



ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Ενότητα 9Α: ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΑΚ, 2003)

Διδάσκων: Κολιόπουλος
Παναγιώτης
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ενότητα 9Α

ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

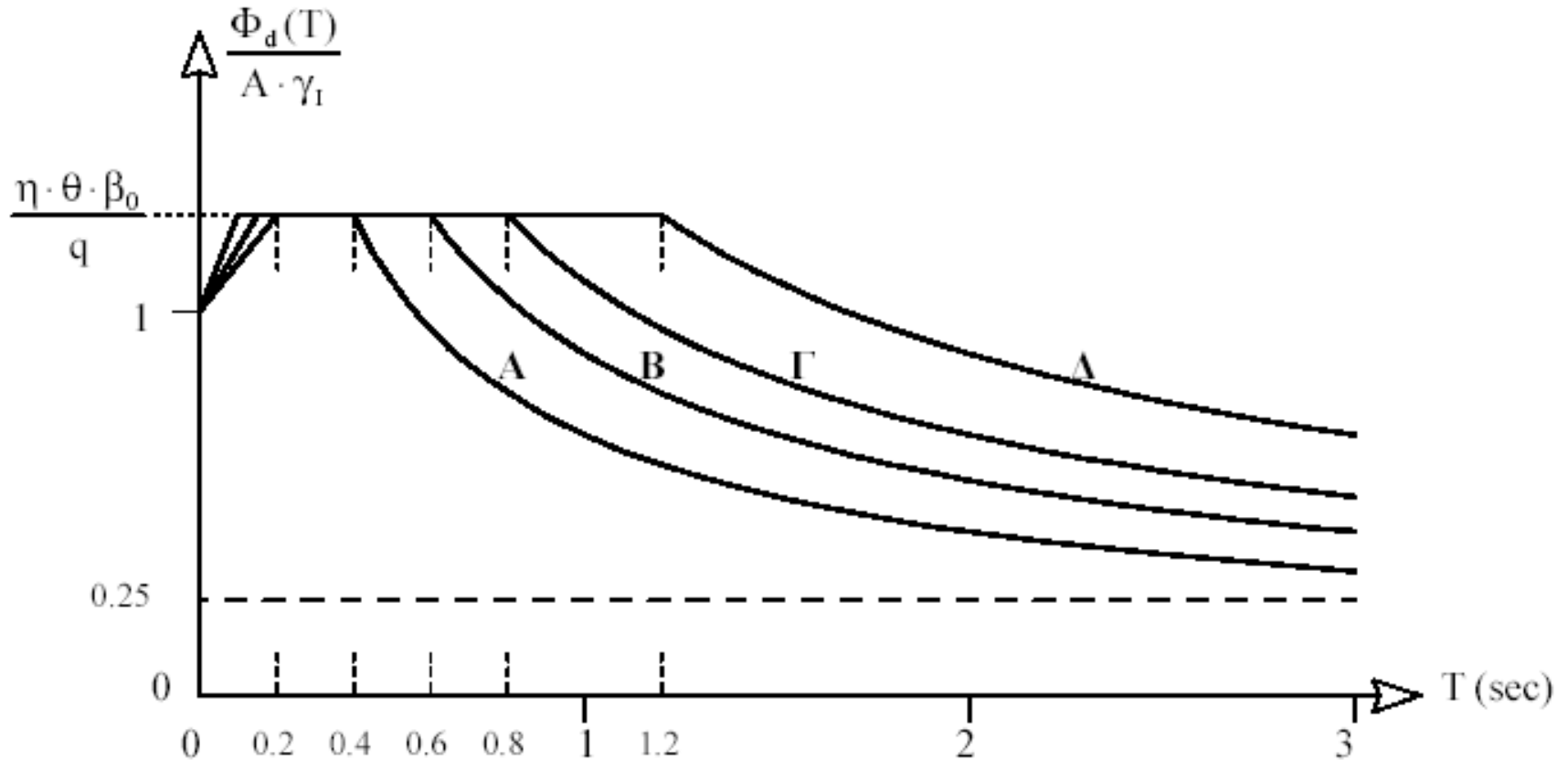
Διδάσκων: Κολιόπουλος Παναγιώτης

Περιεχόμενα ενότητας

1. **ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ**
2. **Εξισώσεις Φάσματος Σχεδιασμού σε όρους επιτάχυνσης**
3. **ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΕΑΚ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ**
4. **ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ – ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**
5. **ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ (EC-8)**
6. **ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΛΛΩΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ**
7. **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ**
8. **ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ**
9. **ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ**
10. **ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ**
11. **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ**
12. **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΠΛΑΙΣΙΩΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**
13. **ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

Σκοποί ενότητας

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΑΚ, 2003)



Σε κάθε περίπτωση: $\Phi_d(T)/A\gamma_1 \geq 0.25$

Εξισώσεις Φάσματος Σχεδιασμού σε όρους επιτάχυνσης (ΕΑΚ, 2003)

Περιοχή Περιόδων

Εξίσωση

$$0 \leq T < T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \left[1 + \frac{T}{T_1} \left(\frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1 \right) \right] \dots\dots\dots (2.1.α)$$

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \dots\dots\dots (2.1.β)$$

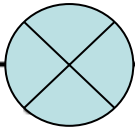
$$T_2 < T: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \cdot \left(\frac{T_2}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.1.γ)$$

όπου:

$A = \alpha \cdot g$	μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους (παρ. 2.3.3),
g	επιτάχυνση της βαρύτητας,
γ_I	συντελεστής σπουδαιότητας του κτιρίου (παρ. 2.3.4),
q	συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής (παρ. 2.3.5),
η	διορθωτικός συντελεστής για ποσοστό απόσβεσης $\neq 5\%$,
θ	συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης (παρ. 2.3.7),
T_1 και T_2	χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος (Πίνακας 2.4),
$\beta_0 = 2.5$	συντελεστής φασματικής ενίσχυσης και
A, B, Γ, Δ	κατηγορία εδάφους (παρ. 2.3.6).

Διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης $\eta = \sqrt{\frac{7}{2 + \zeta}} \geq 0.7$

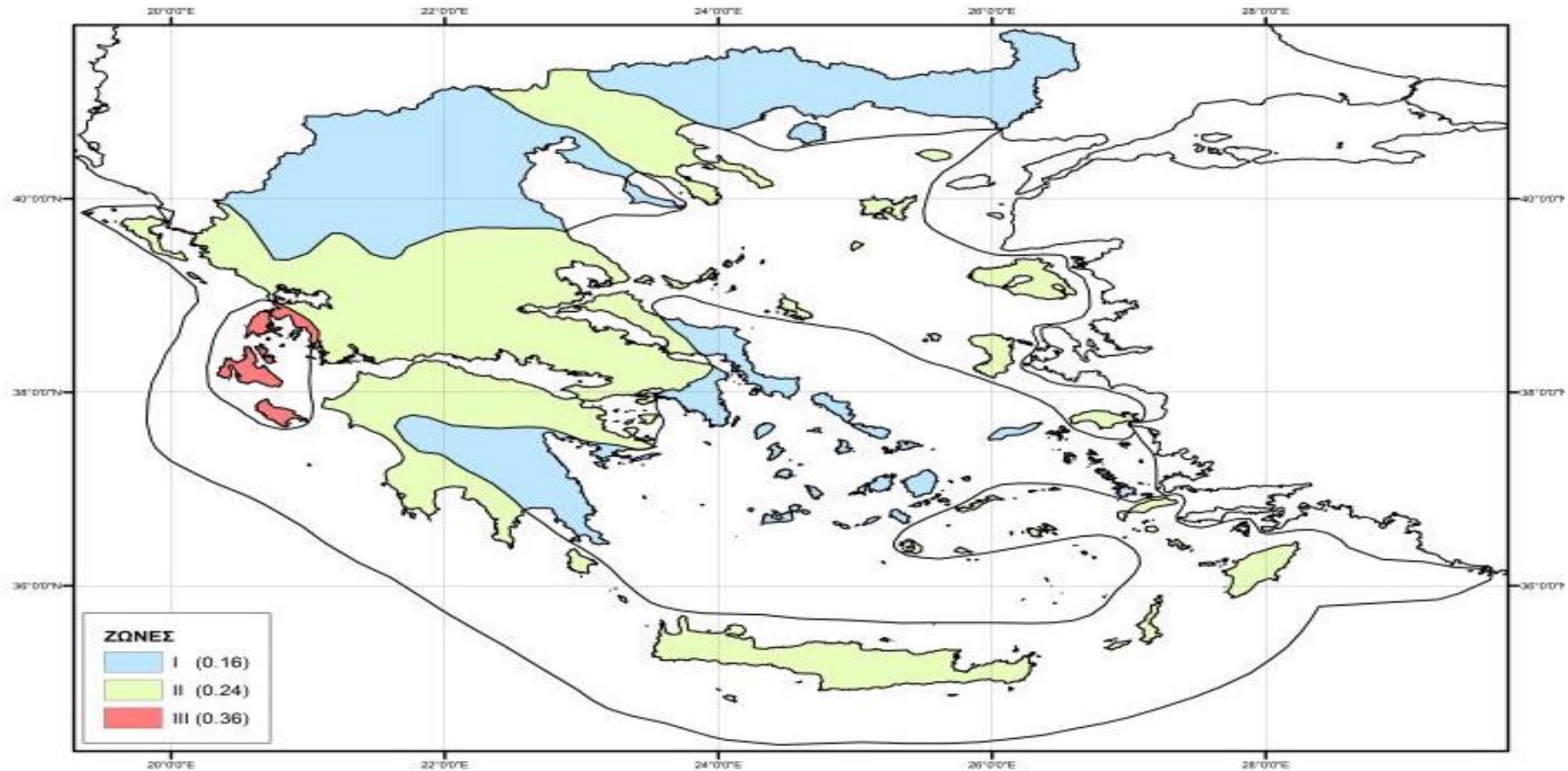
Πίνακας 2.2: Σεισμική επιτάχυνση εδάφους: $A = \alpha \cdot g$ (g: επιτάχυνση βαρύτητας)

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας		I	II	III
α		0.16	0.24	0.36

Σεισμός	Πιθανότητα υπέρβασης	Περίοδος επανάληψης
Συχνός	50% στα 30 χρόνια	43 χρόνια
Σποραδικός	50% στα 50 χρόνια	72 χρόνια
Σπάνιος	10% στα 50 χρόνια	475 χρόνια
Πολύ σπάνιος	2% στα 50 χρόνια	2.475 χρόνια

Πίνακας 4.1: Επίπεδα σεισμικού κινδύνου

ΝΕΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ



Πίνακας 2.7: Συντελεστής Θεμελίωσης θ .

