

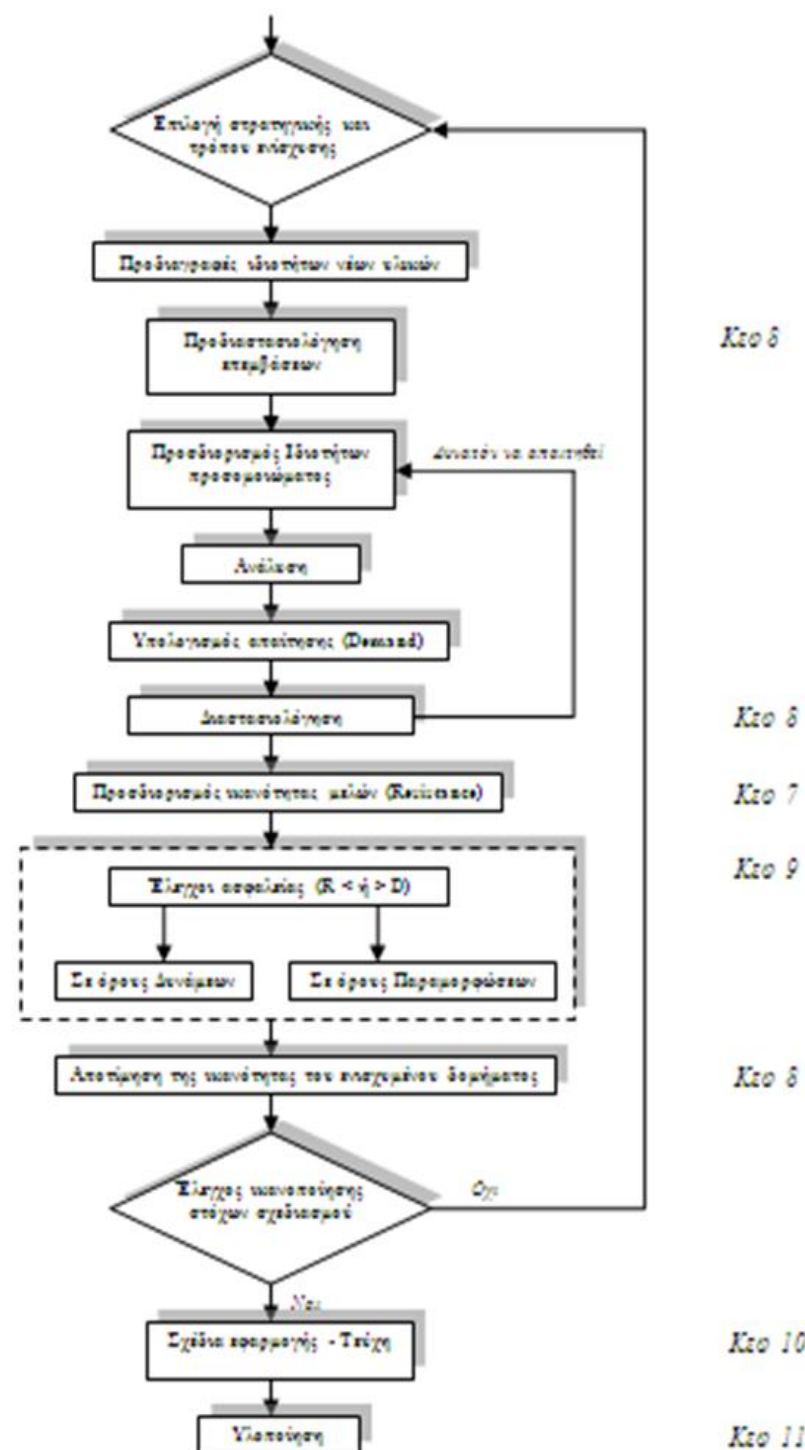
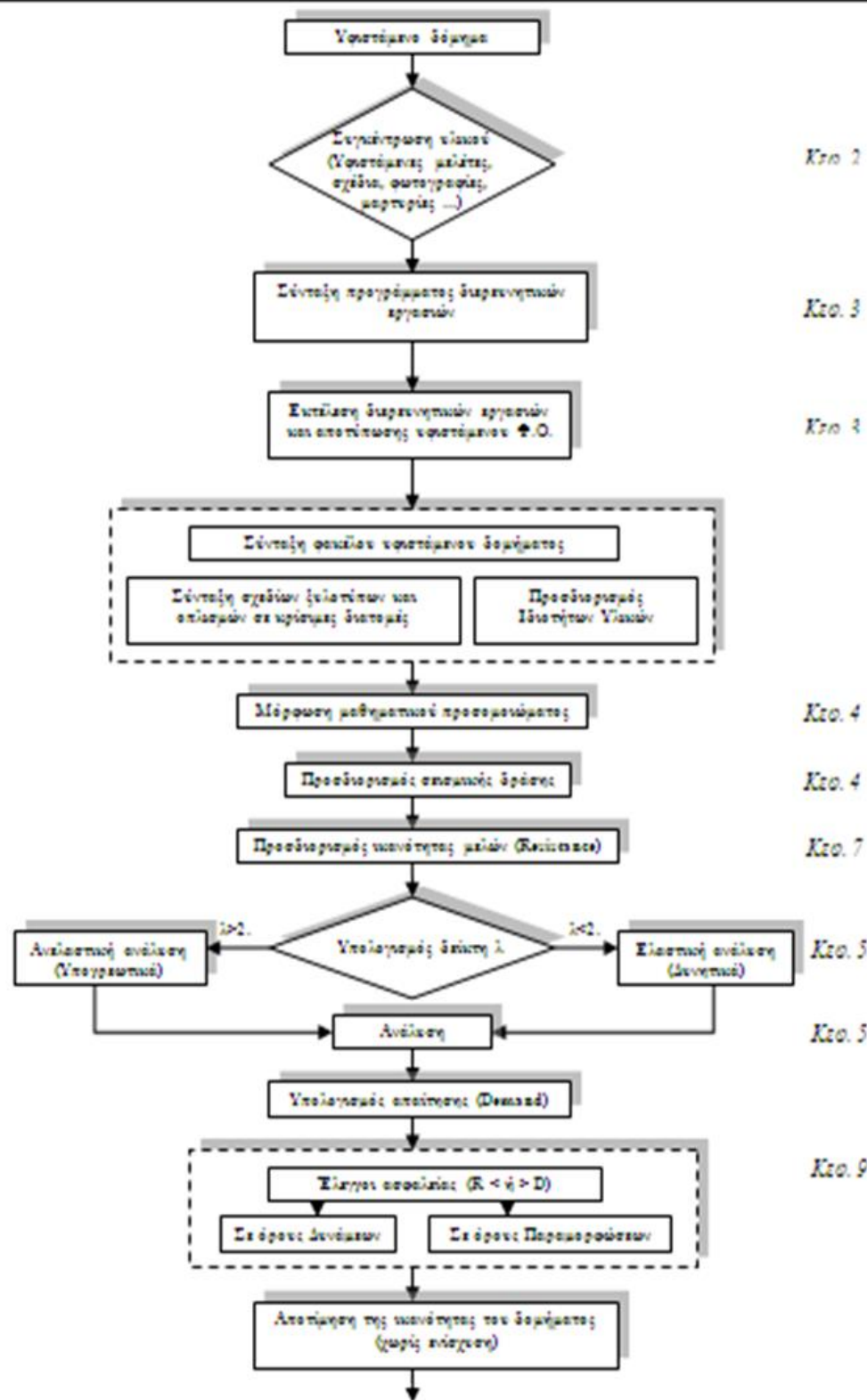
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΚΠ)
ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
ΜΕΛΕΤΩΝ-ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ:
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
(ΚΑΝ.ΕΠΕ)
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Βασικά δεδομένα αποτίμησης και ανασχεδιασμού.

