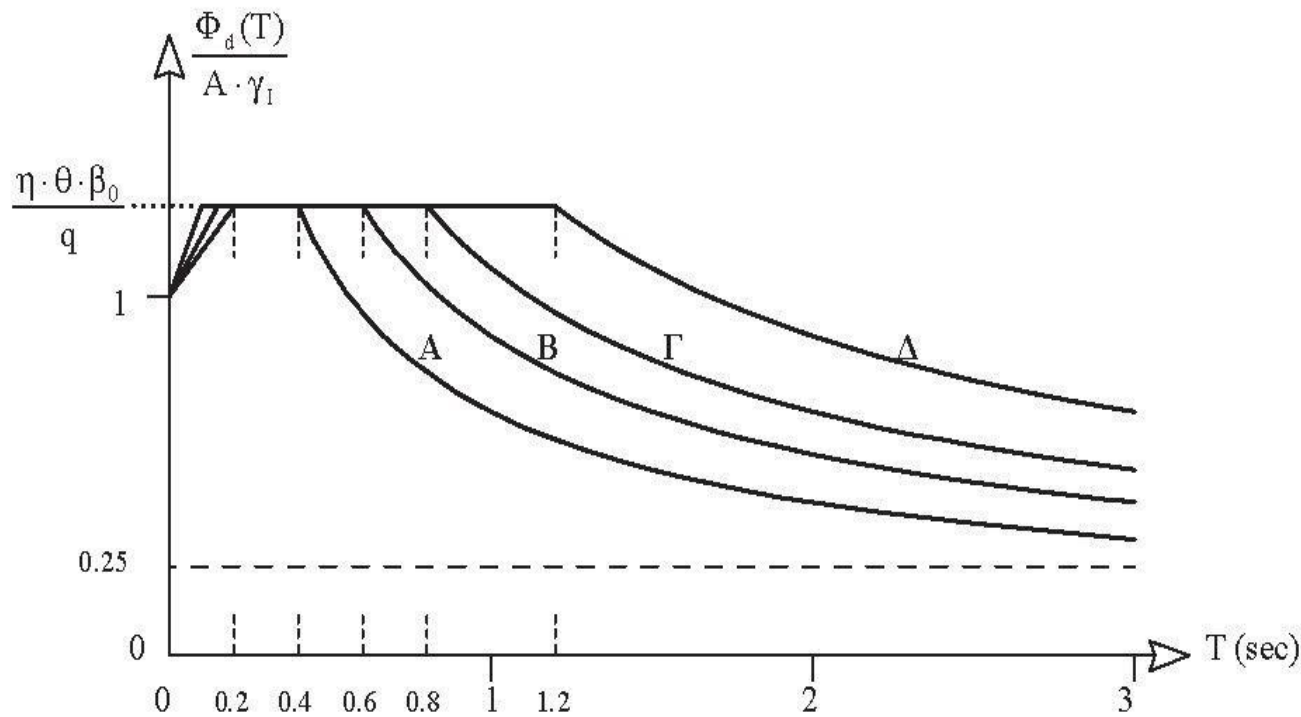




**ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

## Αντισεισμικές Κατασκευές (εργαστήριο) Εφαρμογή 2

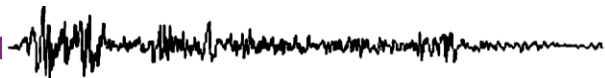
# Φάσμα σχεδιασμού ΕΑΚ



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

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

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



# Επιρροή Εδάφους Θεμελίωσης

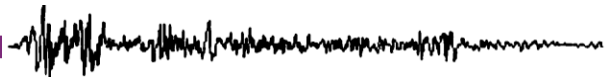
$$0 \leq T < T_1 : \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_1} \left( \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1 \right) \right]$$

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

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

| Κατηγορία εδάφους | A    | B    | Γ    | Δ    |
|-------------------|------|------|------|------|
| $T_1$             | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.20 |
| $T_2$             | 0.40 | 0.60 | 0.80 | 1.20 |