Προϋποθέσεις		
1α.	Το κτίριο διαθέτει ένα υπόγειο	0.90
1β.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι γενική κοιτόστρωση	
1γ.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που φέρουν δοκούς σύνδεσης στην κεφαλή	
2α.	Το κτίριο διαθέτει δύο τουλάχιστον υπόγεια	0.80
2β.	Το κτίριο διαθέτει ένα τουλάχιστον υπόγειο και η θεμελίωση είναι γενική κοιτόστρωση	
2γ.	Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που συνδέονται με ενιαίο κεφαλόδεσμο (όχι αναγκαστικά ενιαίου πάχους)	
Παρατήρηση: Υπόγειος θεωρείται ένας όροφος όταν έχει περιμετρικά τοιχώματα έτσι, ώστε οι συνδεόμενες πλάκες να είναι πρακτικά αμετάθετες.		

Σε εδάφη Κατηγορίας Α ή Β ο συντελεστής θ λαμβάνει την τιμή 1.0. Σε εδάφη κατηγορίας Γ ή Δ ο συντελεστής θεμελίωσης θ επιτρέπεται να λαμβάνει τις τιμές που δίνονται στον Πίνακα 2.7, όταν συντρέχει τουλάχιστον μία από τις προϋποθέσεις που αναφέρονται σε αυτόν και εφόσον η προκύπτουσα φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού δεν είναι μικρότερη από εκείνη που θα προέκυπτε για έδαφος κατηγορίας Β.

Τα φάσματα σχεδιασμού που προκύπτουν από την στατιστική επεξεργασία των **ελαστικών** φασμάτων απόκρισης, υποθέτουν ελαστική ταλάντωση του φορέα και, συνεπώς, είναι κατάλληλα για έναν **συντηρητικό** ελαστικό σχεδιασμό, ο οποίος (θεωρητικά) δεν επιτρέπει την εμφάνιση έστω και μικρής βλάβης.

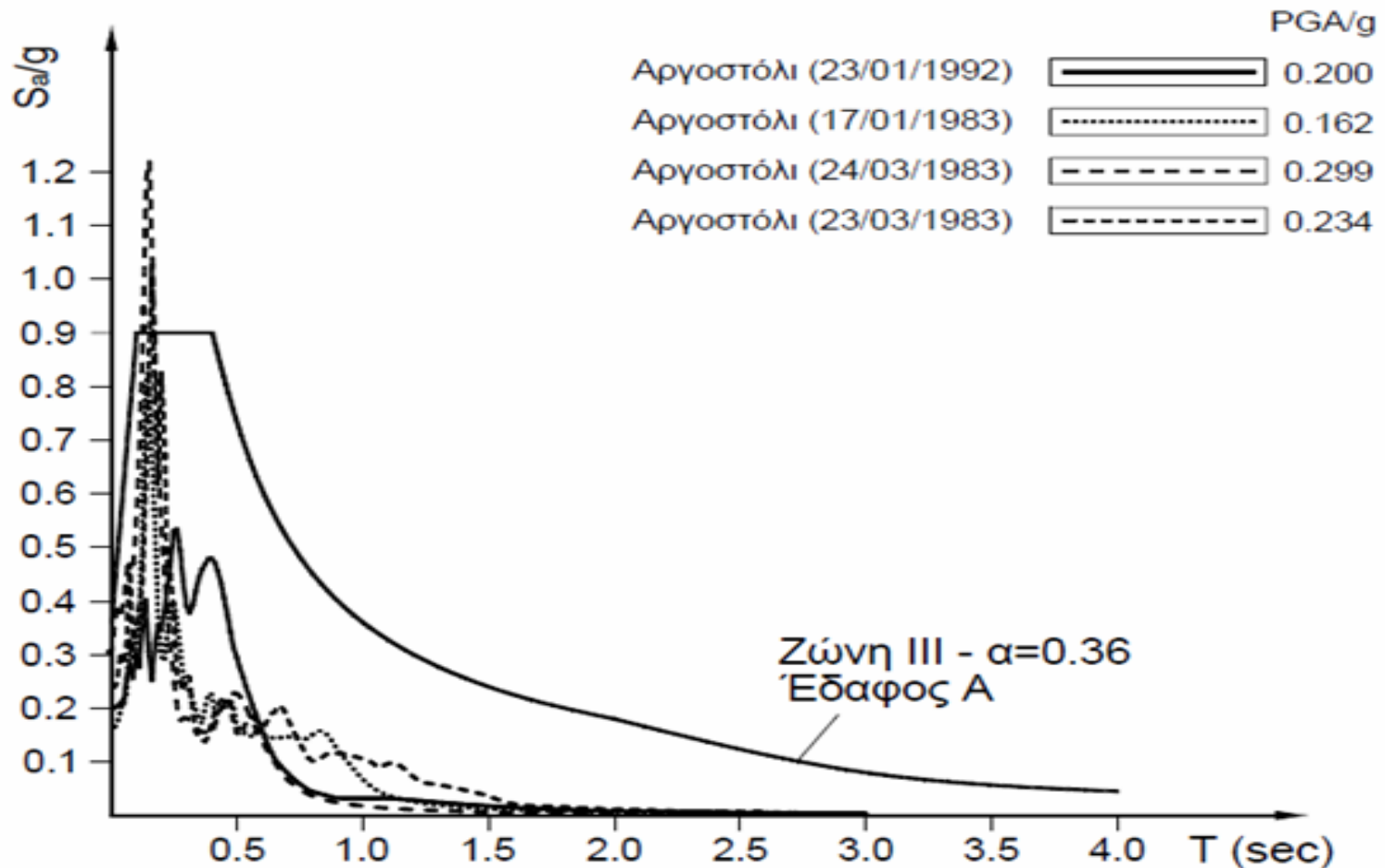
Λαμβανομένης υπόψη της **σπανιότητας** εμφάνισης του σεισμού σχεδιασμού, αυτή η απαίτηση οδηγεί συχνά σε **οικονομικά επαχθείς** λύσεις καθώς δεν εκμεταλλεύεται τα μεγάλα περιθώρια ανελαστικής παραμόρφωσης των μελών του υπερστατικού φέροντος οργανισμού πριν την αστοχία τους.

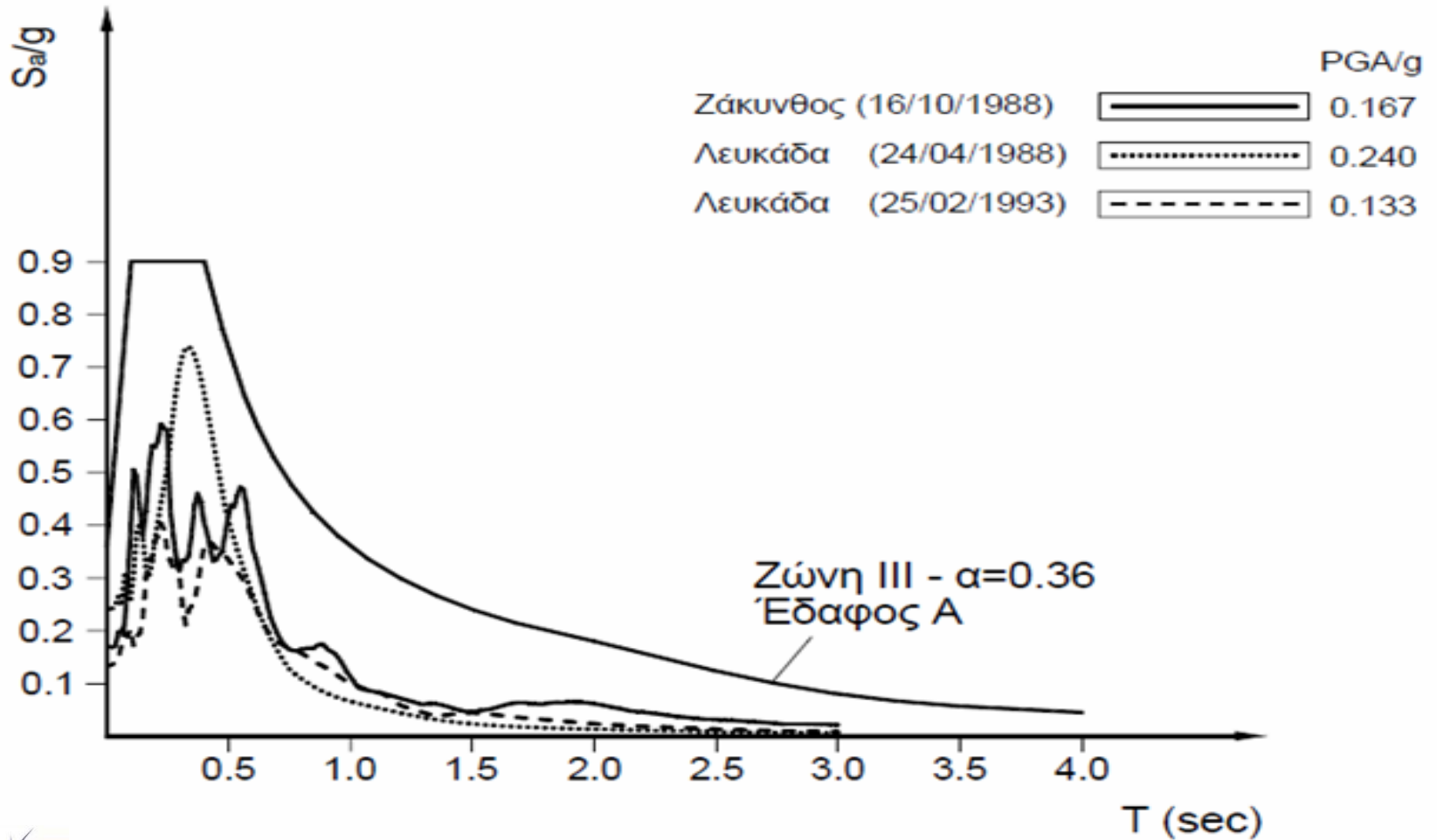
Για τον λόγο αυτό, όλοι τα σύγχρονα κανονιστικά πλαίσια **επιτρέπουν** την ελεγχόμενη και σταδιακή εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων, με την προϋπόθεση τήρησης κατασκευαστικών διατάξεων ώστε να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη **πλαστιμότητα**.