Εμμ. Βουγιούκας, ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, 10 ΜΑΪΟΥ 2017



Λογική των ελέγχων – Ανίσωση ασφαλείας
Στάθμες αβεβαιότητας δεδομένων
Έλεγχος μέσω δοκιμών
Βασικές μεταβλητές
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας
Ενιαίος δείκτης συμπεριφοράς (q)
Δείκτες συμπεριφοράς μελών (m)

Λογική των ελέγχων – Ανίσωση ασφαλείας

■ Ανίσωση ασφαλείας (συμβολική)

$$\overbrace{\gamma_{Sd} \cdot S(\gamma_f \cdot S_k)}^{S_d} \leq \overbrace{\frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot R\left(\frac{1}{\gamma_m} \cdot R_k\right)}^{R_d} \quad \overline{E}$$

S_d : εντατικά (M, N, V, T) ή *παραμορφωσιακά* ($\delta, \theta, \gamma, \phi=1/r, \dots$) μεγέθη (5% πιθανότητα υπέρβασης)

R_d : αντιστάσεις (\leftrightarrow στάθμη αβεβαιότητας)

S_k, R_k : αντιπροσωπευτικές τιμές δράσεων, αντιστάσεων

γ_f, γ_m : επιμέρους συντελεστές ασφαλείας (εν γένει όπως και στο σχεδιασμό...)

γ_{Sd}, γ_{Rd} : συντελεστές αβεβαιότητας προσομοιωμάτων

Στάθμες αβεβαιότητας δεδομένων

- Η ΣΑΔ επηρεάζει R_k ,
 - συντελεστές ασφαλείας δράσεων και υλικών
 - μέθοδο ανάλυσης και ελέγχου
- **Στάθμες:** 4 (βλ. Κεφ. 3)
 - **Υφιστάμενα** υλικά → η ΣΑΔ εξαρτάται από: διαθεσιμότητα μελέτης, έτος κατασκευής, διερεύνηση ποιότητας υλικών κλπ.
 - **Προστιθέμενα** υλικά → η ΣΑΔ εξαρτάται από: προσπελασιμότητα, στάθμη επίβλεψης/ελέγχου κτλ
- Ελάχιστες απαιτήσεις για κάθε ΣΑΔ → Κεφ. 3, 10

Έλεγχος μέσω δοκιμών

Εκτίμηση R_k (σε επίπεδο διατομής, περιοχής ή στοιχείου) μέσω δοκιμών.

Επιτρέπεται κατά την κρίση και μετά από έγκριση της Δημόσιας Αρχής.

Για αποτίμηση/ανασχεδιασμό με βάση δοκιμές, ελέγχους, μετρήσεις βλ.

CEB-FIP MC 90 Appendix C
EN 1990, Annex D

ANNEX D (INFORMATIVE) DESIGN ASSISTED BY TESTING	72
D1 SCOPE AND FIELD OF APPLICATION	72
D2 SYMBOLS	72
D3 TYPES OF TESTS.....	73
D4 PLANNING OF TESTS	74
D5 DERIVATION OF DESIGN VALUES.....	76
D6 GENERAL PRINCIPLES FOR STATISTICAL EVALUATIONS.....	77
D7 STATISTICAL DETERMINATION OF A SINGLE PROPERTY	77
<i>D7.1 General.....</i>	<i>77</i>
<i>D7.2 Assessment via the characteristic value</i>	<i>78</i>
<i>D7.3 Direct assessment of the design value for ULS verifications.....</i>	<i>79</i>

Βασικές μεταβλητές

Δράσεις

Συνήθεις: από ισχύοντες κανονισμούς (μειωμένα φορτία ή/και ψ_i μετά από έγκριση Δημόσιας Αρχής)

Τυχηματικές: Σεισμός (βλ. Κεφ. 2), πυρκαγιά (ΦΕΚ 17.02.88)

δράση με πιθανότητα υπέρβασης 10%/50 έτη \rightarrow EK8

δράση με πιθανότητα υπέρβασης 50%/50 έτη \rightarrow 60% EK8

Επιτρέπονται (υπό προϋποθέσεις) απλοί κανόνες επαλληλίας, π.χ. χωριστές E_X , E_Y και 30% αυξημένη δ_t στην ανελαστική

Αντιστάσεις

Έλεγχος σε όρους δυνάμεων: αντοχές βάσει m - σ

Έλεγχος σε όρους παραμορφώσεων: βάσει m (μέσων τιμών)

