

**8η ΑΣΚΗΣΗ**

(Θα γίνει στην τάξη)

Η δεξαμενή από Ο.Σ. του σχήματος έχει βάρος  $W=1000\text{kN}$  και στηρίζεται σε τέσσερα αμφίπακτα υποστυλώματα κυκλικής διατομής, διαμέτρου  $0.50\text{m}$ . Οι ταχύτητες διάδοσης των διατμητικών κυμάτων στις στρώσεις του εδάφους στη θέση που θεμελιώνεται η δεξαμενή δίνονται στον πίνακα. Η δεξαμενή υπολογίζεται για ελαστική συμπεριφορά με χρήση του φάσματος του ΕΚ8 για εδαφική επιτάχυνση  $a_{gR} = 0.16g$ , έδαφος σύμφωνα με τις τοπικές εδαφικές συνθήκες και κατηγορία σπουδαιότητας 2 ( $\gamma_f=1.0$ ).

Ζητούνται:

1. Η κατηγορία εδάφους θεμελίωσης σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8
2. Να σχεδιαστεί το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού επιταχύνσεων που θα χρησιμοποιηθεί στη μελέτη σε απλούς άξονες και σε μορφή ADRS
3. Η τέμνουσα βάσης  $F_b$  της δεξαμενής
4. Η σεισμική ροπή στη βάση κάθε υποστυλώματος
5. Η μέγιστη σεισμική αξονική δύναμη σε κάθε υποστυλώμα
6. Η μέγιστη αναμενόμενη μετακίνηση του Κ.Β. της δεξαμενής,  $\delta_{max}$

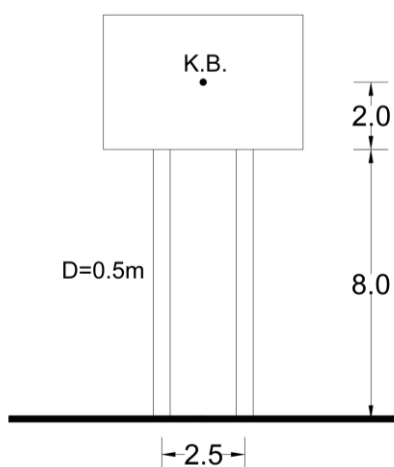
Παραδοχές

- Η ταχύτητα  $v_{s,30}$  στα ανώτερα 30 m εδάφους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

όπου:  $h_i$  = πάχος στρώματος (m) $v_i$  = ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων στρώματος i $N$  = πλήθος στρωμάτων στα ανώτερα 30 m εδάφους.

- Να θεωρηθεί ότι όταν συμβεί ο σεισμός σχεδιασμού η δεξαμενή θα είναι μερικώς γεμάτη και το Κ.Β. θα βρίσκεται σε ύψος 2.00 m από τον πυθμένα. Η τιμή του  $W$  που δίνεται συμπεριλαμβάνει και το βάρος του νερού.
- Η ροπή αδρανείας κυκλικής διατομής ισούται με  $I = \pi D^4/64$ .
- Το μέτρο ελαστικότητας του Ο.Σ. να ληφθεί  $E = 30 \times 10^6 \text{ kPa}$ .
- Για τον υπολογισμό της δυσκαμψίας του συστήματος στους υπολογισμούς να ληφθεί τιμή ( $EI$ ) ίση με το 50% της γεωμετρικής τιμής.

**Εδαφικά χαρακτηριστικά**

Βάθος	$v_s$ (m/sec)
$z = 0 \div 10 \text{ m}$	210
$z = 10 \div 24 \text{ m}$	270
$z = 24 \div 35 \text{ m}$	680

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Κατάταξη εδαφών κατά ΕΚ8

Κατηγορία εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	Παράμετροι		
		$v_{s,30}$	$N_{SPT}$	$c_u$ (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού	> 800	—	—
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος	360 - 800	> 50	> 250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά	< 180	< 15	< 70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με τιμές $v_s$ κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5 m και 20 m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με $v_s > 800$ m/s			
$S_1$	Αποθέσεις που αποτελούνται ή που περιέχουν ένα στρώμα πάχους τουλάχιστον 10 m μαλακών αργίλων/ιλών με υψηλό δείκτη πλαστικότητας ( $PI > 40$ ) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό	< 100 (ενδεικτικό)	—	10 - 20
$S_2$	Στρώματα ρευστοποιήσιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή οποιαδήποτε άλλη εδαφική τομή που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους A – E ή $S_1$			

## ΛΥΣΗ

1. Χρησιμοποιούνται οι ταχύτητες  $v_s$  των ανώτερων 30 m του εδάφους.