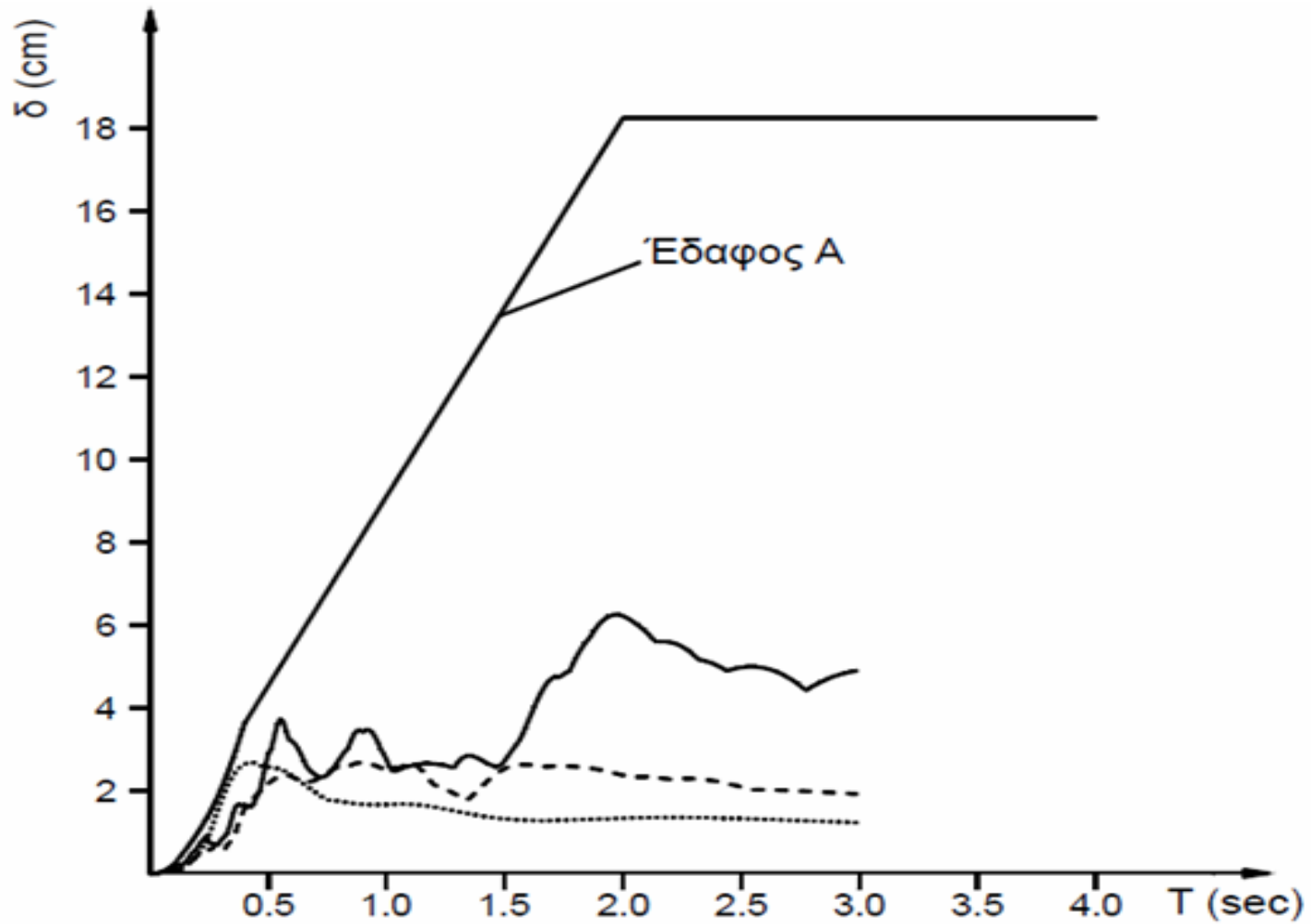
Στα πλαίσια του ΕΑΚ, η παραπάνω φιλοσοφία σχεδιασμού επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής του **συμβατικού** ελαστικού σχεδιασμού σε συνδυασμό με την χρήση εσκεμμένα **μειωμένων** τιμών του φάσματος σχεδιασμού. Η μείωση αυτή γίνεται διαίρεση του συμβατικού φάσματος με έναν **συντελεστή συμπεριφοράς** q (ενιαίο για όλες τις ιδιοπεριόδους).

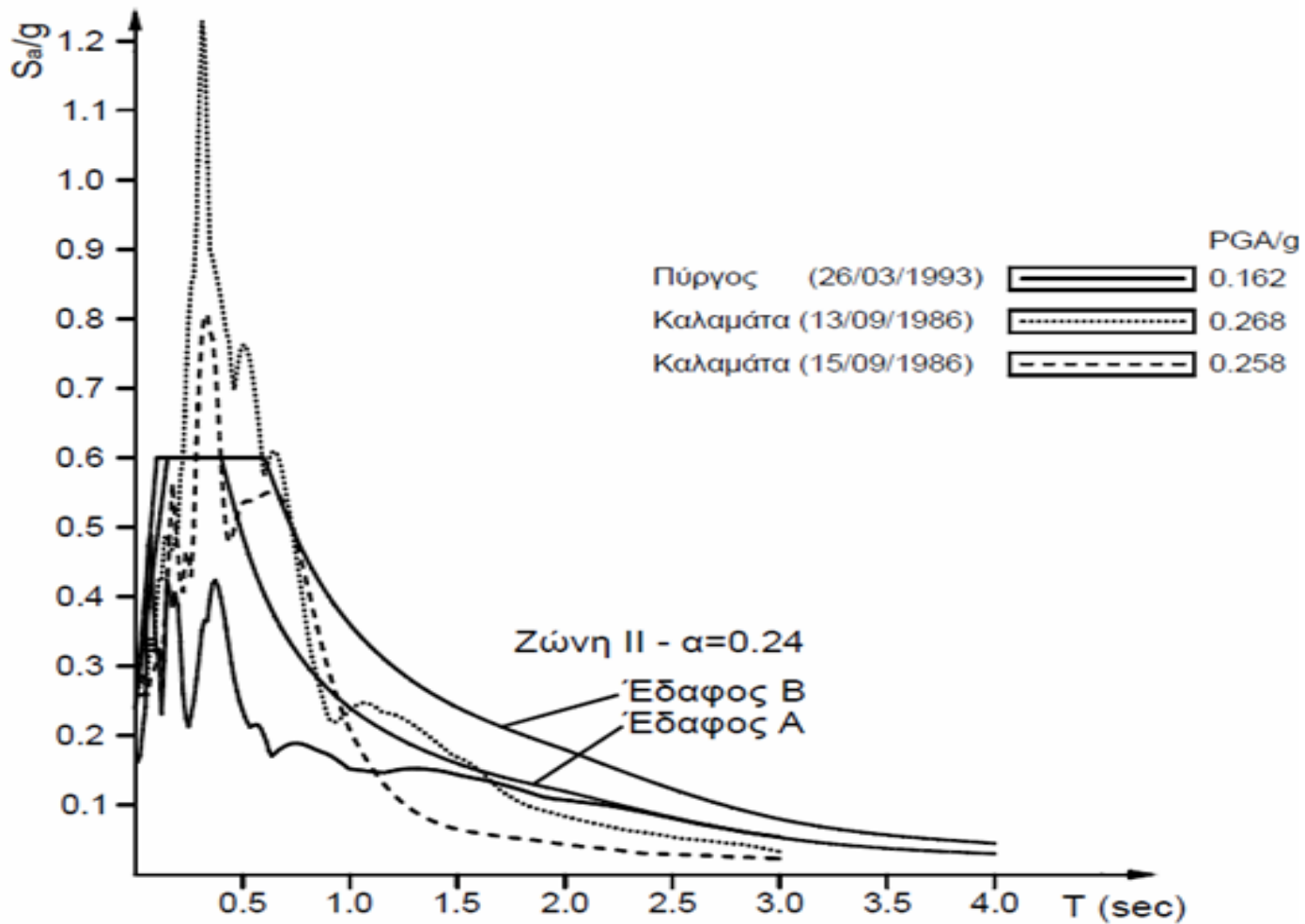
$$\text{Αντισεισμικός αρμός } \delta = 2*[q*S_d]$$

