

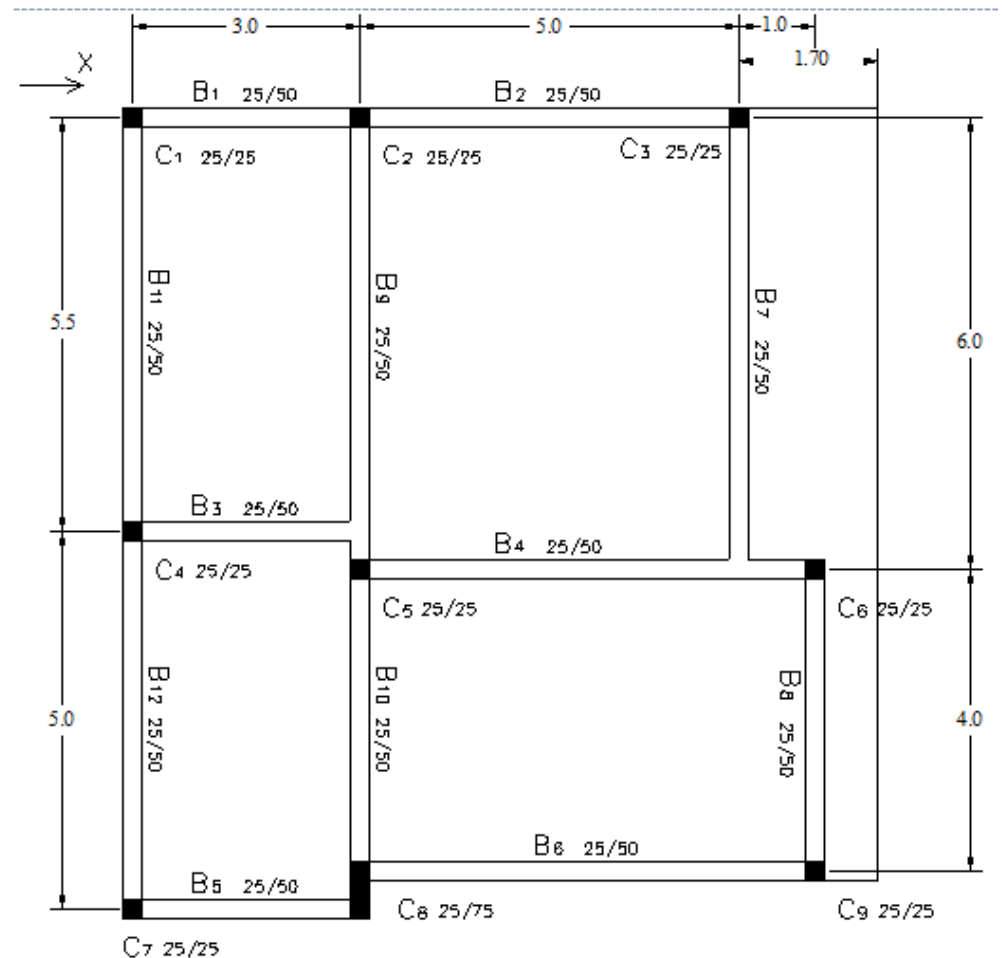
# Εκφώνηση

Δίδονται:

- Ισοδύναμο πάχος πλάκας για τον υπολογισμό της μάζας του ορόφου: 30cm (περιλαμβάνει όλα τα δομικά μέλη που αντιστοιχούν στον όροφο)
- Φορτίο επιστρώσεων:  $g_{\text{επ}}=1\text{kN/m}^2$
- Κινητό φορτίο:  $q=5\text{kN/m}^2$  (με  $\psi_2=0,3$ ).
- Λοιπές μάζες: 60t (ομοιόμορφη κατανομή στην κάτοψη).
- Ύψος ορόφου:  $h=3\text{m}$ .
- Σεισμική επιτάχυνση ορόφου:  $0.2g$
- Σκυρόδεμα C20/25

