

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Γ. Παναγόπουλος
Καθηγητής Εφαρμογών, ΤΕΙ Σερρών

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

- Στάθμες επιτελεστικότητας
- Στόχοι αποτίμησης-ανασχεδιασμού
- Σεισμική δράση
- Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς
- Καμπύλες αντίστασης

Στάθμες επιτελεστικότητας

- Για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικο - οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται διάφορες «στάθμες επιτελεστικότητας» (στοχευόμενες συμπεριφορές) υπό δεδομένους αντίστοιχους σεισμούς σχεδιασμού.
- Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού αποτελούν συνδυασμούς αφενός μιας στάθμης επιτελεστικότητας και αφετέρου μιας σεισμικής δράσης, με δεδομένη «ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του κτιρίου» (σεισμός σχεδιασμού).
- Στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. προβλέπονται στόχοι επανελέγχου αναφερόμενοι αποκλειστικά και μόνον στον φέροντα οργανισμό (σύστημα ανάληψης κατακόρυφων φορτίων) και τις τοιχοπληρώσεις. Αντίθετα, δεν προβλέπονται στόχοι για τον μη-φέροντα οργανισμό.

Πίν. 2.1 Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	«Περιορισμένες βλάβες»	«Σημαντικές βλάβες»	«Οιονεί κατάρρευση»
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Στάθμες επιτελεστικότητας (§2.2.2)

Οι στάθμες επιτελεστικότητας ορίζονται συναρτήσει του βαθμού βλάβης:

- **Περιορισμένες βλάβες (Α):** Ο φέρων οργανισμός έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικό βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και τη δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες.
- **Σημαντικές βλάβες (Β):** Ο φέρων οργανισμός έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομείνουσα αντοχή και δυσκαμψία και μπορούν να παραλάβουν τα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους και ο φέρων οργανισμός αντέχει μετασεισμούς μέτριας έντασης.
- **Οιωνεί κατάρρευση (Γ):** Ο φέρων οργανισμός έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές (μη επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες. Ο φέρων οργανισμός έχει ακόμη ικανότητα να φέρει τα κατακόρυφα φορτία χωρίς άλλα περιθώρια ασφαλείας (ακόμη και για μετασεισμούς μέτριας έντασης).

Στάθμες επιτελεστικότητας

- **«Περιορισμένες βλάβες» (Α):** Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες, με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικόν βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες.
 - Καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες.
 - Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες για τον φέροντα οργανισμό:
 - Αραιές τριχοειδείς καμπτικές ρωγμές, χωρίς ευδιάκριτες μόνιμες μετακινήσεις υποστυλωμάτων ή τοιχωμάτων.
 - Τα μή φέροντα στοιχεία του κτιρίου, όπως για παράδειγμα τα διαχωριστικά και οι τοιχοπληρώσεις, μπορεί να παρουσιάζουν κατανεμημένη ρηγμάτωση, χωρίς ουσιώδεις πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος

Στάθμες επιτελεστικότητας

- **«Σημαντικές βλάβες» (B):** Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομένονσα αντοχή και δυσκαμψία και είναι σε θέση να παραλάβουν τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους. Ο φέρων οργανισμός μπορεί να αντέξει μετασεισμούς μέτριας έντασης.
 - Κατά τον σεισμό δεν αναμένεται να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού.
 - Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες για τον φέροντα οργανισμό:
 - Καμπτικές και διατμητικές ρωγμές, περιορισμένες απολεπίσεις σκυροδέματος, τοπικοί λυγισμοί διαμήκων ράβδων οπλισμού και άνοιγμα ορισμένων αγκίστρων συνδετήρων σε λίγα υποστυλώματα ή τοιχώματα, μικρές μόνιμες μετακινήσεις.
 - Τα μή φέροντα στοιχεία έχουν υποστεί βλάβες, όπως ενδεικτικώς πυκνές ρηγματώσεις και τοπικές πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος και τμημάτων τοιχοποιίας, χωρίς σημαντικές εκτός επιπέδου αστοχίες.

