



Στρεπτική απόκριση κτιρίων και ΕΚ8

Α. Αθανατοπούλου-Κυριακού

Καθηγήτρια

Διευθύντρια του Εργαστηρίου

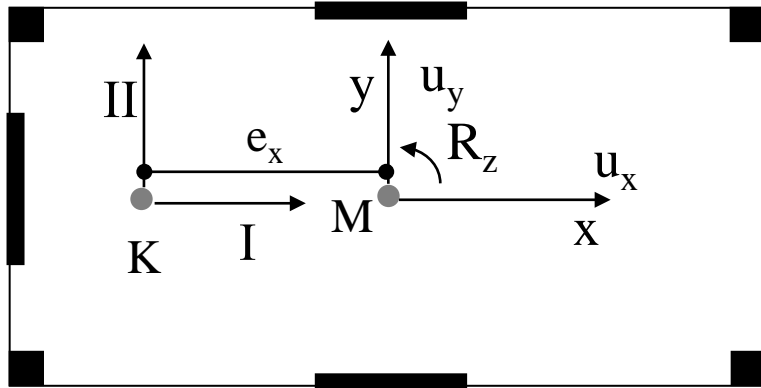
Στατικής και Δυναμικής των Κατασκευών

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ, minak@civil.auth.gr

Γενικά

- Τα μη συμμετρικά κτίρια, υπό την επίδραση σεισμικών δράσεων υφίστανται στροφή με αποτέλεσμα την αύξηση των μετακινήσεων των περιμετρικών στοιχείων.
- Αυτό είναι γνωστό και έχει μελετηθεί τα τελευταία (60) χρόνια.
- Παρόλα αυτά μετά από κάθε σεισμό, γίνεται πάντα η διαπίστωση.
- Πλήθος εργασιών έχουν γραφεί (600?)
- Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν μονώροφα. Τα τελευταία χρόνια πολυώροφα

Το μονώροφο μονοσυμμετρικό μοντέλο ορισμοί



ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ: διαφραγματική
λειτουργία πλάκας, ομοιόμορφη
κατανομή μάζας,

Ως προς το σύστημα αναφοράς Mxy

Δυστρεψία ως προς M: K_{zz}
K: K_{III}

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} K_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & K_{yy} & K_{yz} \\ 0 & K_{zy} & K_{zz} \end{bmatrix} \quad K_{zz} = K_{zzi} + x_i^2 K_{yi} + y_i^2 K_{xi}$$

Ως προς το σύστημα αναφοράς K I II

$$\begin{bmatrix} K_I & 0 & 0 \\ 0 & K_{II} & 0 \\ 0 & 0 & K_{III} \end{bmatrix}, \quad K_I = K_{xx}, \quad K_{II} = K_{yy} \\ K_{III} = K_{zz} - e_x^2 K_{II}$$

$x//I$ and $y//II$

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} K_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & K_{yy} & e_x K_{yy} \\ 0 & e_x K_{yy} & K_{zz} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & J_m \end{bmatrix}$$

Το μονώροφο μονοσυμμετρικό μοντέλο ορισμοί

K: Ελαστικό κέντρο. Συνδυάζει 3 ιδιότητες κέντρο στροφής, κέντρο κάμψης και κέντρο διάτμησης
(center of twist, shear center, center of stiffness)

$$K_{III} < K_{ZZ}$$

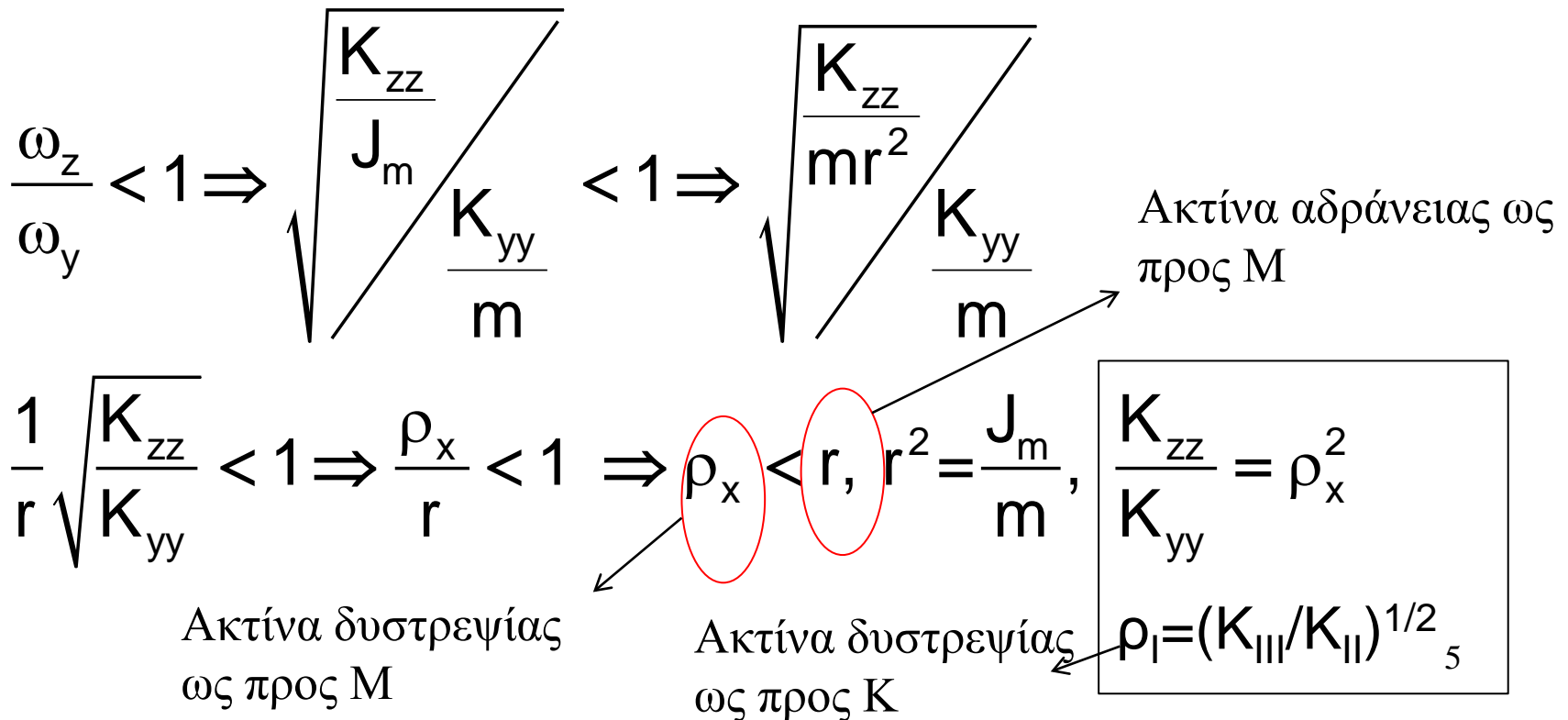
Το μονώροφο μονοσυμμετρικό μοντέλο

ΣΥΜΒΟΛΑ:

ρ : ακτίνα δυστρεψίας (r) (μοχλοβραχίονα ελαστικών δυνάμεων)

r : ακτίνα αδράνειας (l_s) (μοχλοβραχίονα αδρανειακών δυνάμεων)

ΣΤΡΕΠΤΙΚΑ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟ ΚΤΙΡΙΟ: Στη θεμελιώδη ιδιομορφή κυριαρχούν οι στρεπτικές συνιστώσες της ταλάντωσης



Το μονώροφο μονοσυμμετρικό μοντέλο

- 1) ρ και r ως προς M (ΕΑΚ)
- 2) ρ ως προς K και r ως προς M (ΕΚ8)
- 3) ρ ως προς K και r ως προς K

Κέντρο αντοχής (Resistance center or Plastic centroid (CP or CV))

$$e_{px} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{PYi} \cdot x_i}{\sum V_{PYi}}$$

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ

- Η ελαστική απόκριση εξαρτάται από το λόγο ω_z/ω_x , e_0 και ζ .
- Η ανελαστική απόκριση εκτός από τα ανωτέρω, εξαρτάται από την εκκεντρότητα του κέντρου αντοχής, την κατανομή της αντοχής σε κάτοψη, την πλαστιμότητα και την εδαφική κίνηση.
- Η ασυμμετρία αυξάνει τις μέγιστες παραμορφώσεις σε σύγκριση με το αντίστοιχο συμμετρικό σύστημα.
- Οι μέγιστες παραμορφώσεις συμβαίνουν στα στοιχεία της εύκαμπτης πλευράς ενώ οι μέγιστες απαιτήσεις πλαστιμότητας μπορεί να συμβαίνουν σε στοιχεία της δύσκαμπτης πλευράς.

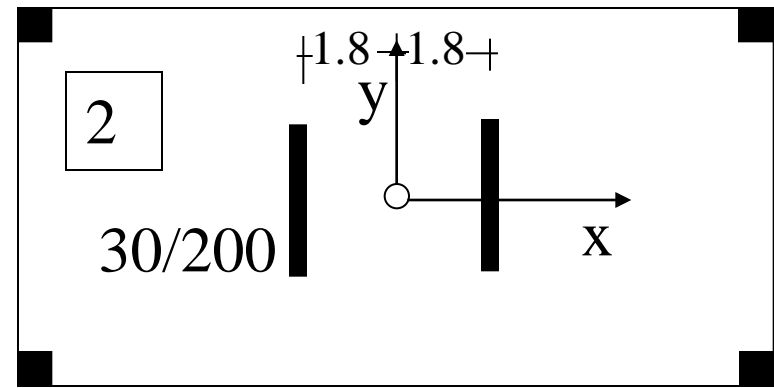
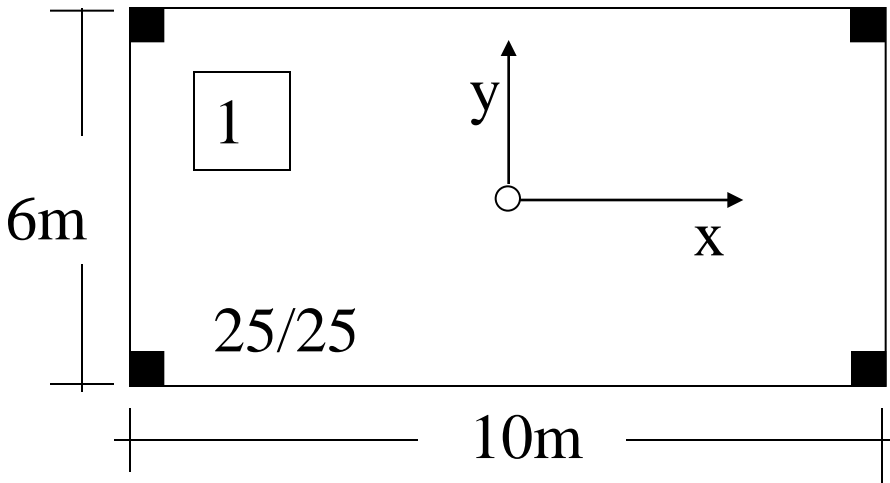
ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΥΣΤΡΕΨΙΑ: K_z μικρό

Υπό την επίδραση στρεπτικών ροπών, έκκεντρων δυνάμεων, υφίστανται μεγάλες γωνίες στροφής των πλακών των ορόφων.

ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ: $\rho < r$,
 $\omega_z < \omega_y, \rho_x = \sqrt{K_z / K_y}$ ή
 $\omega_z < \omega_x, \rho_y = \sqrt{K_z / K_x}$

Στην 1^η ή 2^η ιδιομορφή (κτίρια στο χώρο) κυριαρχούν οι στρεπτικές συνιστώσες της ταλάντωσης έναντι των μεταφορικών.

ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ- ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ (ΣΤΑΤΙΚΗ) ΕΥΣΤΡΕΨΙΑ: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



$$I_c = 0,25^4/12 = 3,255e-4, \quad I_T = 0,3 * 2^3/12 = 0.2 = 614K_c$$

$$K_{y,1} = 4K_c$$

$$K_{z,1} = 4K_c(5^2 + 3^2) = 136K_c$$

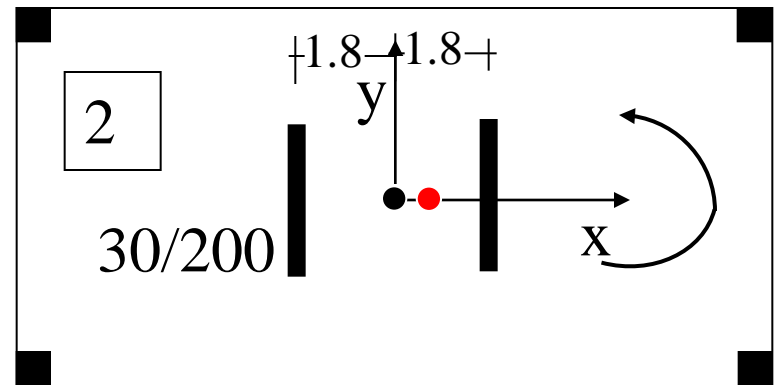
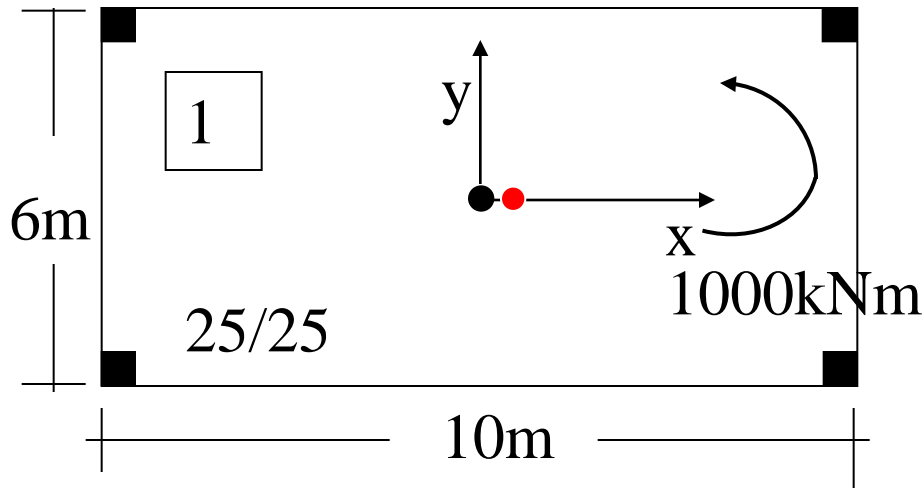
$$K_{y,2} = (2 * 614 + 4)K_c = 1232K_c \text{ (300Ky,1)}$$

$$K_{z,2} = 136K_c + 2 * 1,8^2 K_T = 4115K_c \text{ (30Kz1)}$$

$$\rho_{,1} = \sqrt{136/4} = 5.83$$

$$\rho_{,2} = \sqrt{4115/1232} = 1.827$$

$$r = \sqrt{\frac{10^2 + 6^2}{12}} = 3.36$$



Γωνίες στροφής λόγω $M_z=1000\text{kNm}$

$$R_z=0.0155 \text{ ή } 155\text{e-}4$$

$$R_z=6.246\text{e-}4$$

Ιδιομορφική ανάλυση:

1η ιδιομορφή

$$\varphi_y=53.94 \quad \varphi_z=1$$

$$\varepsilon_1=99.6\%$$

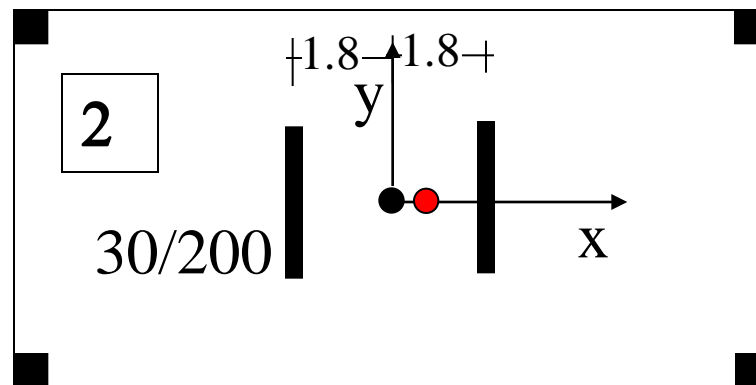
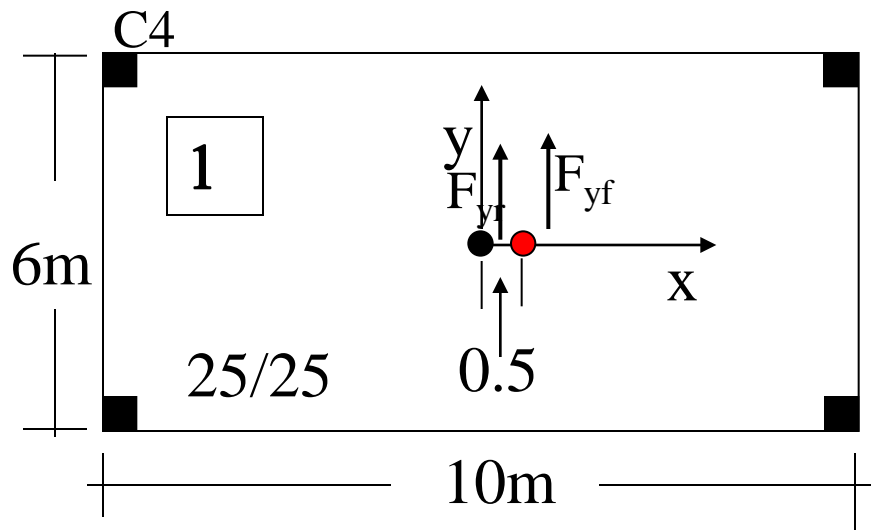
1η ιδιομορφή

$$\varphi_y=0.72 \quad \varphi_z=1$$

Ποσοστό συμμετοχής
για μεταφορική (y)
διέγερση

$$\varepsilon_1=4.37\%$$

2η $\varphi_y=-15.72 \quad \varphi_z=1, \quad \varepsilon_2=95.54\%$



Αναλύσεις: Δυναμική φασματική (spec)

Απλοποιημένη φασματική, e_r (SEISYR)

Απλοποιημένη φασματική, e_f (SEISYF)

JOINT LOAD

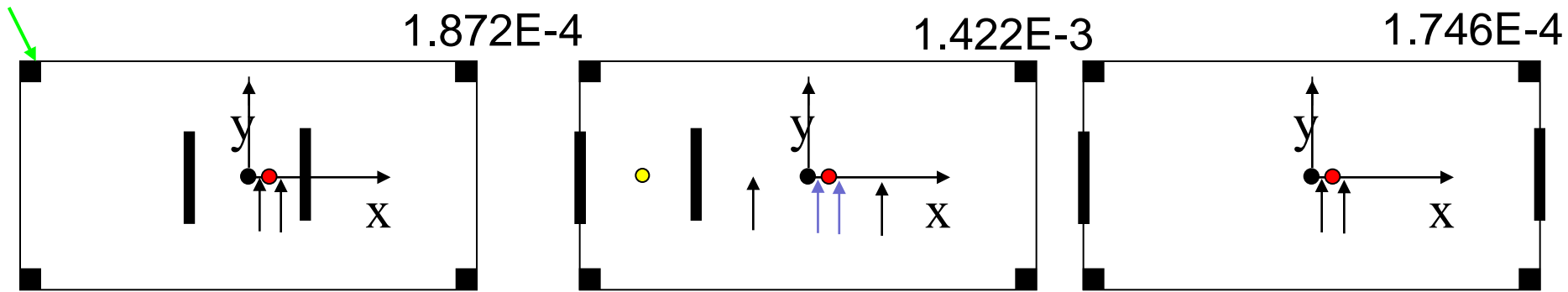
μόνο υποστυλώματα

		UY	RZ
C4	SEISYR	0.0383	2.622E-4
C4	SEISYF	0.0355	7.838E-4
C4	SPECY	0.0357	7.670E-4

Με τοιχεία

C4	SEISYR	9.808E-05	1.05E-5
C4	SEISYF	-6.948E-06	3.15E-5
C4	SPECY	2.336E-04	3.09E-5

Η ΑΦΜ δεν δίνει συντηρητικά αποτελέσματα



$\rho=1.827$

($r=3.36$)

$\rho=3.546$

$\rho=5$

ΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ

(ρ_K) ; 1.827 (ΙΣΟΔ ΣΤΑΤ ΕΚ)

