

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»

## **A.Σ.Τ.Ε. III**

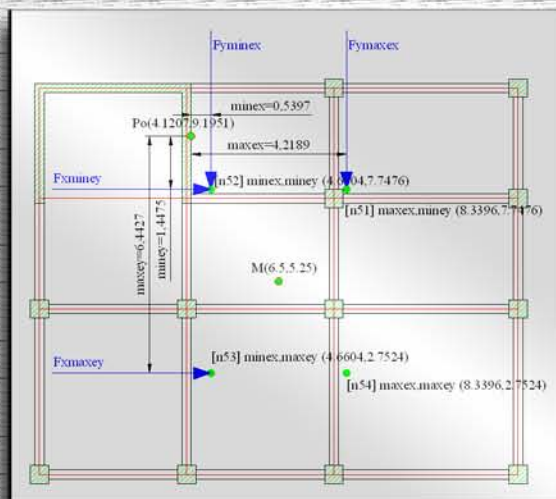
### **Μόρφωση, Προσομοίωση και Υπολογισμός Αντισεισμικών Κτιρίων**

*Υπεύθυνοι:*

Ι.Ε. Αβραμίδης  
Κ. Αναστασιάδης  
Α. Αθανατοπούλου

*Εργασία:*

**Θέμα εξαμήνου**



*Όνομα φοιτητών:*  
**Μουρελάτος Ηλίας**  
**Οικονόμου Θεμιστοκλής**

Τρίτη, 28 Ιανουαρίου 2003

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ- ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»**  
**Μόρφωση, προσομοίωση και υπολογισμός αντισεισμικών κτιρίων (Νοέμβριος 2002)**

Όνοματεπώνυμο: .....  
Όνοματεπώνυμο: .....

**ΘΕΜΑ**

Για το πενταώροφο κτίριο του σχήματος ζητείται ο αντισεισμικός υπολογισμός σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ/2000. Για την ανάλυση θα ληφθεί υπόψη η ενδοσιμότητα του εδάφους θεμελίωσης. Να διενεργηθούν οι εξής αναλύσεις:

1. Δυναμική φασματική
2. Απλοποιημένη φασματική

**Ζητούνται:**

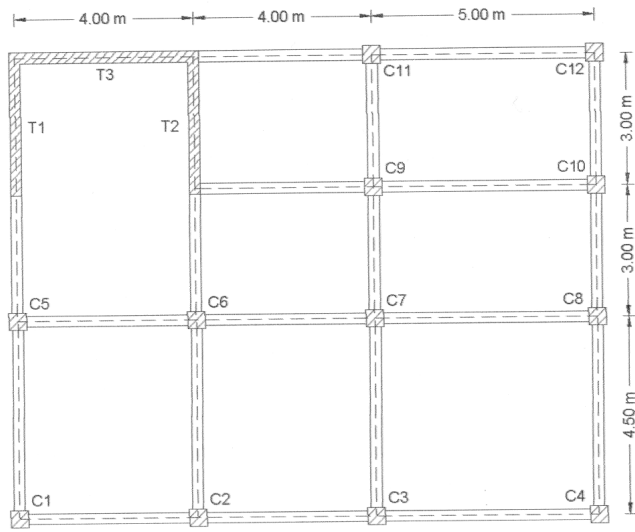
- Τα εντατικά μεγέθη των στοιχείων C1,C4, T1 και T3 ( στο ισόγειο) λόγω του συνδυασμού G+0,3Q.
- Για την ανάλυση 1:
  1. Οι ιδιοπερίοδοι και για τις 4 θέσεις της μάζας.
  2. Τα ποσοστά συμμετοχής των μαζών (%).
  3. Οι ακραίες τιμές (πιθανές μέγιστες και πιθανές ελάχιστες τιμές) των εντατικών μεγεθών των στύλων C1 και C4 και των τοιχίων T1 και T3 στο ισόγειο, όπως προκύπτουν από την ταυτόχρονη δράση σεισμού κατά x και y.
  4. Οι πιθανές ταυτόχρονες τριάδες εντατικών μεγεθών των στοιχείων C1 και T1 ( στο ισόγειο) λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού κατά x και y (χωρική επαλληλία με τον κανόνα SRSS).
  5. Τα εντατικά μεγέθη του στύλου C1 και του τοιχίου T1 λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων (G+0,3Q±E).
  6. Οι ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου (στη θέση C1και C4) λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις (χωρική επαλληλία).
  7. Ο έλεγχος της γωνιακής παραμόρφωσης των περιμετρικών πλαισίων για τη θέση της μάζας με εκκεντρότητα  $-e_{Tx}$ .
- Για την ανάλυση 2:
  1. Η θέση του πλασματικού ελαστικού άξονα.
  2. Η γωνία κλίσης του κύριου συστήματος.
  3. Ο έλεγχος της στρεπτικής ευαισθησίας.
  4. Οι εκκεντρότητες σχεδιασμού (τιμές- σχήμα).
  5. Οι θεμελιώδεις ασύζευκτες ιδιοπερίοδοι.
  6. Οι τέμνουσες βάσης και η κατανομή τους στις στάθμες των ορόφων.
  7. Τα εντατικά μεγέθη των στύλων C1και C4 και των τοιχίων T1 και T3 στο ισόγειο λόγω των ανεξάρτητων δράσεων:  $F_x(\min e_y)$ ,  $F_x(\max e_y)$ ,  $F_y(\min e_x)$  και  $F_y(\max e_x)$ .
  8. Οι πιθανές ταυτόχρονες τιμές των εντατικών μεγεθών (N, M2, M3) των ανωτέρω στοιχείων λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις.
  9. Τα εντατικά μεγέθη των ανωτέρω στοιχείων λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων (G+0,3Q±E).
  10. Οι ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου (στο στύλο C1και C4) λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις (χωρική επαλληλία).
  11. Ο έλεγχος της γωνιακής παραμόρφωσης των περιμετρικών πλαισίων για το συνδυασμό  $F_x(\min e_y)$  και  $F_y(\min e_x)$ .
- Να γίνει συγκριτική παρουσίαση των αναλύσεων για τις διάφορες τιμές του δείκτη εδάφους (πώς επηρεάζονται οι μετακινήσεις, τα εντατικά μεγέθη, τα δυναμικά χαρακτηριστικά κ.λ.π.). Να γίνει συγκριτική παρουσίαση των αναλύσεων για τις διάφορες τιμές της στατικής εκκεντρότητας (πώς επηρεάζονται οι μετακινήσεις, τα εντατικά μεγέθη, τα δυναμικά χαρακτηριστικά κ.λ.π.).