Στάθμες επιτελεστικότητας

- **«Οιονεί κατάρρευση» (Γ):** Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές (μή-επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες. Ο φέρων οργανισμός έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία (κατά, και για ένα διάστημα μετά, τον σεισμό), χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης, ακόμη και για μετασεισμούς μέτριας έντασης.
 - Κατά τον σεισμό δεν αποκλείονται ακόμη και σοβαροί τραυματισμοί ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού.
 - Ο όρος μή-επισκευάσιμες βλάβες, αναφέρεται σε σοβαρές ή βαριές βλάβες, έναντι των οποίων απαιτείται ενίσχυση (και όχι απλή επισκευή) ή αντικατάσταση ή υποκατάσταση του δομικού στοιχείου ή του δομήματος στο σύνολό του.
 - Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς οι ακόλουθες για τον Φ.Ο.:
 - Εκτεταμένες θραύσεις και αποδιοργάνωση πυρήνα σκυροδέματος, τοπικές θραύσεις οπλισμών και άνοιγμα συνδετήρων.
 - Τα περισσότερα μή φέροντα στοιχεία έχουν καταρρεύσει ή παρουσιάζονται εκτεταμένες αποδιοργανώσεις και καταπτώσεις μεγάλων τεμαχίων τοίχων ή ολόκληρων φατνωμάτων.

Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού (§2.2.1)

- Το επίπεδο της σεισμικής φόρτισης που προδιαγράφουν οι Αντισεισμικοί Κανονισμοί σχετίζεται με μια αποδεκτή πιθανότητα υπέρβασης εντός ενός συμβατικού χρόνου ζωής 50 ετών (βλ. και Σ§2.2.1.γ).

Πίνακας 2.1: Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού (ΚΑΝ.ΕΠΕ. §2.2.1 και Στυλιανίδης 2012)

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός 50 ετών	Στάθμη επιτελεσματικότητας φέροντος οργανισμού		
	Περιορισμένες βλάβες (Άμεση χρήση)	Σημαντικές βλάβες (Προστασία ζωής)	Αποφυγή οίωνεί κατάρρευσης
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Προβλέψεις στόχων σχεδιασμού:

- ❖ Για νέες κατασκευές στόχος B1
- ❖ Υιοθέτηση ελάχιστου ανεκτού στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού στο Παράρτημα 2.1 (βλ. πίνακα)
- ❖ Ποιοι από τους στόχους του Πίνακα 2.1 είναι οι πιο αυστηροί? Πότε έχουμε περισσότερες βλάβες?
A1>A2 , B1>B2 , Γ1>Γ2 , A1>B1>Γ1 , A2>B2>Γ2

Πίνακας Παραρτήματος 2.1

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Στόχοι
I (μικρής σπουδαιότητας)	$\geq \Gamma 2$
II (συνήθη κτίρια)	$\geq \Gamma 1$
III (συνάθροισης κοινού)	$\geq B 1$
IV (ζωτικής σημασίας)	$\geq B 1$ και A2

Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού

σελ. 1.9



Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού & Προστασίας

Δρ Β.Γ. Μόκος
ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Περίοδος
Επανάληψης
Σεισμού:

$$T_W = -\frac{dt}{\ln(1-p)}$$

Πιθανότητα
Υπέρβασης
Σεισμού
Σχεδιασμού
σε dt Χρόνια:

$$p_{\%} = \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T_W} \right)^{dt} \right] 100$$

**ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΑ
ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**
(PERFORMANCE – BASED
DESIGN)

ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

(Αποδεκτό Επίπεδο Βλάβης)

**ΑΜΕΣΗ
ΧΡΗΣΗ**

(Ασήμαντες
Βλάβες)

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΖΩΗΣ**

(Μικρές
Βλάβες)

