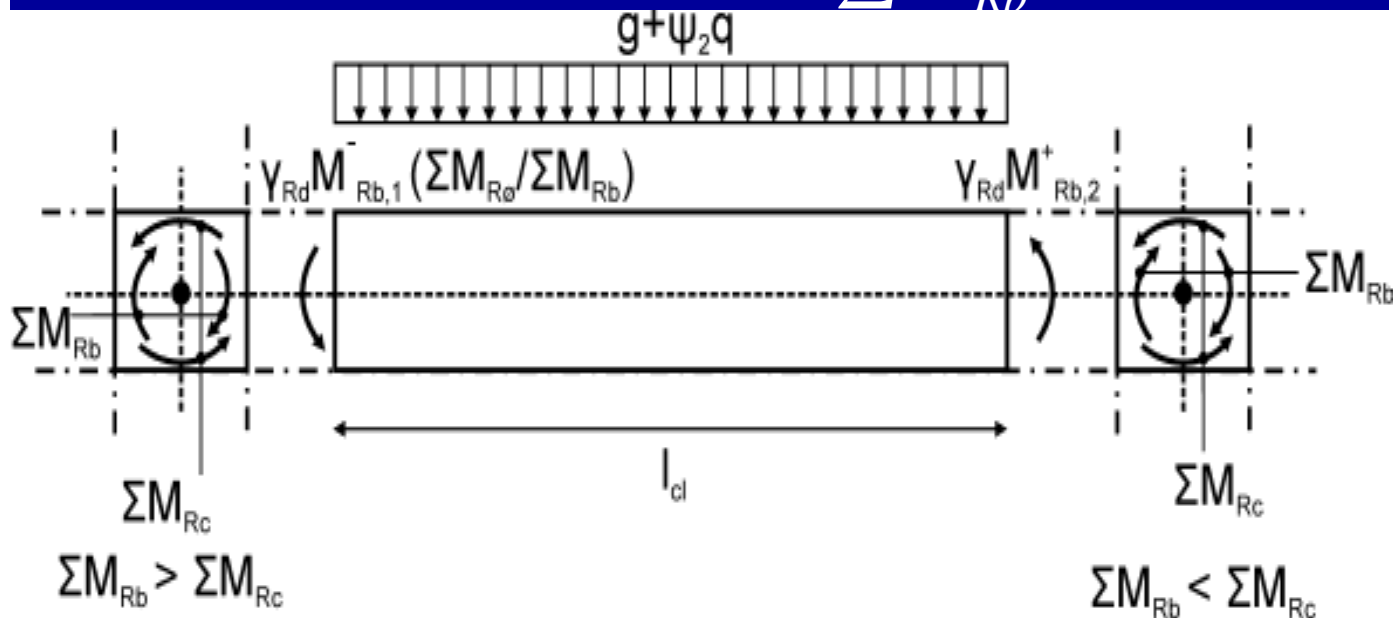
$$\omega \leq \omega' + 0.0018 / \mu_\phi \varepsilon_{yd}$$

Ικανοτικός σχεδιασμός σε διάτμηση δοκών & υποστυλωμάτων ΚΠ Μ ή Υ

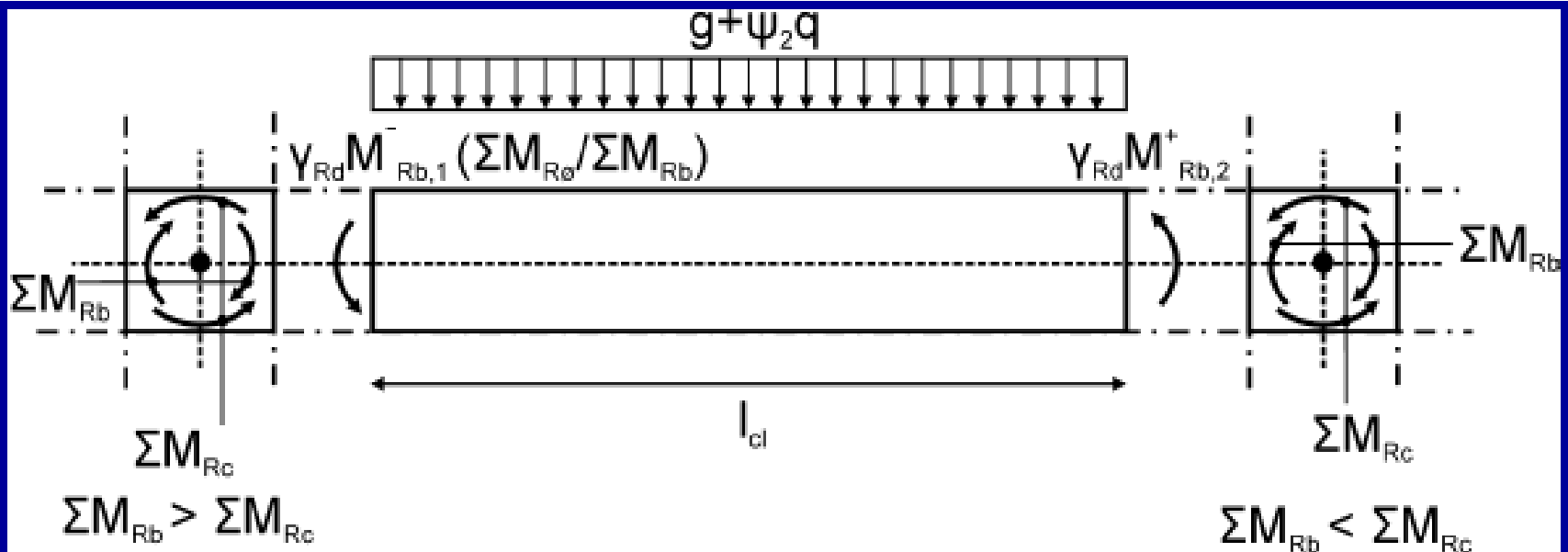
Ικανοτική τέμνουσα από ισορροπία, υπό τις ροπές που αναπτύσσονται όταν γίνουν πλαστικές αρθρώσεις γύρω από κόμβους άκρων (σε δοκούς ή υποστυλώματα, όπου συμβούν πρώτα)

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

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



Δοκοί:



$$\max V_{i,d}(x) = \frac{\gamma_{Rd} \left[M_{Rd,bi}^- \min\left(1; \frac{\Sigma M_{Rd,c}}{\Sigma M_{Rd,b}}\right)_i + M_{Rd,bj}^+ \min\left(1; \frac{\Sigma M_{Rd,c}}{\Sigma M_{Rd,b}}\right)_j \right]}{l_{cl}} + V_{g+\psi q,0}(x)$$

$$\min V_{i,d}(x) = - \frac{\gamma_{Rd} \left[M_{Rd,bi}^+ \min\left(1; \frac{\Sigma M_{Rd,c}}{\Sigma M_{Rd,b}}\right)_i + M_{Rd,bj}^- \min\left(1; \frac{\Sigma M_{Rd,c}}{\Sigma M_{Rd,b}}\right)_j \right]}{l_{cl}} + V_{g+\psi q,0}(x)$$

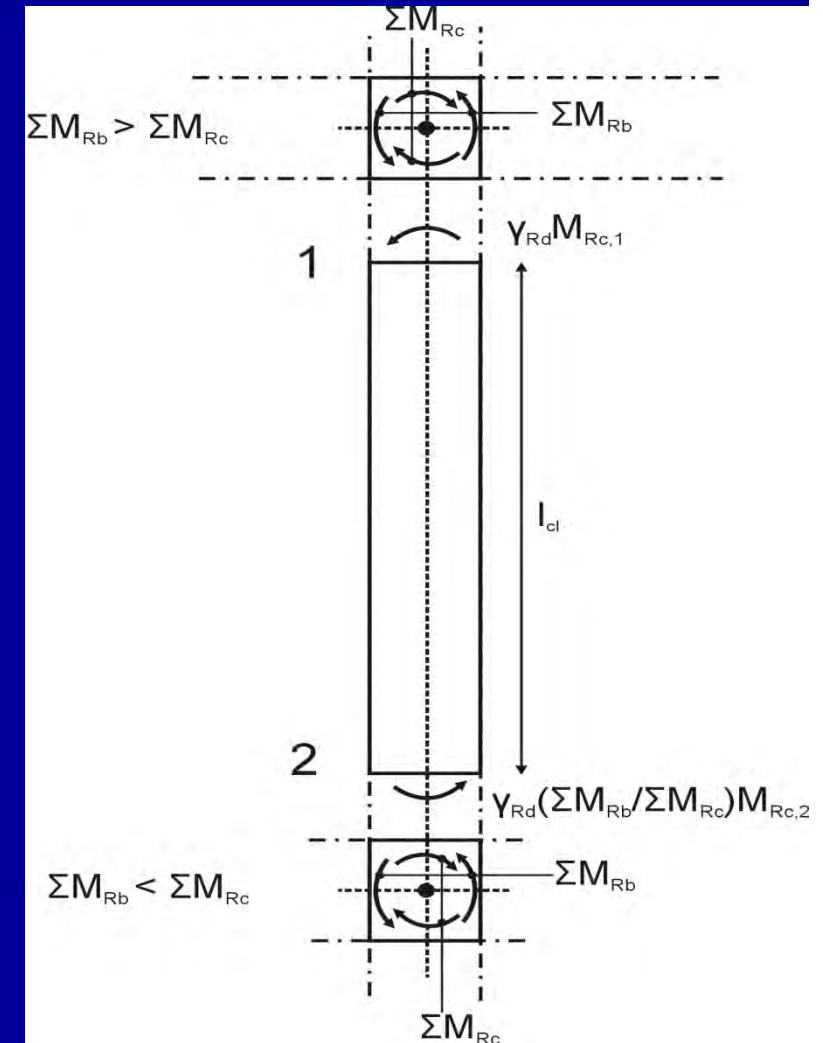
- ΚΠ Μ $\gamma_{Rd}=1.0$,
- ΚΠ Υ $\gamma_{Rd}=1.2$ & αντιστροφή προσήμου V λαμβάνεται υπόψιν μέσω:

$$\zeta_i = \frac{\min V_{i,d}(x_i)}{\max V_{i,d}(x_i)}$$

Υποστυλώματα:

$$V_{CD,c} = \frac{\gamma_{Rd} \left[M_{Rd,c1} \min \left(1; \frac{\sum M_{Rd,b}}{\sum M_{Rd,c}} \right)_1 + M_{Rd,c2} \min \left(1; \frac{\sum M_{Rd,b}}{\sum M_{Rd,c}} \right)_2 \right]}{h_{cl}}$$