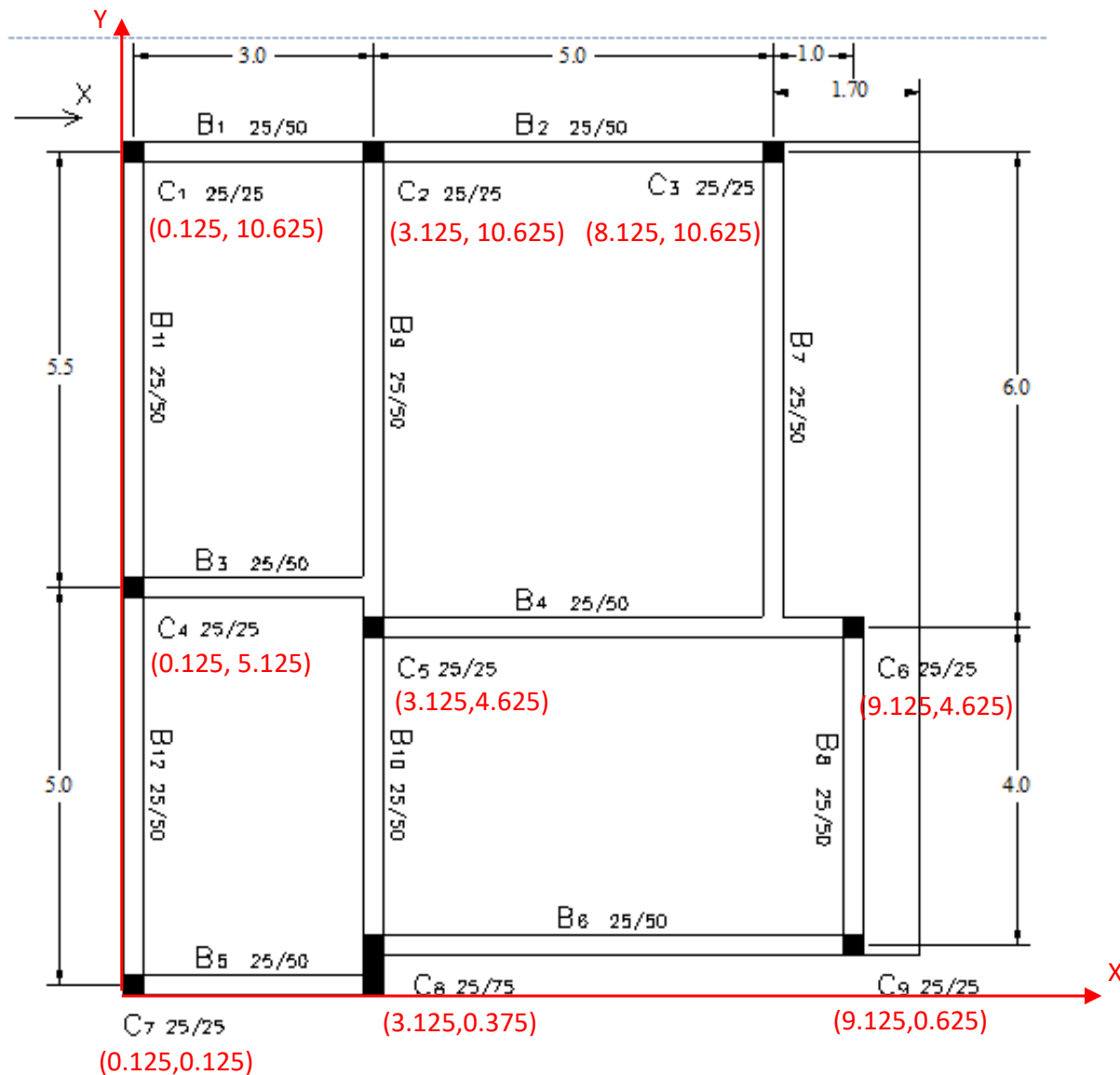
Ζητούνται:

- Να σχολιασθεί η καταλληλότητα του δομικού συστήματος ως προς την σεισμική του συμπεριφορά.
- Να υπολογισθούν οι θέσεις του Κέντρου Μάζας (Κ.Μ.) και του Κέντρου Δυσκαμψίας (Κ.Δ.).
- Να ελεγχθεί εάν ο φορέας είναι εύστρεπτος κατά ΕΚ8-1.
- Να υπολογισθεί η εκκεντρότητα του Κ.Μ. ως προς το Κ.Δ. και να ελεγχθεί το σχετικό κριτήριο Κανονικότητας σε κάτοψη του ΕΚ8-1.
- Να υπολογισθεί η μετακίνηση του ορόφου (οριζόντιες μεταθέσεις και στροφή) για σεισμό  $E_x$  και σεισμό  $E_y$ .



## Επίλυση

(συντεταγμένες κ.β.)



