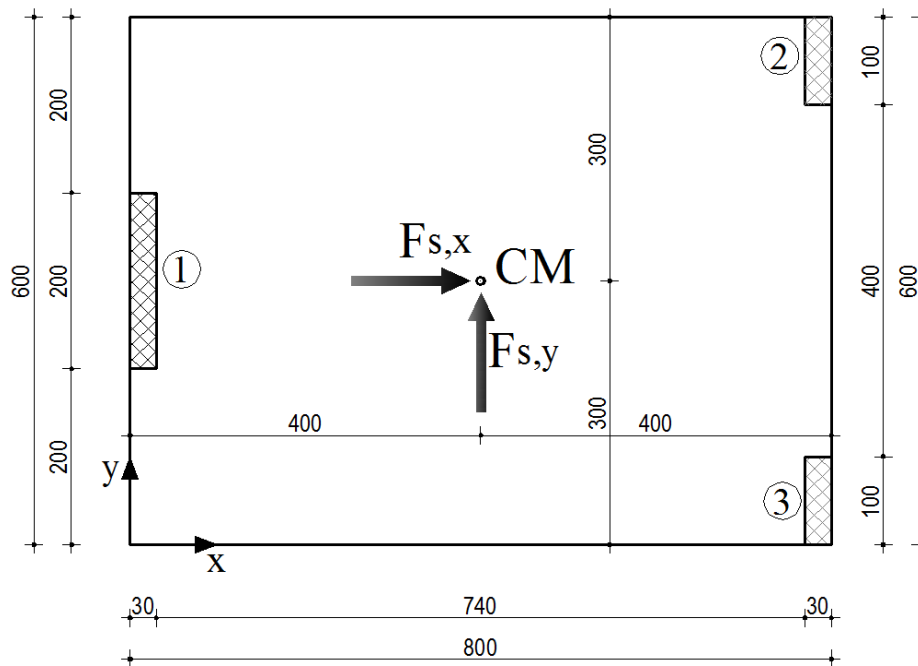


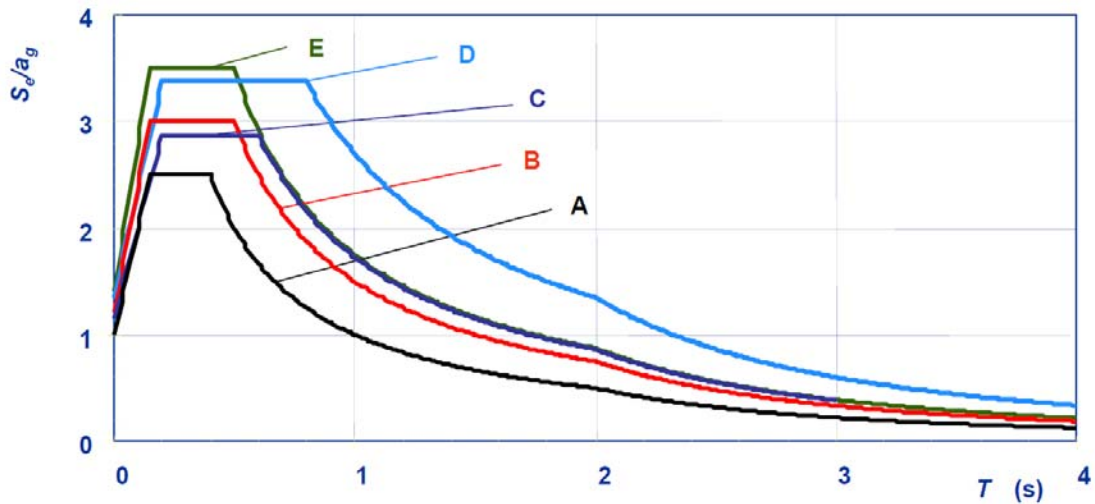
### Primjer:

Za jednospratnu armiranobetonsku konstrukciju čija je osnova prikazana na slici 1 potrebno je izračunati sopstvene periode oscilovanja u dva ortogonalna pravca i maksimalne horizontalne seizmičke sile u dva ortogonalna pravca koristeći odgovarajući projektni elastični spektar prikazan na slici 2. Dati su sljedeći podaci:



Slika 1. Osnova objekta

- zapreminska težina armiranog betona,  $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$
- debljina ploče,  $d_p = 20 \text{ cm}$
- spratna visina,  $h = 6.0 \text{ m}$
- jednako podijeljeno opterećenje po ploči,  $g = 6.0 \text{ kN/m}^2$
- modul elastičnosti betona,  $E = 30 \text{ GPa}$
- tip tla, A (čvrsta stijena)
- maksimalno ubrzanje tla na osnovnoj stijeni,  $a_g = 0.36g$ ,  
gdje je  $g$  ubrzanje zemljine teže,  $g = 9.81 \text{ m/sec}^2$



Slika 2. Projektni spektri odgovora ubrzanja za razne tipove tla normirani sa  $a_g$  za prigušenje od 5% dati u EC8.