- ΚΠ Μ $\gamma_{Rd}=1.1$,
- ΚΠ Υ $\gamma_{Rd}=1.3$



Δυο τύποι τοιχωμάτων δυσκαμψίας με ικανότητα κατανάλωσης ενέργειας

- Πλάστιμα τοιχώματα :
 - Πάκτωση στη βάση για αποφυγή / περιορισμό λίκνισης.
 - Διαστασιολόγηση, κατασκευαστική διαμόρφωση & όπλιση για κατανάλωση ενέργειας μόνο σε πλαστική άρθρωση (κρίσιμη περιοχή) βάσης.
- Ελαφρά οπλισμένα μεγάλα τοιχώματα (μόνο για κατ. Πλαστιμότητας Μέση - M):
 - Μεγάλα τοιχώματα (μήκος διατομής $l_w \geq 4m$), στα οποία υπό τη σεισμική δράση σχεδιασμού:
 - Η ρηγμάτωση & η ανελαστική συμπεριφορά αναμένεται να περιορίζονται σε έκταση & θέση (στις διατομές βάσης ορόφου),
 - Η σεισμική ενέργεια θα μετατρέπεται σε δυναμική (με ανύψωση μαζών των ορόφων) & θα επιστρέφει στο έδαφος με ακτινοβολία (κατά τη λίκνιση του τοιχώματος ως στερεό σώμα).
 - Λόγω διαστάσεων, περιορισμένης πάκτωσης, τυχόν σύνδεσης με εγκάρσια τοιχώματα, κ.ά.:
 - Η διαστασιολόγηση δεν μπορεί να εξασφαλίσει ανάπτυξη πλαστικής άρθρωσης στη βάση

Παραδείγματα μεγάλων τοιχωμάτων (δυνητικά ελαφρά οπλισμένων)

ΠΑΤΡΑ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ



ΑΘΗΝΑ

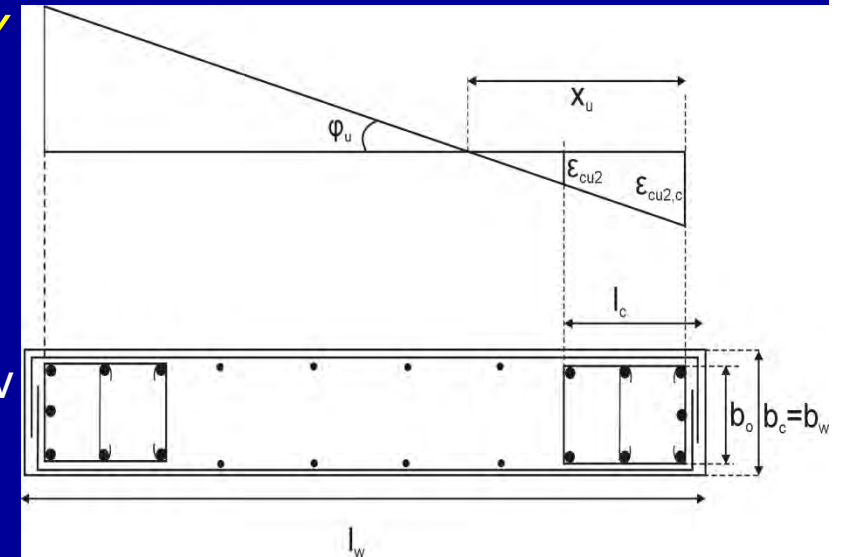


Διαστασιολόγηση & όπλιση πλάστιμων τοιχωμάτων

- Η ανελαστική συμπεριφορά περιορίζεται σε καμπτική πλαστική άρθρωση βάσης, ώστε να εφαρμόζεται η σχέση $q - \mu_\phi$ που ισχύει για προβόλους:
 - Τοίχωμα υπερ-διαστασιολογείται σε κάμψη πάνω από τη βάση (γραμμική περιβάλλουσα ροπών, συν μήκος μετάθεσης).
 - Διαστασιολόγηση σε διάτμηση με V από ανάλυση, πολλαπλασιασμένη: $\times 1.5$ για Κατ. Πλαστιμότητας (ΚΠ) M

$$\chi[(1.2 M_{Rd}/M_{Ed})^2 + 0.1(qS_e(T_c)/S_e(T_1))^2]^{1/2} < q \text{ για ΚΠ } Y$$

- M_{Ed} : ροπή βάσης τοιχώματος από ανάλυση,
- M_{Rd} : τιμή σχεδιασμού ροπής αντοχής βάσης,
- $S_e(T)$: ελαστική φασματική τιμή,
- T_1 : ιδιοπερίοδος κτιρίου,
- T_c : T σε άνω όριο περιοχής σταθ. επιταχύνσεων



- Στην κρίσιμη περιοχή βάσης:

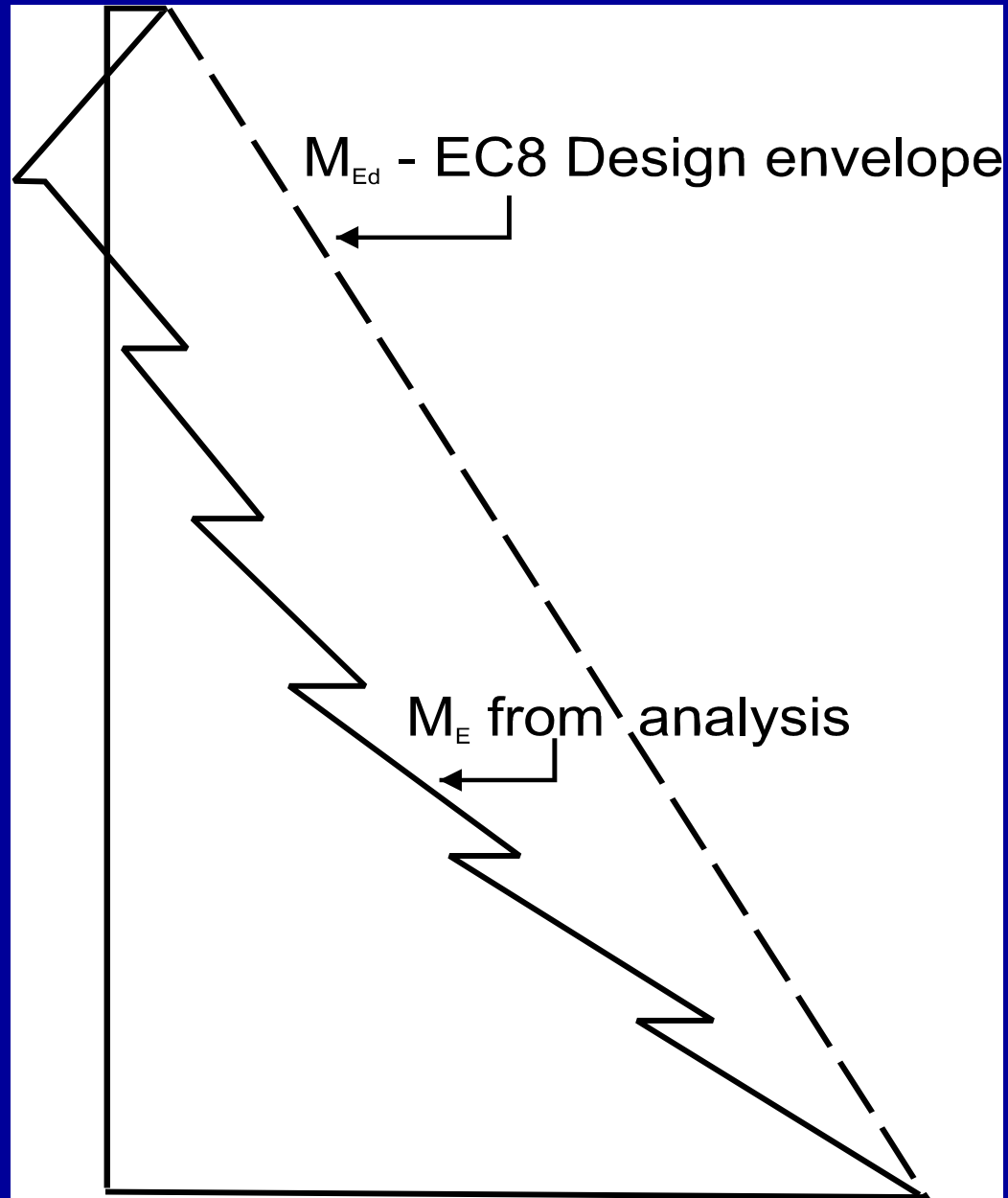
οπλισμός περίσφιγξης με (ενεργό) μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό

$$\alpha\omega_{wd} = 30\mu_\phi(v_d + \omega_v)\epsilon_{yd} b_c/b_o - 0.035$$

Στο τμήμα της θλιβ. ζώνης (ύψους: $x_u = (v_d + \omega_v)l_w(b_c/b_o)$) όπου η βράχυνση Σκυροδέματος είναι μεταξύ: $\epsilon_{cu}^* = 0.0035 + 0.1\alpha\omega_{wd}$ & $\epsilon_{cu} = 0.0035$

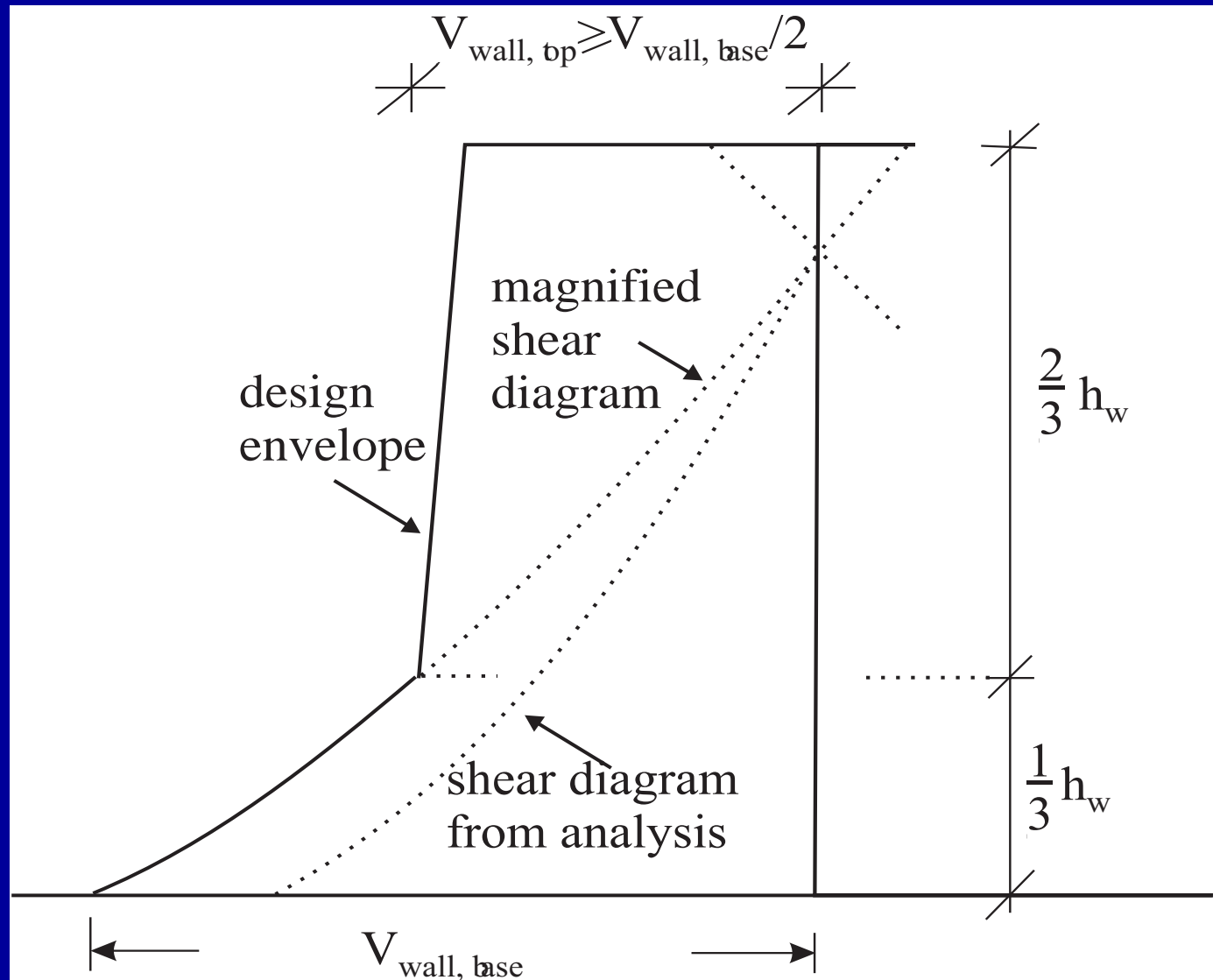
Σχεδιασμός πλαστικών τοιχωμάτων σε κάμψη, ώστε η πλαστική άρθρωση να σχηματισθεί μόνο στη βάση