**Δεδομένα**

**Μονάδες:** Σύστημα μονάδων S.I. (Μήκος:m, Δύναμη:kN,)

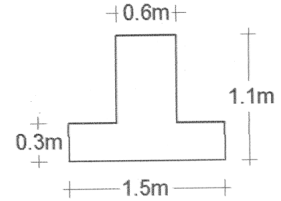
**Υλικό:** Οπλισμένο σκυρόδεμα (Μέτρο Ελαστικότητας  $E=2,9 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$ , Λόγος Poisson  $\nu=0,2$ , ειδικό βάρος  $\gamma=25 \text{ kN/m}^3$ )

## Δεδομένα ανωδομής



## Δεδομένα Θεμελίωσης

Σχάρα πεδילוδοκών επί ελαστικού εδάφους  
Δείκτης εδάφους:  $K=40000 \text{ kN/m}^3$



Σχήμα 1. Κάτοψη 1<sup>ου</sup> ορόφου

Όροφος	Ύψος	Υποστυλώματα $C_i$	Δοκοί $BX_i, BY_i$
1 <sup>ος</sup>	4m	50/50	25/60
2 <sup>ος</sup> , 3 <sup>ος</sup> , 4 <sup>ος</sup> , 5 <sup>ος</sup>	3m	40/40	25/60

Πάχος πλάκας  $d=15\text{cm}$ .

Περιμετρικά το κτίριο έχει μπατική τοιχοποιία ( $3,6 \text{ kN/m}^2$ ) σ' όλους τους ορόφους.

Κατά μήκος των εσωτερικών δοκών υπάρχει δρομική τοιχοποιία ( $2,1 \text{ kN/m}^2$ ). Στο δώμα σε όλη την περίμετρο υπάρχει στηθαίο από μπατική τοιχοποιία ύψους 1m.

Τα δάπεδα έχουν επίστρωση από μάρμαρο, βάρους  $1,3 \text{ kN/m}^2$ . Το ωφέλιμο φορτίο (μεταβλητή δράση) λήφθηκε ίσο με  $Q=2\text{kN/m}^2$

## Δεδομένα Φάσματος Σχεδιασμού: ΕΑΚ/2000

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας: II

Κατηγορία εδάφους: A

$\theta=1$ ,  $q=3,5$

Κατηγορία σπουδαιότητας:  $\Sigma_2$

Ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης:  $\zeta=5\%$

## Παραδοχές

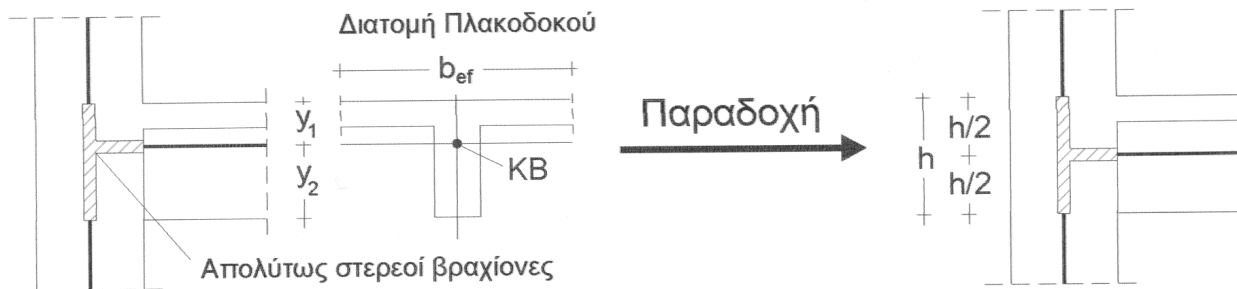
### Παραδοχές για την προσομοίωση του φορέα

