

ΘΕΩΡΙΑ ΜΟΝΟΡΟΦΟΥ

Σκοπός: Κατανομή ισοδύναμου σεισμικού φορτίου στα κατακόρυφα στοιχεία και υπολογισμός μετακινήσεων και εντατικών μεγεθών (τέμνουσες-ροπές) λαμβάνοντας υπόψη και τις στροφές.

Παραδοχή: Πλάκα = απαραμόρφωτος δίσκος στο επίπεδο της

Ορισμός: Κέντρο Ελαστικής Στροφής (Κ.Ε.Σ.): σημείο όπου αν ασκηθεί δύναμη P_x θα μετακινήσει το δίσκο μόνο κατά x-x, ομοίως P_y θα μετακινήσει μόνο κατά y-y.

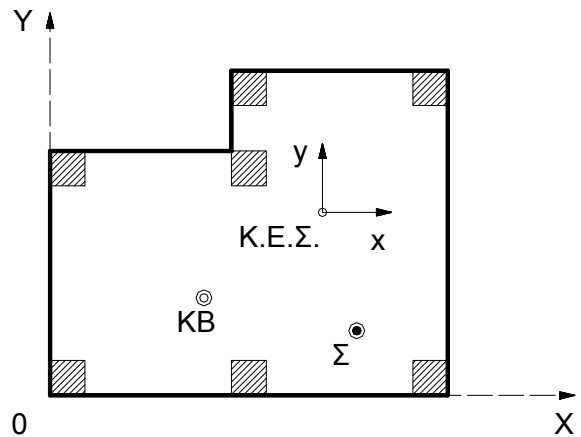
1. Συντεταγμένες ως προς αρχικό σύστημα -XY

Εύρεση Κέντρου Ελαστικής Στροφής (Κ.Ε.Σ.)

$$x_E = \frac{\sum x_i D y_i}{\sum D y_i}, \quad y_E = \frac{\sum y_i D x_i}{\sum D x_i} \quad (1)$$

Εύρεση Κέντρου Βάρους (Κ.Β.)

$$x_k = \frac{\sum x_i P_i}{\sum P_i}, \quad y_k = \frac{\sum y_i P_i}{\sum P_i} \quad (2)$$



όπου

$Dx_i, Dy_i, D\omega_i$: οι ακαμψίες του κατακόρυφου στοιχείου i για μεταφορική κίνηση κατά τους άξονες $-x, -y$ και στρόφη περί τον κατακόρυφο άξονα $-z$.