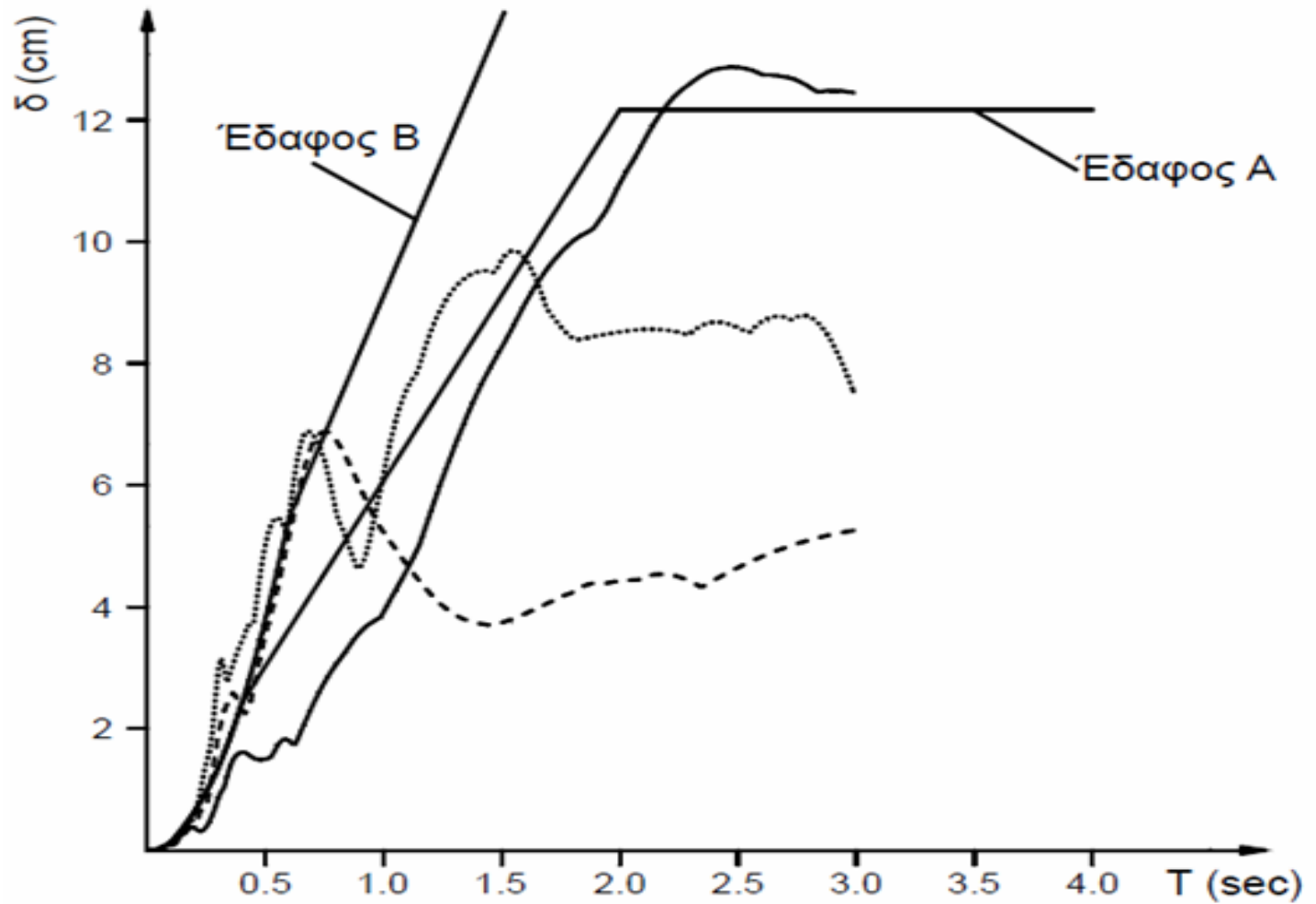
Σύγκριση ελαστικού φάσματος ΕΑΚ με φάσματα πραγματικών καταγραφών (Pga, P_{Sa})