- Διαφραγματική λειτουργία πλάκων: Θεώρηση ατενούς διαφράγματος στις στάθμες που ορίζονται στο σχ.3.
- Συνεργαζόμενο πλάτος πλακοδοκών: σύμφωνα με τον ΕΑΚ/2000
- Οι δυσκαμψίες και οι δυστρεψίες των διατομών ελήφθησαν μειωμένες σύμφωνα με τον ΕΑΚ/2000 (§3.2.3[2]).
- Ελήφθησαν υπόψη καμπτικές, διαμητικές, αξονικές και στρεπτικές παραμορφώσεις.
- Κατά τη μόρφωση του μοντέλου θεωρήθηκαν στους κόμβους απολύτως στερεά τμήματα (βλ. σχ.3).

### Ειδικότερες παραδοχές για την προσομοίωση του πυρήνα

Η προσομοίωση έγινε με ένα ισοδύναμο στυλό στο κέντρο βάρους της διατομής του κάθε σκέλους.

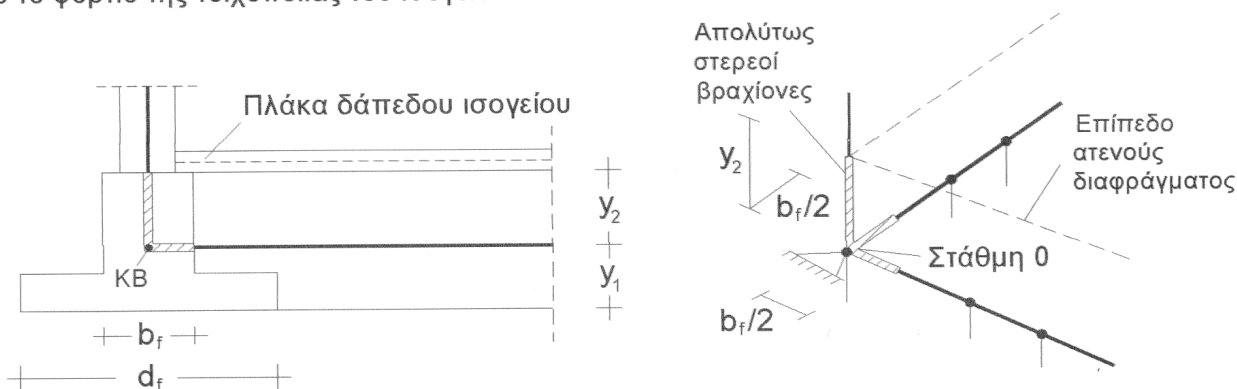




Σχ. 3. Λεπτομέρεια προσομοίωσης των πλαισιακών κόμβων

### Ειδικότερες παραδοχές για την προσομοίωση της θεμελίωσης

- Οι πεδιλοδοκοί διακριτοποιήθηκαν με 10 πεπερασμένα στοιχεία δοκού η κάθε μια. Στους κόμβους των στοιχείων αυτών τοποθετήθηκαν μεμονωμένα γραμμικά ελατήρια με τη βοήθεια των οποίων προσομοιώθηκε η ενδοσιμότητα του εδάφους.
- Ο άξονας των πεδιλοδοκών τοποθετήθηκε στο ΚΒ της διατομής τους (βλ. σχ.4)
- Οι δυσκαμψίες και οι δυστρεψίες των διατομών των πεδιλοδοκών ελήφθησαν μειωμένες σύμφωνα με τον ΕΑΚ/2000 (§3.2.3[2]).
- Ελήφθησαν υπόψη καμπτικές, διατμητικές, αξονικές και στρεπτικές παραμορφώσεις.
- Η πλάκα του ισογείου ελήφθη υπόψη ως ατενές διάφραγμα. Το μέσο επίπεδο του διαφράγματος θεωρήθηκε ότι συμπίπτει με την άνω ίνα της διατομής της πεδιλοδοκού (βλ. σχ.4).
- Δεσμεύτηκαν οι οριζόντιες μεταφορικές ελευθερίες κίνησης των τεσσάρων γωνιακών κόμβων του προσομοιώματος του φορέα θεμελίωσης, ενώ οι ενδιάμεσοι κόμβοι αφέθηκαν οριζοντίως ελεύθεροι.
- Θεωρήθηκε ότι όλα τα φορτία του δαπέδου της πλάκας του ισογείου μεταβιβάζονται κατευθείαν στο υποκείμενο έδαφος και επομένως δεν καταπονούν τις συνδετήριες δοκούς, οι οποίες φορτίζονται μόνον από το ίδιο βάρος τους και από το φορτίο της τοιχοποιίας του ισογείου.