P_i : το αξονικό φορτίο του κατακόρυφου στοιχείου i

- Το Κ.Ε.Σ. → βρίσκεται πάνω σε άξονα/ες συμμετρίας

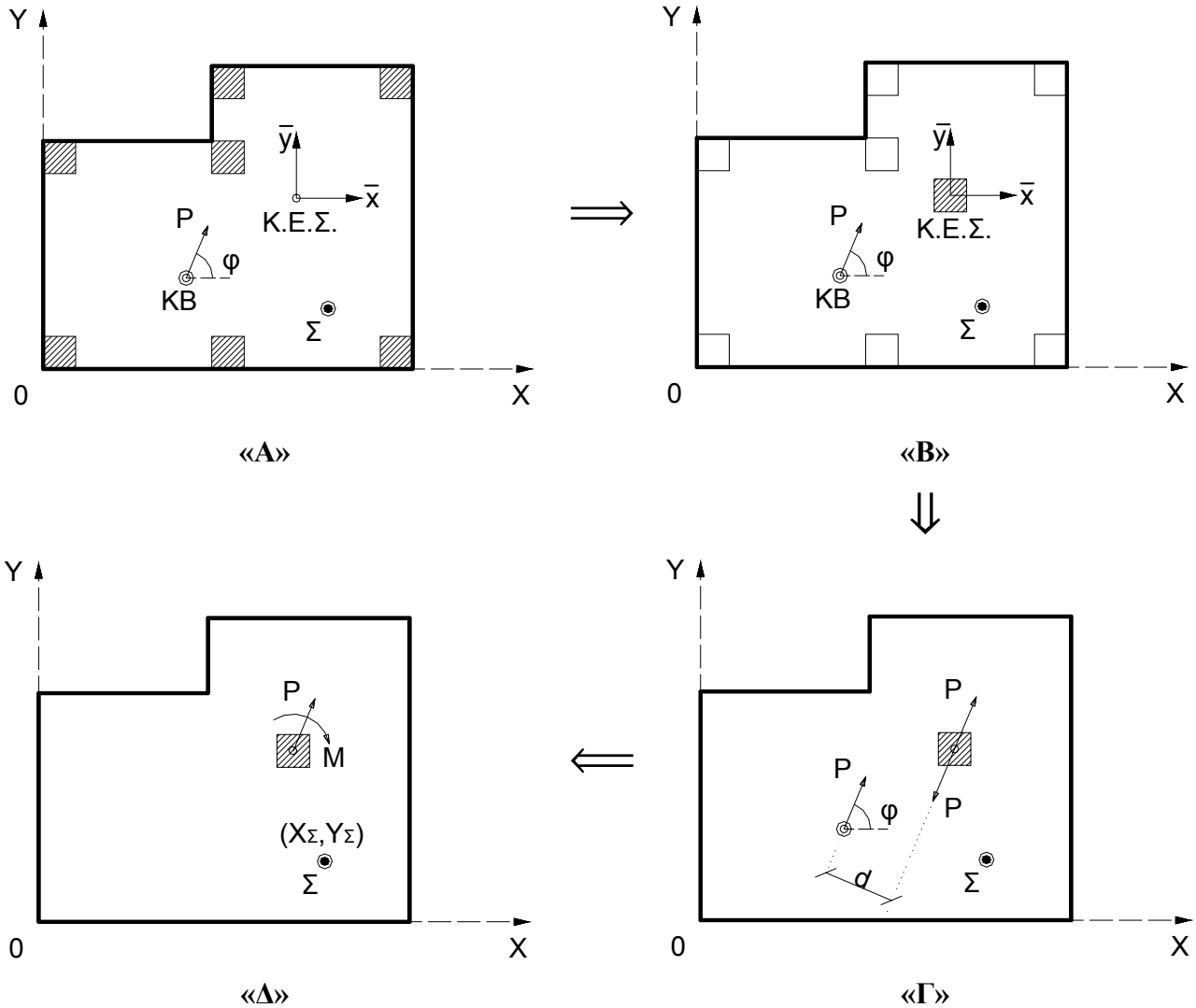
2. Συντεταγμένες ως προς το μετατοπισμένο σύστημα $-\bar{x}, \bar{y}$

Κ.Β. $\bar{x}_k = x_k - x_E \quad \bar{y}_k = y_k - y_E \quad (3)$

Τυχαίο σημείο Σ $\bar{x}_\Sigma = x_\Sigma - x_E \quad \bar{y}_\Sigma = y_\Sigma - y_E \quad (4)$

Πώς επιτυγχάνεται ο σκοπός → Σε δύο στάδια

Α' ΣΤΑΔΙΟ: Ανάπτυξη μοντέλου «ισοδύναμου υποστύλωματος». Δηλαδή: τοποθετείται υποστύλωμα στο Κ.Ε.Σ. του προσομοιώματος «Β» ώστε το αρχικό (πραγματικό) προσομοίωμα «Α» και το «Β» να έχουν τις ίδιες μετακινήσεις για την ίδια φόρτιση.



