

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗΣ

$$\text{Ιδιοπερίοδος: } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \quad \text{Ιδιοσυχνότητα: } \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$\text{Δυσκαμψίες: } \text{Αμφίπακτο υποστύλωμα: } K = \frac{12 \cdot E \cdot I}{h^3}, \quad \text{Μονόπακτο υποστύλωμα: } K = \frac{3 \cdot E \cdot I}{h^3}$$

Το Ελαστικό φάσμα απόκρισης κατά την οριζόντια διεύθυνση (Ευρωκώδικας 8):

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

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

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

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

Όπου:

$S_e(T)$ είναι η επιτάχυνση ελαστικής απόκρισης.

T είναι η ιδιοπερίοδος δόνησης για ένα μονοβάθμιο σύστημα.

a_g είναι η επιτάχυνση σχεδιασμού του εδάφους.

$$a_g = \gamma_1 \times a_{gR},$$

όπου γ_1 συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου και a_{gR} η μέγιστη σεισμική επιτάχυνση στο βράχο).

*ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ
ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ*

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Κτίριο	Τιμή γ_1
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

T_B, T_C, T_D Χαρακτηριστικές περιόδους του φάσματος.

S είναι ο συντελεστής εδάφους

η είναι ο συντελεστής διόρθωσης,

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

όπου ξ , η αποσβέση της κατασκευής (%).

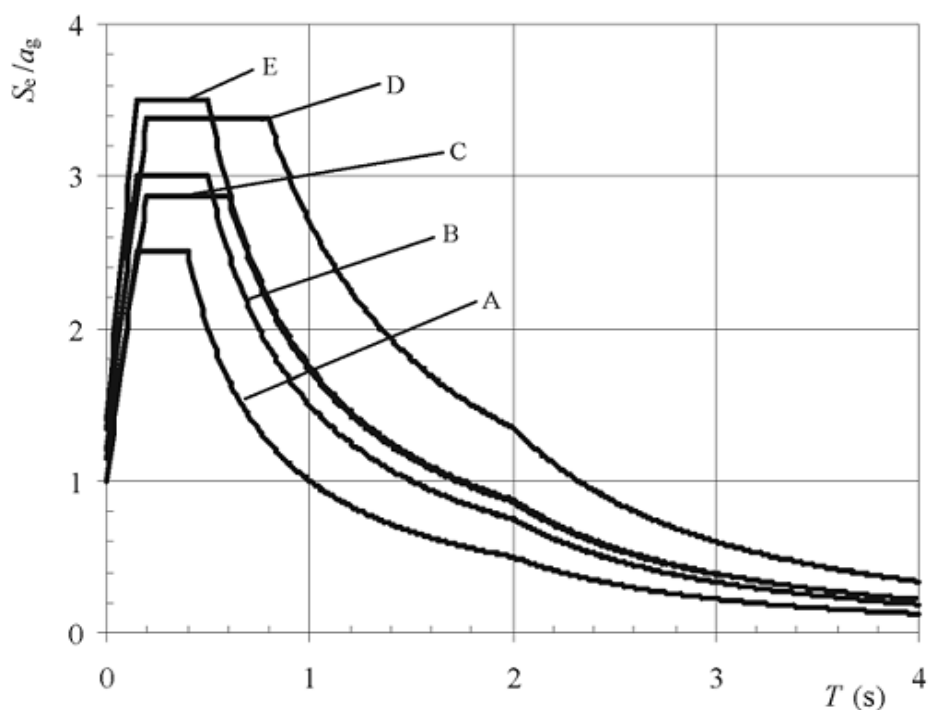
*Τιμή αναφοράς a_{gR} μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης στο βράχο με βάση τις τρεις ζώνες
σεισμικότητας*

Ζώνη	a_{gR}
Z1	0.16g
Z2	0.24g
Z3	0.36g

Οι τιμές των περιόδων T_B , T_C και T_D του συντελεστή εδάφους S περιγράφουν το σχήμα του φάσματος ελαστικής απόκρισης που εξαρτάται από του τύπο του εδάφους. Περιοχές που αντιστοιχούν σε σταθερή επιτάχυνση είναι μεταξύ T_B και T_C , σε σταθερή ταχύτητα (με εξίσωση ευθείας $(S_e/a_g)=(1/T)$) μεταξύ T_C και T_D και από εκεί και μετά (με εξίσωση ευθείας $(S_e/a_g)=(1/T^2)$) είναι η περιοχή που αντιστοιχεί σε σταθερή μετακίνηση.

ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΟΥΝ ΤΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	S	$T_B(S)$	$T_C(S)$	$T_D(S)$
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0



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**Το Ελαστικό φάσμα απόκρισης κατά την κατακόρυφη διεύθυνση (Ευρωκώδικας 8):**

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

$S_{ve}(T)$ το ελαστικό φάσμα απόκρισης κατά την κατακόρυφη διεύθυνση με βάση την επιτάχυνση του εδάφους

a_{vg} είναι η επιτάχυνση σχεδιασμού του εδάφους κατά την κατακόρυφη διεύθυνση

*ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΟΥΝ ΤΟ
ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ*

Φάσμα	a_{vg}/a_g	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
Τύπος Ι	0.90	0.05	0.15	1.0
Τύπος ΙΙ	0.45	0.05	0.15	1.0

Ανελαστικό φάσμα σχεδιασμού απόκρισης κατά την οριζόντια διεύθυνση

(Ευρωκώδικας 8):

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5\eta}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

όπου

$S_d(T)$ είναι το φάσμα σχεδιασμού

q είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς

β είναι συντελεστής κατώτατου ορίου για το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού. Η τιμή που αποδίδεται στον β για χρήση σε μια χώρα μπορεί να βρεθεί στο Εθνικό Προσάρτημα. Η συνιστώμενη τιμή για τον β είναι 0,2.

Συντελεστής συμπεριφοράς q

Κτίρια από Ω.Σ.

Γενικώς: $q = q_0 \cdot kw \geq 1.5$

- $kw = 1$, για πλαίσια συστήματα ή συστήματα που συμπεριφέρονται ως πλαίσια.
- $0.5 \leq kw \leq 1.0$, για τοιχωματικά συστήματα ή συστήματα που συμπεριφέρονται ως τοιχωματικά και για στρεπτικά εύκαμπτα συστήματα. Η τιμή του kw εξαρτάται από το λόγο ύψους/μήκος των τοιχωμάτων που αποτελεί μέτρο της προέχουσας μορφής αστοχίας.
- $q_0 =$ βασικός συντελεστής συμπεριφοράς.

Συντελεστής συμπεριφοράς για πλαίσια 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 πλαίσια 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

Για τις κατακόρυφες σεισμικές δράσεις,

- Αντικαθιστούμε όπου a_g με a_{vg}
- **S=1.00.**
- Οι χαρακτηριστικές περιόδους λαμβάνονται όπως στο ελαστικό φάσμα για την κατακόρυφη διεύθυνση.
- Λαμβάνεται $q \leq 1.5$ για όλα τα υλικά και στατικά συστήματα. Μπορεί να ληφθεί $q > 1.5$ μετά από αιτιολόγηση με κατάλληλη μελέτη.
- Το φάσμα σχεδιασμού όπως καθορίζεται παραπάνω δεν επαρκεί για μελέτη φορέων με συστήματα σεισμικής μόνωσης ή απόδοσης ενέργειας.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ**(ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ)**

Η σεισμική τέμνουσα δύναμη βάσης F_b , για κάθε οριζόντια διεύθυνση κατά την οποία μελετάται το κτίριο, θα καθορίζεται με χρήση της ακόλουθης έκφρασης:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

όπου

$S_d(T_1)$ είναι η τετμημένη του φάσματος σχεδιασμού στην περίοδο T_1 ;

T_1 Είναι η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος ταλάντωσης του κτιρίου για οριζόντια κίνηση στην εξεταζόμενη διεύθυνση

m είναι η συνολική μάζα του κτιρίου πάνω από την θεμελίωση ή πάνω από την άνω επιφάνεια άκαμπτης βάσης.