**ΟΙΟΝΕΙ
ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗ**

(Σημαντικές
Βλάβες)

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ

ΣΥΧΝΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ

(π.χ. για $dt = 50$ έτη \rightarrow
 $T_W = 72$ έτη, $p_{\%} = 50\%$)

Βασικός
Σχεδιασμός

Μη Αποδεκτός
Σχεδιασμός

Μη Αποδεκτός
Σχεδιασμός

ΣΠΑΝΙΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ

(π.χ. για $dt = 50$ έτη \rightarrow
 $T_W = 475$ έτη, $p_{\%} = 10\%$)

Σχεδιασμός
Κατασκευών
Μεγάλης
Σπουδαιότητας

Βασικός
Σχεδιασμός

Μη Αποδεκτός
Σχεδιασμός

**ΠΟΛΥ ΣΠΑΝΙΟΙ
ΣΕΙΣΜΟΙ**

(π.χ. για $dt = 50$ έτη \rightarrow
 $T_W = 2475$ έτη, $p_{\%} = 2\%$)

Σχεδιασμός
Κατασκευών
Πολύ Μεγάλης
Σπουδαιότητας

Σχεδιασμός
Κατασκευών
Μεγάλης
Σπουδαιότητας

Βασικός
Σχεδιασμός

Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού

σελ. 1.10

**Για ποιά Οριακή Κατάσταση (Στάθμη Επιτελεστικότητας)
θα γίνει η Αποτίμηση ή ο Ανασχεδιασμός;**

Για ποιά Σεισμό Σχεδιασμού;

Πιθανότητα Υπέρβασης σεισμικής δράσης σε 50 χρόνια	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
	Περιορισμένες Βλάβες	Σημαντικές Βλάβες	Οιονεί κατάρρευση
2%	$A_{2\%}$	$B_{2\%}$	$\Gamma_{2\%}$
10%	$A_{10\%}$	$B_{10\%}$	$\Gamma_{10\%}$
30%	$A_{30\%}$	$B_{30\%}$	$\Gamma_{30\%}$
50%	$A_{50\%}$	$B_{50\%}$	$\Gamma_{50\%}$
70%	$A_{70\%}$	$B_{70\%}$	$\Gamma_{70\%}$

EC8-3 → Εθνικό προσάρτημα (πρέπει να ορίσει)

ΕΠ EC8-3 → Ο κύριος του έργου επιλέγει ύστερα από εισήγηση και συμφωνία με τον μελετητή (συνιστάται αλλά όχι υποχρεωτικό, ότι ισχύει για νέες κατασκευές!)

ΚΑΝ.ΕΠΕ. → Ο κύριος του έργου επιλέγει, αλλά δεν μπορεί να είναι χαμηλότερος από έναν ελάχιστο ανεκτό στόχο που ορίζει ο Κανονισμός ή η 8 Δημόσια Αρχή

Ζεύγη στάθμης επιτελεστικότητας και σεισμού σχεδιασμού

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	Στάθμη Α	Στάθμη Β	Στάθμη Γ
	Περιορισμένες Βλάβες (Άμεση Χρήση)	Σοβαρές Βλάβες (Ασφάλεια Ζωής)	Οιονεί Κατάρρευση
10% (Σεισμικές Δράσεις κατά ΕΚ8-1)	A1	B1	Γ1
50% (Σεισμικές Δράσεις = $0,6 \times \text{ΕΚ8-1}$)	A2	B2	Γ2