Σχ. 4. Λεπτομέρεια προσομοίωσης της θεμελίωσης

### Ειδικότερες παραδοχές για την προσομοίωση των μαζών

- Η συνολική μάζα κάθε ορόφου θεωρείται συγκεντρωμένη στο γεωμετρικό κέντρο βάρους M του αντίστοιχου ατενούς διαφράγματος.
- Η συνολική μάζα κάθε ορόφου συντίθεται από:
  - τη μάζα των πλακών και των δοκών του ορόφου συμπεριλαμβανομένων και των επιστρώσεων,
  - τη μάζα των τοιχοποιιών οι οποίες εδράζονται επί αυτών (η μάζα του στηθαίου προστίθεται στη μάζα του τελευταίου διαφράγματος),
  - τη μάζα των υποκείμενων και των υπερκείμενων υποστυλωμάτων μέχρι το μέσον του ύψους τους και,
  - τη μάζα που αντιστοιχεί στο 30% του ωφέλιμου φορτίου
- Οι μάζες της πλάκας δαπέδου του ισογείου, των πεδιλοδοκών και της τοιχοποιίας του ισογείου δεν συμπεριλαμβάνονται στην ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής.
- Ως στάθμη 0 (για τον υπολογισμό των οριζόντιων σεισμικών φορτίων κατά την απλοποιημένη φασματική μέθοδο) θεωρήθηκε το επίπεδο από το οποίο διέρχεται ο άξονας της πεδιλοδοκού (βλ. σχ. 4).

### Ειδικότερες παραδοχές για τον υπολογισμό των ελατηρίων προσομοίωσης του εδάφους

Στην ανάλυση λαμβάνονται υπόψη μόνο τα κατακόρυφα ελατήρια  $C_N$ .

$$C_N = K L_x L_y$$



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Πολυτεχνική Σχολή  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας των Κατασκευών

Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών  
«Αντισεισμικός Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων»

Μάθημα: «Μόρφωση ,προσομοίωση και υπολογισμός αντισεισμικών κτιρίων»,  
(Α.Σ.Τ.Ε. 3)

## ΘΕΜΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

## Εισαγωγικά στοιχεία

### Δεδομένα ανωδομής

#### Γεωμετρικά στοιχεία διατομών- Προσομοιώσεις

##### Υποστυλώματα

- Προσομοιώθηκαν με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία με διατομές K50/50 για τον 1<sup>ο</sup> όροφο και K40/40 για τον 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, 4<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> όροφο.
- Οι καμπτικές δυσκαμψίες του Σταδίου ΙΙ ελήφθησαν ίσες με αυτές του Σταδίου Ι, ενώ η δυστρεφία ίση με 0,1 της αρχικής.(ΕΑΚ §3.2.3.[2])

##### Δοκοί

- Προσομοιώθηκαν με γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία με διατομές μορφής Γ (G25/60) για τις πλευρικές δοκούς και διατομές μορφής Τ (T25/60) για τις αμφίπλευρες δοκούς.
- Τα συνεργαζόμενα πλάτη σύμφωνα με τον ΕΑΚ (§3.2.3.[2]), είναι:
  - √ ΑΜΦΙΠΛΕΥΡΗ ΔΟΚΟΣ Τ25/60:  $b_m = 8h_f + b_w = 8 \times 0,15 + 0,25 \rightarrow b_m = 1,45\text{m}$
  - √ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΗ ΔΟΚΟΣ G25/60:  $b_m = 3h_f + b_w = 3 \times 0,15 + 0,25 \rightarrow b_m = 0,70\text{m}$
- Οι καμπτικές δυσκαμψίες του Σταδίου ΙΙ ελήφθησαν ίσες με το 1/2 της αντίστοιχης του Σταδίου Ι, ενώ η δυστρεφία ίση με 0,1 της αρχικής.(ΕΑΚ §3.2.3.[2])

##### Πυρήνας

Η προσομοίωση του πυρήνα έγινε με έναν ισοδύναμο στύλο στο κέντρο βάρους της διατομής του κάθε σκέλους. Στις στάθμες των ορόφων, προσομοιώθηκε με άκαμπτους βραχίονες, άπειρης δυστένειας, δυστημσίας και δυσκαμψίας και πεπερασμένης δυστρεφίας.

$$J = \frac{0,25^3 \times (2 + 3/2)}{3\mu} = 18,229 \times 10^{-3} \text{m}^4 \text{ για τη διατομή STER0 } (\mu=1 \text{ επειδή } h/t=3,5/0,25=14).$$

$$J = \frac{0,25^3 \times 3}{3\mu} = 15,625 \times 10^{-3} \text{m}^4 \text{ για τη διατομή STER1 } (\mu=1 \text{ επειδή } h/t=3,0/0,25=12).$$

$$J = \frac{0,25^3 \times \frac{3}{2}}{3\mu} = 7,8125 \times 10^{-3} \text{m}^4 \text{ για τη διατομή STER5 } (\mu \approx 1 \text{ επειδή } h/t=1,5/0,25=6).$$

#### Φορτία πλακών δαπέδων και τοιχοποιών

##### Τοιχοποιίες

Το κτίριο έχει περιμετρικά μπιατική τοιχοποιία 3,6KN/m<sup>2</sup> σε όλους τους ορόφους. Κατά μήκος των εσωτερικών δοκών υπάρχει δρομική τοιχοποιία 2,1KN/m<sup>2</sup>. Στο δώμα, σε όλη την περίμετρο υπάρχει στηθαίο από μπιατική τοιχοποιία, ύψους 1m.