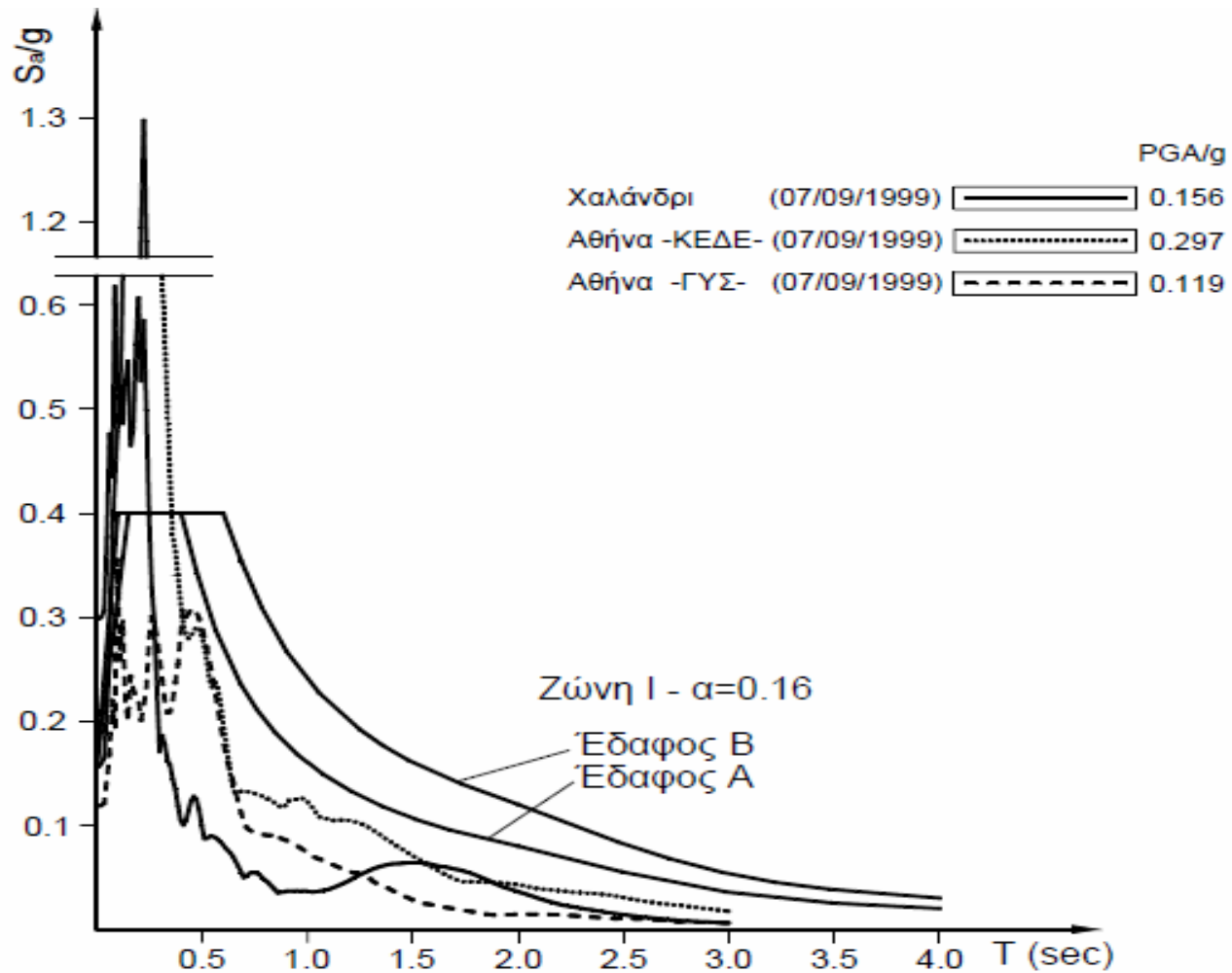


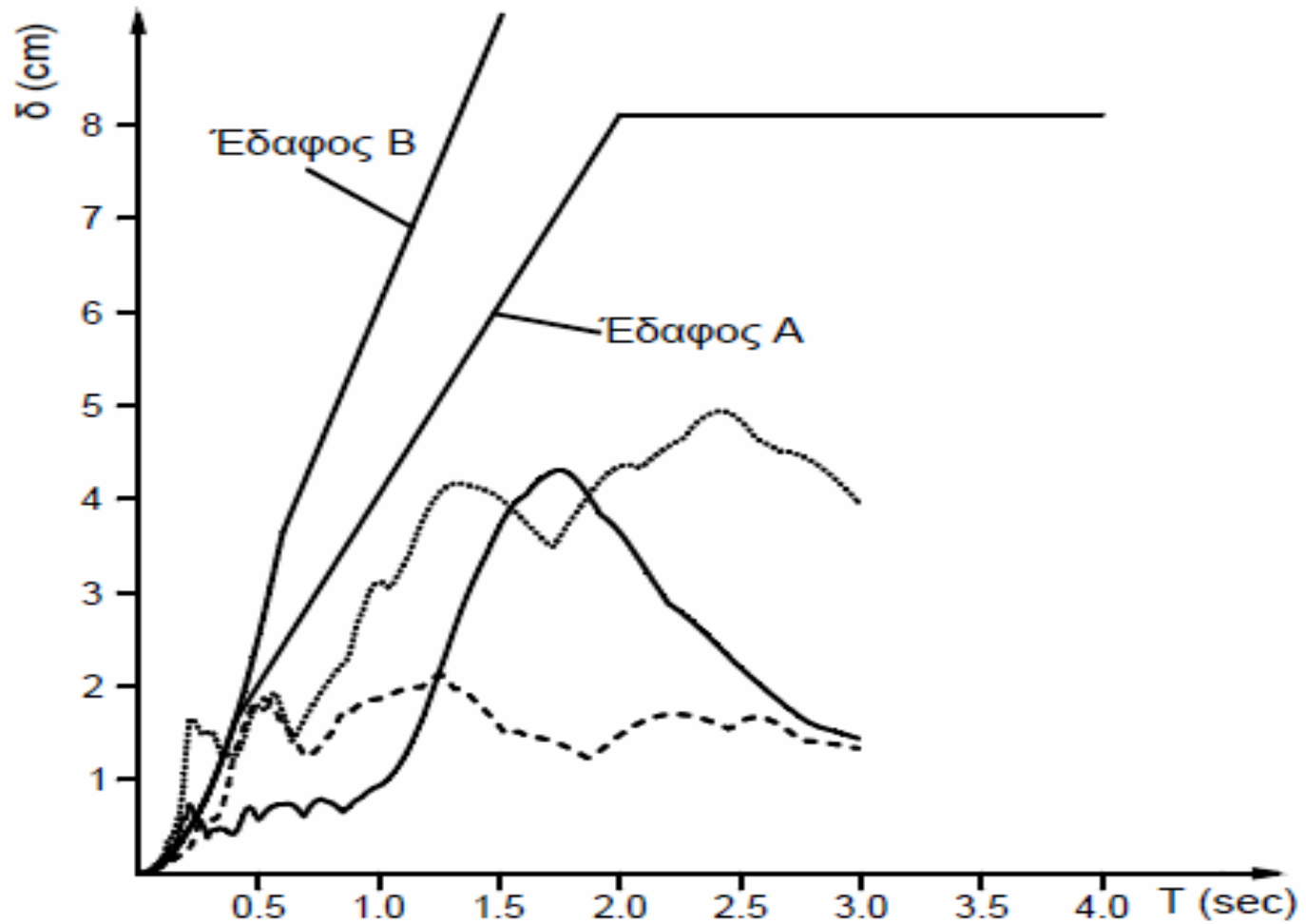








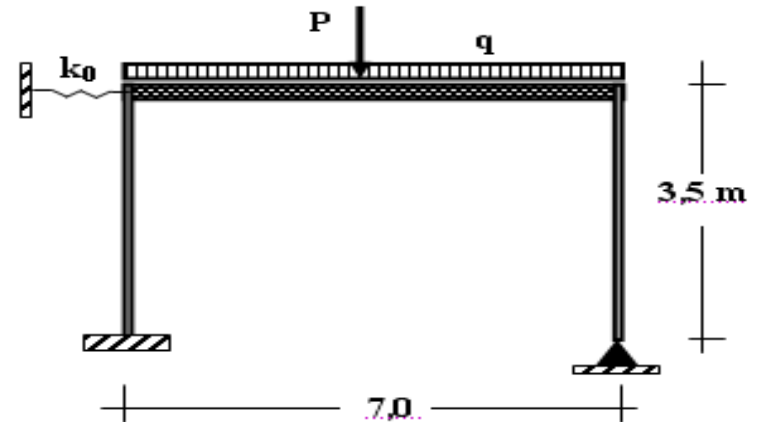




Άσκηση Πράξης

Το πλαίσιο του σχήματος, υπόκειται σε σεισμική δράση με φάσμα σχεδιασμού κατά ΕΑΚ:

Δήμος: Χανίων, Χρήση: ΟΤΕ
Έδαφος: Β, Θεμελίωση: 1 υπόγειο
 q : 3,5



(α) Να υπολογισθεί η οικονομικότερη διάσταση a , ώστε η μέγιστη (πραγματική) μετάθεση να μην υπερβαίνει τα 14 mm.

(β) Για την διατομή που επιλέχτηκε, να υπολογιστούν οι σεισμικές τέμνουσες και ροπές των στύλων.

(γ) Να υπολογιστεί μια νέα τιμή της ελατηριακής σταθεράς k_0 ώστε οι προκύπτουσες τέμνουσες να μειωθούν στα 2/3 της αρχικής τους τιμής.

Δίνονται: $E = 2.8 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$, $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$, $P = 50 \text{ kN}$, $q = 5 \text{ kN/m}$, $k_0 = 250 \text{ kN/m}$, $\xi = 5\%$

Απάντηση

(α) Διάσταση a

Προσοχή πραγματική (ανελαστική) μετακίνηση →

αυτή που αντιστοιχεί σε $q = 1$

Συντελεστές ΕΑΚ ($\beta_0 = 2,5$)

Χανιά → Ζώνη II → $a = 0,24 \rightarrow A = a * g = 2,354 \text{m/sec}^2$

ΟΤΕ → $\gamma_1 = 1,3$ $\eta(\xi=5\%) = 1$

Έδαφος Β ($T_1 = 0,15 \text{sec}$, $T_2 = 0,6 \text{sec}$), υποχρεωτικά $\theta = 1$.

Διερεύνηση φασματικών επιταχύνσεων & μετακινήσεων (για $q = 1$), σε χαρακτηριστικά σημεία.

Αρχή οριζόντιου κλάδου (αν $T = T_1 = 0,15\text{sec}$)

$$S_a = \underline{R_d}(T=0,15) = 1,3 * 2,354 * (1 * 1 * 2,5) / 1 = 7,65 \text{m/sec}^2$$

$$S_d = S_a / \omega^2 = S_a * (T / 2\pi)^2 = 7,65 * (0,15 / 2\pi)^2 = 4,36 \text{mm}$$

Τέλος οριζόντιου κλάδου (αν $T = T_2 = 0,60\text{sec}$)

$$S_a = \underline{R_d}(T=0,60) = 1,3 * 2,354 * (1 * 1 * 2,5) / 1 = 7,65 \text{m/sec}^2$$

$$S_d = S_a / \omega^2 = S_a * (T / 2\pi)^2 = 7,65 * (0,60 / 2\pi)^2 = 69,8 \text{mm}$$

Άρα, το όριο των 14mm αντιστοιχεί σε T ανάμεσα στα T_1 και T_2 (πολύ πιο κοντά στο T_1). Πράγματι, για $S_d = 14\text{mm}$
 $\rightarrow 7,65*(T/2\pi)^2 = 0,014 \rightarrow T^2 = 0,0722 \rightarrow T = 0,269\text{sec}$
 $\rightarrow \omega = 23,38\text{rad/sec}$

Από Α.Π.8 έχουμε $m = 8,665 \text{ tn} \rightarrow$

$$k = m*\omega^2 = 4736,5\text{kN/m}$$

$$K_{\text{στυλών}} = k - k_o = 4736,5 - 250 = 4486,5\text{kN/m} = 15EI/h^3 =$$
$$15*(2,8*10^6)*I/3,5^3 \rightarrow I = 4,6*10^{-3} = a^4/12 \rightarrow$$

$$a = 0,484\text{m} = 48,4\text{cm}$$

(β) Τέμνουσες – ροπές σχεδιασμού (q = 3,5)

$$R_d(q=3,5) = R_d(q=1)/3,5 = 7,65/3,5 = 2,19 \text{ m/sec}^2$$

$$S_d(q=3,5) = S_d(q=1)/3,5 = 0,014/3,5 = 0,004 \text{ m}$$

$$\text{Τέμνουσα βάσης } V_b = m \cdot S_a = 8,665 \cdot 2,19 = 19,0 \text{ kN}$$

Παρατήρηση:

$$\text{max τάση ελατηρίου } F_{s,\text{max}} = 250 \cdot 0,004 = 1 \text{ kN} \rightarrow \text{συνολική}$$

$$\text{τέμνουσα στύλων} = V_{b,c} = V_b - F_{s,\text{max}} = 18,0 \text{ kN}$$

Ποσοστά συμμετοχής στύλων

$$\mu_1 = 12/15 = 0,8 \quad \mu_2 = 3/15 = 0,2 \quad \rightarrow$$

$$V_1 = 0,8 \cdot 18 = 14,4 \text{ kN} \rightarrow M_1 = 14,4 \cdot 3,5/2 = 25,2 \text{ kNm}$$

$$V_2 = 0,2 \cdot 18 = 3,6 \text{ kN} \rightarrow M_2 = 3,6 \cdot 3,5 = 12,6 \text{ kNm}$$

(γ) Νέα ελατηριακή σταθερά

Μείωση τέμνουσας $V' = V \cdot 2/3 \rightarrow Sd' = Sd \cdot 2/3$.

Αυτό η μείωση πρέπει να ισχύει και για $q = 1 \rightarrow$

$$Sd'(q=1) = 0,014 \cdot 2/3 = 0,0093\text{m} = 9,3\text{mm}$$

Η τιμή είναι ανάμεσα στα 4,36mm και 69,8mm \rightarrow

αντιστοιχεί στον οριζόντιο κλάδο με $Rd = 7,65\text{m/sec}^2 \rightarrow$

$$7,65 \cdot (T'/2\pi)^2 = 0,0093\text{m} \rightarrow T' = 0,22\text{sec} \rightarrow \omega' =$$

$$28,6\text{rad/sec} \rightarrow k' = 7081\text{kN/m}$$

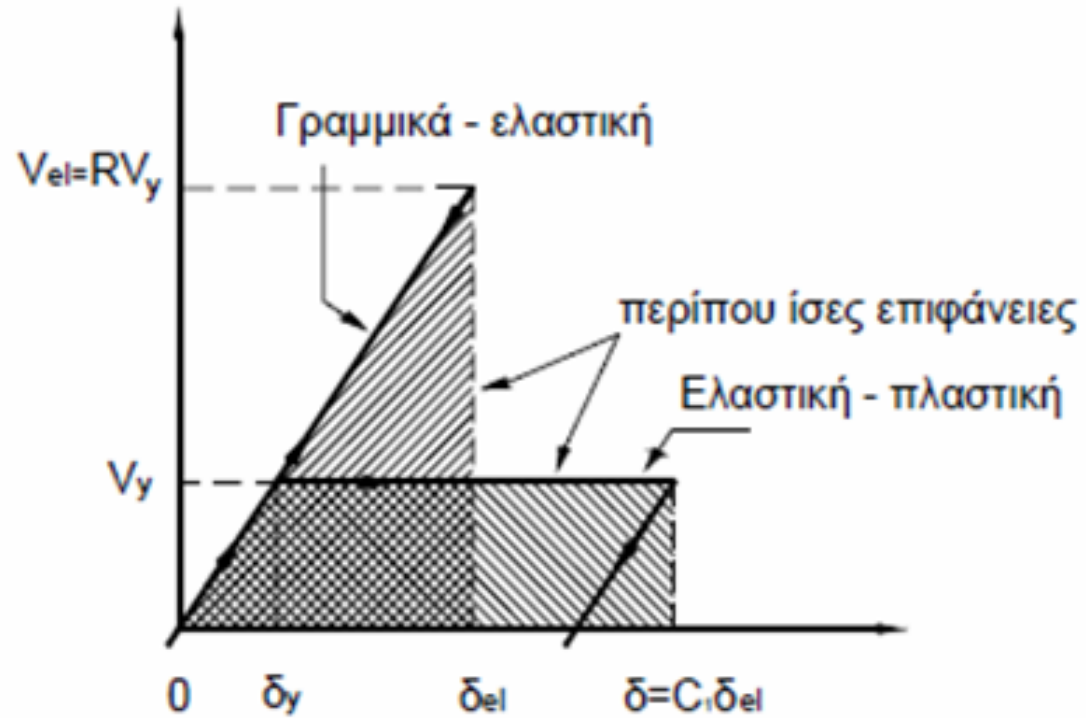
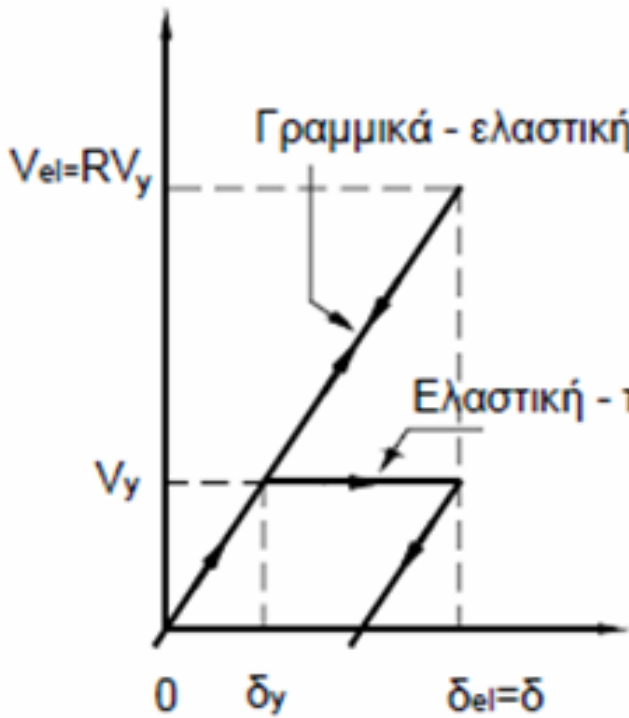
Από προηγουμένως $k_{\text{στυλών}} = 4486,5\text{kN/m} \rightarrow$