Η Δημόσια αρχή ορίζει πότε δεν επιτρέπεται πιθανότητα 50%

Σεισμική δράση

- Το επίπεδο της σεισμικής φόρτισης που προδιαγράφουν οι Αντισεισμικοί Κανονισμοί σχετίζεται με μια αποδεκτή πιθανότητα υπέρβασης εντός ενός συμβατικού χρόνου ζωής 50 ετών (βλ. και Σ§2.2.1.γ).
- Κατά το σχεδιασμό μιας νέας κατασκευής (βλ. EC8, ΕΑΚ 2000) η σεισμική δράση καθορίζεται θεωρώντας πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια (ισοδυναμεί με περίοδο επανάληψης 475 έτη). Στην περίπτωση αυτή λαμβάνεται υπόψη η σεισμική δράση του EC8 (§4.4.1.2).
- Αν θεωρηθεί πιθανότητα υπέρβασης 50% στα 50 χρόνια (περίοδος επανάληψης περίπου 70 ετών), τότε λαμβάνεται υπόψη το 60% της σεισμικής δράσης του EC8 (§4.4.1.2).

Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού

σελ. 1.13

Πίνακας 2.2: Ενδεικτική περιγραφή αναμενόμενων βλαβών σε κτήρια από Ω.Σ. για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας (πηγή: ATC-40)

Στοιχείο	Άμεση χρήση	Περιορισμός βλαβών	Προστασία ζωής	Οιονεί κατάρρευση
Υποστυλώματα	<p>Πολύ περιορισμένες καμπτικές και διατμητικές ρηγματώσεις χωρίς αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης.</p> <p>Καμμία μόνιμη οριζόντια παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Περιορισμένες καμπτικές και διατμητικές ρηγματώσεις χωρίς ή πολύ μικρή αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης.</p> <p>Καμμία μόνιμη οριζόντια παραμόρφωση.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίζονται στο κατώτερο τμήμα του κτηρίου που προκαλούν αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης πάνω και κάτω από τους κόμβους.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 2.0%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε ορισμένες περιοχές.</p> <p>Διατηρείται η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων.</p>	<p>Πλαστικές αρθρώσεις σχηματίζονται στο κατώτερο τμήμα του κτηρίου που προκαλούν σημαντική αποκόλληση του σκυροδέματος επικάλυψης πάνω και κάτω από τους κόμβους και αποδιοργάνωση του σκυροδέματος στο εσωτερικό των κόμβων.</p> <p>Δημιουργούνται μόνιμες οριζόντιες παραμορφώσεις που αντιστοιχούν σε οριζόντια παραμόρφωση ορόφου (interstory drift) 3.5%, που μπορεί να είναι και οριακά μεγαλύτερες σε ορισμένες περιοχές.</p> <p>Η ικανότητα παραλαβής των κατακορύφων φορτίων διατηρείται σχεδόν σε όλα τα υποστυλώματα της κατασκευής.</p>

Πηγή : <https://pithos.okeanos.grnet.gr>

Αντισεισμικός Σχεδιασμός με Στάθμες Επιτελεστικότητας

Πίνακας 2.3: Συνδυασμένοι στόχοι σεισμικής ικανότητας

Φέροντα – Μη φέροντα

Φέροντα – Μη φέροντα		Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
		Περιορισμός βλαβών (Α)	Σημαντικές βλάβες (Β)	Οιονεί κατάρρευση (Γ)
Στάθμη επιτελεστικότητας μη-φερόντων στοιχείων	Περιορισμός βλαβών (α)	Ai – αι Συνιστάται για κατασκευές μεγάλης σπουδαιότητας σε συνδυασμό με Bi-βι	Bi – αι	Δεν συνιστάται
	Σημαντικές βλάβες (β)	Ai – βι	Bi – βι Συνιστάται για κατασκευές συνήθους σπουδαιότητας	Γι – βι
	Οιονεί κατάρρευση (γ)	Δεν συνιστάται	Bi – γι	Γι – γι