##### Πλάκες Δαπέδων

Τα δάπεδα έχουν επιστρωση από μάρμαρο, βάρους 1,3KN/m<sup>2</sup>. Το ωφέλιμο φορτίο (μεταβλητή δράση) ελήφθη ίσο με Q=2KN/m<sup>2</sup>.

## Λεπτομέρειες μόρφωσης μοντέλου προσομοίωσης

Κατά τη μόρφωση του μοντέλου, στους κόμβους θεωρήθηκαν απολύτως στερεά τμήματα. Έγινε θεώρηση ατενούς διαφράγματος στις στάθμες των ορόφων με χρήση της ενσωματωμένης δυνατότητας του προγράμματος SAP2000 μέσω του block "Constraint". Οι στάθμες του ατενούς διαφράγματος ελήφθησαν στο επίπεδο του Κ.Β. της διατομής των πλακοδοκών.

## Αδρανειακή προσομοίωση

### Παραδοχές

Η συνολική μάζα του κάθε ορόφου θεωρείται συγκεντρωμένη στο γεωμετρικό κέντρο βάρους Μ του αντίστοιχου ατενούς διαφράγματος. Η συνολική μάζα του κάθε ορόφου συντίθεται από:

- Τη μάζα των πλακών και των δοκών του ορόφου συμπεριλαμβανομένων και των επιστρώσεων.
- Τη μάζα των τοιχοποιιών οι οποίες εδράζονται επί αυτών (η μάζα του στηθαιού προστίθεται στη μάζα του τελευταίου διαφράγματος).
- Τη μάζα των υποκείμενων και των υπερκείμενων υποστυλωμάτων μέχρι το μέσο του ύψους τους.
- Τη μάζα που αντιστοιχεί στο 30% του ωφέλιμου φορτίου

## Αναλυτικός υπολογισμός μαζών- Συνολική μάζα κάθε ορόφου

### Μάζες Επιμέρους Δομικών Στοιχείων

**Σημείωση:** Οι μάζες της πλάκας δαπέδου του ισογείου, των πεδιλοδοκών και της τοιχοποιίας του ισογείου δεν συμπεριλαμβάνονται στην ταλαντούμενη μάζα της κατασκευής. Ως στάθμη ο θεωρήθηκε το επίπεδο από το οποίο διέρχεται ο άξονας της πεδιλοδοκού.

### 1<sup>ος</sup> όροφος:

#### {1} Πλάκα

ίδιο βάρος πλάκας:  $13 \times 10,5 \times 0,15 \times 25 = 511,875 \text{ KN}$

επίστρωση:  $13 \times 10,5 \times 1,3 = 177,45 \text{ KN}$

Ωφέλιμο φορτίο:  $13 \times 10,5 \times 2,0 = 273 \text{ KN}$

#### {2} Κρεμάσεις δοκών

Ι.Β. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 3,0 = 8,4375 \text{ KN}$

Ι.Β. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,0 = 11,25 \text{ KN}$

Ι.Β. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,5 = 12,65625 \text{ KN}$

Ι.Β. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 5,0 = 14,0625 \text{ KN}$

#### {3} Στύλοι

Ι.Β. στύλων 1<sup>ου</sup> ορόφου (50x50)(12 στύλοι) :  $0,5 \times 0,5 \times 25 \times (4,0/2 + 3,0/2) = 21,875 \text{ KN}$

#### {4} Πυρήνας

Ι.Β. σκελών 1,2 του πυρήνα στον 1<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 3 \times 25 \times (4,0/2 + 3,0/2) = 65,625 \text{ KN}$

Ι.Β. σκέλους 3 του πυρήνα στον 1<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 4 \times 25 \times (4,0/2 + 3,0/2) = 87,5 \text{ KN}$

#### {5} Τοιχοποιίες

(Α) Μπλατική (3,6 KN/m<sup>2</sup>):

- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $3,6 \times 3 \times 3,0 = 32,4 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $3,6 \times 4 \times 3,0 = 43,2 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $3,6 \times 4,5 \times 3,0 = 48,6 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $3,6 \times 5 \times 3,0 = 54 \text{ KN}$

(Β) Δρομική (2,1 KN/m<sup>2</sup>):

- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $2,1 \times 3 \times 3,0 = 18,9 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $2,1 \times 4 \times 3,0 = 25,2 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $2,1 \times 4,5 \times 3,0 = 28,35 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $2,1 \times 5 \times 3,0 = 31,5 \text{ KN}$



Συνολικό μόνιμο:  $G=(511,875+177,45) + (50,625+67,5+50,625+56,25) + 262,5 + (131,25+87,5) + (97,2+129,6+97,2+108) + (56,7+75,6+56,7+63) = 2079,575 \text{ KN}$

Συνολικό κινητό:  $Q=273 \text{ KN}$

$$G+0,3Q = 2079,575 + 81,9 = 2161,475 \text{ KN}$$

$$m=2161,475/9,81 = 220,3338$$

$$J_m = 220,3338 \times (13^2 \times 10,5^2) / 12 = 5127,352 \text{ t} \times \text{m}^2.$$