- (α) Εύρεση Κ.Ε.Σ. και Κ.Β. με χρήση των εξισώσεων (1) και (2)
 (β) Υπολογισμός δυσκαμψίας «ισοδύναμου υποστύλωματος»

$$K_x = \sum_i D x_i, \quad K_y = \sum_i D y_i, \quad K_\omega = \sum_i (D \omega_i + \bar{x}_i^2 D y_i + \bar{y}_i^2 D x_i) \quad (5)$$

- (γ) Αντικατάσταση του P στο Κ.Β. του «Α» με την ισοδύναμη φόρτιση ($P, M=P \cdot d$) στο Κ.Ε.Σ. του «Δ» όπως εξετάζεται στο ενδιάμεσο προσομοίωμα «Γ».

Β' ΣΤΑΔΙΟ:

(δ) Υπολογισμός στροφής (ω) και μετακινήσεων σημείου Σ (u_Σ, v_Σ):

$$\text{στροφή:} \quad \omega = \frac{(P \cdot \sin \varphi) \cdot \bar{x}_K - (P \cdot \cos \varphi) \cdot \bar{y}_K}{K_\omega} \quad (6)$$

ω = στροφή περί κατακόρυφο άξονα στο Κ.Ε.Σ.

$$\text{μετακινήσεις:} \quad u_\Sigma = \frac{P \cos \varphi}{K_x} \bar{y}_\Sigma \omega, \quad v_\Sigma = \frac{P \cdot \sin \varphi}{K_y} \bar{x}_\Sigma \omega \quad (7)$$

(ε) Υπολογισμός τέμνουσών-ροπών κατακόρυφων στοιχείων

$$\text{τέμνουσες:} \quad Qx_i = Dx_i \cdot u_i, \quad Qy_i = Dy_i \cdot v_i \quad (8)$$

Οι ροπές περί τους τοπικούς άξονες $x-x$ και $y-y$ των κατακόρυφων φορτίων υπολογίζονται με βάση τις τέμνουσες και τις συνθήκες στήριξης των κατακόρυφων στοιχείων.

Ειδικές Περιπτώσεις:

1. Σεισμός κατά $x-x$: ($\varphi=0$)

$$\text{από (6)} \rightarrow \omega = -\frac{P}{K_\omega} \bar{y}_K$$

$$\text{από (7)} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} u_{x,\Sigma} = \frac{P}{K_x} - \omega \cdot \bar{y}_\Sigma = \frac{P}{K_x} + \frac{P}{K_\omega} \bar{y}_K \cdot \bar{y}_\Sigma \\ v_{x,\Sigma} = \omega \cdot \bar{x}_\Sigma \end{array} \right\}$$

2. Σεισμός κατά $y-y$: ($\varphi = \frac{\pi}{2}$)

$$\text{από (6)} \rightarrow \omega = \frac{P}{K_\omega} \bar{x}_K$$

$$\text{από (7)} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} u_{y,\Sigma} = -\omega \cdot \bar{y}_\Sigma \\ v_{y,\Sigma} = \frac{P}{K_y} + \omega \cdot \bar{x}_\Sigma = \frac{P}{K_y} + \frac{P}{K_\omega} \bar{x}_K \cdot \bar{x}_\Sigma \end{array} \right\}$$

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΣΕ ΠΙΝΑΚΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ

αύξων αριθμός <i>i</i> κατακόρυφου στοιχείου	x	y	D _x	D _y	D _ω	xD _y	yD _x	$\bar{x} = x - x_E$	$\bar{y} = y - y_E$	$\bar{x}^2 D_y$	$\bar{y}^2 D_x$
1											
2											
...											
n											
άθροισμα			Σ ₁	Σ ₂	Σ ₃	Σ ₄	Σ ₅			Σ ₆	Σ ₇

(α) Υπολογισμός Κ.Ε.Σ. $\rightarrow x_E = \frac{\Sigma_4}{\Sigma_2}, y_E = \frac{\Sigma_5}{\Sigma_2}$

(β) Υπολογισμός ακαμψίας «ισοδύναμου υποστυλώματος» $\rightarrow K_x = \Sigma_1, K_y = \Sigma_2, K_\omega = \cancel{\Sigma_3} + \Sigma_6 + \Sigma_7$
 συνήθως αμελείται