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

- Εάν ως βάση της αποτίμησης ή του ανασχεδιασμού χρησιμοποιείται η έννοια του ενιαίου ή συνολικού δείκτη συμπεριφοράς q του δομήματος, η τιμή του δείκτη q μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά με βάση την δομική γεωμετρία, την κατανομή των αντοχών στο δόμημα και τις λεπτομέρειες όπλισης των στοιχείων. Ελλείψει ακριβέστερων στοιχείων, ο δείκτης q μπορεί να εκτιμηθεί κατά την § 4.6
- Ανάλογα με την στάθμη επιτελεστικότητας για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό του φέροντος οργανισμού του κτιρίου λαμβάνονται υπόψη οι διαφοροποιημένες τιμές q^* που δίνονται στον παρακάτω Πίνακα, με τιμή αναφοράς q' την τιμή που ισχύει για στάθμη επιτελεστικότητας Β («Σημαντικές βλάβες» - Σεισμός σχεδιασμού ΕΚ8)

Στάθμη επιτελεστικότητας		
«Περιορισμένες βλάβες» (Α)	«Σημαντικές βλάβες» (Β)	«Οιονεί κατάρρευση» (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

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

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

Κατά τη φάση της **αποτίμησης** του κτιρίου, η τιμή q θα επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- Την επάρκεια των Κανονισμών κατά την περίοδο μελέτης και κατασκευής του κτιρίου.
- Την τυχόν ύπαρξη ουσιωδών βλαβών (και φθορών), κυρίως σε πρωτεύοντα δομικά στοιχεία (μείωση φέρουσας ικανότητας $>25\%$)
- Την κανονικότητα κατανομής των εντός ορόφου αλλά και κατ' όροφον υπεραντοχών (καθ' ύψος του δομήματος) και τον βαθμό αποκλεισμού δημιουργίας «μαλακού» ορόφου
- Το πλήθος δομικών στοιχείων στα οποία αναμένεται να εμφανισθούν πλαστικές αρθρώσεις, και το οποίο εξαρτάται από την υπερστατικότητα και την κανονικότητα του δομήματος
- Την ιεράρχηση της εμφάνισης αστοχιών και τον βαθμό αποκλεισμού τους στα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία και στους κόμβους
- Τους τρόπους αστοχίας (πλάστιμοι ή ψαθυροί)
- Τη διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα στις κρίσιμες περιοχές του κάθε δομικού στοιχείου, και
- Τους διαθέσιμους επικουρικούς και βοηθητικούς μηχανισμούς αντισεισμικής συμπεριφοράς όπως είναι οι τοιχοπληρώσεις, τα διαφράγματα κ.λπ.

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς η

Όταν δεν διατίθενται λεπτομερέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να εφαρμοσθούν ως μέγιστες οι τιμές του Πίνακα που ακολουθεί, αναλόγως των βλαβών και των τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου).

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

(1) Περί του ρόλου και της επιρροής των τοιχοπληρώσεων βλ. § 5.9 και § 7.4.

(2) Για κτίρια αυτής της περιόδου, οι τιμές του Πίνακα ισχύουν με την προϋπόθεση πως ο έλεγχος αποφυγής σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα των υποστυλωμάτων γίνεται κατά την § 9.3.3 (ικανοποίηση της συνθήκης $\Sigma M_{Rc} \geq 1,3 \Sigma M_{Rb}$).

Για δομήματα στρεπτικώς ευαίσθητα, ή για τα οποία τουλάχιστον το 50% της συνολικής μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους (ανεστραμμένα εκκρεμή), οι τιμές του Πίνακα πολλαπλασιάζονται επί 2/3 αλλά είναι πάντοτε μεγαλύτερες του 1,0.