### Προβλήματα του δομικού συστήματος:

- Ισχυρές δοκοί – ασθενή υποστυλώματα: Οι διατομές των δοκών είναι πολύ πιο ισχυρές απ' τις διατομές των υπ/ματων, με εξαίρεση το C8. Οι πλαστικές αρθρώσεις θ' αναπτυχθούν στα υπ/ματα και θα δημιουργηθεί «μαλακός όροφος» (εκτός και εάν τα υπ/ματα είναι πολύ πιο ισχυρά σπλισμένα απ' τις δοκούς).
- Έμμεσες στηρίξεις: Η δοκός B3 έχει έμμεση στήριξη στην B9 και η B7 στην B4. Αποτέλεσμα είναι να μην δημιουργούνται κανονικά, συνεχή πλαίσια.
- Έκκεντρες στηρίξεις: Οι δοκοί B5 και B6 συνδέονται έκκεντρα στο υποστ/μα C8, επιβαρύνοντας τον συγκεκριμένο κόμβο. Τα πλαίσια C7-B5-C8 και C8-B6-C9 δεν είναι συνεπίπεδα, και η πλαισιακή τους λειτουργία δεν είναι πλήρως αποτελεσματική.
- Ασυνέχειες πλαισίων: Όπως περιγράφηκε ήδη, υπάρχουν πολλά πλαίσια που δεν είναι συνεχή. Πράγματι, μόνο ένα πλαίσιο είναι εντελώς συνεχές // στον άξονα X (C1-B1-C2-B2-C3) και 2 // στον άξονα Y (C1-B11-C4-B12-C7 και C2-B9-C5-B10-C8).
- Στρεπτική συμπεριφορά: Εξετάζεται παρακάτω. Η έκκεντρη τοποθέτηση του ενός και μοναδικού δύσκαμπτου υπ/ματος ενδέχεται να δημιουργήσει αυξημένη στρεπτική απόκριση.

Για ομοιόμορφη κατανομή των μαζών σε κάτοψη, εάν ονομάσουμε α<sub>m</sub> τη συνολική μάζα ανά m<sup>2</sup> κάτοψης, τότε μία επιφάνεια A<sub>i</sub> έχει μάζα:

$m_i = \alpha_m A_i$

Συστημα συντεταγμένων ΧΟΥ με το 0 στην κάτω αριστερή γωνία της κάτοψης									
Υπολογισμός κέντρου μάζας (Κ.Μ.)									
Τμήματα κάτοψης	διάσταση lx (m)	διάσταση ly (m)	εμβαδόν Ai (m2)	κ.β., Xi (m)	κ.β., Yi (m)	Ai*Xi	Ai*Yi	Απόσταση κ.β. της mi από Κ.Μ., Li (m)	πολική ροπή αδράνειας, Ipi/am
A1	9,825	10,25	100,70625	4,9125	5,625	494,7194531	566,4726563	0,10005319	1692,815438
A2	3,25	0,5	1,625	1,625	0,25	2,640625	0,40625	6,200604018	63,94136427
			Κ.Μ. (Xcm,Ycm):	4,860295151	5,539646064			Ακτίνα αδράνειας, Is (m):	4,143350586
	Μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος C20/25, E (MPa):			30000					

$$X_{CM} = \frac{\sum(X_i \cdot m_i)}{\sum(m_i)} = \frac{\sum(X_i \cdot \alpha_m A_i)}{\sum(\alpha_m A_i)} = \frac{\sum(X_i \cdot A_i)}{\sum(A_i)}$$

$$Ομοίως : Y_{CM} = \frac{\sum(Y_i \cdot A_i)}{\sum(A_i)}$$

$$l_s = \sqrt{\frac{\sum(I_{pi})}{\sum(m_i)}} \rightarrow l_s = \sqrt{\frac{\sum(I_{pi}/\alpha_m)}{\sum(A_i)}}$$