Υπολογισμός δυσκαμψιών: αντοχές υλικών βάσει m

Επιτρέπονται υλικά «εκτός τυποποίησης» (π.χ. $f_{ck}=13.5$ MPa)

Επιμέρους Συντελεστές Ασφάλειας

Για **προσομοιώματα** (αυξημένες αβεβαιότητες):

νέοι φορείς αναλαμβάνουν \approx το σύνολο της σεισμικής δράσης \rightarrow
συντελεστής ασφαλείας προσομοιώματος $\gamma_{sd}=1.0$
αύξηση γ_{sd} ($=1.1$ ως 1.2) όταν υπάρχουν βλάβες

Για **δράσεις**:

καθιερωμένοι γ_f, ψ_i

αύξηση $\gamma_g=1.5$ για ΣΑΔ **A**(νεκτή)

μείωση $\gamma_g=1.2$ για ΣΑΔ **Y**(ψηλή)

Για **αντιστάσεις**: δυνάμεις ή παραμορφώσεις

Υφιστάμενα υλικά:

για ΣΑΔ **Y** $\rightarrow \gamma_c'=1.30, \gamma_s'=1.05$

για ΣΑΔ **I** $\rightarrow \gamma_c=1.50, \gamma_s=1.15$ (συνήθεις γ_m)

για ΣΑΔ **A** $\rightarrow \gamma_c'=1.65, \gamma_s'=1.20$

Επιμέρους Συντελεστές Ασφάλειας (Συν.)

Τοιχοπληρώσεις: $\gamma_m = 1.5, 2.0, 2.5$, για ΣΑΔ = Α, Ι, Υ

Προστιθέμενα
συμβατικά
υλικά:

τιμές γ'_m / γ_m

Διατομή προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης όπου γίνεται η επέμβαση	
Κανονική (συνήθης)	Μειωμένη
1.10	1.20

«Ειδικά» νέα υλικά (τσιμεντοκονιάματα, FRP, ελάσματα, κόλλες, φύλλα, κλπ.)

λαμβάνεται υπόψη η διαθέσιμη πείρα, αλλά και οι αβεβαιότητες

τιμές γ'_m / γ_m

Διατομή προστιθέμενων υλικών ή / και προσπελασιμότητα της θέσης όπου γίνεται η επέμβαση	
Κανονική (συνήθης)	Μειωμένη
2.00	2.50

Επιμέρους Συντελεστές Ασφάλειας (Συνέχεια)

- Χρήση των συντελεστών ασφαλείας γ_{Sd} και γ_{Rd} .

Έντονες και εκτεταμένες βλάβες ή / και επεμβάσεις
Ελαφρές και τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις
Χωρίς βλάβες και χωρίς επεμβάσεις

$$\gamma_{Sd} = 1,20$$

$$\gamma_{Sd} = 1,10$$

$$\gamma_{Sd} = 1,00$$

- Η γραμμική ελαστική ανάλυση και μόνο για την αποτίμηση επιτρέπεται να χρησιμοποιείται χωρίς άλλους περιορισμούς αν οι συντελεστές γ_{Sd} επαυξηθούν κατά 0.15 (δηλ. $\gamma_{Sd,ελ.} = \gamma_{Sd} + 0,15$).

Επιμέρους Συντελεστές Ασφάλειας (Συνέχεια)

- Για τις μεταβλητές δράσεις χρήση των τιμών γ_f και ψ_i κατά τους Κανονισμούς.
- Ανάλογα με Σ.Α.Δ. γεωμετρικών δεδομένων για τα υφιστάμενα στοιχεία, οι τιμές γ_g είναι:

	Βασικοί συνδ.	Υπόλοιποι
• Υψηλή ΣΑΔ	$\gamma_g = 1,20$	$\gamma_g = 1,00$
• Ικανοποιητική ΣΑΔ	$\gamma_g = 1,35$	$\gamma_g = 1,10$
• Ανεκτή ΣΑΔ	$\gamma_g = 1,50$	$\gamma_g = 1,20$

- Για τα προστιθέμενα στοιχεία εφαρμόζονται οι τιμές γ_g των Κανονισμών

Επιμέρους Συντελεστές Ασφάλειας (Συν.)

- Ανάλογα με Σ.Α.Δ. γεωμετρικών δεδομένων για τα υφιστάμενα στοιχεία, οι τιμές γ_m είναι:
- Αντιπροσωπευτική τιμή: Μέση Τιμή – Τυπική Απόκλιση
- Υψηλή ΣΑΔ $\gamma_c = 1.35, \gamma_s = 1.05$
- Ικανοποιητική ΣΑΔ $\gamma_c = 1.65, \gamma_s = 1.25$
- Ανεκτή ΣΑΔ $\gamma_c = 1.65, \gamma_s = 1.25$
- Υφιστάμενες άοπλες τοιχοπληρώσεις:
- Υψηλή ΣΑΔ $\gamma_m = 1.50$
- Ικανοποιητική ΣΑΔ $\gamma_m = 2.00$
- Ανεκτή ΣΑΔ $\gamma_m = 2.50$

- Η δυσκαμψία εκτιμάται με βάση τα πραγματικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου, καθώς και την καταπόνηση σε σεισμό, με μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών (χωρίς συντελεστές γ_m).
- Σε μη γραμμικές μεθόδους γίνεται χρήση της επιβατικής τιμής δυσκαμψίας στη διαρροή του δομικού στοιχείου
- Σε γραμμικές μεθόδους, (q ή m) η δυσκαμψία εκτιμάται ως ποσοστό αυτής του σταδίου I.

Δυσκαμψίες (Συν.)

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

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

■ Αποτίμηση:

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

■ Ανασχεδιασμός: $q^*=q$ εφόσον

- ▣ προστεθούν επαρκή νέα στοιχεία, ή
- ▣ προστεθεί νέος σκελετός
- ▣ η επάρκεια του νέου σκελετού κρίνεται με βάση το πλήθος των νέων στοιχείων, το λόγο V_R/V_S γι'αυτά, και την επάρκεια της σύνδεσής τους με το υφιστάμενο δόμημα

Ανασχεδιασμός με ενιαίο q

α) Νέος «σκελετός» – αναβάθμιση/τροποποίηση υφιστάμενων στοιχείων
ή νέοι φορείς, ικανοί και επαρκείς (ως προς το πλήθος/και την αντίσταση) :

$q' (B) = q$ κατά ΕΚ 8-1.