3 μονώροφα

UY

RZ

4	SEISYR	9.808E-05	1.050E-05
4	SEISYF	-6.948E-06	3.151E-05
4	SPECY	2.336E-04	3.097E-05

Ιδιομορφές έκκεντρου

$$\varphi_1^T = [4.259 \ 1]$$

$$\varphi_2^T = [-2.661 \ 1]$$

$$\varepsilon_1 = 61.53\%$$

$$\varepsilon_2 = 38.45\%$$

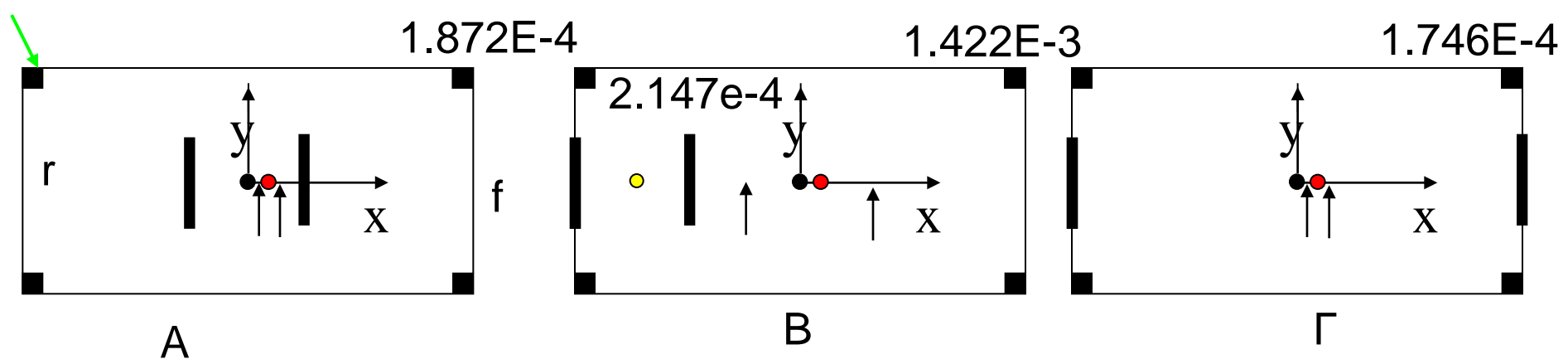
ΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΜΜΕΤΡΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟ

4	SEISYR	1.218E-05	7.638E-05
4	SEISYF	-2.665E-04	2.302E-04
4	SPECY	2.147E-04	1.626E-04

ΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟ

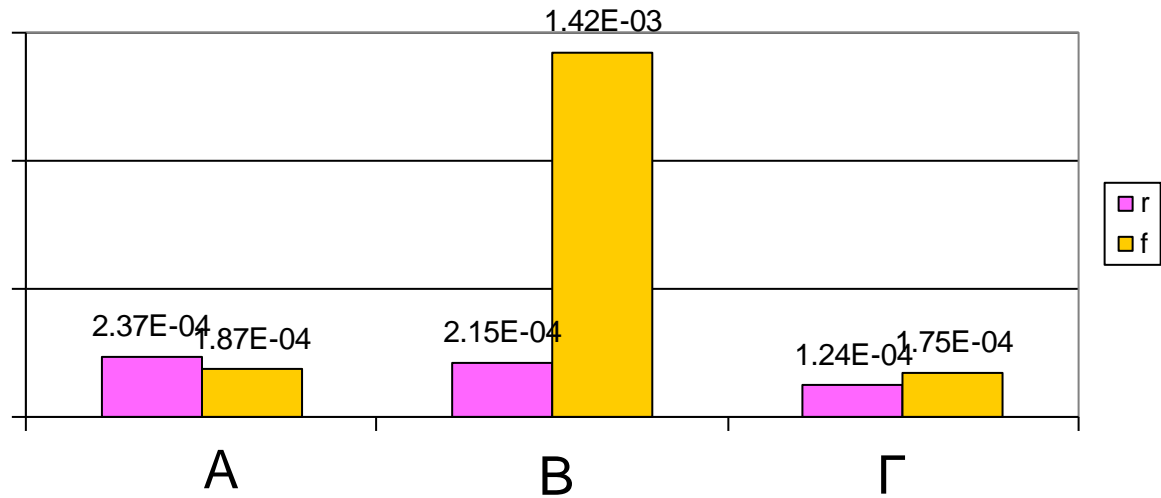
4	SEISYR	1.431E-04	1.490E-06
4	SEISYF	1.282E-04	4.471E-06
4	SPECY	1.237E-04	5.621E-06

SEISYR	-1.083E-04	1.429E-04
SEISYF	-1.460E-04	1.637E-04
SPECY	2.147E-04	1.626E-04

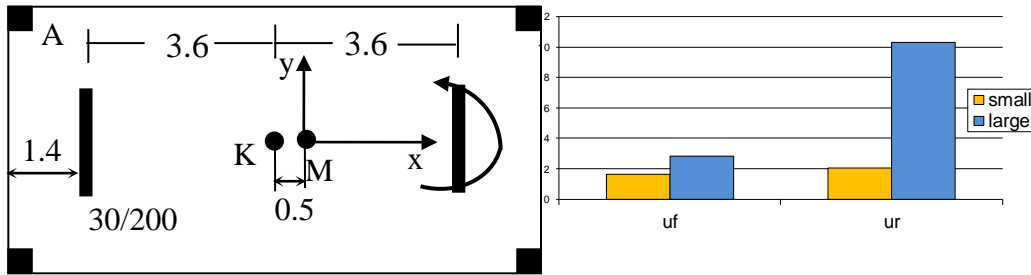


Δυναμική φασματική μέθοδος

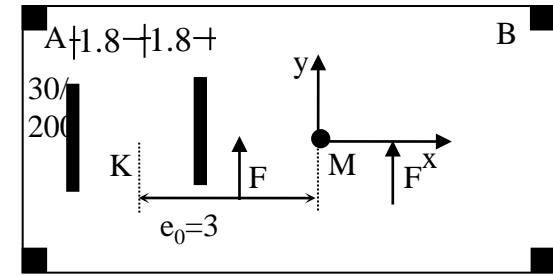
Μετακινήσεις U_y



B2WTF



B2WE3



$$\phi_1 = \begin{bmatrix} 3.817 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\phi_2 = \begin{bmatrix} -3.427 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\phi_1 = \begin{bmatrix} 3.49 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\phi_2 = \begin{bmatrix} -3.748 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\rho_M = 3.644 = \rho_K$$

$$r = 3.617 (\rho_M \sim r)$$

Ποσοστό συμμετοχής
για μεταφορική (y)
διέγερση

$$\rho_M = 3.51 \quad \rho_K = 1.827$$

$$r = 3.617 (\rho_M \sim r)$$

$$\varepsilon_1 = 52.69 \%$$

$$\varepsilon_2 = 47.30 \%$$

$$\varepsilon_1 = 48.21 \%$$

$$\varepsilon_2 = 51.78 \%$$

Αίτιο	$u_y(A)$	$u_y(B)$
SEISYR	1.46E-04	1.77E-04
SEISYF	1.15E-04	2.09E-04
SPECY	1.65E-04	2.06E-04

	$u_y(A)$	$u_y(B)$
SEISYR	-1.84E-05	7.0E-04
SEISYF	-3.81E-04	1.78E-03
SPECY	2.85E-04	1.03E-03

ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

Κατά προσέγγιση συμμετρική κατανομή σε κάτοψη

- Των αντοχών των κατακόρυφων στοιχείων
- Των δυσκαμψιών των κατακόρυφων στοιχείων
- Των μαζών

NAI

OXI

Συμπαγής διαμόρφωση των κατόψεων

- Κυρτό πολύγωνο
- Απόκλιση για επιφάνεια <5%

NAI

OXI

Διαφραγματική λειτουργία πλακών

- Πάχος πλάκας >7cm και ελάχιστο οπλισμό με EK2
- Π,Η,Λ επιμήκεις έλεγχος μετακινήσεων με και χωρίς διαφραγματική λειτουργία

NAI

OXI

Λυγηρότητα σε κάτοψη $\lambda = L_{max}/L_{min} < 4$

NAI

OXI

Σε κάθε όροφο

- $e_{oxi} < 0.30r_x$ και $e_{oyi} < 0.30r_y$
- $r_x > l_{si}$ και $r_y > l_{si}$ (r : ακτίνα δυστρεψιάς, l_{si} ακτίνα αδράνειας)

NAI

OXI

ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

ΚΤΙΡΙΟ ΜΗ
ΚΑΝΟΝΙΚΟ
ΣΕ ΚΑΤΟΨΗ

Κριτήρια κανονικότητας

Τα κτίρια διακρίνονται σε κανονικά και μη κανονικά. Αυτό επηρεάζει:

- Το προσομοίωμα που μπορεί να είναι επίπεδο (2D) ή χωρικό (3D) ,
- Τη μέθοδο ανάλυσης που μπορεί να είναι ΑΦΜ ή ΔΦΜ,
- Την τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q , που είναι μειωμένη για κτίρια μη κανονικά σε ύψος

Κανονικότητα σε		Επιτρεπόμενη απλοποίηση		Συντελεστής συμπεριφοράς
Κάτοψη	Όψη	Προσομοίωμα	Γραμμική-ελαστική ανάλυση	(για γραμμική ανάλυση)
Ναι	Ναι	Επίπεδο	Οριζόντια φόρτιση ^a	Τιμή αναφοράς
Ναι	Όχι.	Επίπεδο	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή
Όχι.	Ναι	Χωρικό ^b	Οριζόντια φόρτιση ^a	Τιμή αναφοράς
Όχι.	Όχι.	Χωρικό	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή

Σε πολυώροφα κτίρια είναι δυνατοί μόνο κατά προσέγγιση ορισμοί του κέντρου δυσκαμψίας και της ακτίνας δυστρεψίας. Απλουστευμένος ορισμός για την ταξινόμηση της στατικής κανονικότητας σε κάτοψη και για την κατά προσέγγιση ανάλυση των στρεπτικών αποτελεσμάτων, είναι δυνατός όταν ικανοποιούνται οι ακόλουθες συνθήκες:

α) όλα τα συστήματα ανάληψης οριζόντιων φορτίων, όπως πυρήνες, φέροντα τοιχώματα ή πλαίσια, είναι συνεχή, χωρίς διακοπή, από τα θεμέλια έως την κορυφή του κτιρίου