$L_i = \sqrt{(X_{CM} - X_i)^2 + (Y_{CM} - Y_i)^2}$

$$I_{pi}=m_i[(l_x^2+l_y^2)/12+L_i^2] \quad (όπου m_i = \alpha_m A_i)$$

$$I=b_{y,i}b_{x,i}^3/12$$

$$I=b_{x,i}b_{y,i}^3/12$$

Υπολογισμός κέντρου δυσκαμψίας (Κ.Δ.)									
Υποστ/μα ή τοίχωμα	Διάσταση διατομής // στον X, b <sub>x,i</sub> (m)	Διάσταση διατομής // στον Y, b <sub>y,i</sub> (m)	Ύψος υπ/τος, h <sub>i</sub> (m)	K <sub>x,i</sub> =12EI/h <sup>3</sup> (kN/m)	K <sub>y,i</sub> =12EI/h <sup>3</sup> (kN/m)	κ.β., X <sub>i</sub> (m)	κ.β., Y <sub>i</sub> (m)	X <sub>i</sub> *K <sub>y,i</sub>	Y <sub>i</sub> *K <sub>x,i</sub>
C1	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	0,125	10,625	542,5347222	46115,45139
C2	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	3,125	10,625	13563,36806	46115,45139
C3	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	8,125	10,625	35264,75694	46115,45139
C4	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	0,125	5,125	542,5347222	22243,92361
C5	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	3,125	4,625	13563,36806	20073,78472
C6	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	9,125	4,625	39605,03472	20073,78472
C7	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	0,125	0,125	542,5347222	542,5347222
C8	0,25	0,75	3	13020,83333	117187,5	3,125	0,375	366210,9375	4882,8125
C9	0,25	0,25	3	4340,277778	4340,277778	9,125	0,625	39605,03472	2712,673611
sum:				47743,05556	151909,7222	Κ.Δ., Ct (X <sub>ct</sub> ,Y <sub>ct</sub> ):			
				εκκεντρότητες (e <sub>xo</sub> , e <sub>yo</sub> ):				3,353571429	4,375
								1,506723722	1,164646064

$$X_{CT} = \frac{\sum(X_i \cdot K_{yi})}{\sum(K_{yi})}$$

$$Y_{CT} = \frac{\sum(Y_i \cdot K_{xi})}{\sum(K_{xi})}$$

e<sub>xo</sub> = X<sub>CM</sub> - X<sub>CT</sub> ,    e<sub>yo</sub> = Y<sub>CM</sub> - Y<sub>CT</sub>



σεισμική φόρτιση	Ολική μάζα (t)	Σεισμική επιτάχυνση εφαρμογής στη θέση της μάζας // X (a <sub>gx</sub> /g)	Σεισμική επιτάχυνση εφαρμογής στη θέση της μάζας // Y (a <sub>gy</sub> /g)	Οριζόντια σεισμική δύναμη, H <sub>x</sub> =ma <sub>gx</sub> (kN)	Οριζόντια σεισμική δύναμη, H <sub>y</sub> =ma <sub>gy</sub> (kN)	Ενεργός δυσκαμψία (50% της αρηγμάτωσης) 0.5xΣ(K <sub>x</sub> ,i) (kN/m)	Ενεργός δυσκαμψία (50% της αρηγμάτωσης) 0.5xΣ(K <sub>y</sub> ,i) (kN/m)
Ex	162,33125	0,2	0	324,6625	0	23871,52778	75954,86111
Ey	162,33125	0	0,2	0	324,6625	23871,52778	75954,86111

σεισμική φόρτιση	Μετατόπιση διαφράγματος // στον X, δ <sub>xo</sub> (mm)	Μετατόπιση διαφράγματος // στον Y, δ <sub>yo</sub> (mm)	Ενεργός Δυστρεψία, 0.5xK <sub>θ</sub> (kNm/rad):	Ροπή σεισμού ως προς το Κ.Δ., M <sub>CT</sub> (kNm)	Στροφή διαφράγματος, θ <sub>z</sub> (rad)
Ex	13,60040727	0	694816,4683	-378,1169026	-0,000544197
Ey	0	4,274413714	694816,4683	489,1766904	0,000704037

$$\delta_{xo} = H_x/\Sigma(K_{xi}) \; , \; \delta_{yo} = H_y/\Sigma(K_{yi}) \; , \; M_{CT} = - H_x e_{yo} + H_y e_{xo} \; , \; \theta_z = M_{CT}/K_{\theta}$$

Οι παραπάνω μετακινήσεις είναι ελαστικές. Εάν οι σεισμικές δυνάμεις έχουν προκύψει για συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς q, τότε σύμφωνα με τον κανόνα των ίσων μετακινήσεων οι σεισμικές μετακινήσεις θα είναι:

$$\delta_{xo}' = q*\delta_{xo}$$

$$\delta_{yo}' = q*\delta_{yo}$$

$$\theta_z' = q*\theta_z$$

Για παράδειγμα εάν είναι q=3, θα προκύψει:

$$\delta_{xo}' = 40.8mm$$

$$\delta_{yo}' = 12.8mm$$

$$\theta_z' = -0.00163rad \; \text{για} \; Ex$$

$$\theta_z' = 0.0021rad \; \text{για} \; Ey$$