### Rješenje:

#### 1) Određivanje mase konstrukcije

Težina objekta:

Ploča	$0.2 \times 8.0 \times 6.0 \times 25.0$	= 240 kN
Opterećenje po ploči	$8.0 \times 6.0 \times 6.0$	= 288 kN
Zid 1	$0.3 \times 2.0 \times 6.0/2 \times 25.0$	= 45 kN
Stubovi 2 i 3	$2 \times 0.3 \times 1.0 \times 6.0/2 \times 25.0$	= 45 kN

Ukupno:  $G = 618 \text{ kN}$

Napomena: Prilikom izračunavanja težine zidnog platna i stubova uzeta je polovina ukupne visine.

Odgovarajuća masa:

$$m = \frac{G}{g} = \frac{618}{9.81} = 63 \frac{\text{kNs}^2}{\text{m}}$$

#### 2) Određivanje seizmičke sile u x pravcu

Moment inercije pravougaonih poprečnih presjeka (dimenzija  $b \times h$ ) vertikalnih elemenata u  $x$  pravcu iznosi:

$$\text{Zid 1 - } I_{1,x} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{2 \cdot 0.3^3}{12} = 4.50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\text{Stubovi 2 i 3 - } I_{2-3,x} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{1 \cdot 0.3^3}{12} = 2.25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

### Bočna krutost

Napomena: Krutost konzolnih vertikalnih elemenata pri dejstvu koncentrisane sile u vrhu je jednako:

$$\text{Zid 1 - } k_{1,x} = \frac{3EI}{L^3} = \frac{3 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 4.50 \cdot 10^{-3}}{6^3} = 1.875 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Stubovi 2 i 3 - } k_{2-3,x} = \frac{3EI}{L^3} = \frac{3 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 2.25 \cdot 10^{-3}}{6^3} = 0.9375 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

Ukupna bočna krutost u x pravcu je jednaka:

$$k_x = k_{1,x} + 2k_{2-3,x} = 1.875 \cdot 10^3 + 2 \cdot 0.9375 \cdot 10^3 = 3.75 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

Sopstvena perioda konstrukcije u x pravcu:

$$T_x = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{63}{3.75 \cdot 10^3}} = 0.81 \text{sec}$$

### Seizmička sila

Sa spektra odgovora ubrzanja koji odgovara tlu tipa A, prikazanog na slici 2, se može pročitati da je maksimalno horizontalno ubrzanje konstrukcije 1.23 puta veće od ubrzanja tla, pa tako slijedi da seizmička sila u x pravcu iznosi:

$$F_{S,x} = m \cdot S_{a,x} = 63 \cdot 1.23 \cdot 0.36 \cdot 9.81 = 273.66 kN$$

### **3) Određivanje seizmičke sile u y pravcu**

Moment inercije poprečnih presjeka vertikalnih elemenata iznosi:

$$\text{Zid 1 - } I_{1,y} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.3 \cdot 2^3}{12} = 200 \cdot 10^{-3} m^4$$

$$\text{Stubovi 2 i 3 - } I_{2-3,y} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.3 \cdot 1^3}{12} = 25 \cdot 10^{-3} m^4$$

### Bočna krutost

$$\text{Zid 1 - } k_{1,y} = \frac{3EI}{L^3} = \frac{3 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{6^3} = 83.3 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

$$\text{Stubovi 2 i 3 - } k_{2-3,y} = \frac{3EI}{L^3} = \frac{3 \cdot 30 \cdot 10^6 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{6^3} = 10.4 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

Ukupna bočna krutost u y pravcu je jednaka:

$$k_y = k_{1,y} + 2k_{2-3,y} = 83.3 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10.4 \cdot 10^3 = 104.1 \cdot 10^3 \frac{kN}{m}$$

Sopstvena perioda konstrukcije u y pravcu:

$$T_y = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{63}{104.1 \cdot 10^3}} = 0.15 \text{ sec}$$

Seizmička sila

Sa spektra odgovora ubrzanja koji odgovara tlu tipa A, prikazanog na slici 2, se može pročitati da je maksimalno horizontalno ubrzanje konstrukcije 2.50 puta veće od ubrzanja tla, pa tako slijedi da seizmička sila u Y pravcu iznosi:

$$F_{S,y} = m \cdot S_{a,y} = 63 \cdot 2.5 \cdot 0.36 \cdot 9.81 = 556.23 \text{ kN}$$