β) οι μορφές παραμόρφωσης των επιμέρους συστημάτων υπό οριζόντια φορτία δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές. Η συνθήκη αυτή μπορεί να θεωρηθεί ότι ικανοποιείται στις περιπτώσεις πλαισιωτών συστημάτων ή συστημάτων τοιχωμάτων. Γενικά η συνθήκη αυτή δεν ικανοποιείται σε διπλά συστήματα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Το Εθνικό Προσάρτημα μπορεί να περιέχει αναφορές σε κείμενα που πιθανόν να παρέχουν ορισμούς του κέντρου δυσκαμψίας και της ακτίνας δυστρεψίας σε πολυώροφα κτίρια είτε ικανοποιούν τις συνθήκες (α) και (β) της παραγράφου **(8)** είτε όχι.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΑΞΟΝΑ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΩΝ ΔΥΣΤΡΕΨΙΑΣ

Αυθαίρετη επιλογή τέμνουσας βάσης F_b

Κατανομή στις στάθμες των ορόφων

$$F_i = F_b \frac{z_i m_i}{\sum z_i m_i} \quad \text{ΦΟΡΤΙΣΗ } F$$

Σχηματισμός στρεπτικών ροπών $M_{zi}=1.F_i$

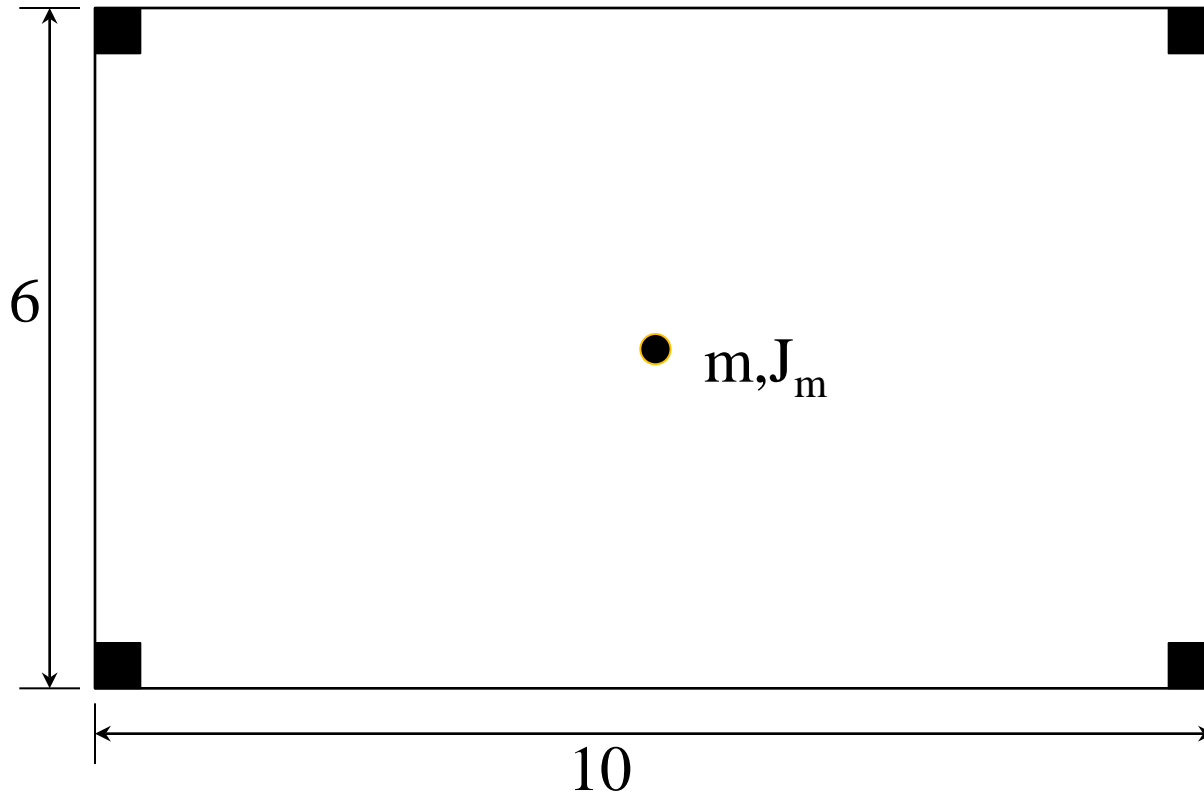
ΦΟΡΤΙΣΗ M

Επίλυση λόγω M και προσδιορισμός του πόλου στροφής του ορόφου $0.8H$
Η κατακόρυφη ευθεία που περνά από το σημείο P_{oi} είναι ο ΠΕΑ (P_{oi})

- Επίλυση του κτιρίου για F κατά X από τα P_{oi} και υπολογισμός της u_x του P_o
- Επίλυση του κτιρίου για F κατά Y από τα P_{oi} και υπολογισμός της u_y του P_o

$$r_x = \sqrt{u_{x,FX} / \theta_{Z,M}}, \quad r_y = \sqrt{u_{y,FY} / \theta_{Z,M}}$$

Προσομοίωση μάζας-Διαφραγματική λειτουργία



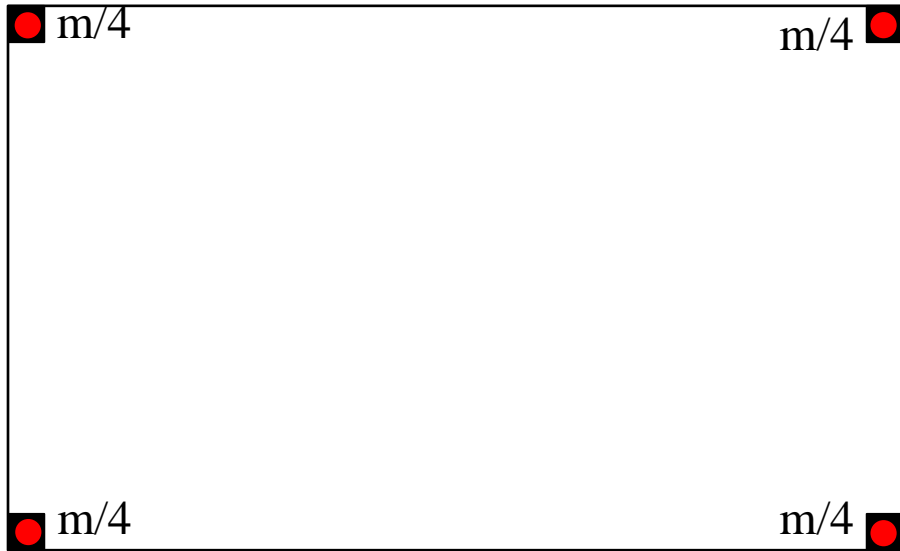
- 1) m, J_m στο ΚΒ της κάτοψης
- 2) $m/4$ σε κάθε υποστύλωμα
- 3) Πολλά (?) και μάζα στο υλικό

$$h=4\text{m}$$

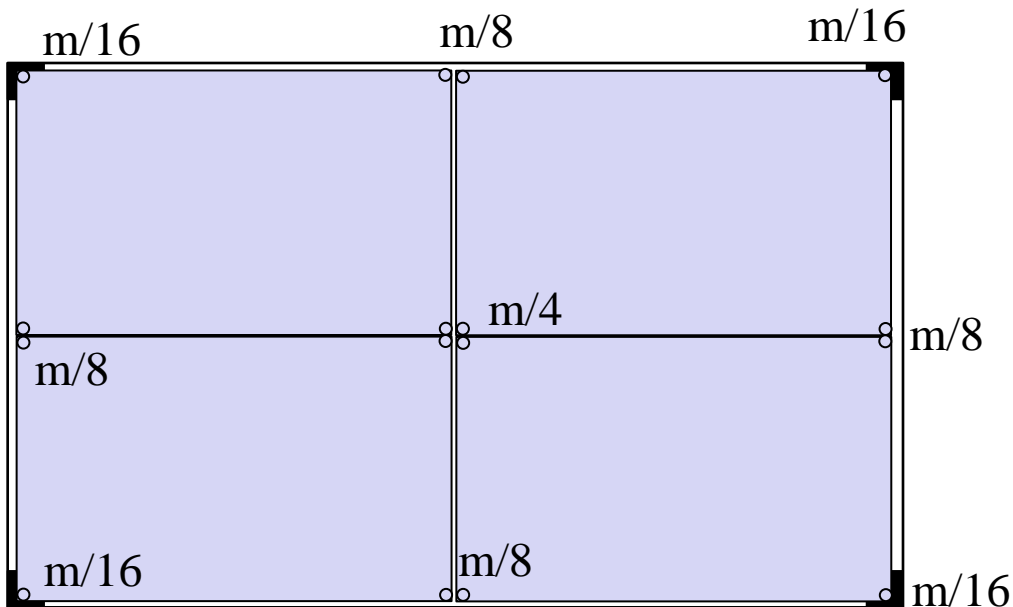
$$E=3\text{e}7\text{kN/m}^2$$

$$\mu=0.9\text{t/m}^2$$

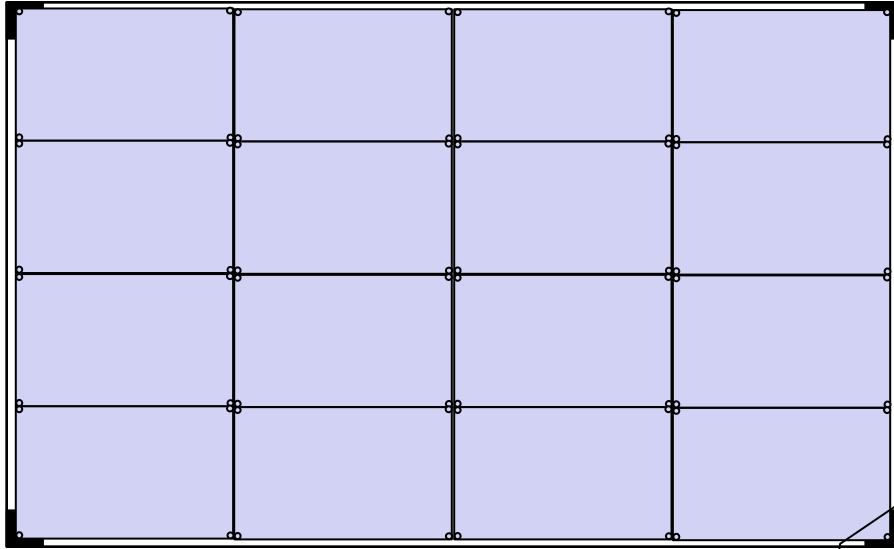
Προσομοίωση μάζας-Διαφραγματική λειτουργία