## 2<sup>ος</sup> – 4<sup>ος</sup> όροφος:

### {1} Πλάκα

ίδιο βάρος πλάκας:  $13 \times 10,5 \times 0,15 \times 25 = 511,875 \text{ KN}$

επίστρωση:  $13 \times 10,5 \times 1,3 = 177,45 \text{ KN}$

Ωφέλιμο φορτίο:  $13 \times 10,5 \times 2,0 = 273 \text{ KN}$

### {2} Κρεμάσεις δοκών

I.B. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 3,0 = 8,4375 \text{ KN}$

I.B. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,0 = 11,25 \text{ KN}$

I.B. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,5 = 12,65625 \text{ KN}$

I.B. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 5,0 = 14,0625 \text{ KN}$

### {3} Στύλοι

I.B. στύλων 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup>, 4<sup>ου</sup> ορόφου (40x40)(12 στύλοι) :  $0,4 \times 0,4 \times 25 \times 3,0 = 12 \text{ KN}$

### {4} Πυρήνας

I.B. σκελών 1,2 του πυρήνα στον 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, 4<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 3 \times 25 \times 3,0 = 56,25 \text{ KN}$

I.B. σκέλους 3 του πυρήνα στον 2<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, 4<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 4 \times 25 \times 3,0 = 75 \text{ KN}$

### {5} Τοιχοποιίες

(Α) Μπιατική (3,6 KN/m<sup>2</sup>):

- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $3,6 \times 3 \times 3,0 = 32,4 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $3,6 \times 4 \times 3,0 = 43,2 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $3,6 \times 4,5 \times 3,0 = 48,6 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $3,6 \times 5 \times 3,0 = 54 \text{ KN}$

(Β) Δρομική (2,1 KN/m<sup>2</sup>):

- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $2,1 \times 3 \times 3,0 = 18,9 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 3 δοκών :  $2,1 \times 4 \times 3,0 = 25,2 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $2,1 \times 4,5 \times 3,0 = 28,35 \text{ KN}$
- Τοιχοποιία 2 δοκών :  $2,1 \times 5 \times 3,0 = 31,5 \text{ KN}$

Συνολικό μόνιμο:  $G=(511,875+177,45) + (50,625+67,5+50,625+56,25) + 144,0 + (112,5+75,0) + (97,2+129,6+97,2+108) + (56,7+75,6+56,7+63) = 1929,825 \text{ KN}$

Συνολικό κινητό:  $Q=273 \text{ KN}$

$$G+0,3Q = 1929,825 + 81,9 = 2011,725 \text{ KN}$$

$$m=2011,725/9,81 = 205,0688$$

$$J_m = 205,0688 \times (13^2 \times 10,5^2) / 12 = 4772,122 \text{ t} \times \text{m}^2.$$

## 5<sup>ος</sup> όροφος:

### {1} Πλάκα

ίδιο βάρος πλάκας:  $13 \times 10,5 \times 0,15 \times 25 = 511,875 \text{ KN}$

επίστρωση:  $13 \times 10,5 \times 1,3 = 177,45 \text{ KN}$

Ωφέλιμο φορτίο:  $13 \times 10,5 \times 2,0 = 273 \text{ KN}$

### {2} Κρεμάσεις δοκών

I.B. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 3,0 = 8,4375 \text{ KN}$

I.B. 6 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,0 = 11,25 \text{ KN}$

I.B. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 4,5 = 12,65625 \text{ KN}$

I.B. 4 δοκών :  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 \times 5,0 = 14,0625 \text{ KN}$

**{3} Στύλοι**

I.B. στύλων 5<sup>ου</sup> ορόφου (40x40)(12 στύλοι) :  $0,4 \times 0,4 \times 25 \times 3,0 / 2 = 6 \text{ KN}$

**{4} Πυρήνας**

I.B. σκελών 1,2 του πυρήνα στον 5<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 3 \times 25 \times 3,0 / 2 = 28,125 \text{ KN}$

I.B. σκέλους 3 του πυρήνα στον 5<sup>ο</sup> όροφο:  $0,25 \times 4 \times 25 \times 3,0 / 2 = 37,5 \text{ KN}$

**{5} Τοιχοποιίες**

(Α) Μπλατική (3,6 KN/m<sup>2</sup>):

- 2 στηθαία :  $3,6 \times 3 \times 1,0 = 10,8 \text{ KN}$
- 2 στηθαία :  $3,6 \times 4 \times 1,0 = 14,4 \text{ KN}$
- 2 στηθαία :  $3,6 \times 4,5 \times 1,0 = 16,2 \text{ KN}$
- 2 στηθαία :  $3,6 \times 5 \times 1,0 = 18 \text{ KN}$

Συνολικό μόνιμο:  $G = (511,875 + 177,45) + (50,625 + 67,5 + 50,625 + 56,25) + 72,0 + (56,25 + 37,5) + (32,4 + 43,2 + 32,4 + 36) + (0 + 0 + 0 + 0) = 1224,075 \text{ KN}$

Συνολικό κινητό:  $Q = 273 \text{ KN}$

$G + 0,3Q = 1224,075 + 81,9 = 1305,975 \text{ KN}$

$m = 1305,975 / 9,81 = 133,1269$

$J_m = 133,1269 \times (13^2 \times 10,5^2) / 12 = 3097,974 \text{ t} \times \text{m}^2$

	Μάζα (t)	Μαζική ροπή αδράνειας (t×m <sup>2</sup> )
1 <sup>ος</sup> όροφος	220,3338	5127,352
2 <sup>ος</sup> όροφος	205,0688	4772,122
3 <sup>ος</sup> όροφος	205,0688	4772,122
4 <sup>ος</sup> όροφος	205,0688	4772,122
5 <sup>ος</sup> όροφος	133,1269	3097,974

**Φόρτιση δομικών στοιχείων**

$g = 0,15 \times 25 + 1,3 = 5,05 \text{ kN/m}^2$ .