λ είναι συντελεστής διόρθωσης,

$\lambda = 0,85$ εάν $T_1 \leq 2 T_C$ και το κτίριο έχει πάνω από δύο ορόφους,

$\lambda = 1,0$ σε κάθε άλλη περίπτωση.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Ο συντελεστής λ εκφράζει το γεγονός ότι σε κτίρια με τουλάχιστον τρεις ορόφους και μεταφορικούς βαθμούς ελευθερίας σε κάθε οριζόντια διεύθυνση, η δρώσα ιδιομορφική μάζα της 1^{ης} θεμελιώδους ιδιομορφής είναι μικρότερη, κατά 15% κατά μέσον όρο, από τη συνολική μάζα του κτιρίου.

- **Ιδιοπερίοδος:**

Για κτίρια με ύψος μέχρι 40 m η τιμή του T_1 (σε s) μπορεί να προσεγγιστεί με την ακόλουθη έκφραση:

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4}$$

όπου:

C_t είναι 0,085 για χαλύβδινα πλαίσια, 0,075 για πλαίσια από σκυρόδεμα και χαλύβδινα πλαίσια με έκκεντρους δικτυωτούς συνδέσμους και 0,050 για κάθε άλλο φορέα

H είναι το ύψος του κτιρίου, σε m, από την θεμελίωση ή από την άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου.

Εναλλακτικά, για φορείς με τοιχώματα από σκυρόδεμα ή από τοιχοποιία, η τιμή του C_t μπορεί να ληφθεί ως

$$C_t = 0,075 / \sqrt{A_c}$$

όπου

$$A_c = \Sigma \left[A_i \cdot (0,2 + (l_{wi} / H))^2 \right]$$

και

A_c είναι η συνολική δρώσα επιφάνεια των τοιχωμάτων στον πρώτο όροφο του κτιρίου, σε m^2

A_i είναι η δρώσα επιφάνεια της διατομής του τοιχώματος i στη θεωρούμενη κατεύθυνση στον πρώτο όροφο του κτιρίου, σε m^2

l_{wi} είναι το μήκος του τοιχώματος i στον πρώτο όροφο σε διεύθυνση παράλληλη με την εφαρμοζόμενη φόρτιση, με τον περιορισμό ότι l_{wi}/H δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,9.

Εναλλακτικά, η εκτίμηση του T_1 (σε s) μπορεί να γίνει με τη χρήση της ακόλουθης έκφρασης:

$$T_1 = 2 \cdot \sqrt{d}$$

όπου

d είναι η οριζόντια ελαστική μετακίνηση του δώματος του κτιρίου, σε m, υπό την δράση των φορτίων βαρύτητας εφαρμοζόμενων στην (εξεταζόμενη) οριζόντια διεύθυνση.

- **Κατανομή των οριζόντιων σεισμικών φορτίων**

$$F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\sum s_j \cdot m_j}$$

όπου

F_i είναι το οριζόντιο φορτίο που ασκείται στον όροφο i ;

F_b είναι η σεισμική τέμνουσα βάσεως

s_i, s_j είναι οι μετακινήσεις των μαζών m_i, m_j που αντιστοιχούν στην θεμελιώδη ιδιομορφή

m_i, m_j είναι οι μάζες ορόφων

Όταν η θεμελιώδης ιδιομορφή προσεγγίζεται από οριζόντιες μετακινήσεις που αυξάνονται γραμμικά με το ύψος, τα οριζόντια φορτία F_i θα λαμβάνονται από την έκφραση:

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j}$$

όπου

z_i, z_j είναι τα ύψη των μαζών m_i, m_j πάνω από το επίπεδο εφαρμογής της σεισμικής δράσης (θεμελίωση ή άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου).

Τα οριζόντια φορτία F_i που καθορίζονται σύμφωνα με την παρούσα θα κατανέμονται στο σύστημα ανάληψης οριζόντιων φορτίων υποθέτοντας ότι οι πλάκες των ορόφων είναι άκαμπτες στο επίπεδό τους.