- 1) m, J_m στο ΚΒ της κάτοψης
- 2) $m/4$ σε κάθε υποστύλωμα
- 3) Πολλά (?) και μάζα στο υλικό



Προσομοίωση μάζας-Διαφραγματική λειτουργία



Επηρεάζει την T_z
(ασύζευκτες λόγω συμμετρίας)

	m,Jm	m/4(Ci)	4sh	16sh
T_1	0.4230	0.4230	0.4232	0.4232
T_2	0.4230	0.4230	0.4232	0.4232
T_3	0.2317	0.4013	0.2838	0.2459

Διαφραγματική λειτουργία

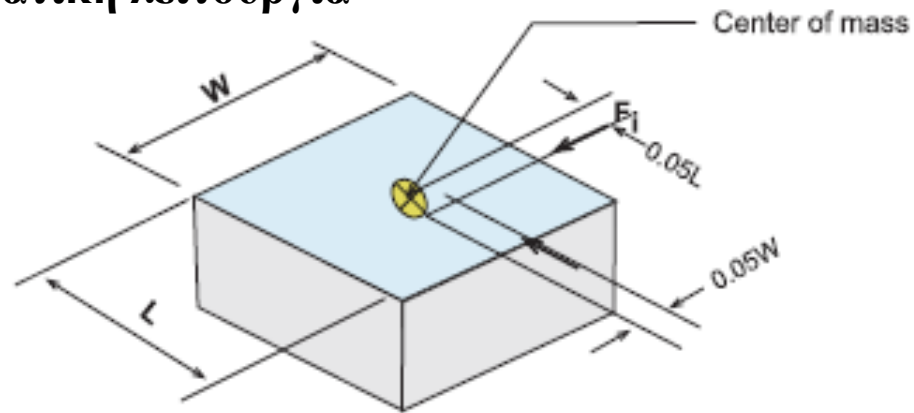
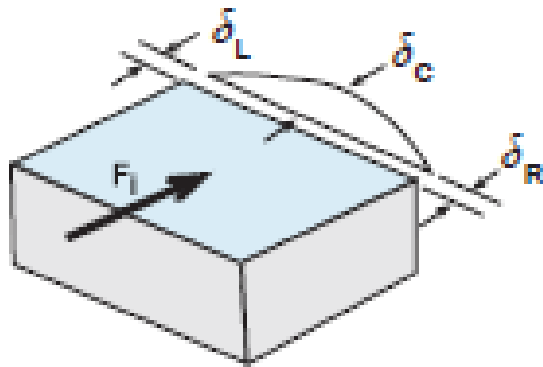


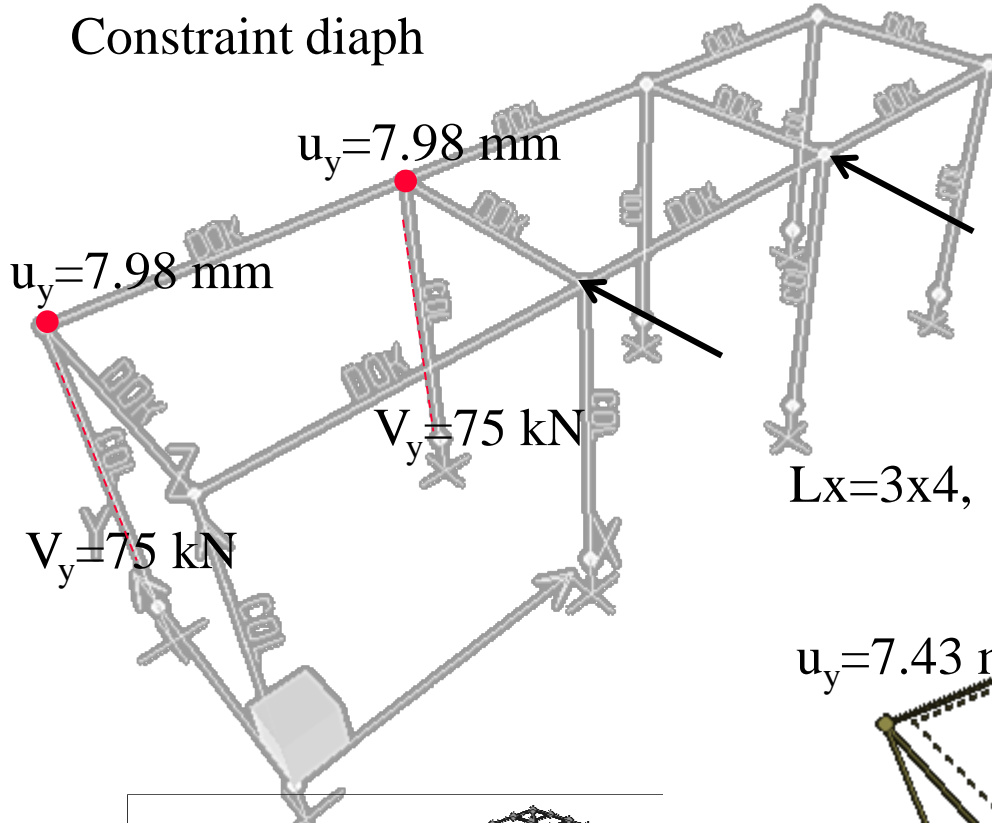
Figure 40 Eccentric application of story forces.

In addition to determining the seismic forces (E) on the vertical elements of the lateral-force-resisting system, the *NEHRP Recommended Seismic Provisions* requires determination of the seismic forces on the horizontal elements, typically called diaphragms. In most structures, the diaphragms consist of the floors and roofs acting as large horizontal beams that distribute the seismic forces to the various vertical elements. Diaphragms are categorized as being rigid, flexible, or of intermediate stiffness depending on the relative amounts of deflection that occur in the structure when it is subjected to lateral loading. Figure 41 shows the deflected shape of a simple single-story rectangular building under the influence of lateral forces in one direction. The roof diaphragm has deflection δ_L at the left side, δ_R at the right side and δ_C at its center. If the deflection at the center of the diaphragm (δ_C) exceeds twice the average of deflections δ_L and δ_R at the ends, the diaphragm can be considered flexible. The *Provisions* permits diaphragms of untopped wood sheathing or steel deck to be considered flexible regardless of the computed deflection. Diaphragms consisting of reinforced concrete slabs or concrete-filled metal deck that meet certain length-to-width limitations can be considered perfectly rigid. Other diaphragms must be considered to be of intermediate stiffness.

Μονώροφο επίμηκες μόνο πλαίσια

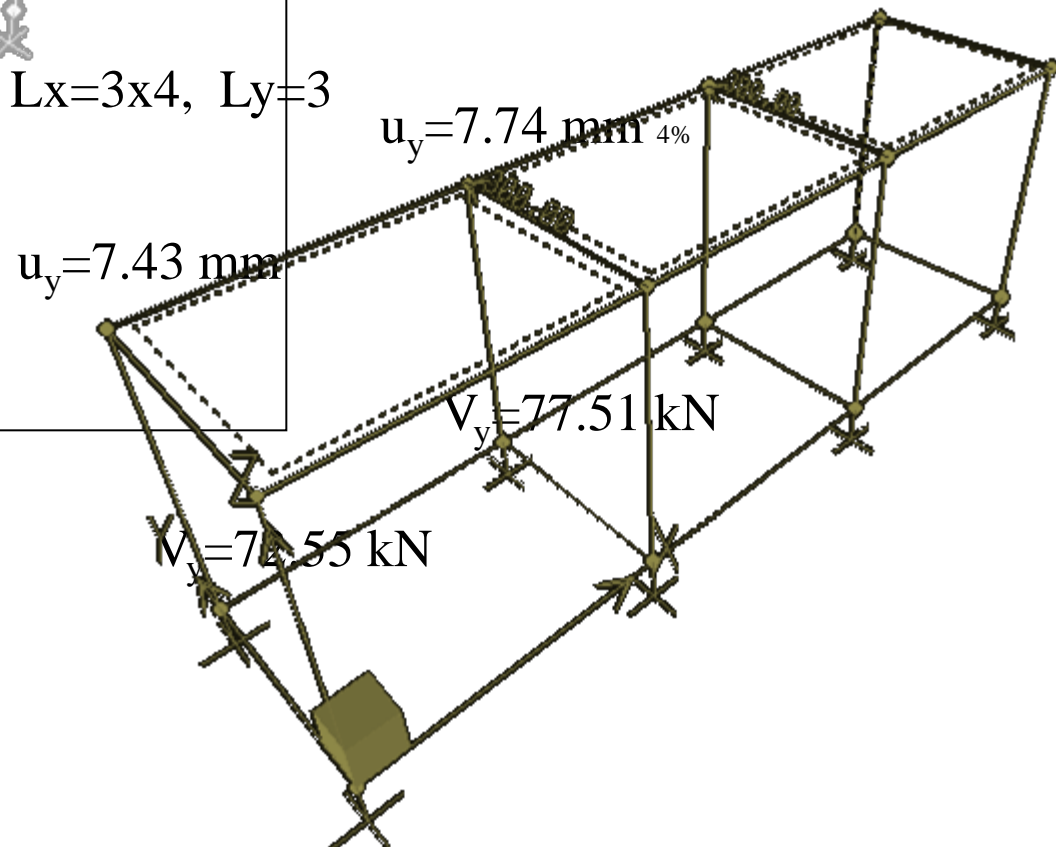
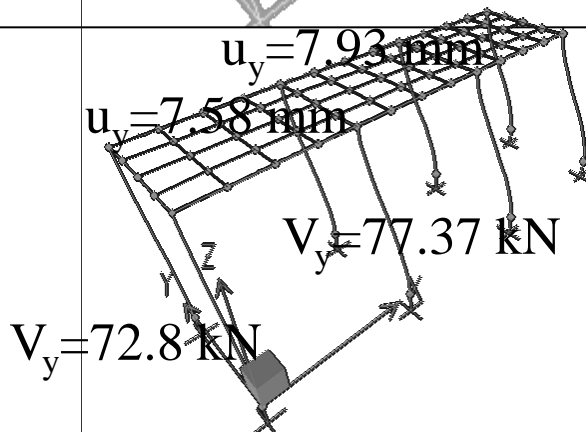
Διαφραγματική λειτουργία