Γραμμική περιβάλλουσα
ροπών από ανάλυση



Τέμνουσα σχεδιασμού πλαστικών τοιχωμάτων σε δυαδικά κτίρια (δηλ. όπου μεταξύ 35% και 65% της σεισμικής τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα)

Για να ληφθεί υπόψη η αύξηση των τεμνουσών στους πάνω ορόφους λόγω ανωτέρω ιδιομορφών, μετά το σχηματισμό πλαστικής άρθρωσης στη βάση



Ελαφρά οπλισμένα μεγάλα τοιχώματα

- Φορέας = σύστημα ελαφρά οπλισμένων μεγάλων τοιχωμάτων αν στην υπ' όψη οριζ. Διεύθυνση:
 1. > 65% Τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα.
 2. ≥ 2 Τοιχώματα με $l_w \geq 4m$ αναλαμβάνουν $\geq 20\%$ κατακόρυφου φορτίου. Αν μόνον ένα τοίχωμα στην υπ' οψη οριζ. Διεύθυνση $\rightarrow q=2$ αντί $q=3$. (\rightarrow Επαρκή τοιχώματα/ επιφάνεια κάτοψης & σημαντική ανύψωση μάζας με τη λίκνιση).
 3. Ιδιοπερίοδος $T_1 < 0.5s$, για θεώρηση πάκτωσης στη βάση (\rightarrow χαμηλός λόγος ύψους-προς-οριζ. Διάσταση, επιστροφή ενέργειας στο έδαφος με ακτινοβολία κατά τη λίκνιση).
- Συστήματα ελαφρά οπλισμένων μεγάλων τοιχωμάτων :
 - \rightarrow Μόνον κατηγορία πλαστιμότητας μέση (ΚΠ Μ): $q=3$,
 - \rightarrow Οικονομική διαστασιολόγηση & κατασκευαστική διαμόρφωση.
- Σκεπτικό:

αν τοίχωμα μεγάλο, ο ελάχιστος οπλισμός πλαστιμων τοιχωμάτων \Rightarrow

 - Υψηλό κόστος,
 - Καμπτική υπεραντοχή που δύσκολα μεταφέρεται στο έδαφος.

Τα μεγάλα τοιχώματα:

 - Αποκλείουν κατάρρευση λόγω μαλακού ορόφου,
 - Μειώνουν τις βλάβες στα μη-φέροντα στοιχεία,
 - Έχουν δείξει εξαιρετική συμπεριφορά σε ισχυρούς σεισμούς.
- Αν φορέας δεν πληροί ανωτέρω συνθήκες 1+2+3, όλα τα τοιχώματα (και αυτά με $l_w \geq 4m$) διαστασιολογούνται ως πλάστιμα.

Διαστασιολόγηση & κατασκευαστική διαμόρφωση ελαφρά οπλισμένων μεγάλων τοιχωμάτων

- Κατακόρυφοι οπλισμοί προσαρμόζονται ακριβώς στην ένταση $M & N$ από την ανάλυση
 - Αποφεύγεται οπλισμός πέραν αυτού που προκύπτει από τις απαιτήσεις της ανάλυσης (π.χ. ο ελάχιστος), για να ελαχιστοποιηθεί η υπερβάλλουσα καμπτική αντοχή.
- Διαστασιολόγηση σε διάτμηση με V από ανάλυση $\times (1+q)/2$
 - Αν η τέμνουσα σχεδιασμού $<$ διατμητικής αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης: δεν τοποθετείται (ο ελάχιστος) οπλισμός διάτμησης.

ΣΚΕΠΤΙΚΟ:

- Η ρηγμάτωση & η διαρροή αναμένεται να περιορισθούν στους αρμούς διακοπής στις διατομές βάσης των ορόφων,
- Αν παρ' ελπίδα σχηματισθούν λοξές ρωγμές, το εύρος τους θα περιορισθεί από το γεγονός ότι η απόκριση ελέγχεται από τις παραμορφώσεις (και όχι από τις δυνάμεις, όπως στις στατικές δράσεις τις οποίες αφορά ο ΕΚ2), και θα ξανακλείσουν, ακόμα και χωρίς τον ελάχιστο οπλισμό διάτμησης.
- Οι τυχόν λοξές ρωγμές θα τέμνουν τα πατώματα & θα ενεργοποιούν τον οπλισμό τους στην ανάληψη της τέμνουσας

Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική Διαμόρφωση & Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ - Δοκοί

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ 2000	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
μήκος κρίσιμ. περιοχής	$2h_w$	$1.5h_w$	h_w	
<i>Διαμήκειες ράβδοι (L):</i>				
ρ_{min}	$0.5f_{ctm}/f_{yd}$	$0.5f_{ctm}/f_{yk}$		0.13%, $0.26f_{ctm}/f_{yk}$ 4%
ρ_{max} , κρίσιμες περιοχές	$0.65(f_{cd}/f_{yd})\rho'/\rho+0.0015<7/f_{yd}$	$\rho'+0.0018f_{cd}/(\mu_{\phi}\epsilon_{sy,d}f_{yd})^{(1)}$		
$A_{s,min}$, άνω & κάτω	$2\Phi 12$ (226mm ²)	$2\Phi 14$ (308mm ²)	-	
$A_{s,min}$, άνω-άνοιγμα	$0.25A_{s,άνω-στηρίξεις}$	$0.25A_{s,άνω-στηρίξεις}$	-	
$A_{s,min}$, κρισ. περ. κάτω	$0.5A_{s,άνω}$	$0.5A_{s,άνω}^{(2)}$		-
$A_{s,min}$, στηρίξεις κάτω		$0.25A_{s,κάτω-άνοιγμα}$		
d_{bL}/h_c - ράβδοι που διαπερνούν εσωτερικό κόμβο ⁽³⁾	-	$\leq \frac{6.25(1+0.8v_d)}{(1+0.75\frac{\rho'}{\rho_{max}})} \frac{f_{ctm}}{f_{yd}}$	$\leq \frac{7.5(1+0.8v_d)}{(1+0.5\frac{\rho'}{\rho_{max}})} \frac{f_{ctm}}{f_{yd}}$	-
d_{bL}/h_c - ράβδοι που αγκυρώνονται σε εξωτερικό κόμβο ⁽³⁾	-	$\leq 6.25(1+0.8v_d) \frac{f_{ctm}}{f_{yd}}$	$\leq 7.5(1+0.8v_d) \frac{f_{ctm}}{f_{yd}}$	-
<i>Εγκάρσιες ράβδοι (w):</i>				
εκτός κρισίμ. περιοχών				
απόσταση s_w	Αν $V_{Ed}<V_{Rd2}/5$: $s_w\leq 0.8d, 0.3m$ αν $V_{Rd2}/5<V_{Ed}<2V_{Rd2}/3$: $s_w\leq 0.6d, 0.3m$ αν $2V_{Rd2}/3<V_{Ed}$: $s_w\leq 0.3d, 0.2m$	0.75d		
ποσοστό $\rho_w\geq$	0.0011 (S500, C25-C35)	$0.08(f_{yk}(MPa))^{1/2}/f_{yk}(MPa)$		
εντός κρισίμ. περιοχών				
διάμετρος $d_{bw}\geq$	8mm	6mm		-
απόσταση $s_w\leq$	$10d_{bL}, \frac{h_w}{3}, 20d_{bw}, 200mm$	$6d_{bL}, \frac{h_w}{4}, 24d_{bw}, 175mm$	$8d_{bL}, \frac{h_w}{4}, 24d_{bw}, 225mm$	-

Υποσημειώσεις Πίνακα με Κανόνες Κατασκευαστικής Διαμόρφωσης για Δοκούς κατά ΕΚ8

- (1) ΕΚ8: μ_ϕ = πλαστιμότητα καμπυλοτήτων που αντιστοιχεί στη βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_0
- (2) ΕΚ8: επιπρόσθετα θλιβόμενου οπλισμού στη στήριξη για οριακή κατάσταση αστοχίας σε κάμψη.
- (3) d_{bL} = διάμετρος ράβδου, h_c = ύψος διατομής υποστυλώματος, v_d = ανηγμένο αξονικό φορτίο υποστυλώματος.