$$k_{\alpha} = 7081 - 4486,5 = 2594,5\text{kN/m}$$

Παρατήρηση: max τάση ελατηρίου (για $q = 3,5$)

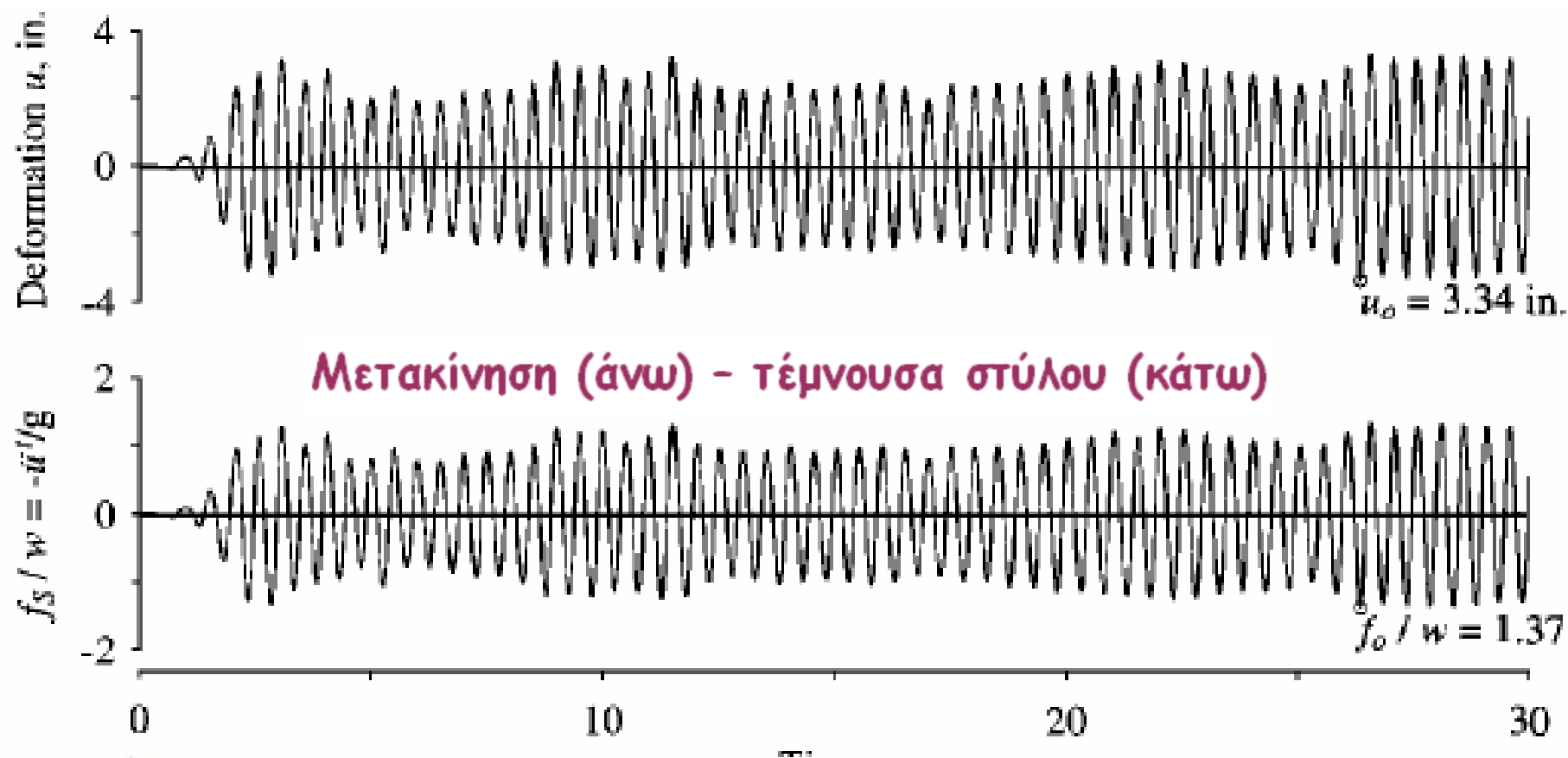
$$F'_{s,\text{max}} = 2594,5 \cdot (0,0093/3,5) = 6,9\text{kN}$$

Ανελαστική απόκριση - Συντελεστής συμπεριφορά (q)



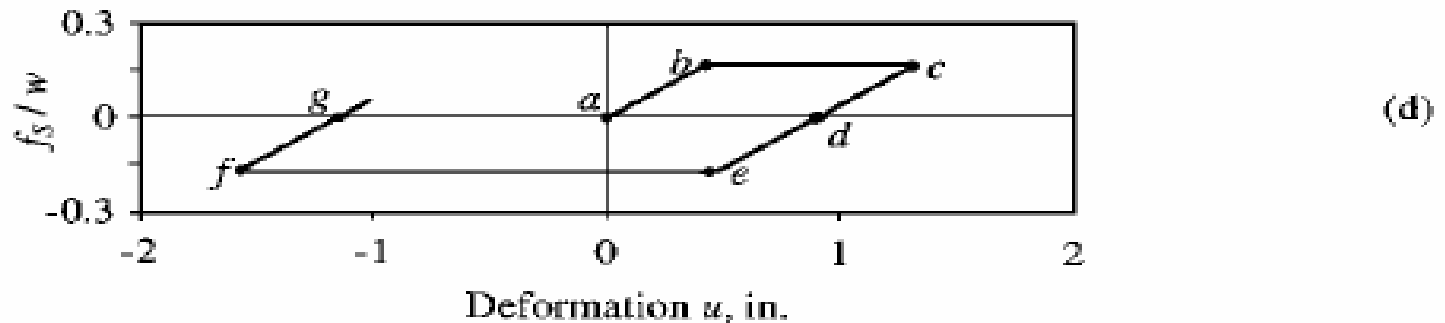
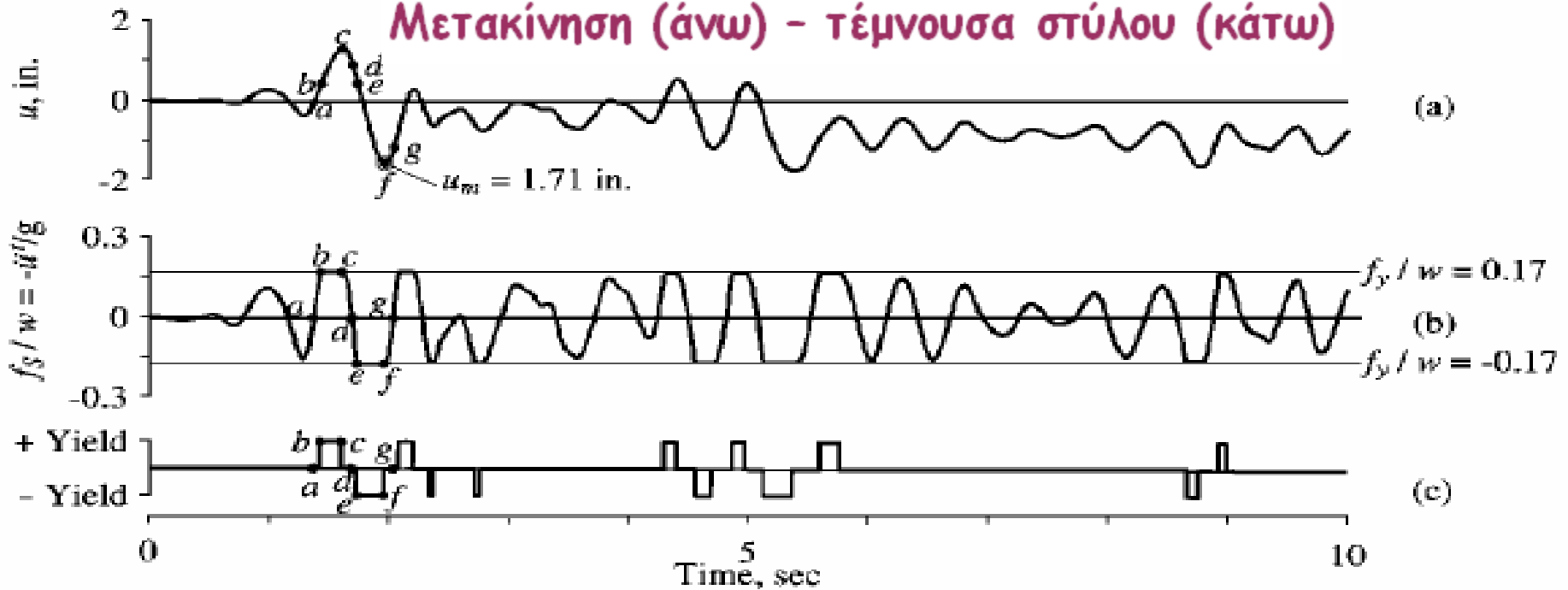
Σύγκριση ελαστικής & ανελαστικής απόκρισης Σεισμός El Centro ($T=0,5\text{sec}$, $\xi = 0$)