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

Ανασχεδιασμός υφιστάμενων κατασκευών

- Σε περιπτώσεις διάταξης ισχυρών νέων φορέων (επαρκών ως προς το πλήθος και την αντίσταση) ή και αναβάθμισης / τροποποίησης υφιστάμενων στοιχείων (νέος «σκελετός»), μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχες τιμές q (δηλ. $q' = q$) των σύγχρονων Κανονισμών, σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες δέσμες των επιμέρους κριτηρίων, κανόνων, διατάξεων κ.λπ. που ισχύουν για τον σχεδιασμό νέων δομημάτων
- Σε περιπτώσεις «ήπιων» αλλά εκτεταμένων επεμβάσεων, π.χ. απλών αλλά πλήρων επισκευών των ουσιωδών (και λοιπών) βλαβών στα πρωτεύοντα (έναντι σεισμού) αλλά και σε όλα τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία (έτσι ώστε να αποκατασταθούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους), ή/και διατάξεως νέων ισχυρών (ή αναβαθμίσεως των παλαιών) τοιχοπληρώσεων στο σύνολο του κτιρίου με αξιόπιστα ευμενή και θετικό ρόλο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ανασχεδιασμό αντιστοίχως κατάλληλες τιμές q' , μεγαλύτερες αυτών που εφαρμόσθηκαν για την αποτίμηση.

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

Συσχέτιση δείκτη q και δεικτών πλαστιμότητας

- Η τιμή του παράγοντα πλαστιμότητας q_π , που διαμορφώνει τον δείκτη q ($q = q_u * q_\pi$), συνδέεται ως εξής με την τιμή του δείκτη πλαστιμότητας συνολικής οριζόντιας μετάθεσης του κτιρίου, μ_δ , αναφερομένου στην κορυφή του κτιρίου ή στο σημείο εφαρμογής της συνισταμένης ολικής οριζόντιας σεισμικής δύναμης

$$q_\pi = \mu_\delta \quad \text{αν } T \geq T_C$$
$$q_\pi = 1 + \frac{T}{T_C} (\mu_\delta - 1) \quad \text{αν } T \leq T_C$$

- Ο δείκτης πλαστιμότητας συνολικών μεταθέσεων του δομήματος, μ_δ , μεταφράζεται ως εξής σε δείκτη πλαστιμότητας, μ_θ , τοπικών σχετικών μετακινήσεων ή παραμορφώσεων, όπως σχετικής μετάθεσης ορόφων, γωνιών στροφής χορδής άκρων στοιχείων, κ.λπ.
 - Αν τα κατακόρυφα στοιχεία του δομήματος έχουν επαρκή αντοχή ώστε να αποφεύγεται ο σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού ορόφου ή ορόφων, η απαίτηση ανελαστικών παραμορφώσεων να διασπείρεται περίπου ομοιόμορφα καθ' ύψος του δομήματος, τότε $\mu_\delta = \mu_\theta$
 - Αν είναι πιθανός ο σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού σε έναν όροφο του δομήματος (σε ύψος H_{op}), τότε
$$\mu_\delta = \mu_\theta \frac{H_{op}}{H_{tot}}$$

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

Συσχέτιση δείκτη q και δεικτών πλαστιμότητας

- Αν κυρίαρχη της ανελαστικής συμπεριφοράς των στοιχείων είναι η κάμψη, η διαθέσιμη τιμή της μ_θ μπορεί να εκτιμηθεί ως η ελάχιστη τιμή του πηλίκου θ_u/θ_y μεταξύ των άκρων όλων των στοιχείων που συμμετέχουν στον πλαστικό μηχανισμό (όπου θ_u και θ_y , οι γωνίες στροφής χορδής κατά την αστοχία και κατά τη διαρροή, αντιστοίχως).

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q

Συντελεστής υπεραντοχής q_u

- 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)
- 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 ΕΚ8-1 κατ' αρχήν (πχ λόγο α_u/α_1)
- 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 τις συμπληρωματικές διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Εκτίμηση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q_u

Συντελεστής υπεραντοχής q_u

	Σύστημα	$q_u (= V_u/V_1)$ (1)	
1	Συστήματα ανεστραμμένου εκκρεμούς ή στρεπτικώς ευαίσθητα	1,00	
	Συστήματα τοιχείων ή πλαισίων	Κανονικότητα σε κάτοψη (2)	
		Ναι	Όχι (3)
2	<u>Συστήματα τοιχείων</u>		
2.1	Μόνον 2 μη-συζευγμένα τοιχεία ανά διεύθυνση, ασχέτως πλήθους ορόφων	1,00	1,00
2.2	Περισσότερα των 2 μη-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 μικτά συστήματα (ισοδύναμα πλαίσια, >50%)	1,30	1,15

(1) Στον ΕΚ 8, η τιμή V_u/V_1 παρουσιάζεται ως α_u/α_1 , δηλ. ως πηλίκον των αντίστοιχων ανηγμένων επιταχύνσεων.