Επάρκεια νέου «σκελετού» :

Τουλάχιστον δύο προς κάθε κατεύθυνση μή-συνεπίπεδα και σταθερά καθ' ύψος νέα τοιχία ή πρόσθετα πλαίσια.

Για τα νέα στοιχεία, $\Sigma V_{Rd,s,i} / \Sigma V_{Sd,i} \geq 0,75$ σε κάθε όροφο και προς κάθε κατεύθυνση.

Άλλως, επιτρέπονται τιμές έως και 0,60 , αν ληφθούν υπόψη τιμές $q' (B) = 0,8 q$ και $\gamma_{Sd} = 1,1$.

Οιονεί-ελαστική συμπεριφορά συνδέσεων και θεμελιώσεων, δηλ. έλεγχος με $\gamma_{Sd} = 1,35 (\leq q^*)$.

Ενιαίος q (Συν.)

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

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

Οι τιμές του Πίνακα 4.1 ισχύουν ανεξαρτήτως της πιθανότητας υπερβάσεως για τον σεισμό σχεδιασμού (γενικώς, 10%, ή 50% - κατά την κρίση και έγκριση της Δημόσιας Αρχής), βλ. και § 4.4.1.2.

Βεβαίως, η πιθανότητα υπερβάσεως (εντός της συμβατικής 50 – ετίας), επηρεάζει αμέσως και ευθέως το μέγεθος της σεισμικής δράσεως, βλ. (επίσης) § 4.4.1.2 και Παράρτημα 4.3.

Τιμές ιδιοτήτων υλικών και συντ.ασφαλείας γ_m

	ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ¹					
	ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ²			ΣΕ ΟΡΟΥΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ³		
	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ⁶	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΑ	
		ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ			ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	
Ναι		Όχι	Ναι		Όχι	
Αντιπροσωπευτικές τιμές ⁵	— X – s	X _k	X _k	— X	— X	— X
Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ´ _m ⁴	Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας		Αναλόγως ΣΑΔ	Αναλόγως διατομής ή / και προσπελασιμότητας	
	γ´ _c = 1,50±0,15 γ´ _s = 1,15±0,10	γ _m •(1,05 ή 1,20)	Αυξημένοι	γ´ _m =1,10 ±0,10	γ´ _m =1,15 ή 1,25	γ´ _m =1,15 ή 1,25

- Υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις: $\gamma_m = 2,00 \pm 0,50$.
Για υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις δεν επιτρέπεται απλώς ανεκτή ΣΑΔ (βλ. § 3.7.3). Έτσι, για ικανοποιητική ή υψηλή ΣΑΔ $\gamma_m = 2,00$ ή $1,50$, αντιστοίχως.
- Προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις: $\gamma_m = 1,70 \div 3,00$, βλ. ΕΚ 6.

-
- ¹ Γενικώς, ο Πίνακας ισχύει και για τις γραμμικές και για τις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης.
 - ² Έλεγχοι σε όρους δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) γίνονται κυρίως στις γραμμικές μεθόδους ανάλυσης, αλλά και στις μή – γραμμικές για στοιχεία με οιονεί – ψαθυρή συμπεριφορά (μ_θ ή $\mu_d < 2,0$ ή $\mu_{1/r} < 3,0$) ή για ενδεχόμενους ψαθυρούς μηχανισμούς αστοχίας (π.χ. λόγω διάτμησης) ή για στοιχεία υπογείων, θεμελίων κ.λπ.
 - ³ Έλεγχοι σε όρους παραμορφώσεων γίνονται κυρίως στις μή – γραμμικές μεθόδους ανάλυσης και για στοιχεία με οιονεί – πλάστιμη συμπεριφορά ή για πλάστιμους μηχανισμούς αστοχίας.
 - ⁴ Οι γ'_m διαμορφώνονται για μεν τα υφιστάμενα υλικά αναλόγως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων, για δε τα προστιθέμενα υλικά αναλόγως της διατομής και της προσπελασιμότητας της θέσης επέμβασης.
 - ⁵ X = μέση τιμή, X_k = χαρακτηριστική τιμή, s = τυπική απόκλιση (βλ. και Κεφ. 3).
 - ⁶ Σε ορισμένες περιπτώσεις, βλ. Κεφ. 9, ο έλεγχος σε όρους δυνάμεων γίνεται με τις μέσες τιμές, όπως γίνεται σε όρους παραμορφώσεων.

Μέσες αντοχές υλικών και αποκλίσεις

α) Υφιστάμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με τη μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων (ή, για ορισμένους ελέγχους, σε όρους δυνάμεων, βλ. Κεφ. 9), ή τη μέση τιμή μειωμένη κατά μία τυπική απόκλιση (ή, απλώς, τη μέση τιμή), για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση τιμή, για συγκεκριμένο δομικό στοιχείο (ή ομάδα ομοειδών στοιχείων), είναι η διαπιστωμένη “ονομαστική” (μετρημένη), κατά τα προβλεπόμενα στο σχετικό Κεφ. 3, ενώ η ονομαστική τυπική απόκλιση εξαρτάται κυρίως από το είδος του υλικού, καθώς και την ποιότητα και την περίοδο κατασκευής.

Όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία, και ανεξαρτήτως της στάθμης αξιοπιστίας των δεδομένων (ΣΑΔ), οι τυπικές αποκλίσεις αντοχών των υλικών (ανηγμένες ως προς τις μέσες τιμές) μπορούν να εκτιμηθούν ως εξής :

- Τοιχοπληρώσεις $s/f_m = 0,20 \div 0,40$
- Σκυροδέματα $s/f_m = 0,10 \div 0,20$
- S 220 $s/f_m = 0,10$
- Παλαιότεροι νευροχάλυβες $s/f_m = 0,08$
- Νεότεροι νευροχάλυβες $s/f_m = 0,06$.