Constraint diaph



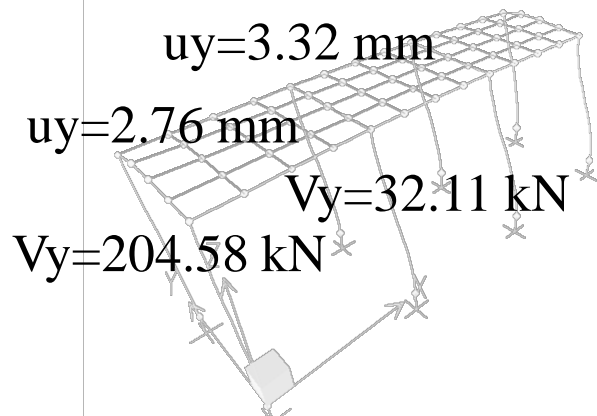
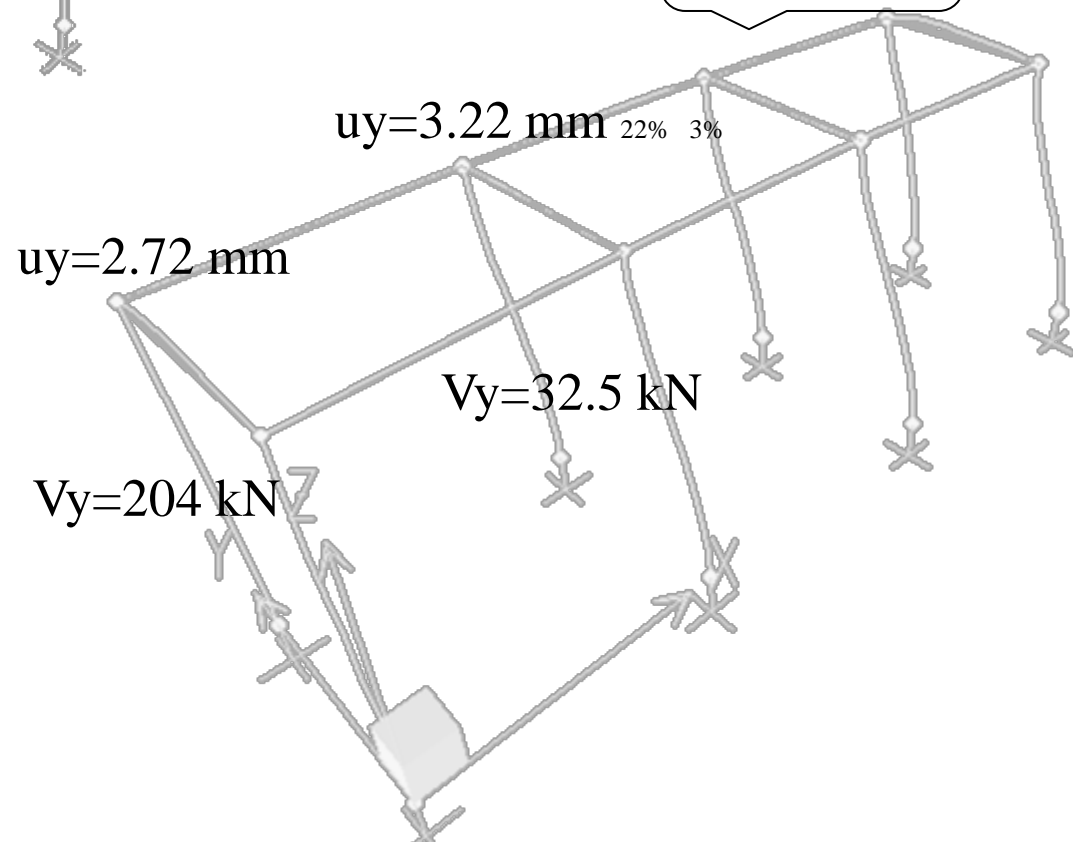
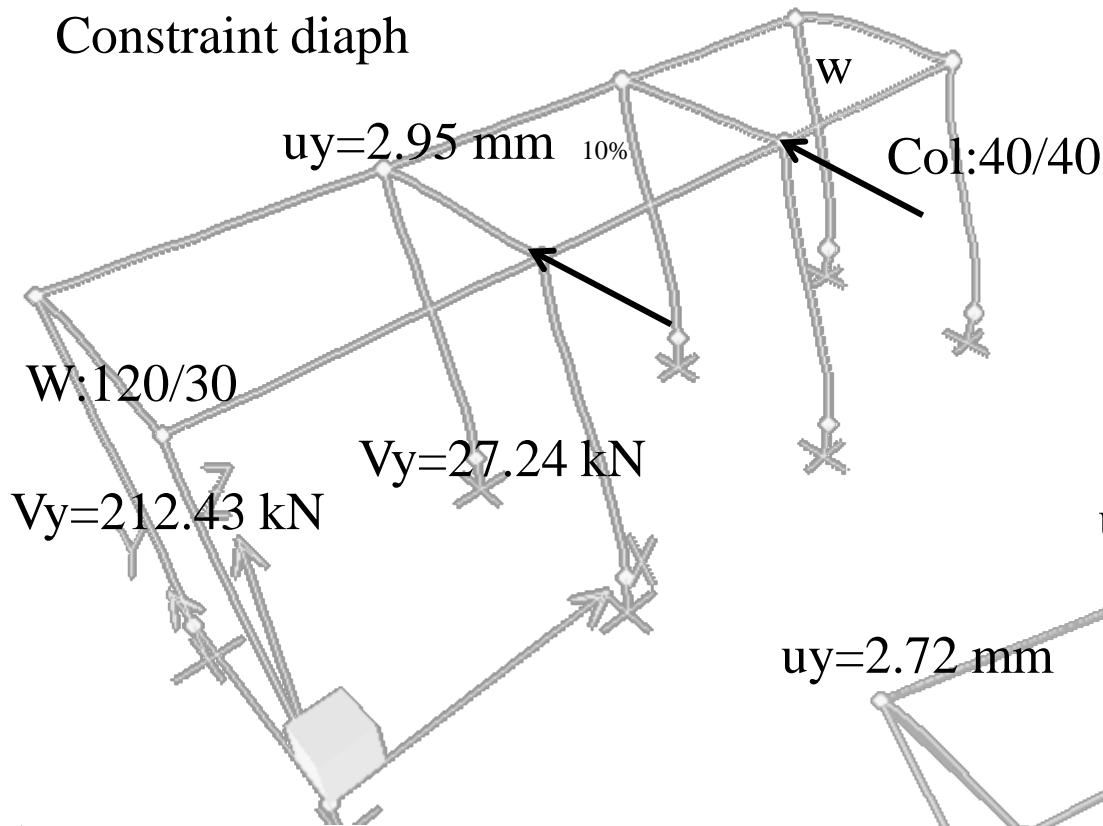
Προκύπτουν 2 ερωτήματα

- i) λόγος $\frac{1}{4}$ (μόνο;)
- ii) Προσομοίωση για υπολογισμό δ_{\max}

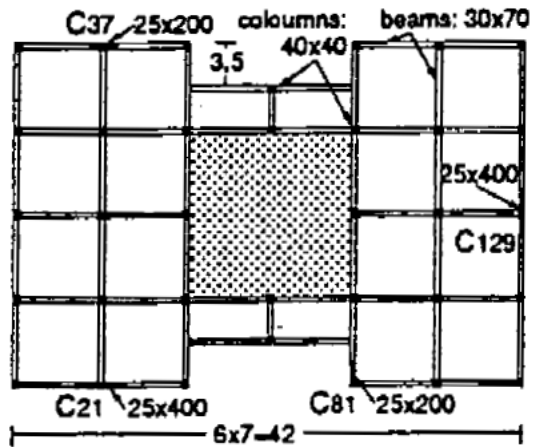


Μονώροφο επίμηκες (πλαίσια + τοιχία στις άκρες)

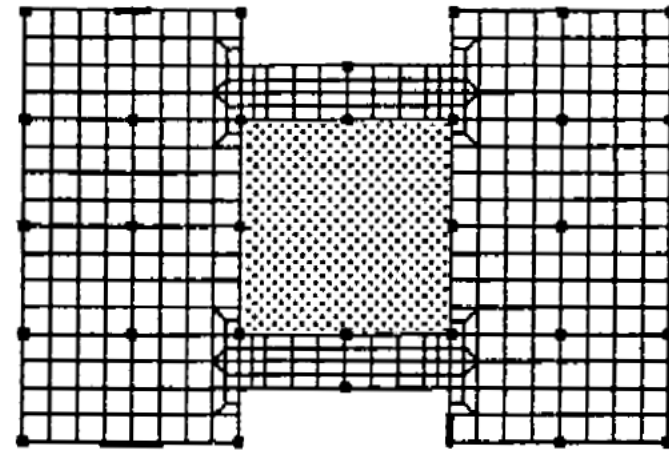
Constraint diaph



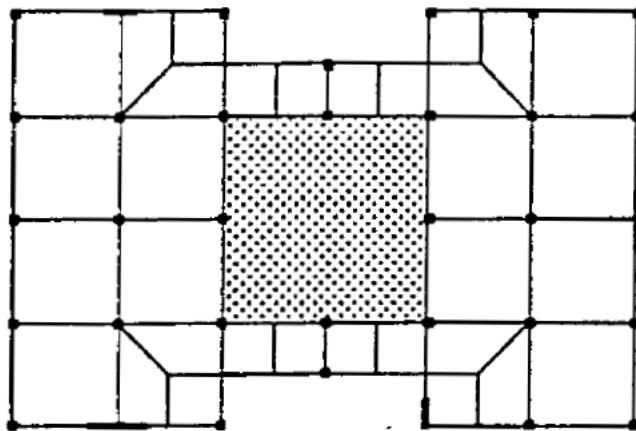
Διαφραγματική λειτουργία



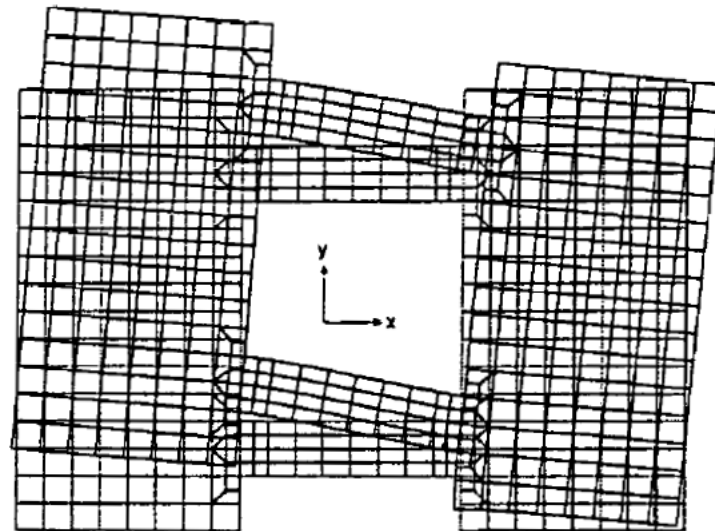
(a) Sectional plan of the structural system