Κανόνες ΕΚ8 για Διαστασιολόγηση σε
Τέμνουσα
& Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ - Δοκοί

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ 2000	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Σχεδιασμός σε τέμνουσα				
V_{Ed} , για σεισμό:	$1.2 \frac{\sum M_{Rb}}{l_c} \pm V_{o,g+\psi 2q}$	$1.2 \frac{\sum M_{Rb}}{l_c} \pm V_{o,g+\psi 2q}^{(4)}$	$\frac{\sum M_{Rb}}{l_c} \pm V_{o,g+\psi 2q}^{(4)}$	Από ανάλυση
V_{Rd} εκτός κρίσιμων περιοχών	$V_{Rd}=0.9b_w d \rho_w f_{ywd} + V_{cd} (\theta=45^\circ)$ $V_{cd} = V_{Rd1}$	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.9b_w d \rho_w f_{ywd} \cot \theta, 22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ $V_{cd} = 0$		
V_{Rd} σε κρίσ. περιοχές:	$V_{Rd} = 0.9b_w d \rho_w f_{ywd} + V_{cd}$ ($\theta = 45^\circ$) $V_{cd} = 0.3V_{Rd1}^{(5)}$	$V_{Rd} = 0.9b_w d \rho_w f_{ywd}$ ($\theta = 45^\circ$) $V_{cd}=0$	Ως σε ΕΚ 2: $V_{Rd} = 0.9b_w d \rho_w f_{ywd} \cot \theta$ $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ $V_{cd} = 0$	
Αν $\zeta \equiv V_{Emin}/V_{Emax} < -0.5$ σε κρίσ. περιοχές: λοξές ράβδοι υπό γωνία $\pm \alpha$ ως προς άξονα της δοκού, με διατομή A_s /κατεύθυνση:	(i) αν $^{(5)}$ $2.25 > V_{Emax}/(2+\zeta)f_{ctd}b_w d > 1.125$ $A_s = 0.5V_{Emax}/f_{yd} \cos \alpha$ & συνδετήρες για $0.5V_{Emax}$. (ii) αν $V_{Emax}/(2+\zeta)f_{ctd}b_w d > 2.25$ $A_s = V_{Emax}/f_{yd} \cos \alpha$	$A_v^{(6)}$ $V_{Emax}/(2+\zeta)f_{ctd}b_w d > 1$: $A_s = 0.5V_{Emax}/f_{yd} \cos \alpha$, συνδετήρες για $0.5V_{Emax}$	-	

Υποσημειώσεις

(4) ΕΚ8: Αν στον κόμβο είναι $\sum M_{Rb} > \sum M_{Rc}$, αντί M_{Rb} : $M_{Rb} (\sum M_{Rc} / \sum M_{Rb})$

(5) V_{Emax} , $V_{E,min}$ = αλγεβρικά μέγιστη και ελάχιστη τιμή της τέμνουσας V_{Ed} όπως προκύπτει από το \pm . V_{Emax} = η απολύτως μεγαλύτερη των δύο τιμών, θεωρούμενη θετική. Το πρόσημο της V_{Emin} καθορίζεται ανάλογα με το αν είναι ομόσημη με τη V_{Emax} .

Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική
Διαμόρφωση
& Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ -
Υποστυλώματα

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ 2000	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Διάσταση διατομής, $h_c, b_c \geq$	250mm	250mm; $h_v/10^{(1)}$ αν $\theta \equiv P\delta/Vh > 0.1$	-	-
Μήκος κρίσιμης περιοχής ⁽¹⁾	$\geq \max(h_c, b_c, 0.6m, l_c/5)$	$\geq \max(1.5h_c, 1.5b_c, 0.6m, l_c/5)$	$\geq \max(h_c, b_c, 0.45m, l_c/5)$	-
<i>Διαμήκειες ράβδοι (L):</i>				
ελάχιστο ποσοστό ρ_{\min}	1% (0.8% αν τοιχώματα αναλαμβάνουν $\geq 75\%$ τέμνουσας βάσης)	1%	1%	$0.1N_d/A_c f_{yd}$, 0.2%
μέγιστο ποσοστό ρ_{\max}	4%	4%	4%	4%
διάμετρος $d_{bh} \geq$	14mm	8mm		
ράβδοι ανά πλευρά \geq	2	3	2	
απόσταση μεταξύ ράβδων με εγκάρσια συγκράτηση	$\leq 200\text{mm}$	$\leq 150\text{mm}$	$\leq 200\text{mm}$	-
απόσταση από ράβδο που συγκρατείται εγκάρσια		$\leq 150\text{mm}$		
<i>Εγκάρσιες ράβδοι (w):</i>				
Εκτός κρίσιμων περιοχών:				
διάμετρος $d_{bw} \geq$	6mm, $d_{bL}/4$	6mm, $d_{bL}/4$		
απόσταση $s_w \leq$	$12d_{bL}, h_c, b_c, 300\text{mm}$	$\min(20d_{bL}, h_c, b_c, 400\text{mm})$		
απόσταση s_w σε ματίσεις \leq	$6d_{bL}$	$0.6\min(20d_{bL}, h_c, b_c, 400\text{mm})$		
Εντός κρίσιμων περιοχών: ⁽²⁾				
διάμετρος $d_{bw} \geq$ ⁽³⁾	$8\text{mm}, (f_{yd}/f_{ywd})^{1/2} d_{bL}/3$	$6\text{mm}, 0.4(f_{yd}/f_{ywd})^{1/2} d_{bL}$	6mm, $d_{bL}/4$	
απόσταση $s_w \leq$ ^{(3),(4)}	$8d_{bL}, 0.5\min(h_c, b_c), 100\text{mm}$	$6d_{bL}, b_o/3, 125\text{mm}$	$8d_{bL}, b_o/2, 175\text{mm}$	-
$\omega_{wd} \geq$ ⁽⁵⁾	0.10	0.08	-	
$\alpha\omega_{wd} \geq$ ^{(4), (5), (6), (7)}	$0.85v_d(0.15+0.35A_c/A_o)-0.035$	$30\mu_\phi v_d \epsilon_{sy,d} b_c/b_o - 0.035$	-	
Κρίσ. Περ. σε βάση κτιρίου:				
$\omega_{wd} \geq$ ⁽⁵⁾	0.10	0.12	0.08	-
$\alpha\omega_{wd} \geq$ ^{(4), (5), (6), (8)}	$0.85v_d(0.15+0.35A_c/A_o)-0.035$	$30\mu_\phi v_d \epsilon_{sy,d} b_c/b_o - 0.035$		-

Υποσημειώσεις Πίνακα με Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική Διαμόρφωση σε Υποστυλώματα

- (1) h_v = η μεγαλύτερη απόσταση άκρου από το σημείο καμπής. l_c = καθαρό ύψος υποστυλώματος.
- (2) ΚΠ Μ: Ο εγκάρσιος οπλισμός κρ. περιοχών μπορεί να υπολογίζεται με κανόνες ΚΠ Χ αν $v_d \leq 0.2$ & $q \leq 2$
- (3) ΚΠ Υ: Στους 2 κατώτατους ορόφους οι απαιτήσεις για d_{bw} & s_w εφαρμόζονται σε 1.5 x κρίσιμη περιοχή
- (4) Δείκτης c για την πλήρη διατομή, ο για περισφιγμένο πυρήνα έως άξονα συνδετήρα. b_o = μικρή διάσταση πυρήνα.
- (5) ω_{wd} = ογκομ. ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού επί f_{yd}/f_{cd} .
- (6) α (αποδοτικότητα περίσφιγξης) = $\alpha_s \alpha_n$.
 $\alpha_s = (1 - s/2b_o)(1 - s/2h_o)$, $\alpha_n = 1 - \{b_o/[(n_h - 1)h_o] + h_o/[(n_b - 1)b_o]\}/3$ για n_b σκέλη παράλληλα στο b_o και n_h σκέλη παράλληλα στο h_o
- (7) μ_ϕ^* = δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων που αντιστοιχεί σε τιμή q ίση με τα 2/3 της βασικής τιμής του, q_o , αν ικανοποιείται ο ικανοτικός σχεδιασμός του υποστυλώματος σε κάμψη, ή στην πλήρη βασική τιμή q_o , αν ο ικανοτικός σχεδιασμός δεν ικανοποιείται επειδή εμπίπτει στις εξαιρέσεις
 $\varepsilon_{sy,d} = f_{yd}/E_s$
- (8) μ_ϕ = δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων που αντιστοιχεί στη βασική τιμή συντελ. συμπεριφοράς q_o

Κανόνες ΕΚ8 για Διαστασιολόγηση σε
Κάμψη (περιλαμβανομένου Ικανοτικού
Σχεδιασμού) ή Τέμνουσα
& Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ -
Υποστυλώματα

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ 2000	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλ. σε κάμψη: ⁽⁹⁾	$1.4 \sum M_{Rb} \leq \sum M_{Rc}$ με ροπή από ανάλυση στην εγκάρσια διεύθυνση υποστυλώματος	$1.3 \sum M_{Rb} \leq \sum M_{Rc}$ χωρίς ροπή στην εγκάρσια διεύθυνση υποστυλώματος ⁽⁹⁾	-	-
Ελεγχος για M_x - M_y - N :	Διαξονικός	Διαξονικός, ή μονοαξονικός χωριστά για $(M_z/0.7, N)$, $(M_y/0.7, N)$		
Ανηγγμ. αξονική $v_d = N_{Ed}/A_c f_{cd}$	≤ 0.65	≤ 0.55	≤ 0.65	-
<i>Σχεδιασμός σε τέμνουσα:</i>				
V_{Ed} , για σεισμό:	$1.4 \frac{\sum M_{Rc}}{l_c}$	$1.3 \frac{\sum M_{Rc}}{l_c}$ ⁽¹¹⁾	$1.1 \frac{\sum M_{Rc}}{l_c}$ ⁽¹¹⁾	Από ανάλυση
V_{Rd} για σεισμό, εκτός κρίσιμων περιοχών	$V_{Rd} = 0.9 b_w d \rho_w f_{ywd} + V_{cd}$ ($\theta = 45^\circ$) $V_{cd} = V_{Rd1}$	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.9 b_w d \rho_w f_{ywd} \cot \theta$ με $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$, $V_{cd} = 0$		
V_{Rd} για σεισμό, στις κρίσιμες περιοχές:	$V_{Rd} = 0.9 b_w d \rho_w f_{ywd} + V_{cd}$ ($\theta = 45^\circ$) - αν $v_d \leq 0.1$: $V_{cd} = 0.3 V_{Rd1}$ - αν $v_d > 0.1$: $V_{cd} = 0.9 V_{Rd1}$	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.9 b_w d \rho_w f_{ywd} \cot \theta$ με $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$, $V_{cd} = 0$		

Υποσημειώσεις Πίνακα με Κανόνες ΕΚ8 για Διαστασιολόγηση σε Κάμψη, Ικανοτικό Σχεδιασμό & Τέμνουσα για Υποστυλώματα

(9) Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη δεν απαιτείται:

(α) στον ανώτατο όροφο,

(β) στο ισόγειο διωρόφων εφόσον όλα τα υποστυλώματα έχουν ανηγμένη αξονική $v_d \leq 0.3$,

(γ) αν τοιχώματα αναλαμβάνουν $\geq 50\%$ σεισμικής τέμνουσας βάσης στην υπόψη οριζόντια διεύθυνση, και

(δ) σε 1 ανά 4 υποστυλώματα επιπέδων πλαισίων με παρόμοιες διαστάσεις υποστυλωμάτων.

(10) Σε άκρο όπου στον κόμβο είναι $\sum M_{Rb} < \sum M_{Rc}$, η M_{Rc} αντικαθίσταται με $M_{Rc}(\sum M_{Rb} / \sum M_{Rc})$.

Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική
Διαμόρφωση & Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ
– Κρυφά Υποστυλώματα Πλάστιμων
Τοιχωμάτων

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Πάχος κορμού, $b_{wo} \geq$	150mm, $h_{οροφου}/20$	150mm, $h_{οροφου}/20$		
Υψος κρίσιμης περιοχής ⁽¹⁾	$\geq \max(l_w, H_w/6, h_{οροφου})$	$\geq \max(l_w, H_w/6)$ $\leq \min(2l_w, h_{οροφου})$ για ≤ 6 -όροφο $\leq \min(2l_w, 2h_{οροφου})$ για > 6 -όροφο		-
Ενισχυμένες περιοχές άκρων				
<i>(i) Κρίσιμη περιοχή:</i>				
μήκος l_c από άκρο διατομής \geq	$0.15l_w, 1.5b_w$, μήκος όπου $\varepsilon_c > 0.2\%$	$0.15l_w, 1.5b_w$, μήκος όπου $\varepsilon_c > 0.35\%$		μόνο όπου $\rho_L > 2\%$
πάχος στο μήκος $l_c \geq$	250mm	$\max(200\text{mm}, h_{st}/15)$ αν $l_c \leq \max(2b_w, l_w/5)$ $\max(200\text{mm}, h_{st}/10)$ αν $l_c > \max(2b_w, l_w/5)$		-
Διαμήκειες ράβδοι (L):				
ρ_{\min} στο $A_c = l_c b_w$	1%	0.5%		0.2%
ρ_{\max} στο $A_c = l_c b_w$	4%	4% ⁽⁰⁾		
διάμετρος $d_{bL} \geq$	14mm	-		
ράβδοι ανά πλευρά \geq	2	2		
απόσταση ράβδων που συγκρατούνται εγκάρσια \leq	200mm	-		
Εγκάρσιες ράβδοι (w): ⁽²⁾				
διάμετρος $d_{bw} \geq$	8mm, $\sqrt{(f_{yd}/f_{ywd})} d_{bL}/3$	8mm	Αν ρ_L στο $A_c = l_c b_w > 2\%$, ισχύει ότι σε ΚΠ Χ με $\rho_L > 2\%$	6mm, $d_{bL}/4$
απόσταση $s_w \leq$ ⁽³⁾	$8d_{bL}, 0.5\min(h_c, b_c), 100\text{mm}$	$\min(25d_{bh}, 250\text{mm})$		0.08
$\omega_{wd} \geq$ ⁽³⁾	0.10	0.12		-
$\alpha\omega_{wd} \geq$ ^{(3), (4)}	$0.85v_d(0.15+0.35A_c/A_o)-0.035$, με $v_d = [N_{Ed}/2 + M_{Ed}/(l_w - l_c)] / (1.5l_c b_w f_{cd})$	$30\mu_\phi(v_d + \omega_{vd})\varepsilon_{sy,d} \frac{b_w}{b_o} - 0.035$ ⁽⁴⁾		
<i>(ii) Οροφος πάνω από κρίσιμη περιοχή</i>	Ισχύουν οι παρακάτω κανόνες για το λοιπό ύψος του τοιχώματος	Όπως σε κρίσιμη περιοχή αλλά με $\alpha\omega_{wd}, \omega_{wd}$ μειωμένα στο 50%	$\rho_v \geq 0.2\%$. $\rho_v \geq 0.5\%$ όπου $\varepsilon_c > 0.2\%$	-
<i>(iii) Λοιπό ύψος τοιχώματος</i>				
Διαμήκειες ράβδοι (L):	Συνιστάται εφαρμογή των κανόνων της κρίσιμης περιοχής	όπου $\varepsilon_c > 0.2\%$: $\rho_v \geq 0.5\%$, αλλιώς $\rho_v \geq 0.2\%$.		-
Εγκάρσιες ράβδοι (w):				
διάμετρος $d_{bw} \geq$	6mm, $d_{bL}/4$	-		
απόσταση $s_w \leq$ ⁽³⁾	$12d_{bL}, \min(h_c, b_c), 300\text{mm}$	-		

Υποσημειώσεις Πίνακα με Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική Διαμόρφωση σε Κρυφά Υποστυλώματα Πλάστιμων Τοιχωμάτων

- (1) l_w = μεγάλη πλευρά διατομής ορθογωνικού τοιχώματος ή τμήματος τοιχώματος, H_w = ολικό ύψος τοιχώματος, $h_{\text{ορόφου}}$ = ύψος ορόφου.
- (2) ΕΚ 8 - ΚΠ Μ: Εγκάρσιος οπλισμός ενισχυμένων περιοχών άκρων στην κρίσιμη περιοχή μπορεί να υπολογίζεται με κανόνες της ΚΠ Χ αν
 - (α) $v_d \leq 0.15$, ή
 - (β) $v_d \leq 0.2$ & μειωθεί η τιμή του q κατά 15%.
- (3) Οι υποσημειώσεις (4), (5), (6) των υποστυλωμάτων ισχύουν και για τον περισφιγμένο πυρήνα των ενισχυμένων περιοχών άκρων.
- (4) μ_ϕ = δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων που αντιστοιχεί στο γινόμενο της βασικής τιμής του συντελεστή συμπεριφοράς q_0 επί το λόγο M_{Ed}/M_{Rd} στη βάση του τοιχώματος (βλ. υποσημείωση (5)),
 $\varepsilon_{sy,d} = f_{yd}/E_s$,
 ω_{vd} = μηχανικό ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού κορμού.

Κανόνες ΕΚ8 για Κατασκευαστική
Διαμόρφωση & Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ
– Κορμός Πλάστιμων Τοιχωμάτων

	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Κορμός				
<i>(i) Κρίσιμη περιοχή:</i>				
Κατακόρυφες ράβδοι (v):				
ελάχιστο ποσοστό $\rho_{v,min}$	0.25%	όπου $\varepsilon_c > 0.2\%$: $\rho_v \geq 0.5\%$, αλλιού $\rho_v \geq 0.2\%$.		0.2%
μέγιστο ποσοστό $\rho_{v,max}$	-	4%		
διάμετρος $d_{bv} \geq$	10mm	8mm	-	
διάμετρος $d_{bv} \leq$	$b_{wo}/10$	$b_{wo}/8$	-	
απόσταση $s_v \leq$	200mm	$25d_{bv}, 250mm$	$3b_{wo}, 400mm$	
Οριζόντιες ράβδοι (h):				
ελάχιστο ποσοστό $\rho_{h,min}$	0.25%	0.2%	$\max(0.1\%, 0.25\rho_v)$	
διάμετρος $d_{bh} \geq$	8mm	8mm	-	
διάμετρος $d_{bh} \leq$	$b_{wo}/10$	$b_{wo}/8$	-	
απόσταση $s_h \leq$	200mm	$25d_{bh}, 250mm$	400mm	
<i>(ii) Εκτός κρίσιμης περιοχής</i>				
Κατακόρυφες ράβδοι (v):				
ελάχιστο ποσοστό $\rho_{v,min}$	0.15%	Οπως στην κρίσιμη περιοχή		
διάμετρος $d_{bv} \geq$	10mm			
διάμετρος $d_{bv} \leq$	$b_{wo}/10$			
απόσταση $s_v \leq$	300mm			
Οριζόντιες ράβδοι (h):				
ελάχιστο ποσοστό $\rho_{h,min}$	0.15%	Οπως στην κρίσιμη περιοχή		
διάμετρος $d_{bh} \geq$	8mm			
διάμετρος $d_{bh} \leq$	$b_{wo}/10$			
απόσταση $s_h \leq$	300mm			

Κανόνες ΕΚ8 για Διαστασιολόγηση σε
Κάμψη ή Τέμνουσα
(περιλαμβανομένου Ικανοτικού
Σχεδιασμού)
& Σύγκριση με ΕΑΚ / ΕΚΟΣ -
Πλάστιμα Τοιχώματα