$q = 2 \text{ kN/m}^2$ .

Ισχύει ότι  $g^* = 1/2 \times g \times l_{\min}$  και  $q^* = 1/2 \times q \times l_{\min}$ .

Το φορτίο της πλάκας κατανέμεται σε κάθε όροφο σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (βλ. τους πίνακες 2.16 ~ 2.19, σελ 56~59 βιβλίο Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος ΙΙΙ):

g= 5,05		q= 2,00				Άνω	Κάτω	Αριστερά	Δεξιά
Πλάκα	Τύπος	l <sub>min</sub>	e	g	q	λ <sup>o</sup> <sub>v</sub>	λ <sup>u</sup> <sub>v</sub>	λ <sup>l</sup> <sub>v</sub>	λ <sup>r</sup> <sub>v</sub>
		l <sub>max</sub>	(=l <sub>max</sub> /l <sub>min</sub> )	g*	q*	g <sub>v</sub>	g <sub>v</sub>	g <sub>v</sub>	g <sub>v</sub>
				(=-1/2gl <sub>min</sub> )	(=-1/2ql <sub>min</sub> )	q <sub>v</sub>	q <sub>v</sub>	q <sub>v</sub>	q <sub>v</sub>
Π2	5β	3,00	1,3333	5,05	2,00	0,383367	0,66467	0,63400	0,63400
		4,00		7,58	3,00	2,90630	5,03488	4,80255	4,80255
						1,15101	1,99401	1,90200	1,90200
Π3	4	3,00	1,6667	5,05	2,00	0,51240	0,88741	0,63400	0,36600
		5,00		7,58	3,00	3,88143	6,72213	4,80255	2,77245
						1,53720	2,66223	1,90200	1,09800
Π4	5α	3,00	1,3333	5,05	2,00	0,71533	0,71533	0,28800	0,50000
		4,00		7,58	3,00	5,41862	5,41862	2,18160	3,78750
						2,14599	2,14599	0,86400	1,50000
Π5	6	3,00	1,3333	5,05	2,00	0,62500	0,62500	0,50000	0,50000
		4,00		7,58	3,00	4,73438	4,73438	3,78750	3,78750
						1,87500	1,87500	1,50000	1,50000
Π6	5α	3,00	1,6667	5,05	2,00	0,76333	0,76333	0,50000	0,28800
		5,00		7,58	3,00	5,78222	5,78222	3,78750	2,18160
						2,28999	2,28999	1,50000	0,86400
Π7	4	4,00	1,1250	5,05	2,00	0,63400	0,36600	0,40650	0,70450
		4,50		10,10	4,00	6,40340	3,69660	4,10565	7,11545
						2,53600	1,46400	1,62600	2,81800
Π8	5α	4,00	1,1250	5,05	2,00	0,50000	0,28800	0,64950	0,64950
		4,50		10,10	4,00	5,05000	2,90880	6,55995	6,55995
						2,00000	1,15200	2,59800	2,59800
Π9	4	4,50	1,1111	5,05	2,00	0,69700	0,40200	0,63400	0,36600
		5,00		11,36	4,50	7,91966	4,56773	7,20383	4,15868
						3,13650	1,80900	2,85300	1,64700

Στον δε πυρήνα, η κατανομή των φορτίων της πλάκας γίνεται αναλογικά με το μήκος των βραχιόνων. Δηλαδή,

$$g_{\pi} = (L_1 \times L_2) \times g / \Sigma L = (3,0 \times 4,0) \times 5,05 / 10 = 6,06 \text{ KN/m.}$$

$$q_{\pi} = (L_1 \times L_2) \times q / \Sigma L = (3,0 \times 4,0) \times 2 / 10 = 2,40 \text{ KN/m.}$$

Το ίδιο βάρος των δοκών (φόρτιση GD) είναι ίσο με  $0,25 \times (0,60 - 0,15) \times 25 = 2,8125 \text{ kN/m}$ , το οποίο κατανέμεται ισοδύναμα σε όλες τις δοκούς, ενώ στον πυρήνα υπάρχει ήδη ενσωματωμένο στο υλικό (CONC).

Το ίδιο βάρος των στύλων υπάρχει ενσωματωμένο στο υλικό (CONC)

Το ίδιο βάρος των τοιχοποιιών (φόρτιση ΤΟΙΧΟΙ) είναι ίσο με :

Μπατικοί τοίχοι:  $3,6 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m ύψος} = 10,8 \text{ kN/m.}$

Δρομικοί τοίχοι:  $2,1 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m ύψος} = 6,3 \text{ kN/m.}$

Στηθαίο (Μπατικό):  $3,6 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m ύψος} = 3,6 \text{ kN/m.}$



## Υπολογισμός του φάσματος σχεδιασμού

Η φασματική ανάλυση έγινε με βάση τον ΕΑΚ για περιοχή II και έδαφος τύπου Α.