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ   |
|-----------|---|
| A         | <p>Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση</p> <p>Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.</p>  |
| B         | <p>Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη.</p> <p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p>   |
| Γ         | <p>Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.</p>  |
| Δ         | <p>Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας (<math>I_p &gt; 50</math>) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.</p>   |
| Χ         | <p>Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων)</p> <p>Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. (Βλπ. και παρ. 5.1[3]).</p> <p>Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.</p> <p>Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπυκνώσεως ή απώλειας αντοχής.</p> <p>Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη.</p> <p>Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.</p> |



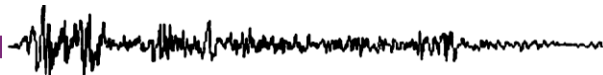
$$0 \leq T < T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_1} \left( \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1 \right) \right]$$

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

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

## $\gamma_I$ : συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίων

| Κατηγορία Σπουδαιότητας |  | $\gamma_I$ |
|-------------------------|--|------------|
| Σ1                      | Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού, π.χ. αγροτικά οικήματα, υπόστεγα, στάβλοι κλπ.  | 0.85       |
| Σ2                      | Συνήθη κτίρια κατοικιών και γραφείων, βιομηχανικά κτίρια, ξενοδοχεία κλπ.  | 1.00       |
| Σ3                      | Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, αίθουσες αεροδρομίων και γενικώς κτίρια στα οποία ευρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου.<br>Κτίρια τα οποία στεγάζουν εγκαταστάσεις πολύ μεγάλης οικονομικής σημασίας (π.χ. κτίρια που στεγάζουν υπολογιστικά κέντρα, ειδικές βιομηχανίες) κλπ.              | 1.15       |
| Σ4                      | Κτίρια των οποίων η λειτουργία, τόσο κατά την διάρκεια του σεισμού, όσο και μετά τους σεισμούς, είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κτίρια δημόσιων επιτελικών υπηρεσιών.<br>Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (π.χ. μουσεία κλπ.). | 1.30       |



# Μέγιστη αναμενόμενη οριζόντια επιτάχυνση

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

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

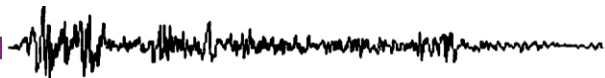
$$T_2 < T: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \cdot \left( \frac{T_2}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots$$

| Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας | I    | II   | III  |
|--------------------------------|------|------|------|
| $\alpha$                       | 0.16 | 0.24 | 0.36 |

**$\alpha$ : μέγιστη αναμενόμενη εδαφική επιτάχυνση στην περιοχή της κατασκευής**

Μέγιστη οριζόντια εδαφική σεισμική επιτάχυνση:

$$\mathbf{A = \alpha \times g}$$



# Συντελεστής φασματικής ενίσχυσης, διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης για ζ≠5%

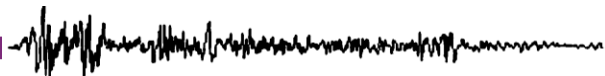
$$0 \leq T < T_1: \quad \Phi_d(T) = \gamma_I \cdot A \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_1} \left( \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1 \right) \right]$$

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

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

- **β<sub>0</sub>**: συντελεστής φασματικής ενίσχυσης (=2.50)
- **η** : διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης για ζ≠5%:

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



# Συνεισφορά Θεμελίωσης

| Κατηγορία εδάφους | $\theta$ |   |
|-------------------|----------|---|
| A , B             | 1        |   |
| Γ , Δ             | 0.9      | 1α. Το κτίριο διαθέτει ένα υπόγειο<br>1β. Η θεμελίωση του κτιρίου είναι γενική κοιτόστρωση.<br>1γ. Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που φέρουν δοκούς σύνδεσης στην κεφαλή  |
| Γ , Δ             | 0.8      | 2α. Το κτίριο διαθέτει δύο τουλάχιστον υπόγεια<br>2β. Το κτίριο διαθέτει ένα τουλάχιστον υπόγειο και η θεμελίωση είναι γενική κοιτόστρωση<br>2γ. Η θεμελίωση του κτιρίου είναι με πασσάλους που συνδέονται με ενιαίο κεφαλόδεσμο (όχι αναγκαστικά ενιαίου πάχους) |