Ελαστική

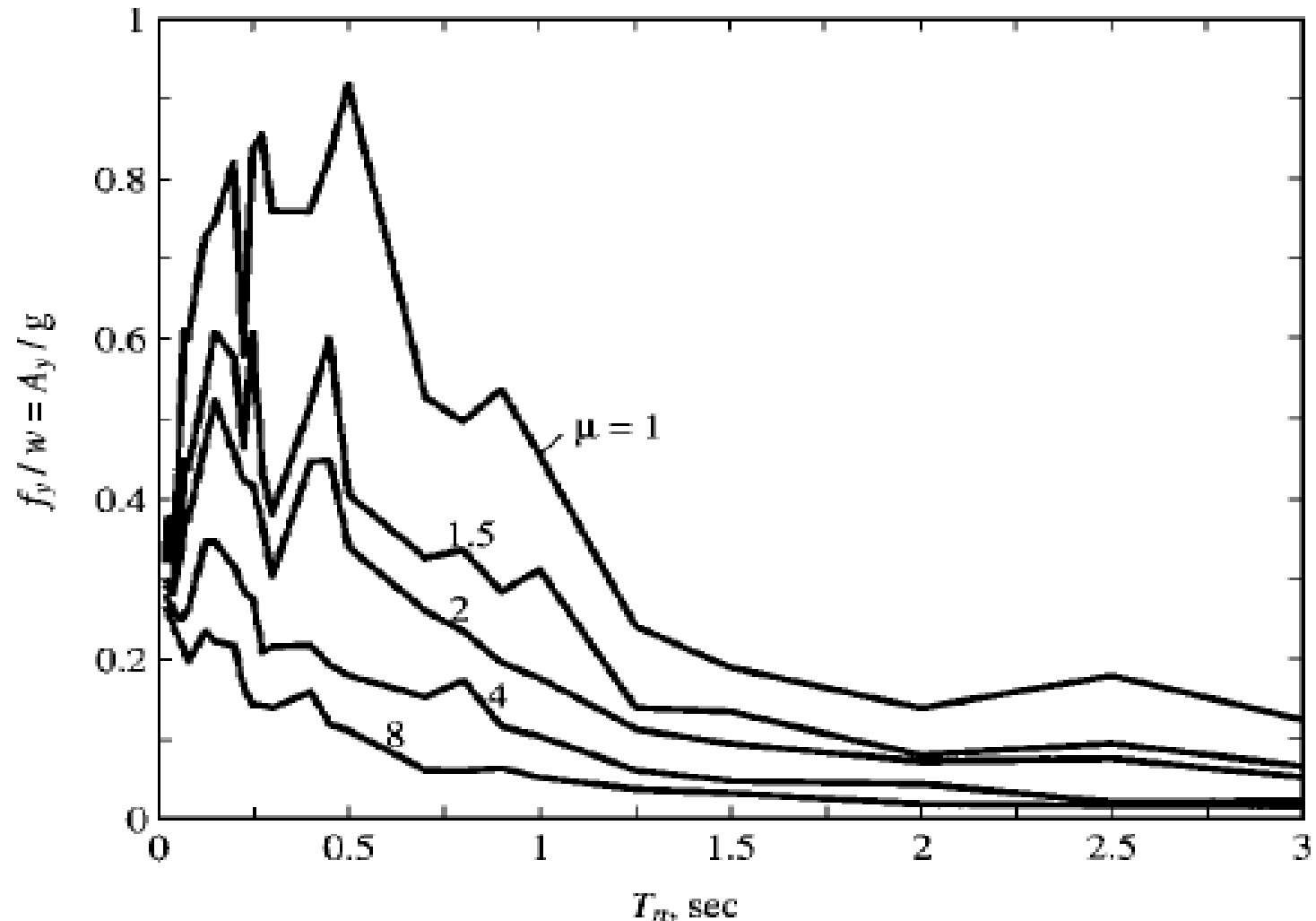


Ανελαστική

Μετακίνηση (άνω) - τέμνουσα σύλου (κάτω)



Φάσματα απόκρισης: Ελαστικά ($\mu=1$) & Ανελαστικά ($\mu>1$)



ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ (EC-8)

Γενικά περί Ευρωκωδικών

- Κάθε Ευρωκώδικας αποτελείται από δύο τεύχη:
 - Το **Βασικό κείμενο**, ίδιο για όλες τις χώρες (μεταφρασμένο στη γλώσσα της χώρας)
 - Το **Εθνικό Προσάρτημα** που εκδίδει κάθε χώρα και καθορίζει τις παραμέτρους και μεθοδολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν στη χώρα.

Το Εθνικό Προσάρτημα αναφέρεται μόνο σε συγκεκριμένες διατάξεις του βασικού κειμένου, όπου γίνεται σαφής αναφορά ότι οι αντίστοιχες τιμές παραμέτρων ή μέθοδοι υπολογισμού θα οριστούν στο Εθνικό Προσάρτημα κάθε χώρας.

Διατάξεις άλλων Ευρωκωδικών

ΕΚ0: Βάσεις Σχεδιασμού

- Οριακές καταστάσεις αστοχίας
- Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας
- Χαρακτηρισμός δράσεων
- Συνδυασμοί δράσεων

ΕΚ1: Δράσεις – Μέρος 1-1: Γενικές δράσεις – Πυκνότητες, ίδιον βάρος, επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια

- Ορισμός τιμών δράσεων

ΕΚ7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός – Μέρος 1: Γενικοί κανόνες

- Αντοχή και φέρουσα ικανότητα εδάφους

Υπολογισμός σεισμικών δράσεων

Κατάταξη εδαφών

- A** Βραχώδη
- B** Αποθέσεις από πολύ πυκνά αμμοχάλικα ή πολύ σκληρές αργίλους μεγάλου πάχους
- C** Αποθέσεις από πυκνά αμμοχάλικα ή σκληρές αργίλους μεγάλου πάχους
- D** Αποθέσεις από χαλαρά έως μέτρια, μη συνεκτικά εδάφη ή μαλακά έως σκληρά συνεκτικά εδάφη
- E** Επιφανειακό αλλουβιακό στρώμα πάχους 5-20m με τιμή v_s αντίστοιχη των εδαφών C ή D, που υπέρκειται σκληρού εδάφους
- S1** Αποθέσεις που αποτελούνται ή περιλαμβάνουν στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m από μαλακές αργίλους και ιλύες με μεγάλο δείκτη πλαστικότητας ($PI > 40$) και μεγάλο ποσοστό υγρασίας
- S2** Αποθέσεις από εδάφη επικίνδυνα για ρευστοποίηση ή ευαίσθητες αργίλους και εδάφη που δεν υπάγονται στις παραπάνω κατηγορίες

Υπολογισμός σεισμικών δράσεων

Σεισμικές ζώνες – εδαφική επιτάχυνση

- Έχουν υιοθετηθεί οι τρεις ζώνες του ΕΑΚ2003.
- Σε κάθε σεισμική ζώνη ορίζεται μία τιμή αναφοράς a_{gR} της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης σε έδαφος κατηγορίας A, η οποία αντιστοιχεί στην τιμή αναφοράς για περίοδο επαναφοράς $T_{NCR} = 475$ έτη (10% πιθανότητα υπέρβασης σε 50 χρόνια).
- Για διαφορετικές περιόδους επανάληψης ορίζεται συντελεστής σπουδαιότητας γ_I και η επιτάχυνση σχεδιασμού για έδαφος A είναι: $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$

Κατηγορία σπουδαιότητας	I	II	III	IV
γ_I	0.80	1.00	1.20	1.40

- Για τις τιμές της a_{gR} έχουν υιοθετηθεί οι τιμές της εδαφικής επιτάχυνσης του ΕΑΚ2003.