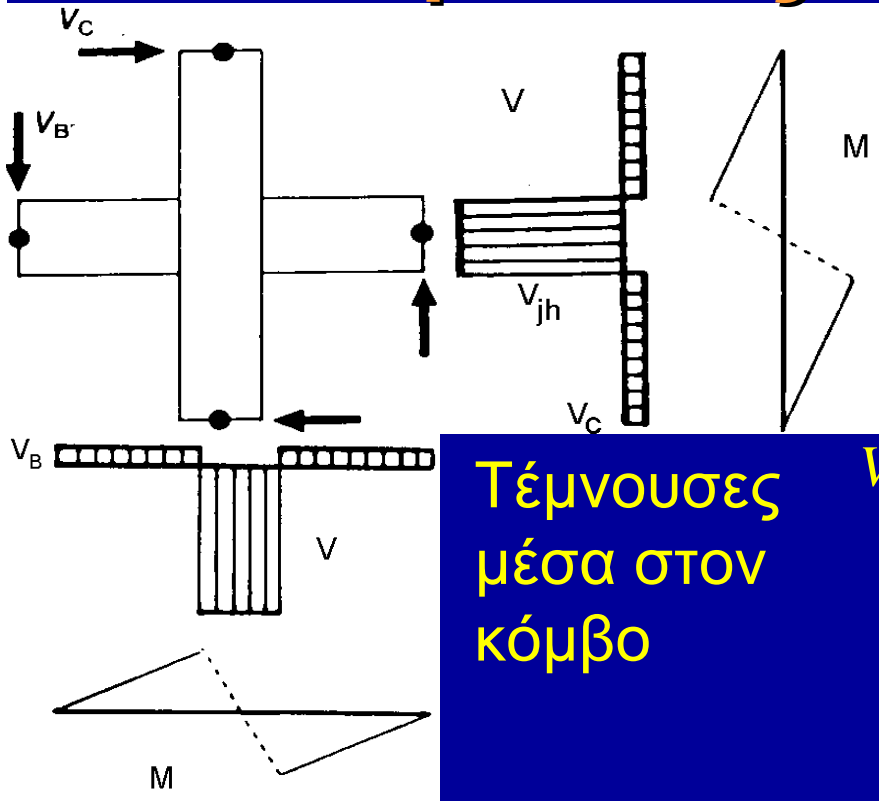
	ΕΑΚ – ΕΚΟΣ	ΕΚ8 ΚΠ Υ	ΕΚ8 ΚΠ Μ	ΕΚ8 ΚΠ Χ
Διαστασιολόγηση έναντι μεγεθών ορθής έντασης:				
Ροπές σχεδιασμού: ⁽⁵⁾	$1.4M_{Rdo}/M_{Edo} \leq q$ επί ροπή M_{Ed} από ανάλυση, $\geq M_{Rdo}/3$, με μήκος μετάθεσης a_1 ⁽⁵⁾	Αν $H_w/l_w \geq 2$: γραμμική περιβάλλουσα των ροπών M_{Ed} της ανάλυσης, με μήκος μετάθεσης a_1		Από ανάλυση
Ανηγμ. αξονική $v_d = N_{Ed}/A_c f_{cd}$	-	≤ 0.35	≤ 0.40	-
Διαστασιολόγηση έναντι τέμνουσας:				
Πολλαπλασιαστικός συντελεστής ε σε V_{Ed} από ανάλυση για σεισμό: ⁽⁵⁾	$\varepsilon = 1.4M_{Rd}/M_{Ed} \leq q$	(i) αν $H_w/l_w > 2$ $\varepsilon = :^{(6)}$ $\sqrt{\left(1.2 \frac{M_{Rdo}}{M_{Edo}}\right)^2 + 0.1 \left(q \frac{S_\varepsilon(T_C)}{S_\varepsilon(T_1)}\right)^2} \leq q$ (ii) αν $H_w/l_w \leq 2$: $\varepsilon = 1.2M_{Rdo}/M_{Edo} \leq q$	$\varepsilon = 1.5$	$\varepsilon = 1.0$
Τέμνουσα σχεδιασμού τοιχωμάτων δυαδικών συστημάτων με $H_w/l_w > 2$, σε ύψος z από $H_w/3$ έως H_w : ⁽⁷⁾	Ως άνω	$V_{Ed}(z) = \left(\frac{0.75z}{H_w} - \frac{1}{4}\right) \varepsilon V_{Ed}(0) + \left(1.5 - \frac{1.5z}{H_w}\right) \varepsilon V_{Ed}\left(\frac{H_w}{3}\right)$		
V_{Rd} εκτός κρίσιμων περιοχών	$V_{Rd} = 0.8b_{wo}l_w\rho_h f_{yhd} + V_{cd}$ ($\theta = 45^\circ$), $V_{cd} = V_{Rd1}$	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.8b_{wo}l_w\rho_h f_{ywd} \cot\theta$ με $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ $V_{cd} = 0$		
V_{Rd} κρίσ. περιοχών - Οριζ. & κατ. οπλισμός κορμού, ρ_h, ρ_v (i) αν $\alpha_s = M_{Ed}/V_{Ed}l_w \geq 2$: $\rho_v = \rho_{v,min}, \rho_h$ από V_{Rd} : - αν $v_d \leq 0.1$: $V_{cd} = 0.25V_{Rd1}$ - αν $v_d > 0.1$: $V_{cd} = 0.7V_{Rd1}$	$V_{Rd} = 0.8b_{wo}l_w\rho_h f_{yhd} + V_{cd}$ ($\theta = 45^\circ$) - αν $v_d \leq 0.1$: $V_{cd} = 0.25V_{Rd1}$ - αν $v_d > 0.1$: $V_{cd} = 0.7V_{Rd1}$	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.8b_{wo}l_w\rho_h f_{ywd} \cot\theta$ με $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ $V_{cd} = 0$		
(ii) αν $\alpha_s < 2$: ρ_h από V_{Rd} ⁽⁸⁾ ρ_v από: ⁽⁹⁾ - αν $2 > \alpha_s > 1.3$: $\rho_v f_{yv} \geq \rho_h f_{yhd} - N_{Ed}/(0.8b_{wo}l_w)$ - αν $\alpha_s \leq 1.3$: $\rho_v f_{yv} = \rho_h f_{yhd}$	V_{Rd} ως άνω - αν $2 > \alpha_s > 1.3$: $\rho_v f_{yv} \geq \rho_h f_{yhd} - N_{Ed}/(0.8b_{wo}l_w)$ - αν $\alpha_s \leq 1.3$: $\rho_v f_{yv} = \rho_h f_{yhd}$	$V_{Rd} = V_{Rd,c} + 0.75b_{wo}\alpha_s l_w \rho_h f_{yhd}$ $\rho_v f_{yv} \geq \rho_h f_{yhd} - N_{Ed}/(0.8b_{wo}l_w)$	V_{Rd} ως σε ΕΚ2: $V_{Rd} = 0.8b_{wo}l_w\rho_h f_{ywd} \cot\theta$ με $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$, $V_{cd} = 0$ $\rho_v = \rho_{v,min}$	
$V_{Rd,max}$ εκτός κρίσ. περιοχής $V_{Rd,max}$ στην κρίσιμη περιοχή	$V_{Rd,2} = 0.4(0.7 - f_{ck}(MPa)/200)b_{wo}l_w f_{cd}$ Ως άνω	Ως σε ΕΚ2: $V_{Rd,max} = 0.24(1 - f_{ck}(MPa)/250)b_{wo}l_w f_{cd} \sin 2\theta$ $22^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ 40% της τιμής κατά ΕΚ2		
Αντοχή σε διατμητική ολίσθηση, με ράβδους συνολικής διατομής A_{sv} υπό γωνία $\pm\phi$ προς οριζόντιο ⁽¹⁰⁾	Αγνοείται	$V_{Rd,s} = A_{sv} f_{yd} \cos\phi +$ $A_{sv} \min(0.25f_{yd}, 1.3\sqrt{f_{yd}f_{cd}})$ $+ 0.3(1 - f_{ck}(MPa)/250)b_{wo} x f_{cd}$		-
ποσοστό κατακόρυφου οπλισμού ρ_{min} , σε αρμούς διακοπής εργασίας ^{(9), (11)}	$\geq 0.25\%$, $\frac{2.8 f_{ctd} - \frac{0.7 N_{Ed}}{A_c}}{f_{yd}}$	$\geq 0.25\%$, $\frac{1.3 f_{ctd} - \frac{N_{Ed}}{A_c}}{f_{yd} + 1.5\sqrt{f_{cd}f_{yd}}}$		-

Υποσημειώσεις Πίνακα με Κανόνες ΕΚ8 για Διαστασιολόγηση σε Κάμψη ή Τένουσα Πλάστιμων Τοιχωμάτων

- (5) M_{Edo} = ροπή στη βάση του τοιχώματος από την ανάλυση για το σεισμό σχεδιασμού, M_{Rdo} = τιμή σχεδιασμού καμπτικής αντοχής στη βάση του τοιχώματος για την αξονική δύναμη N_{Ed} από την ανάλυση για το σεισμικό συνδυασμό.
- (6) ΕΚ 8: $S_e(T_1)$ = τιμή ελαστικού φάσματος στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο; $S_e(T_c)$ = τιμή ελαστικού φάσματος στην αρχή του φθιτού κλάδου (σε περίοδο T_c).
- (7) ΕΚ 8: Για μεικτό τοιχωματικό ή πλαισιακό σύστημα.
 z = απόσταση από βάση τοιχώματος.
- (8) ΕΚ 8: με b_w , d σε m, f_{ck} σε MPa, ρ_L = ποσοστό διαμήκους οπλισμού εφελκυόμενου πέλματος, $V_{Rd,c}$ και N_{Ed} σε kN:
- $$V_{Rd,c} = \left\{ \max \left[\frac{180}{\gamma_c} (100 \rho_L)^{1/3}, 35 \sqrt{1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}}} f_{ck}^{1/6} \right] \left(1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}} \right) f_{ck}^{1/3} + 0.15 \frac{N_{Ed}}{A_c} \right\} b_w d$$
- (9) N_{Ed} = αξονική δύναμη (ελάχιστη τιμή) από ανάλυση για σεισμικό συνδυασμό (θλίψη: >0).
- (10) ΕΚ 8: A_{sv} = συνολική διατομή κατακόρυφου οπλισμού κορμού και τυχόν πρόσθετων κατακόρυφων ράβδων που τοποθετούνται στις ενισχυμένες περιοχές άκρων για αντίσταση σε διατμητική ολίσθηση, x = ύψος θλιβόμενης ζώνης διατομής τοιχώματος που ελέγχεται.
- (11) $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$: τιμή σχεδιασμού (κάτω χαρακτηριστική τιμή) εφελκυστικής αντοχής σκυροδέματος.

Έλεγχος Κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων για ΚΠ Υ

Τέμνουσες δυνάμεις σε κόμβους



Μέγιστη δυνατή τέμνουσα δύναμη και διατμητική τάση στον κόμβο:

Τέμνουσες μέσα στον κόμβο

$$V_{jh} = (A_{sb1} + A_{sb2})f_y - V_C = \sum M_{Rb} \left(\frac{1}{z_b} - \frac{1}{h_{st}} \frac{L_b}{L_{bn}} \right)$$

$$\approx (A_{sb1} + A_{sb2})f_y \left(1 - \frac{z_b}{h_{st}} \frac{L_b}{L_{bn}} \right)$$

$$v_j = \frac{V_{jh}}{b_j h_{jc}}$$

$$\text{An } b_c > b_w \rightarrow b_j = \min \{ b_c ; (b_w + 0.5h_c) \} \quad \text{An } b_c \leq b_w \rightarrow b_j = \min \{ b_w ; (b_c + 0.5h_c) \}$$

Υπολογισμός αντοχής κόμβων με βάση τις κύριες τάσεις

Διαγώνια ρηγμάτωση άοπλων κόμβων αν η κύρια εφελκυστική τάση

λόγω:

- διατμητικής τάσης στον κόμβο, v_j &
- μέσης κατακόρυφης ορθής τάσης από υπερκείμενη κολώνα, $-v_{top}f_c$, ξεπερνά την εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος, f_{ct} .

$$v_j \geq v_{cr} = f_{ct} \sqrt{1 + \frac{v_{top} f_c}{f_{ct}}}$$

ΕΚ 8: Διαγώνια ρηγμάτωση οπλισμένων κόμβων αν η κύρια εφελκυστική τάση λόγω:

- διατμητικής τάσης στον κόμβο, v_j &
- μέσης κατακόρυφης ορθής τάσης από υπερκείμενη κολώνα, $-v_{top}f_c$, και
- οριζόντιας ορθής τάσης λόγω περισφιγξης από οριζόντιο οπλισμό κόμβου, $-\rho_{jh}f_{yw}$: ξεπερνά την εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος, f_{ct} .

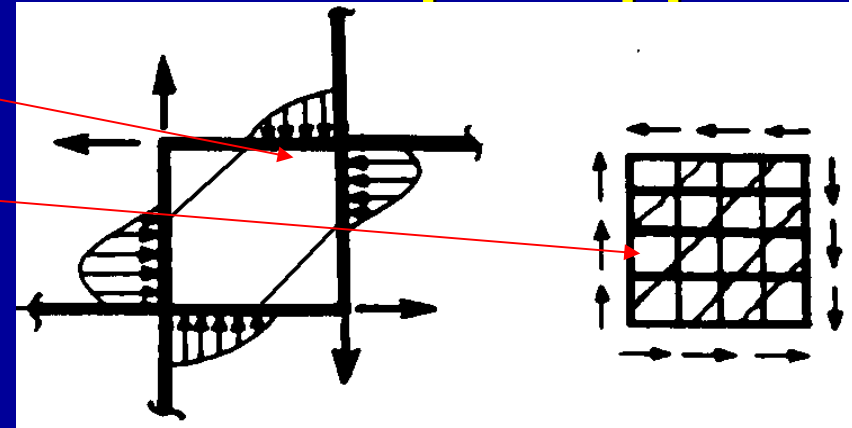
$$\rho_{jh} f_{yw} \geq \frac{v_j^2}{f_{ct} + v_{top} f_c} - f_{ct}$$

Οριακή διατμητική αντοχή κόμβων v_{ju} : αν η κύρια θλιπτική τάση ξεπερνά το nf_c (n : μειωτικός συντελεστής λόγω εγκάρσιας εφελκυστικής τάσης

$$v_j < v_{ju} = nf_c \sqrt{1 - \frac{v_{top}}{n}}$$

Εναλλακτική μέθοδος στον ΕΚ8 για τον οπλισμό κόμβων

Διαγώνιος θλιπτήρας
Δικτύωμα:
οριζόντιες &
κατακόρυφες ράβδοι &
διαγώνιο θλιπτικό πεδίο.