Για υλικά με αυξημένη διασπορά αντοχών (τοιχοπληρώσεις και σκυρόδεμα), η τιμή της τυπικής απόκλισης της αντοχής που θα εισαχθεί στους υπολογισμούς θα εξαρτηθεί από τη γενικότερη ποιότητα κατασκευής του έργου, την ομοιομορφία κ.λπ., κατά τα ευρήματα και συμπεράσματα του Κεφ. 3, κατά την κρίση του Μηχανικού.

β) Προστιθέμενα υλικά

Η αντιπροσωπευτική τιμή είναι ίση με τη μέση τιμή, για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων, ή τη χαρακτηριστική τιμή (όπως προβλέπεται από τους οικείους Κανονισμούς), για έλεγχο σε όρους δυνάμεων.

Η μέση τιμή αντοχής, για σύγχρονα, συνήθη και “συμβατικά” υλικά, μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής, με βάση τη χαρακτηριστική τιμή :

- Τοιχοπληρώσεις $f_m = \min (1,5 f_k , f_k + 0,05 \text{ ή } 0,50 \text{ MPa, για διάτμηση ή λοξή θλίψη, αντιστοίχως})$
- Σκυροδέματα Χάλυβες $f_m = \min (1,2 f_k , f_k + 5,0 \text{ MPa})$
- B500(C ή A) $f_m = (1,10 \text{ ή } 1,05) f_k$, για $\Phi \leq 16$ ή $\geq 18 \text{ mm}$, αντιστοίχως.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.3

ΤΙΜΕΣ ΤΗΣ ΑΝΗΓΜΕΝΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ ΒΑΣΕΩΣ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

Στον Πίνακα Π 4.2 δίνονται τιμές της ανηγμένης τέμνουσας βάσεως των κτιρίων υπό σεισμό, δηλ. τιμές του όρου $S_d(T) = a_{gR} : q^*$ (για $T_B \leq T \leq T_C$), χωρίς τους συντελεστές γ_I , η , S και 2,5, κατά ΕΚ 8-1.

Οι τιμές αυτού του όρου προκύπτουν με βάση τις προβλέψεις της § 4.4.1.2 (περί της δράσεως του σεισμού) και της § 4.6 (περί του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς q σε περιπτώσεις εφαρμογής γραμμικής ανάλυσης), για τιμή αναφοράς αυτήν που αντιστοιχεί σε στάθμη επιτελεστικότητας (B) («Προστασία ζωής») και πιθανότητα υπερβάσεως 10 % εντός του συμβατικού τεχνικού χρόνου ζωής των 50 ετών, κατά ΕΚ 8-1.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π 4.2 : ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΡΟΥ $S_d(T) = a_{gR} : q^*$ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΕΩΣ, ΜΕ ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (B) ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΕΩΣ 10 % ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ 50 – ΕΤΙΑΣ (ΒΛ. ΕΚ 8-1)

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

Σημείωση

Ο Πίνακας ισχύει και για την αποτίμηση και για τον ανασχεδιασμό, με κατάλληλες τιμές αναφοράς όσο αφορά την στάθμη επιτελεστικότητας και την πιθανότητα υπερβάσεως. Αναλόγως της συμπεριφοράς του κτιρίου, ενδέχεται να υπάρχουν διαφοροποιήσεις για τις στάθμες επιτελεστικότητας A και Γ, βλ. σχόλια § 4.6.1.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.2

ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΟΥΝ ΤΟΝ ΕΝΙΑΙΟ ΔΕΙΚΤΗ q

Ο ενιαίος (καθολικός) δείκτης συμπεριφοράς q ενός δομήματος, διαμορφώνεται από το γινόμενο του παράγοντος **υπεραντοχής** q_u και του παράγοντος **πλαστιμότητας** q_p (βλ. και ΕΚ 8-1), δηλ. ισχύει : $q = q_u \cdot q_p$.

Σχετικώς, υπενθυμίζεται πως οι τιμές του q ενός δομήματος, στον οποίο συμπεριλαμβάνεται και η ευνοϊκή επιρροή της υστερητικής απόσβεσης, μπορεί να είναι διαφορετικές για τις διαφορετικές κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, αναλόγως του δομητικού συστήματος και της ιδιοπεριόδου, αλλά η κλάση (και η κατηγοριοποίηση από άποψη) πλαστιμότητας θα είναι η ίδια, ανεξαρτήτως διεύθυνσης (κατά την οποία διατάσσονται τα πλαίσια ή/και τοιχεία του δομήματος).

(α) Ο παράγων υπεραντοχής (q_u), που εκφράζεται σε όρους δύναμης, ισούται με τον λόγο της σεισμικής δύναμης (τέμνουσας βάσεως) V_u που οδηγεί σε γενικευμένη διαρροή πολλών δομικών στοιχείων (έναρξη μηχανισμού ορόφου, με κίνδυνο γενικής αστάθειας) ως προς τη δύναμη V_1 που οδηγεί σε διαρροή (γενικώς υπό κάμψη) του πρώτου δομικού στοιχείου (οποιοδήποτε, αλλά κυρίως πρωτεύοντος και μάλιστα του «κρίσιμου» ορόφου, βλ. την επόμενη § δ).

Ο παράγων αυτός, εξαρτάται από το δομητικό σύστημα και την κανονικότητά του σε κάτοψη, από την υπερστατικότητα και τη δυνατότητα ανακατανομής της έντασης και (γενικότερα) από τα διαθέσιμα αποθέματα αντίστασης (αντοχής) του κτιρίου μετά την εμφάνιση της πρώτης πλαστικής άρθρωσης και μέχρι την έναρξη δημιουργίας μηχανισμού (ορόφου).

Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, μπορεί να γίνει – όσο αφορά τον παράγοντα q_u – χρήση των προβλέψεων και διατάξεων του ΕΚ 8-1 (βλ. τα περί α_u/α_1 , §§ 3.2.2.5 και 5.2.2.2, καθώς και § 4.3.3.4.2.4), **κατ' αρχήν**.