(b) Discretisation of the floor diaphragm with a fine mesh of finite elements

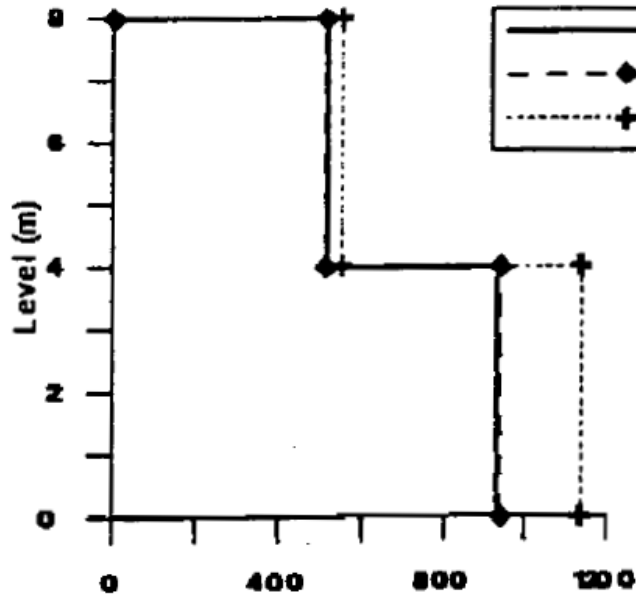


(c) Discretisation of the floor diaphragm according to the proposed simplified model

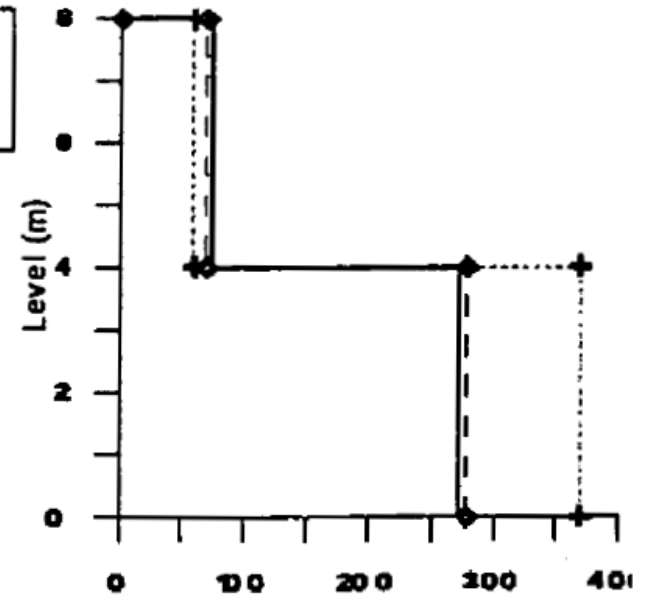


(d) Deformed shape of 1st floor (fine mesh) Dominant mode shape for seismic action $y-y$

Διαφραγματική λειτουργία

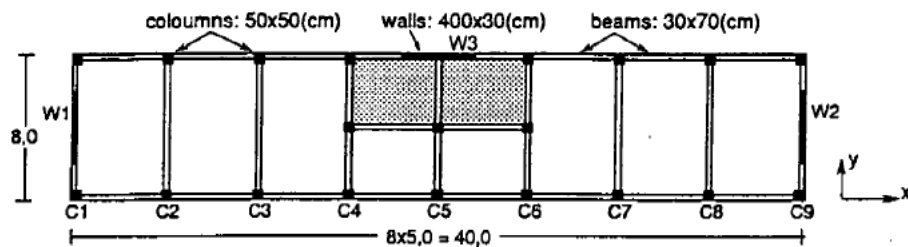


(e) Shear forces Q_x of wall C21 (kN)

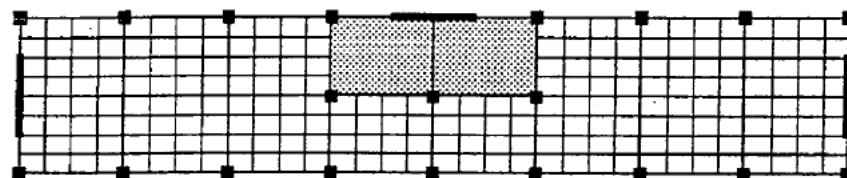


(f) Shear forces Q_y of wall C81 (kN)

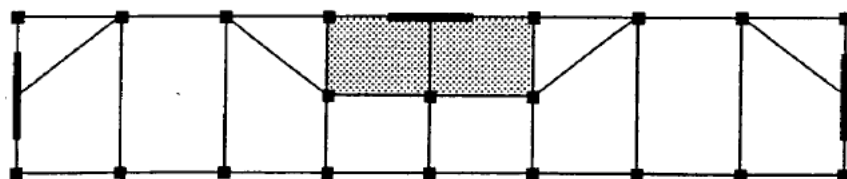
Διαφραγματική λειτουργία



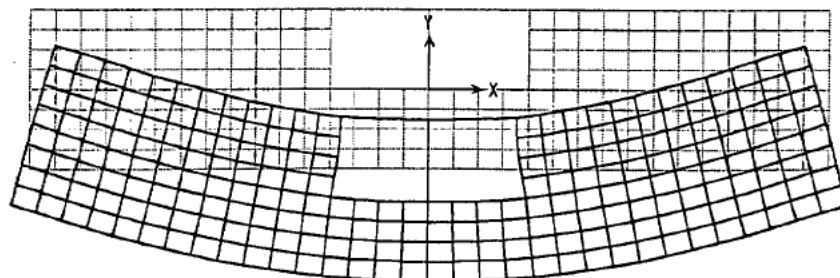
(a) Sectional plan of the structural system



(b) Discretisation of the diaphragm with a fine mesh of finite elements



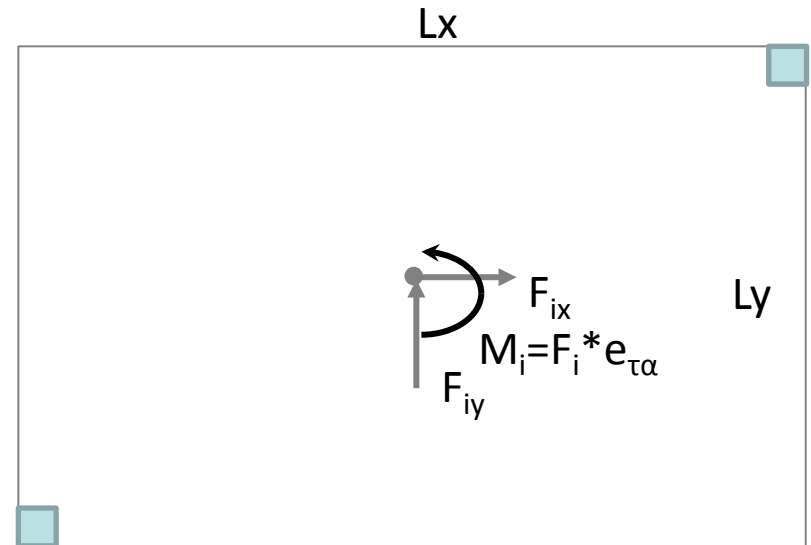
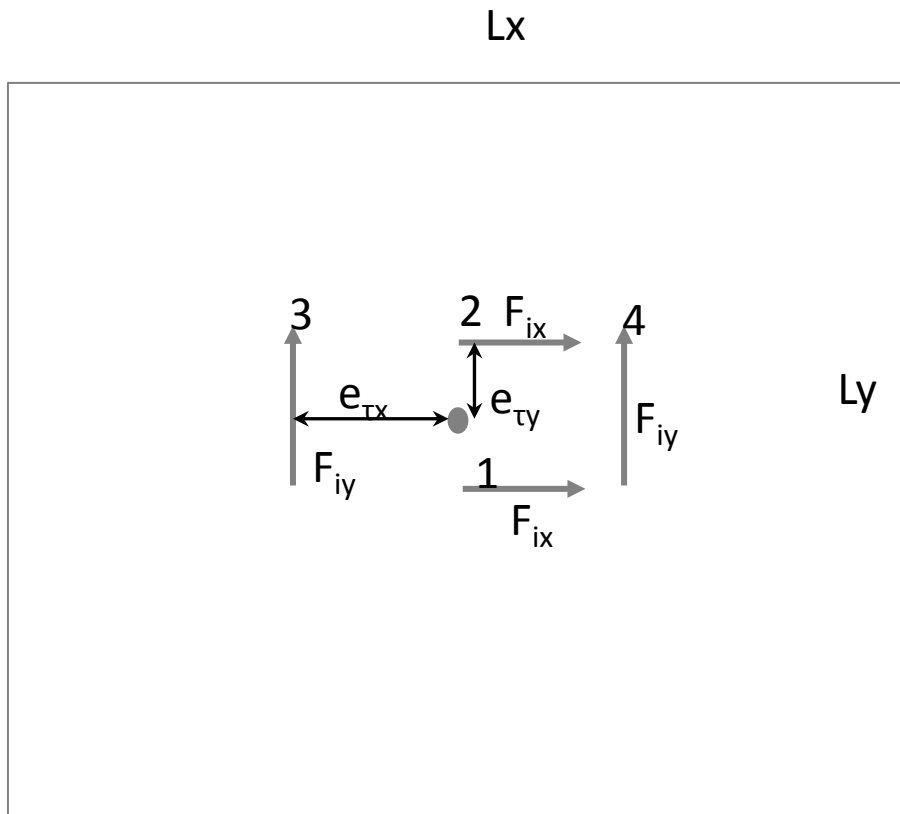
(c) Discretisation of the diaphragm according to the proposed simplified model