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}} = \frac{30}{\frac{10}{210} + \frac{14}{270} + \frac{6}{680}} = 277 \text{ m/s} \Rightarrow \text{κατηγορία C}$$

2. Για έδαφος κατηγορίας C είναι  $T_B = 0.20 \text{ s}$ ,  $T_C = 0.60 \text{ s}$ ,  $T_D = 2.50 \text{ s}$ ,  $S = 1.15$

$$a_g = \gamma_I a_{gR} = 1.0 \times 0.16g = 0.16g = 1.6 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T=0 \text{ s, } S_e = S a_g = 1.15 \times 1.6 = 1.84 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T=0.20 \text{ s, } S_e = 2.5 S a_g = 4.6 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T=0.60 \text{ s, } S_e = 2.5 S a_g = 4.6 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T=2.50 \text{ s, } S_e = 2.5 S a_g T_C/T = 1.104 \text{ m/s}^2$$

Το φάσμα σχεδιασμού σε μορφή ADRS κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας τη σχέση:

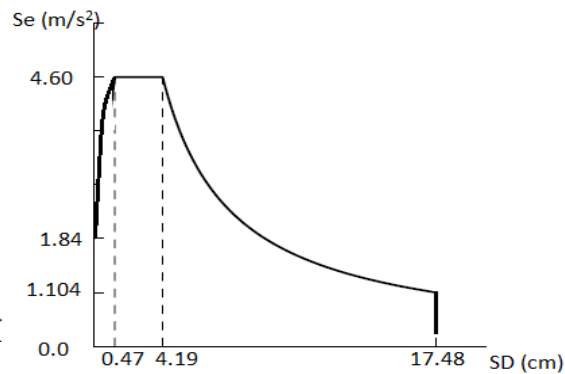
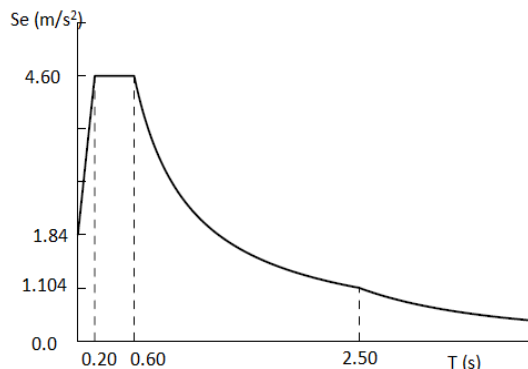
$$SD = \frac{PSA}{\omega^2} = S_e \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2$$

$$\text{Για } T=0 \text{ s, } SD = 0 \text{ m}$$

$$\text{Για } T=0.20 \text{ s, } SD = 4.6 \times (0.2/2\pi)^2 = 0.0047 \text{ m} = 0.47 \text{ cm}$$

$$\text{Για } T=0.60 \text{ s, } SD = 4.6 \times (0.6/2\pi)^2 = 0.0419 \text{ m} = 4.19 \text{ cm}$$

$$\text{Για } T=2.50 \text{ s, } SD = 1.104 \times (2.5/2\pi)^2 = 0.1748 \text{ m} = 17.48 \text{ cm}$$



$$3. K_{tot} = 4 \cdot 0.5 \frac{12EI}{h^3} = 4 \cdot 0.5 \frac{12 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0.5^4 / 64}{8^3} = 4314.3 \text{ kN/m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_{tot}}} \Rightarrow T = 0.957 \text{ s}$$

$$T_C < T < T_D \Rightarrow S_e = 1.6 \times 1.15 \times 1.0 \times 2.5 \times 0.60 / 0.957 = 2.884 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Τέμνουσα βάσης } F_b = m S_e = 100 \times 2.884 = 288.4 \text{ kN}$$

$$4. \text{ Τέμνουσα κάθε υποστυλώματος } V_{up} = F_b / 4 = 72.1 \text{ kN}$$

$$5. \text{ Ροπή κάθε υποστυλώματος } M_{up} = V_{up} H / 2 = 72.1 \times 8 / 2 = 288.4 \text{ kNm}$$

$$6. \text{ Ροπή ανατροπής } M_{av} = F_b H_{KB} = 288.4 \times 10 = 2884 \text{ kNm}$$

Παραλαμβάνεται από ροπές πάκτωσης των 4 υποστυλωμάτων και από δύο ζεύγη αξονικών δυνάμεων.

$$M_{av} = 4M_{up} + 2N_{up}L \Rightarrow N_{up} = \frac{M_{av} - 4M_{up}}{2L} = \frac{2884 - 4 \cdot 288.4}{2 \cdot 2.5} \Rightarrow N_{up} = 346.1 \text{ kN}$$

$$7. \delta_{max} = S_e \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2 = 2.884 \left( \frac{0.957}{2\pi} \right)^2 = 0.0669 \text{ m} \cong 6.7 \text{ cm}$$