Εσωτερικοί κόμβοι: $A_{sh} f_{yw} \geq (A_{sb1} + A_{sb2}) f_y \left(1 - \frac{6}{5} \nu\right)$

Εξωτερικοί κόμβοι: $A_{sh} f_{yw} \geq A_{sb2} f_y \left(1 - \frac{6}{5} \nu\right)$

Θέση ΕΚ8 για τοιχοπληρώσεις

- Ο ΕΚ8 δεν επιτρέπει μείωση των σεισμικών δυνάμεων που αναλαμβάνει ο φορέας, για να ληφθεί υπόψη η ευεργετική επιρροή των τοιχοπληρώσεων.
- Αναφέρει τις δυσμενείς επιρροές των τοιχοπληρώσεων και απαιτεί μέτρα για την αντιμετώπισή τους.
- Αν υπάρχει ενεργός σύνδεση τοιχοπλήρωσης με το περιβάλλον πλαίσιο:
 - ο φορέας δεν θεωρείται ότι είναι από σκυρόδεμα με τοιχοπληρώσεις, αλλά από περισφιγμένη φέρουσα τοιχοποιία.

Δυνητικές δυσμενείς επιρροές τοιχοπλήρωσεων

- Αν οι τοιχοπληρώσεις είναι πολύ πιο ισχυρές και δύσκαμπτες από το φορέα:
 - μπορεί να ακυρώσουν το σεισμικό σχεδιασμό και την προσπάθεια μελετητή και ΕΚ8 να διασπείρουν τις ανελαστικές παραμορφώσεις καθύψος του φορέα (π.χ. αν αστοχήσουν οι τοιχοπληρώσεις ισογείου → μαλακός όροφος).
- Τοιχοπληρώσεις με μη κανονική κατανομή καθύψος ή σε κάτοψη:
 - συγκέντρωση ανελαστικών παραμορφώσεων σε τμήμα του φορέα.
- Δυσμενείς τοπικές συνέπειες στο φορέα:
 - πρόωρη διατμητική αστοχία.

Δυνητικές δυσμενείς επιρροές τοιχοπληρώσεων (συνέχεια)

- Η καλύτερη προστασία φορέων σκυροδέματος από τις δυσμενείς επιρροές τοιχοπληρώσεων:
Ισχυρά και δύσκαμπτα τοιχώματα, που να επισκιάζουν τις τοιχοπληρώσεις.
- ΕΚ 8:
 - Τοιχώματα που αναλαμβάνουν $\geq 50\%$ της σεισμικής τέμνουσας βάσης:
 - επαρκή για απαλλαγή από τις ειδικές διατάξεις ΕΚ8 έναντι των δυσμενών επιρροών των τοιχοπληρώσεων.

Δυνητικές δυσμενείς επιρροές τοιχοπληρώσεων (συνέχεια)

Η δυσμενέστερη δυνατή επίδραση τοιχοπληρώσεων: Απουσία από όροφο → Μαλακός ^(C) όροφος

- Στους ορόφους όπου υπάρχουν:
 - Οι τοιχοπληρώσεις προστατεύουν τα μέλη του φορέα από την ανάπτυξη υψηλών εσωτερικών δυνάμεων και παραμορφώσεων.
 - Το ίδιο ισχύει και για τις δοκούς του ορόφου με την ελλιπή ή καθόλου τοιχοπλήρωση.
- Όμως στις κολώνες του ορόφου αυτού συγκεντρώνεται μεγάλο μέρος της συνολικής οριζόντιας μετάθεσης του κτιρίου

Διατάξεις ΕΚ8 για μη-κανονική καθύψος κατανομή τοιχοπληρώσεων

- Οι κολώνες του ελλιπώς τοιχοπληρωμένου ορόφου σχεδιάζονται να παραμείνουν ελαστικές, μέχρις ότου οι τοιχοπληρώσεις του υπερκείμενου ορόφου φθάσουν την αντοχή του στην υπόψη οριζόντια διεύθυνση
 - Το έλλειμα διατμητικής αντοχής των τοιχοπληρώσεων του ορόφου αντισταθμίζεται με αύξηση της αντοχής των κατακόρυφων στοιχείων του φορέα στον όροφο
 - Αν $< 50\%$ της σεισμικής τέμνουσας βάσης αναλαμβάνεται από τοιχώματα:
 - οι σεισμικές εσωτερικές δυνάμεις (M και V) των κατακόρυφων στοιχείων από την ανάλυση για το σεισμό σχεδιασμού πολλαπλασιάζονται επί :

$$\eta = \left(1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Ed} \right) \leq q$$

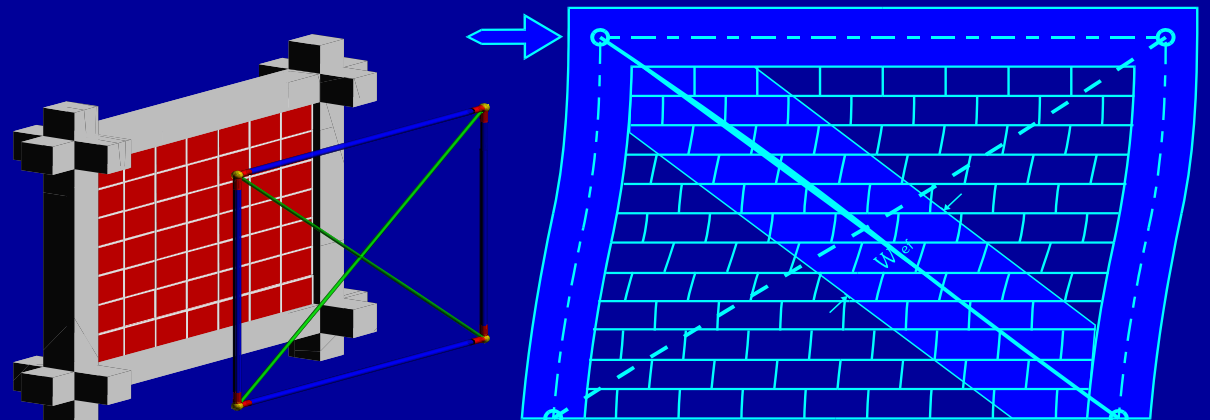
- ΔV_{Rw} : μείωση τέμνουσας αντοχής τοιχοπληρώσεων ορόφου ως προς τον υπερκείμενο,
- ΣV_{Ed} : σεισμική τέμνουσα ορόφου (άθροισμα τεμνουσών κατακόρυφων στοιχείων από την ανάλυση).
- Αν $\eta < 1.1$, δεν χρειάζεται πολλαπλασιασμός των M και V κατακόρυφων στοιχείων φορέα επί η .

Μη-κανονική σε κάτοψη κατανομή τοιχοπληρώσεων

- Ασύμμετρες σε κάτοψη τοιχοπληρώσεις → στροφή κτιρίου λόγω οριζοντίων συνιστωσών σεισμικής δράσης:
 - Τα μέλη της πλευράς με τις λιγότερες τοιχοπληρώσεις υπόκεινται σε υψηλότερες παραμορφώσεις απ'τα απέναντι.
- Όμως, η συμβολή των τοιχοπληρώσεων στην οριζόντια αντοχή και δυσκαμψία αντισταθμίζει τη μονομερή συγκέντρωση των παραμορφώσεων σε μέρος της κάτοψης ορόφου.

Διατάξεις ΕΚ8 σε περίπτωση ασύμμετρης κατανομής τοιχοπληρώσεων στην κάτοψη

- Διπλασιασμός της τυχηματικής εκκεντρότητας (από 5 σε 10%).
- Αν η κατανομή των τοιχοπληρώσεων είναι εξαιρετικά ασύμμετρη, δεν επαρκεί ο διπλασιασμός αυτός. Απαιτείται:
 - Ανάλυση κτιρίου στο χώρο, περιλαμβάνοντας τις τοιχοπληρώσεις στο προσομοίωμα,
 - παραμετρική ανάλυση για τη δυσκαμψία κ.λ.π. των τοιχοπληρώσεων (π.χ. αφαιρώντας μια τοιχοπλήρωση φατνώματος ανά 3 ή 4, κυρίως στην εύκαμπτη πλευρά της κάτοψης)
- Όμως:
 - Δεν περιλαμβάνονται κανόνες για προσομοίωση τοιχοπληρώσεων.



**Διατάξεις ΕΚ8 έναντι των δυσμενών τοπικών
επιρροών ισχυρών τοιχοπληρώσεων**

Διατμητική αστοχία αδύνατων υποστυλωμάτων λόγω της δύναμης που ασκείται σ' αυτά από την τοιχοπλήρωση.