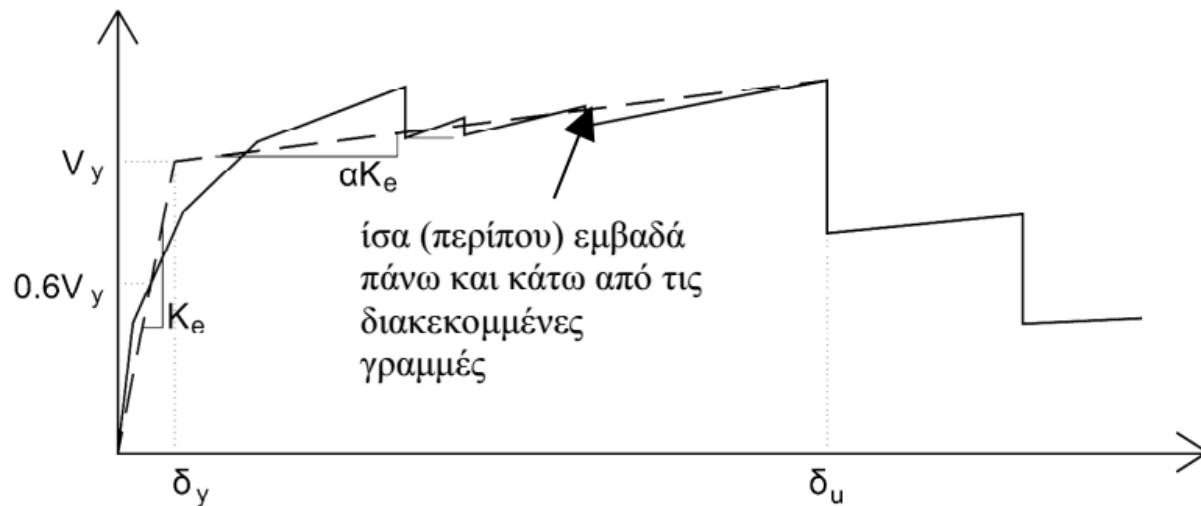
(2) Για την κανονικότητα σε κάτοψη, βλ. την επόμενη § ε.

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

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

Διγραμμική προσέγγιση καμπυλών αντίστασης

Η μη-γραμμική σχέση δύναμης-μετακίνησης που συνδέει την τέμνουσα βάσεως και τη μετακίνηση του κόμβου ελέγχου, θα αντικαθίσταται από μια εξιδανικευμένη καμπύλη για τον υπολογισμό της ισοδύναμης πλευρικής δυσκαμψίας K_e και της αντίστοιχης δύναμης διαρροής V_y του κτιρίου.



Η εξιδανικευμένη καμπύλη αντίστασης (σχέση δύναμης-μετακίνησης) συνιστάται να είναι διγραμμική, με κλίση του πρώτου κλάδου K_e και κλίση του δεύτερου κλάδου ίση με αK_e . Οι δύο ευθείες που συνθέτουν τη διγραμμική καμπύλη μπορεί να προσδιορίζονται γραφικά, με κριτήριο την κατά προσέγγιση ισότητα των εμβαδών των χωρίων που προκύπτουν πάνω και κάτω από τις τομές της πραγματικής και της εξιδανικευμένης καμπύλης.

Διγραμμική προσέγγιση καμπυλών αντίστασης