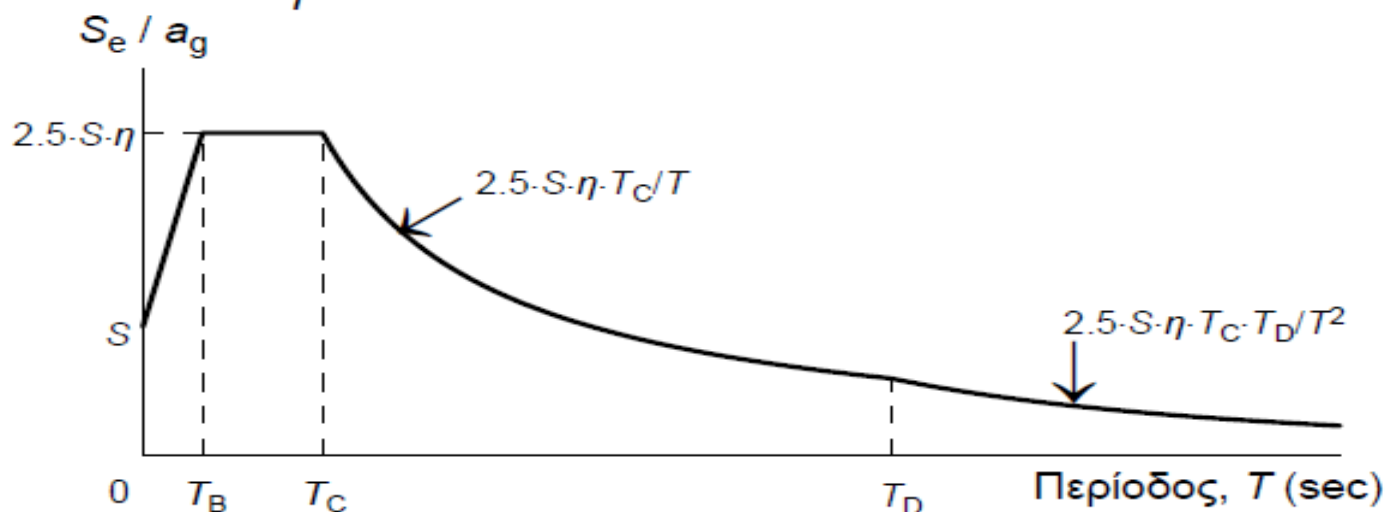
Ελαστικό φάσμα απόκρισης σε οριζόντια διεύθυνση

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right] \text{ για } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \text{ για } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \frac{T_C}{T} \text{ για } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \text{ για } T_D \leq T \leq 4\text{sec}$$



■ Συντελεστής εδάφους και χαρακτηριστικές περιόδους

Έδαφος	S	T_B (sec)	T_C (sec)	T_D (sec)
A	1.00	0.15	0.40	2.50
B	1.20	0.15	0.50	2.50
C	1.15	0.20	0.60	2.50
D	1.35	0.20	0.80	2.50
E	1.40	0.15	0.50	2.50

■ Συντελεστής απόσβεσης

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

Ανελαστικό φάσμα σχεδιασμού στην οριζόντια διεύθυνση

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad \text{για } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \quad \text{για } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \geq \beta \cdot a_g \quad \text{για } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \geq \beta \cdot a_g \quad \text{για } T_D \leq T \leq 4\text{sec}$$

- Οι τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q , που δίνονται στα κεφάλαια που αναφέρονται στα διάφορα υλικά, **περιέχουν** και την επιρροή συντελεστή απόσβεσης διάφορου του 5%. Γι' αυτό δεν εμφανίζεται ο συντελεστής απόσβεσης, η .
- Ο συντελεστής συμπεριφοράς q μπορεί να είναι διαφορετικός στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις.
- Η κατηγορία πλαστιμότητας είναι ίδια σε όλες τις διευθύνσεις.

Κατηγορίες πλαστιμότητας

Τα κτίρια από Ω.Σ. κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες πλαστιμότητας ανάλογα με την ικανότητα απόδοσης ενέργειας μέσω υστερητικής συμπεριφοράς που διαθέτουν:

- **ΚΠΜ** (Κατηγορία Πλαστιμότητας Μεσαία)
- **ΚΠΥ** (Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή)

Στην Ελλάδα **δεν επιτρέπεται** η κατασκευή κτιρίων **κατηγορίας πλαστιμότητας X** (χαμηλή πλαστιμότητα), τα οποία δεν διαθέτουν ικανότητα πλάστιμης συμπεριφοράς και διαστασιολογούνται μόνον σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΚ2.

Η αυξημένη πλαστιμότητα που διαθέτουν τα κτίρια που σχεδιάζονται για ΚΠΥ (διαστασιολογούνται για μεγαλύτερο q), έναντι αυτών που σχεδιάζονται για ΚΠΜ, εξασφαλίζεται από το γεγονός ότι, σε αυτή την περίπτωση, εφαρμόζονται περισσότεροι και αυστηρότεροι έλεγχοι και διατάξεις.

Συντελεστής συμπεριφοράς

Κτίρια από Ω.Σ.

Γενικώς: $q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$

- $k_w = 1$

για πλασιωτά συστήματα ή συστήματα που συμπεριφέρονται ως πλασιωτά.

- $0.5 \leq k_w \leq 1.0$

για τοιχωματικά συστήματα ή συστήματα που συμπεριφέρονται ως τοιχωματικά και για στρεπτικά εύκαμπτα συστήματα. Η τιμή του k_w εξαρτάται από το λόγο *ύψους/μήκος* των τοιχωμάτων που αποτελεί μέτρο της προέχουσας μορφής αστοχίας.

- $q_0 =$ βασικός συντελεστής συμπεριφοράς.

- Τιμές q_0 για συστήματα με κατακόρυφη κανονικότητα

Στατικός τύπος	ΚΠΜ	ΚΠΥ
Πλαισιωτά – Διπλά συστήματα – Συστήματα με συζευγμένα τοιχώματα	$3.0\alpha_u / \alpha_1$	$4.5\alpha_u / \alpha_1$
Συστήματα με ασύζευκτα τοιχώματα	3.0	$4.0\alpha_u / \alpha_1$
Στρεπτικά εύκαμπτα συστήματα	2.0	3.0
Ανεστραμένα εκκερεμή	1.5	2.0

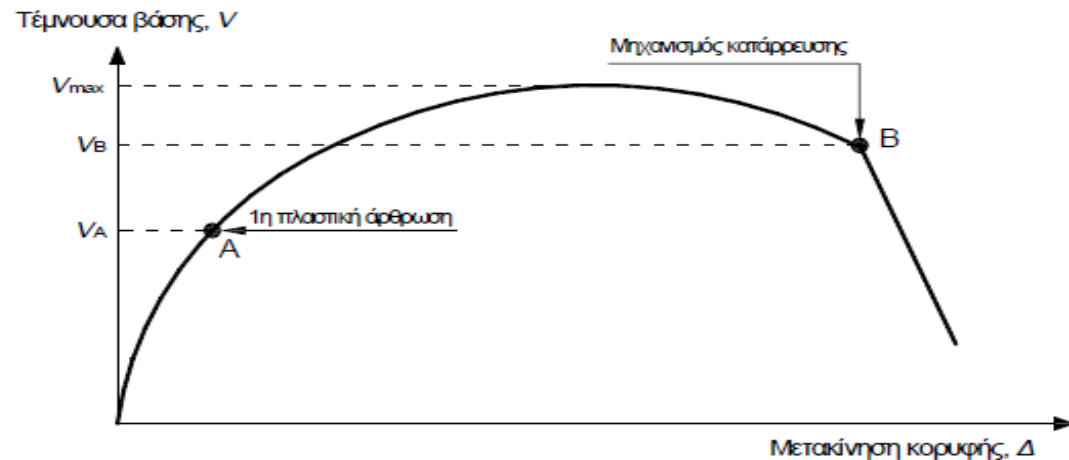
- Για συστήματα χωρίς κατακόρυφη κανονικότητα, οι τιμές του q_0 μειώνονται κατά 20%
- Συστήματα με μεγάλα, ελαφρά οπλισμένα τοιχώματα: μόνο ΚΠΜ.

■ Ο λόγος a_u / a_1 δηλώνει την αντοχή πέραν της 1ης διαρροής:

a_1 = ο απαιτούμενος συντελεστής επαύξησης των σεισμικών φορτίων για τη δημιουργία της 1ης πλαστικής άρθρωσης οπουδήποτε στην κατασκευή.

a_u = ο απαιτούμενος συντελεστής επαύξησης των σεισμικών φορτίων για τη δημιουργία αρκετών πλαστικών αρθρώσεων ώστε να προκληθεί μηχανισμός κατάρρευσης.

Στον ΕΚ8 προτείνονται τιμές για το λόγο a_u / a_1 ανάλογα με το στατικό σύστημα, που κυμαίνονται από **1.1 έως 1.3**. Επιτρέπονται μεγαλύτερες τιμές εάν αποδεικνύονται με χωρική **ανάλυση pushover**, με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή **1.5**.



Συντελεστής συμπεριφοράς για πλαισιωτά συστήματα

Τύπος κατασκευής	ΚΠΜ (DCM)				ΚΠΥ (DCH)			
	Με οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Μόνο οριζόντια κανονικότητα	Μόνο κατακόρ. κανονικότητα	Χωρίς οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Με οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Μόνο οριζόντια κανονικότητα	Μόνο κατακόρ. κανονικότητα	Χωρίς οριζόν. & κατακ. κανονικότητα
A	3.30	2.64	3.15	2.52	4.95	3.96	4.20	3.36
B	3.60	2.88	3.30	2.64	5.40	4.32	4.95	3.96
Γ	3.90	3.12	3.45	2.76	5.85	4.68	5.17	4.14

A = Μονώροφα κτίρια

B = Πολυώροφα κτίρια με πλαίσια ενός ανοίγματος

Γ = Πολυώροφα κτίρια με πλαίσια ή διπλά συστήματα που συμπεριφέρονται ως πλαισιωτά πολλών ανοιγμάτων

Συντελεστής συμπεριφοράς για τοιχωματικά συστήματα ($k_w=1$)

Τύπος κατασκευής	ΚΠΜ (DCM)				ΚΠΥ (DCH)			
	Με οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Μόνο οριζόντια κανονικότητα	Μόνο κατακόρ. κανονικότητα	Χωρίς οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Με οριζόν. & κατακ. κανονικότητα	Μόνο οριζόντια κανονικότητα	Μόνο κατακόρ. κανονικότητα	Χωρίς οριζόν. & κατακ. κανονικότητα
A	3.00	2.40	3.00	2.40	4.00	3.20	4.00	3.20
B	3.00	2.40	3.00	2.40	4.40	3.52	4.20	3.36
Γ	3.60	2.88	3.30	2.64	5.40	4.32	4.95	3.96

A = τοιχωματικά συστήματα με μόνο δύο ασύζευκτα τοιχώματα ανά διεύθυνση

B = λοιπά τοιχωματικά συστήματα με ασύζευκτα τοιχώματα

Γ = διπλά συστήματα ισοδύναμα με τοιχωματικά και συστήματα συζευγμένων τοιχωμάτων

Τέλος Ενότητας