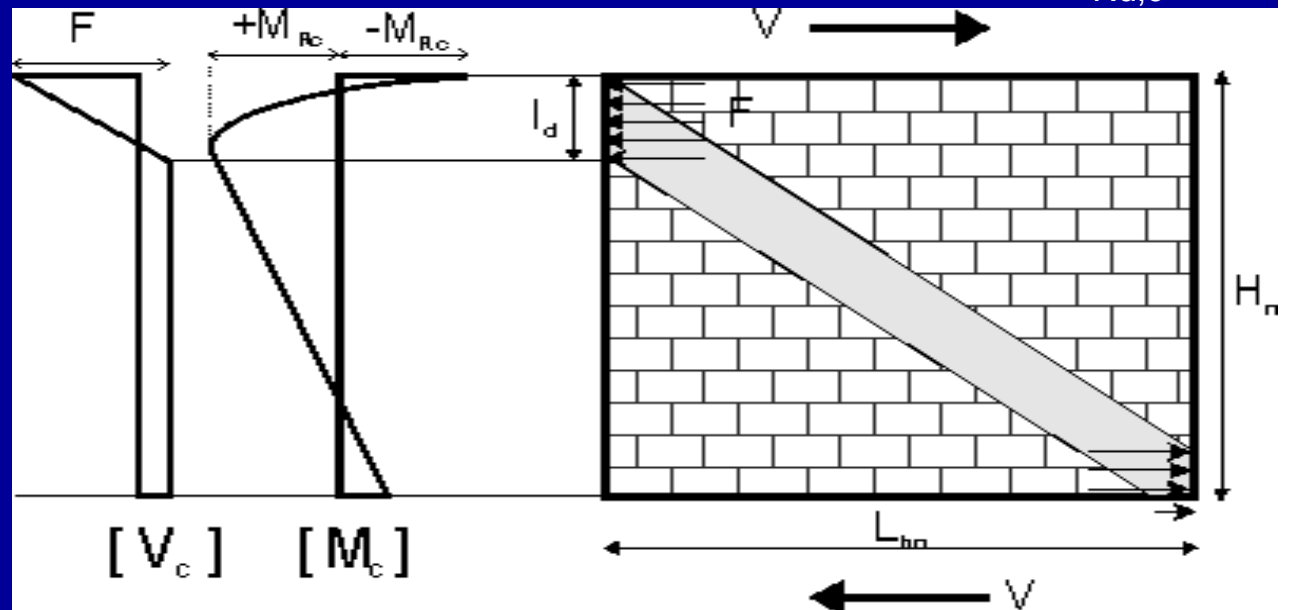
Η κολώνα καταπονείται σε διάτμηση από τη θλιπτική δύναμη της τοιχοπλήρωσης:

- ΕΚ8: Έλεγχος σε διάτμηση τμήματος μήκους $l_c = w_{inf}/\cos\theta$ στην κορυφή & τη βάση της κολώνας που είναι σε επαφή με την τοιχοπλήρωση, για τη μικρότερη από τις δύο τιμές τέμνουσας :
 - Την οριζόντια συνιστώσα της διαγώνιας θλίψης στην τοιχοπλήρωση, θεωρούμενη ίση με τη διατμητική αντοχή (τάση) των οριζοντίων αρμών επί την οριζόντια επιφάνεια της τοιχοπλήρωσης
 - Ικανοτική τέμνουσα: 2 x (τιμή σχεδιασμού καμπτικής αντοχής κολώνας, $M_{Rd,c}$) δια του μήκους επαφής, l_c

Πλάτος θλιπτήρα:

$$w_{inf} = \frac{0.175 L_{bn}}{\cos\theta (\lambda H)^{0.4}}$$

$$\lambda = \left(\frac{E_w b_w \sin 2\theta}{4 E_c I_c H_n} \right)^{\frac{1}{4}}$$



ΕΚ8: ποσοστό (π.χ.15%) της διαγωνίου του φατνώματος, $L_{bn}/\cos\theta$

Διατάξεις ΕΚ8 έναντι των δυσμενών τοπικών επιρροών ισχυρών τοιχοπληρώσεων (συνέχεια) - Διατμητική αστοχία κοντών υποστυλωμάτων

Διαστασιολόγηση κοντών υποστυλωμάτων κατά ΕΚ8

- Ικανοτικός σχεδιασμός σε διάτμηση, με ικανοτική τέμνουσα που υπολογίζεται με:
 - Καθαρό ύψος κολώνας, l_{cl} = ελεύθερο ύψος της πάνω από την τοιχοπλήρωση,
 - Θεώρηση ότι σχηματίζεται πλαστική άρθρωση στη διατομή της κολώνας όπου τερματίζεται η τοιχοπλήρωση.
- Ο οπλισμός διάτμησης που τοποθετείται στο ελεύθερο ύψος της κολώνας, l_{cl} , συνεχίζεται και παρακάτω μέχρι μήκος ίσο με τη διάσταση διατομής της, h_c , μέσα στο επίπεδο της τοιχοπλήρωσης.
- Όλη η κολώνα θεωρείται κρίσιμη περιοχή και τοποθετούνται σ' όλο το μήκος της οι αντίστοιχοι συνδετήρες.

Σύνοψη - Διαφοροποίηση ΕΑΚ2000/ΕΚΩΣ - ΕΚ8

- Τιμές συντελεστή συμπεριφοράς:
 - ΕΚ 8 :
 - Κανονικά κτίρια:
 - $q \sim 3.90$ για Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (Μ),
 - $q \sim 5.85$ για Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή (Υ).
 - Μη-κανονικά (καθ' ύψος & σε κάτοψη) κτίρια:
 - $q \sim 2.75$ για Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (Μ),
 - $q \sim 4.15$ για Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή (Υ).
 - ΕΑΚ 2000: $q=3.5$.
- Φθιτός κλάδος φάσματος σχεδιασμού:
 - $1/T$ κατά ΕΚ 8,
 - $1/T^{2/3}$ κατά ΕΑΚ 2000.
- Οριζόντιες δυνάμεις στην ισοδύναμη στατική ανάλυση:
 - Μειωμένες κατά 15% στον ΕΚ 8, σε > 2-ώροφα.
- Διατάξεις μεγίστων / ελαχίστων οπλισμών:
 - Αυστηρότερες (συνήθως) στον ΕΚ8 για τα μέγιστα/ελάχιστα, ευμενέστερες για την περίσφιγξη.
- Ικανοτικός σχεδιασμός:
 - Λίγο ευμενέστερος στον ΕΚ 8.

- Σύγκριση
 - διαστασιολόγησης &
 - σεισμικής συμπεριφοράς υπό το σεισμό σχεδιασμού πολυορόφων πλαισίων σχεδιασμένων με:
 - ΕΑΚ/ΕΚΩΣ 2000) ή
 - Ευρωκώδικα 8

- Κανονικά πλαίσια 3 ανοιγμάτων 5m στις δύο διευθύνσεις με αριθμό ορόφων: 4, 8, 12.
- Ύψος ορόφου 3m.
- Υποστυλώματα: τετραγωνικά, διάσταση σταθερή σε όλο το ύψος κτιρίου.
- Δοκοί: με ύψος μεταβλητό από όροφο σε όροφο, για περιορισμό σχετικής μετακίνησης ορόφων ή λόγω μεγίστου % οπλισμού.
- Σεισμός σχεδιασμού με επιτάχυνση 0.4g ή 0.2g στο έδαφος (όχι στο βράχο).

Απαιτούμενη ποσότητα οπλισμού / πλαίσιο (με δοκούς και των 2 διευθύνσεων):

- Πλαίσια με ΕΑΚ/ΕΚΩΣ: αρκετά μεγαλύτερη ποσότητα οπλισμού, ιδίως για τα υψηλά πλαίσια.

		Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
		Σκυρόδεμα (m ³)	Χάλυβας (t)	Σκυρόδεμα (m ³)	Χάλυβας (t)	Σκυρόδεμα (m ³)	Χάλυβας (t)
Για 0.4g							
4-όροφο	ΕΚ8 ΚΠ Υ	22.64	1.39	17.40	2.47	40.04	3.86
	ΕΚ8 ΚΠ Μ	20.58	1.86	17.40	2.43	37.98	4.29
	ΕΑΚ	20.58	2.17	17.40	2.24	37.98	4.40
8-όροφο	ΕΚ8 ΚΠ Υ	41.67	4.50	34.80	4.73	76.47	9.24
	ΕΚ8 ΚΠ Μ	45.28	6.13	34.80	5.20	80.08	11.32
	ΕΑΚ	45.28	7.85	34.97	6.12	80.25	13.97
12-όροφο	ΕΚ8 ΚΠ Υ	67.40	8.73	61.20	8.84	128.60	17.58
	ΕΚ8 ΚΠ Μ	66.37	11.56	61.39	9.56	127.76	21.12
	ΕΑΚ	66.37	16.32	63.83	12.04	130.20	28.37

Αποτίμηση σεισμικής απόκρισης με μη-γραμμικές δυναμικές αναλύσεις, για επιταχυνσιογραφήματα συμβατά με ελαστικό φάσμα σχεδιασμού

I. Υποστυλώματα

- Υποστυλώματα ορόφων :
 - Σχεδόν ελαστικά. Δείκτης βλάβης ~10%, ομοιόμορφα σ' όλους τους ορόφους, σε εσωτερικά ή εξωτερικά υποστυλώματα.
- Πλαστικές αρθρώσεις στη στάθμη θεμελίωσης :
 - Δείκτης βλάβης: 20 - 40%
- Πολύ παρόμοιες τιμές Δείκτη βλάβης για σχεδιασμό με ΕΑΚ ή ΕΚ8

II. Δοκοί

- Πλαστικές αρθρώσεις στα άκρα των δοκών:
 - Δείκτης βλάβης ομοιόμορφος σ' όλους τους ορόφους: 20-35%
 - Δείκτης βλάβης ~ ίδιος σε εσωτερικές/εξωτερικές δοκούς.
- Δείκτης βλάβης ελαφρά μικρότερος για:
 - σχεδιασμό με ΕΑΚ παρά με ΕΚ8, &
 - για ΚΠ Μ ως προς ΚΠ Υ(σύμφωνο και με τις ποσότητες χάλυβα)

Συμπεράσματα για τη σεισμική συμπεριφορά

- **Ικανοποιητική σεισμική συμπεριφορά, σύμφωνη με στόχους σχεδιασμού των ΕΑΚ και ΕΚ 8:**
 - Ομοιόμορφοι «δείκτες βλάβης» στις θέσεις πιθανής ανάπτυξης πλαστικών αρθρώσεων (άκρα δοκών & βάση υποστυλωμάτων),
 - Πολύ χαμηλός «δείκτης βλάβης» στο υπόλοιπο ύψος υποστυλωμάτων,
 - Παρόμοια συμπεριφορά & περιθώρια ασφάλειας μεταξύ ΚΠ Μ & Υ ΕΚ 8.
- **Ο ΕΑΚ δίνει ελαφρώς υψηλότερη ασφάλεια για την ίδια εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού (όχι στο βράχο).**
 - Δυσανάλογα μικρή διαφορά ασφαλείας ΕΑΚ & Ευρωκώδικα 8, σε σύγκριση με τη διαφορά απαιτούμενου οπλισμού.
- **Αν ο σχεδιασμός γινόταν για την ίδια επιτάχυνση σχεδιασμού στο βράχο, ο ΕΚ 8 θα έδινε παρόμοια ή μικρότερη ποσότητα οπλισμού με τον ΕΑΚ, αλλά υψηλότερη ασφάλεια.**

Συμπέρασμα για το σχεδιασμό νέων κτιρίων με Μέρος 1 Ευρωκώδικα 8

- Η ριζική αλλαγή του πλαισίου αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με τη θεσμοθέτηση των Ευρωκωδίκων ως Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN) και την προβλεπόμενη υποχρεωτική εφαρμογή τους μέχρι το 2010:
 - Αύξηση **απαιτήσεων στη μελέτη** (Ελαστική Ανάλυση σχετικώς απλή, περισσότερο λεπτομερείς έλεγχοι).
 - Δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού **οικονομικότερων** κτιρίων σκυροδέματος, χωρίς μείωση της συνολικής ασφαλείας.