Για τους σκοπούς του παρόντος Κανονισμού, **όταν δεν διατίθενται ακριβέστερα στοιχεία**, είναι δυνατή η χρήση του επόμενου Πίνακα, ο οποίος έχει συνταχθεί με βάση τις τιμές που συνιστά ο ΕΚ 8-1 και όσα συμπληρωματικώς αναφέρονται αμέσως μετά.

	Σύστημα	$q_v (= V_u/V_1)$ (1)	
1	Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς ή στρεπτικώς ευαίσθητα	1,00	
	Συστήματα τοιχίων ή πλαισίων	Κανονικότητα σε κάτοψη (2)	
		Ναι	Όχι (3)
2	<u>Συστήματα τοιχίων</u>		
2.1	Μόνον 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως πλήθους ορόφων	1,00	1,00
2.2	Περισσότερα των 2 μή-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως πλήθους ορόφων	1,10	1,05
2.3	Οποιαδήποτε συζευγμένα ή μικτά συστήματα (ισοδύναμα τοιχεία, >50%)	1,20	1,10
3	<u>Συστήματα πλαισίων</u>		
3.1	$\eta = 1$ (η : αριθμός ορόφων, πάνω από το υπόγειο αν υπάρχει)	1,10	1,05
3.2	$\eta \geq 2$, δίστυλα	1,20	1,10
3.3	$\eta \geq 2$, πολύστυλα ή μεικτά συστήματα (ισοδύναμα πλαίσια, >50%)	1,30	1,15

(1) Στον ΕΚ 8, η τιμή V_u/V_1 παρουσιάζεται ως a_u/a_1 , δηλ. ως πηλίκον των αντίστοιχων ανηγμένων επιταχύνσεων.

(2) Για την κανονικότητα σε κάτοψη, βλ. την επόμενη § ε.

(3) Απλοποιητικώς, κατά ΕΚ 8, η υπεραντοχή "μη κανονικών" (σε κάτοψη) κτιρίων, σε σχέση με αυτήν αντίστοιχων κανονικών, δίνεται από τη σχέση :

$$(V_u/V_1)_{\text{MH-K}} = [1 + (V_u/V_1)_K] : 2.$$

Δείκτες πλαστιμότητας (Συνέχεια)

Οι δείκτες q_u μπορούν να επαλληλίζονται (πολλαπλασιάζονται) με τους δείκτες q' που μπορούν (συντηρητικά) να ληφθούν υπόψη, αν δεν γίνει ανελαστική ανάλυση.

Π.χ. κτήριο του 1980 με ουσιώδεις βλάβες καί δυσμενείς τοιχοπληρώσεις :

Ανασχεδιασμός, απλή επισκευή όλων των βλαβών

$$q' (= 1,3 \text{ ή } 1,7) * q_u = (1,0 - 1,3)$$

Ανασχεδιασμός, όπως πριν και ευμενείς τοιχοπληρώσεις

$$q' (= 1,7 \text{ ή } 2,3) * q_u = (1,0 - 1,3)$$

(π.χ. όχι κοντά στοιχεία/χτίσιμο φεγγιτών, «απομόνωση» λίγων δυσμενών τοιχοπληρώσεων -και έλεγχος αντοχής τους-, διάταξη αρκετών νέων πλήρων φατνωμάτων κτλ).

Τοπικοί δείκτες πλαστιμότητας (m)

1. Γενικά.

Διάκριση σε φέροντα στοιχεία (πρωτεύοντα, δευτερεύοντα) και τοιχοπληρώσεις, υφιστάμενες ή προστιθέμενες.

Βλ. Κεφάλαιο 7 και 8, αναλόγως του στόχου (της επιτελεστικότητας).

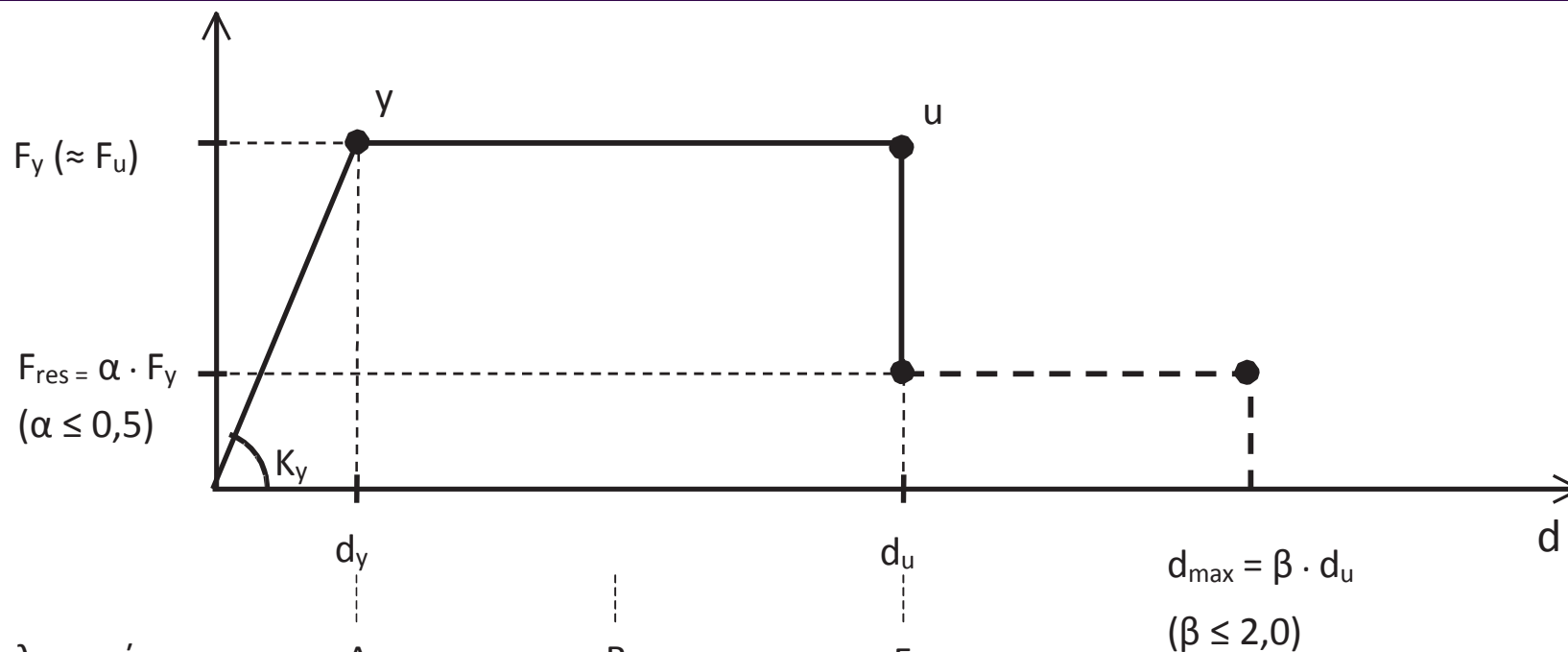
Οι τιμές των τοπικών δεικτών m πρέπει να εκλέγονται/βαθμονομούνται έτσι ώστε ο αντίστοιχος καθολικός q (για το δόμημα) να μην αφήνεται περισσότερο του 15% αυτού.