$\theta$ : συντελεστής θεμελίωσης

•βαθιά θεμελίωση

•δύσκαμπτη θεμελίωση



**ΜΕΙΩΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ**



Πίνακας 2.6: Μέγιστες Τιμές Συντελεστή Συμπεριφοράς  $q$ .

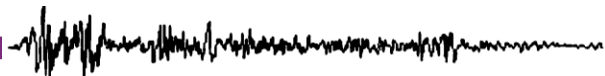
## $q$ : συντελεστής συμπεριφοράς κατασκευής

• ικανότητα κατασκευής να απορροφά & να διαχέει ενέργεια με πλαστική συμπεριφορά, **χωρίς να μειώνεται δραστικά η αντοχή της**

• μείωση σεισμικών επιταχύνσεων λόγω **μετελαστικής συμπεριφοράς** κατασκευής

•  **$q=1$** , για ελαστική συμπεριφορά

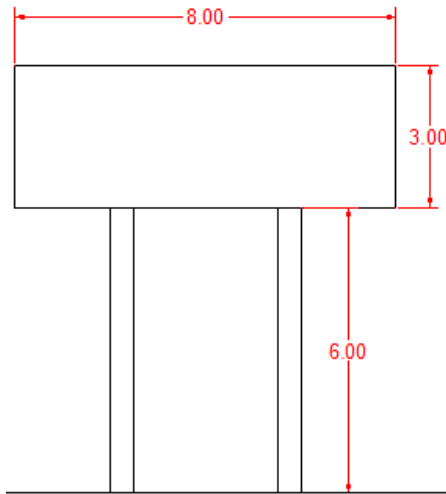
| ΥΛΙΚΟ                  | ΔΟΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ  | $q$  |
|------------------------|---|------|
| 1. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ | α. Πλαίσια ή μικτά συστήματα  | 3.50 |
|                        | β. Συστήματα τοιχωμάτων που λειτουργούν σαν πρόβολοι  | 3.00 |
|                        | γ. Συστήματα στα οποία τουλάχιστον το 50% της συνο-λικής μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους. | 2.00 |
| 2. ΧΑΛΥΒΑΣ             | α. Πλαίσια  | 4.00 |
|                        | β. Δικτυωτοί σύνδεσμοι με εκκεντρότητα *  | 4.00 |
|                        | γ. Δικτυωτοί σύνδεσμοι χωρίς εκκεντρότητα:  |      |
|                        | • διαγώνιοι σύνδεσμοι   | 3.00 |
|                        | • σύνδεσμοι τύπου V ή L   | 1.50 |
|                        | • σύνδεσμοι τύπου K (όπου επιτρέπεται*)   | 1.00 |
|                        | * Βλέπε Παράρτημα Γ.  |      |
| 3. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ          | α. Με οριζόντια διαζώματα   | 1.50 |
|                        | β. Με οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα  | 2.00 |
|                        | γ. Οπλισμένη (κατακόρυφα και οριζόντια)   | 2.50 |
| 4. ΞΥΛΟ                | α. Πρόβολοι   | 1.00 |
|                        | β. Δοκοί – Τόξα – Κολλητά πετάσματα   | 1.50 |
|                        | γ. Πλαίσια με κοχλιώσεις  | 2.00 |
|                        | δ. Πετάσματα με ηλώσεις   | 3.00 |





Δύο όμοιοι υδατόπυργοι από οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελιώνονται ο ένας σε βράχο και ο άλλος σε μαλακή άργιλο. Ζητείται να υπολογίσετε και για τους δύο υδατόπυργους για σεισμική διέγερση στη x διεύθυνση:

1. την **τέμνουσα βάση**
2. τη **ροπή ανατροπής**
3. την **τέμνουσα και ροπή του καθενός υποστυλώματος**



#### Δεδομένα - Παραδοχές:

- Οι διαστάσεις του σχήματος είναι σε **m**.
- Οι υδατόπυργοι θεωρούνται **γεμάτοι με νερό**.
- Ο κάθε υδατόπυργος έχει **τετραγωνική κάτοψη** και στηρίζεται σε **τέσσερα υποστυλώματα**.
- Το **πάχος των περιμετρικών τοιχωμάτων** και των **πλακών οροφής** και **βάσης** είναι **0.2m**.
- Τα υποστυλώματα λαμβάνονται στον υπολογισμό της μάζας της κατασκευής μέχρι το **μισό του ύψους τους**.
- Τα υποστυλώματα είναι **τετραγωνικής διατομής, πλευρά 0.5m** και μπορούν να θεωρηθούν **αμφίπακτα**.
- Ο **συντελεστής σπουδαιότητας** της κατασκευής μπορεί να ληφθεί ίσος με 1.
- Οι κατασκευές ανήκουν σε **ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II**.
- Η απόσβεση των υδατόπυργων είναι ίση με  **$\zeta=5\%$** .
- Ο **συντελεστής θεμελίωσης** και των δύο υδατόπυργων να ληφθεί κατά παραδοχή ίσος με 1.
- Η κατασκευή συμπεριφέρεται **ελαστικά**.
- Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος,  **$E=2.1 \cdot 10^7 \text{kPa}$** .
- Επιτάχυνση της βαρύτητας,  **$g=9.81 \text{m/sec}^2$** .

#### Βήματα επίλυσης

##### 1. Υπολογισμός Μάζας:

- $V_{\text{ΠΛΑΚΩΝ}}, W_{\text{ΠΛΑΚΩΝ}}$
  - $V_{\text{ΤΟΙΧΩΝ}}, W_{\text{ΤΟΙΧΩΝ}}$
  - $V_{\text{ΥΠΟΣΤ/ΜΑΤΩΝ}}, W_{\text{ΥΠΟΣΤ/ΜΑΤΩΝ}}$
- }  $W_{\text{ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ}} \ \& \ M_{\text{ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ}}$  }  $M_{\text{tot}}$
- $V_{\text{ΝΕΡΟΥ}}, M_{\text{ΝΕΡΟΥ}}$

##### 2. Υπολογισμός Δυσκαμψίας K (Αμφίπακτα υποστυλώματα):

Ροπή αδράνειας I:

- ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ x'x:  $I_{cy} \rightarrow K_x$

##### 3. Υπολογισμός Ιδιοπεριόδου:

- ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ x'x:  $T_{nx}, (K_x)$

##### 4. Φασματικά Επιτάχυνση Σχεδιασμού:

(κατηγορία εδάφους  $T_1, T_2$  & σύγκριση με  $T_{nx}$ )

(A) ΒΡΑΧΟΣ

$\Phi_d(T)_A$

(B) ΜΑΛΑΚΗ ΑΡΓΙΛΟΣ

$\Phi_d(T)_B$

##### 5. Τέμνουσες βάσεις:

(A)  $V_{b0A}$

(B)  $V_{b0B}$

##### 6. Ροπές Ανατροπής:

(A)  $M_{b0A}$

(B)  $M_{b0B}$

##### 7. Τέμνουσες Υποστυλωμάτων:

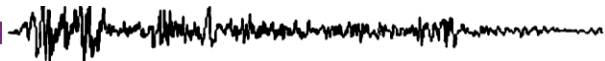
(A)  $V_A$

(B)  $V_B$

##### 8. Ροπές Υποστυλωμάτων:

(A)  $M_A$

(B)  $M_B$





*Thank you*