(d) Deformed shape of 1st floor (fine mesh). Dominant mode shape for seismic action $y - y$

Η επιρροή των στρωφών στον ΕΚ8

Απλοποιημένη Φασματική μέθοδος (μέθοδος πλευρικής φόρτισης)

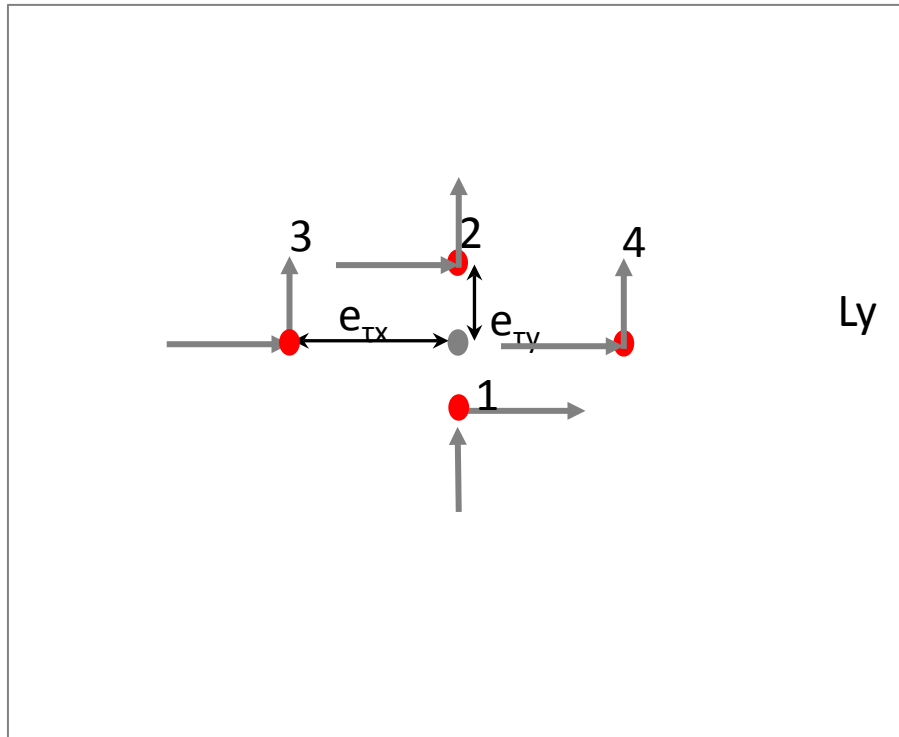


Οι ροπές M_i πρέπει να υπολογιστούν έτσι ώστε να προξενούν το δυσμενέστερο αποτέλεσμα (+,-)

Δυναμική Φασματική μέθοδος (Ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης)

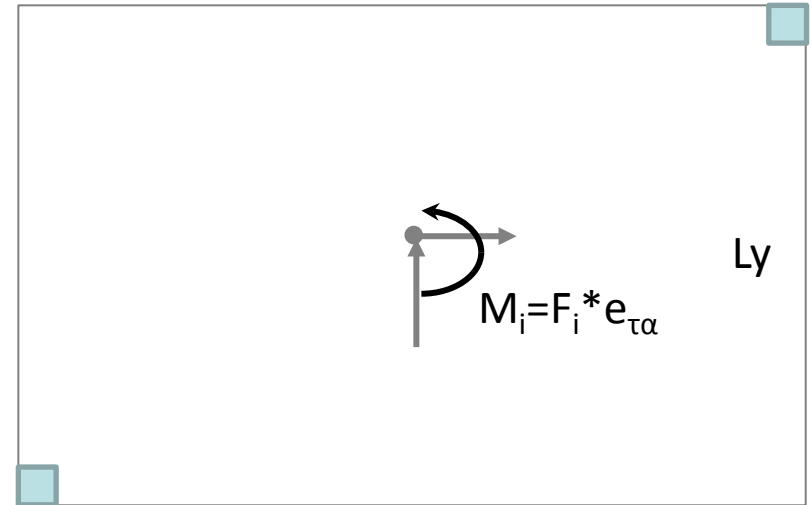
α)

Lx



β)

Lx



Οι ροπές M_i πρέπει να υπολογιστούν έτσι ώστε να προξενούν το δυσμενέστερο αποτέλεσμα (+,-)

α) Επίλυση 4 προσομοιωμάτων

β) Επίλυση ενός προσομοιώματος. Επαλληλίες αποτελεσμάτων στατικών και δυναμικών αναλύσεων για το ίδιο αίτιο (σεισμός). Η διαδικασία (β) δεν είναι απλούστερη και τα αποτελέσματα άλλοτε είναι δυσμενέστερα και άλλοτε ευμενέστερα της (α)

Μη-γραμμική στατική ανάλυση (pushover)

Κτίρια που δεν ικανοποιούν τα κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη θα μελετώνται χρησιμοποιώντας χωρικό προσομοίωμα. Επιτρέπεται να εκτελούνται δύο ανεξάρτητες αναλύσεις με οριζόντια φορτία που εφαρμόζονται σε μια μόνον διεύθυνση.

Τα φορτία εφαρμόζονται στο ΚΜ της κάτοψης θεωρώντας την e_T .

Όταν τα κτίρια είναι κανονικά σε κάτοψη επιτρέπεται η ανάλυση επίπεδων μοντέλων. Η επιρροή των στροφών υπολογίζεται με τον πολ/στή δ .

$$\delta = 1 + 0.6 \cdot \frac{x}{L_e}$$

Μη-γραμμική στατική ανάλυση (pushover)

(1) Η μη-γραμμική στατική ανάλυση μπορεί να υποτιμήσει σημαντικά τις παραμορφώσεις στη δύσκαμπτη/ισχυρή πλευρά ενός **στρεπτικά εύκαμπτου** φορέα, δηλ. ενός φορέα στον οποίον η πρώτη ιδιομορφή ταλάντωσης είναι κυρίως στρεπτική. Το ίδιο ισχύει για τις παραμορφώσεις της δύσκαμπτης/ισχυρής πλευράς όταν η δεύτερη ιδιομορφή είναι κυρίως στρεπτική. Για τέτοιους φορείς, οι μετακινήσεις στη δύσκαμπτη/ισχυρή πλευρά θα πρέπει να λαμβάνονται αυξημένες, σε σχέση με εκείνες του αντιστοιχούν σε στρεπτικά ισορροπημένο φορέα (torsionally balanced).

Η απαίτηση της (1) θεωρείται ότι ικανοποιείται εάν εφαρμοστεί συντελεστής ενίσχυσης στις μετακινήσεις της δύσκαμπτης/ισχυρής πλευράς ο οποίος βασίζεται στα αποτελέσματα ελαστικής ιδιομορφικής ανάλυσης χωρικού προσομοιώματος.

4.2.1 Βασικές αρχές μελέτης στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία

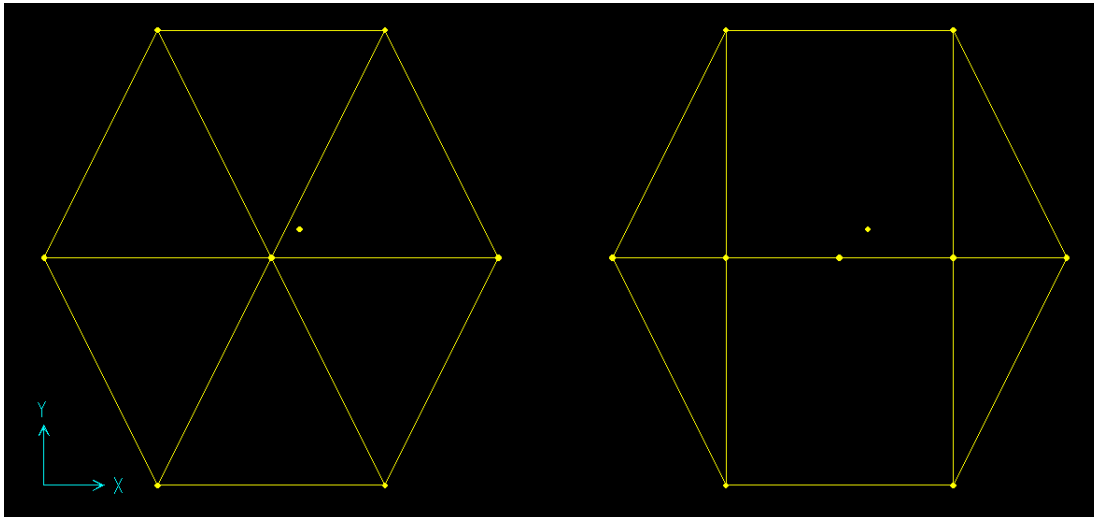
Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία

- (1) Εκτός από την μεταφορική αντοχή και δυσκαμψία, οι φορείς κτιρίων πρέπει να παρουσιάζουν επαρκή στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία προκειμένου να περιορίζεται η ανάπτυξη των στρεπτικών κινήσεων που οδηγούν τα διάφορα φέροντα στοιχεία σε ανομοιόμορφη καταπόνηση. Από αυτή την άποψη, παρουσιάζουν σαφή πλεονεκτήματα διατάξεις στις οποίες τα κύρια στοιχεία που αναλαμβάνουν την σεισμική δράση είναι κατανεμημένα κοντά στην περίμετρο του κτιρίου.

Επαρκή δυστρεψία

Συντρέχοντα στοιχεία
δημιουργούν ελάχιστη δυστρεψία

$$R_z = 2.28 \cdot 10^{-3} \text{rad} \quad R_z = 8.92 \cdot 10^{-4} \text{rad} \quad (2.5)$$



Συμπεράσματα-αδυναμίες

- Δεν είναι σαφής η διάκριση δυστρεψίας και στρεπτικής ευαισθησίας (ορολογία;)
- Στα μη κανονικά σε κάτοψη (στρεπτικά ευαίσθητα, μεγάλη στατική εκκεντρότητα) επιτρέπεται η εφαρμογή της Απλοποιημένης Φασματικής Μεθόδου
- Τα φαινόμενα της επιρροής της στρέψης μπορούν να λαμβάνονται προσεγγιστικά υπόψη, με τρόπο που δεν δίνει πάντοτε συντηρητικά αποτελέσματα .

Ευχαριστώ για την προσοχή σας