Βλ. Παράρτημα 4.2 και Κεφάλαιο 8 ($q \leftrightarrow m$), Παράρτημα 4.4 (έλεγχοι).

2. Αποτίμηση, βλ. Κεφάλαιο 7 (υφιστάμενα στοιχεία).

3. Ανασχεδιασμός, βλ. Κεφάλαιο 7 (νέα στοιχεία) και Κεφάλαιο 8 (επισκευές/ενισχύσεις).

Τυπικό σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς (μέλους ή ολοκλήρου δομήματος)



Στάθμη επιτελεστικότητας

A

B

Γ

Ενιαίος δείκτης, q

$$q_A \cong 0,6 \cdot q_B$$

$$(\cong 1,0 \div 1,5)$$

$$q_B$$

$$q_\Gamma \cong 1,4 \cdot q_B$$

Παραμόρφωση σχεδιασμού,
 d_d (ή θ_d)

$$d_y$$

$$\frac{1}{2} (d_y + d_u) / \gamma_{Rd}$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

για τα πρωτεύοντα ϕ . σ.

$$d_y$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u$$

για τα δευτερεύοντα ϕ . σ.

$$d_y$$

$$d_u / \gamma_{Rd}$$

$$d_u$$

για τις τοιχοπληρώσεις

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.4

Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με βάση όσα προβλέπονται στα Κεφ. 2, 4, 7 έως και 9, οι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να παρουσιασθούν εποπτικώς κατά το **σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς**, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας (Α έως και Γ) και του ελέγχου σε όρους δυνάμεων (μέσω του q ή των m) ή παραμορφώσεων (μέσω της παραμόρφωσης σχεδιασμού, $d_d \approx \theta_d$).

Για αναλυτικότερες περιγραφές και προβλέψεις, βλ. τις §§ 4.1.1 έως και 4.1.4, 4.6, 4.7, 5.1.3 και 7.1, καθώς και το Κεφ. 9.

Όσο αφορά τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς στη φάση εξασθένησης της αντίστασης των στοιχείων, μετά την οιονεί-αστοχία (F_u και d_u), η οποία ενδιαφέρει μόνον για αναλύσεις και ελέγχους με "μη γραμμικές" (**ανελαστικές**) μεθόδους, και – μάλιστα – μόνον για δομικά στοιχεία με σαφώς πλάστιμη συμπεριφορά, και μόνο για **στάθμη επιτελεστικότητας Γ**, «Αποφυγή κατάρρευσης», ισχύουν τα εξής (βλ. και §§ 5.7.3.1 και 7.1.2.5) :

- Η **απομένουσα αντίσταση** F_{res} , που είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί, μπορεί να λαμβάνεται ίση με ποσοστό της οριακής αντοχής του στοιχείου $F_u(=F_y)$, δηλ. $F_{res} = \alpha \cdot F_y$, βλ. διάγραμμα. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, το ποσοστό α μπορεί να ληφθεί ίσο με **25%**.
- Η μέγιστη παραμόρφωση d_{max} , υπό την οποία επέρχεται πλήρης απώλεια των αντιστάσεων του στοιχείου, και υπό τα φορτία βαρύτητας, δεν μπορεί να εκτιμηθεί με αξιοπιστία. Πάντως, μπορεί να θεωρηθεί το πολύ ίση με το διπλάσιο της παραμόρφωσης αστοχίας. Για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, και μόνον για λόγους προσέγγισης της απόκρισης του όλου κτιρίου μετά την διαδοχική οιονεί-κατάρρευση επιμέρους στοιχείων του (δευτερευόντων, κυρίως), ο πολλαπλασιαστικός συντελεστής **β** μπορεί να ληφθεί ίσος με **1,5** (βλ. διάγραμμα).
- Για υφιστάμενες, συνήθεις και **άοπλες τοιχοπληρώσεις**, με κατ' εξοχήν ψαθυρή συμπεριφορά, δεν τίθεται θέμα κλάδου μετά την αστοχία. Αυτά τα δομικά στοιχεία ελέγχονται σε όρους δύναμης ή παραμόρφωσης και μόνον για τις στάθμες επιτελεστικότητας Α και Β. Για τη στάθμη Γ, «Αποφυγή κατάρρευσης», δεν συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα (και βεβαίως, δεν ελέγχονται), βλ. § 7.4.
Όμως, η ενδεχομένως δυσμενής, γενική ή τοπική, επιρροή τους, οφείλει πάντοτε να ελέγχεται, ή πρέπει να λαμβάνονται μέτρα περιορισμού της, βλ. § 5.9.

Μόνον **οπλισμένες τοιχοπληρώσεις**, υφιστάμενες (μετά από ενίσχυσή τους) ή προστιθέμενες, και μάλιστα υπό προϋποθέσεις, κατά το Κεφ. 8, μπορούν να ληφθούν υπόψη μετά την αστοχία, κατά τα προηγούμενα, με $\alpha=0,25$ και $\beta=1,5$ (όπως και για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος).

Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς: Διευκρινήσεις

1) Για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία :

Η οριακή παραμόρφωση σχεδιασμού (d_d), ακόμη και για τη στάθμη επιτελεστικότητας Γ, είναι μικρότερη αυτής που αντιστοιχεί στην οιονεί-αστοχία (d_u), και μάλιστα με ικανοποιητική αξιοπιστία, που εκφράζεται μέσω του γ_{Rd} (βλ. Κεφ. 9).

2) Για τα δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία :

Γι' αυτά τα στοιχεία, γίνεται αποδεκτός μεγαλύτερος βαθμός βλάβης (υπό σεισμόν) απ' ότι για τα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία, αναλόγως και του αν πρόκειται για κατακόρυφα ή οριζόντια φέροντα στοιχεία, για τιμές d_d που διαμορφώνονται και μέσω του γ_{Rd} (στην Β και όχι στην Γ).

Σχετικώς, οριζόντια δευτερεύοντα φέροντα στοιχεία (και μόνον), επιτρέπεται να μή συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα και να μή ελέγχονται, στη στάθμη επιτελεστικότητας Β και, κυρίως, Γ, σε περιπτώσεις ανελαστικής ανάλυσης. Στην στάθμη επιτελεστικότητας Α, δεν επιτρέπεται η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα (βλ. και § 2.4.3.4).

3) Για τις τοιχοπληρώσεις :

Βλ. σχετική αναφορά στα προηγούμενα αυτού του Παραρτήματος. Επίσης, βλ. Κεφ. 5, 7 και 8.

4) Για τους συντελεστές γ_{Rd} , που διαμορφώνουν τις τιμές των παραμορφώσεων σχεδιασμού (d_d) :

Οι τιμές τους είναι εν γένει διαφορετικές, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας (Β ή Γ) και του είδους του ελεγχόμενου δομικού στοιχείου. Για την στάθμη Α, $\gamma_{Rd}=1$.

5) Στην απλοποιημένη ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. Κεφ.5), οπότε εν γένει χρησιμοποιούνται διγραμμικά σκελετικά διαγράμματα, κατά τα προηγούμενα, επιτρέπεται να μη προσομοιώνεται αμέσως η φάση εξασθένησης της αντίστασης.

6) Σε κτίρια στα οποία η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών είναι σημαντική (βλ. § 5.7.2.β), συνιστάται εφαρμογή στατικής ανελαστικής ανάλυσης σε συνδυασμό με δυναμική ελαστική ανάλυση, οπότε διεξάγονται όλοι οι έλεγχοι και με τις δύο μεθόδους, ενώ επιτρέπεται αύξηση κατά 25 % των τιμών των δεικτών q και m (βλ. και § 9.3.1.γ).

Σεισμική αλληλόδραση γειτονικών κτιρίων

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες μεταξύ γειτονικών κτιρίων δεν υπάρχει απόσταση μεγαλύτερη του εύρους του αντισεισμικού αρμού (πλήρους διαχωρισμού), όπως αυτός ορίζεται στον ΕΚ 8-1, συνιστώνται τα ακόλουθα :

α) Όταν όλες οι πλάκες των ομόρων κτιρίων βρίσκονται στην ίδια περίπου στάθμη, όταν δηλαδή δεν υπάρχει πιθανότητα εμβολισμού, δεν είναι εν γένει αναγκαία η λήψη ειδικότερων μέτρων έναντι σύγκρουσης.

Σχετικώς, περίπου ισόσταθμες θεωρούνται οι πλάκες για τις οποίες επί μήκους τουλάχιστον ίσου με τα δύο τρίτα του μήκους επαφής των κτιρίων, η ανισοσταθμία είναι μικρότερη από τα δύο τρίτα της εγκάρσιας διάστασης του υποστυλώματος (ή τοιχώματος) ή από το ύψος της πιο υψίκορμης από τις κάθετες ή τις παράλληλες προς την μεσοτοιχία δοκούς – όποια από τις δύο κατηγορίες είναι ευμενέστερη.

Συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καλύτερον δυνατόν, πάντως δε πρακτικώς εφικτόν, τρόπον το ενδεχόμενο μιας δυσμενούς για το δεδομένο κτίριο σύγκρουσης με γειτονικά κτίρια, λόγω εκτός φάσεως μετακινήσεώς τους.

β) Όταν η πιο πάνω προϋπόθεση δεν ικανοποιείται, συνιστάται η **εμφάτνωση κατάλληλου τοιχώματος ή πτερυγίου πίσω** από τα υπό κρούση ακραία υποστυλώματα, μέσα στο πρώτο φάτνωμα κατά τη διεύθυνση της πιθανολογούμενης κρούσης.

γ) Εναλλακτικά, είναι δυνατή η **ενίσχυση** των ως άνω ακραίων υποστυλωμάτων **σε ολόκληρο το ύψος τους** και μέχρι τη θεμελίωση, αυξάνοντας κατά 100% τη σεισμική ένταση ανασχεδιασμού των εν λόγω υποστυλωμάτων (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο σύγκρουσης).

Προς τούτο, κατά την ενίσχυση οποιουδήποτε από τα δύο αυτά κτίρια, είναι δυνατόν να λαμβάνεται υπόψη το εν λόγω ενδεχόμενο αυξάνοντας κατά **50% τη συνολική σεισμική ένταση ανασχεδιασμού του κτιρίου** (όπως έχει υπολογισθεί χωρίς να ληφθεί υπόψη το ενδεχόμενο της σύγκρουσης).

4.8.2 Ειδικότερα, στην περίπτωση ομόρων κτιρίων με διαφορά αριθμού ορόφων ίση ή μεγαλύτερη των 2 ή διαφορά ύψους ίση ή μεγαλύτερη του 50%, συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο της εντός ή εκτός φάσεως σεισμικής σύγκρουσης, κατά τον καλύτερον δυνατόν (πάντως δε πρακτικώς εφικτόν) τρόπον.

4.8.3 Σε καμία περίπτωση δεν στοιχειοθετείται υπαιτιότητα τυχόν βλάβης γειτονικού κτιρίου, εκ του γεγονότος ότι όμορο αυτού κτίριο έχει ενισχυθεί αντισεισμικώς, βλ. και § 1.3.3.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