Κατηγορία εδάφους Α :  $T_1 = 0,10 \text{ sec}$ ,  $T_2 = 0,40 \text{ sec}$

Σεισμική επιτάχυνση του εδάφους:  $A = 0,16g$

Συντελεστής θεμελίωσης  $\theta = 1,0$

Συντελεστής σπουδαιότητας  $\gamma_1 = 1,0$

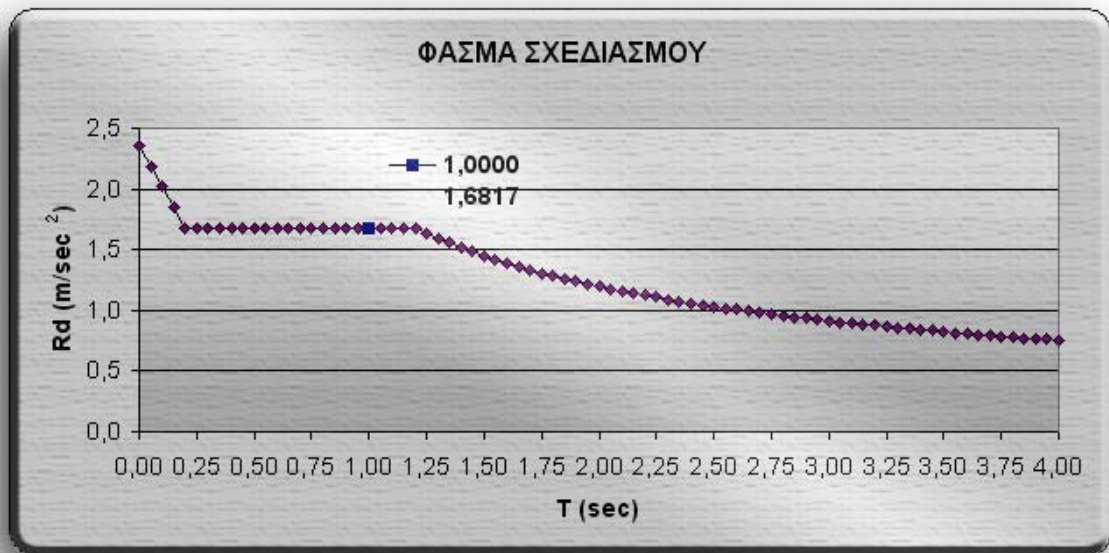
Συντελεστής φασματικής ενίσχυσης  $\beta_0 = 2,5$

Συντελεστή συμπεριφοράς  $q = 3,5$

$$T < T_1 = 0,10 \text{ sec} \Rightarrow R_d = A\gamma_1 \cdot \left[1 + \frac{T}{T_1} \cdot \left(\frac{n \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} - 1\right)\right] = 1,5696 \cdot [1 - 2,857 \cdot T]$$

$$T_1 = 0,10 \text{ sec} \leq T \leq T_2 = 0,40 \text{ sec} \Rightarrow R_d = A\gamma_1 \cdot n \frac{\theta}{q} \cdot \beta_0 = 1,121 \text{ m/sec}^2$$

$$T > T_2 = 0,40 \text{ sec} \Rightarrow R_d = A\gamma_1 \cdot n \frac{\theta}{q} \cdot \beta_0 \cdot \left(\frac{T_2}{T}\right)^{2/3} = 1,121 \cdot \left(\frac{0,40}{T}\right)^{2/3}$$



## Εντατικά μεγέθη των στοιχείων C3 και T1 (στο ισόγειο) λόγω του συνδυασμού G+0,3Q.

Τα εντατικά μεγέθη των στοιχείων C3 και T1 στο ισόγειο, όπως προέκυψαν από τη στατική ανάλυση για το συνδυασμό φόρτισης G+0,3Q, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Στόλος C <sub>1</sub> (Frame 151)						
	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Πόδας	-443,0549	-4,8836	-4,3226	0,0010	-5,4389	-6,5182
Κεφαλή	-419,9299	-4,8836	-4,3226	0,0010	10,5546	11,5511

Στόλος C <sub>4</sub> (Frame 154)						
	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Πόδας	-493,5462	6,6912	-3,6534	0,0010	-2,7432	8,5373
Κεφαλή	-470,4212	6,6912	-3,6534	0,0010	10,7745	-16,2203

Τοιχείο T <sub>1</sub> (Frame 1001)						
	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Πόδας	-614,9583	-0,1594	21,1116	0,0017	-119,6608	-0,3942
Κεφαλή	-544,2446	-0,1594	21,1116	0,0017	-199,2811	0,2069

Τοιχείο T <sub>3</sub> (Frame 1003)						
	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Πόδας	-447,7562	6,3717	0,1860	0,0023	-1,1361	41,7777
Κεφαλή	-353,4712	6,3717	0,1860	0,0023	-1,8377	17,7476

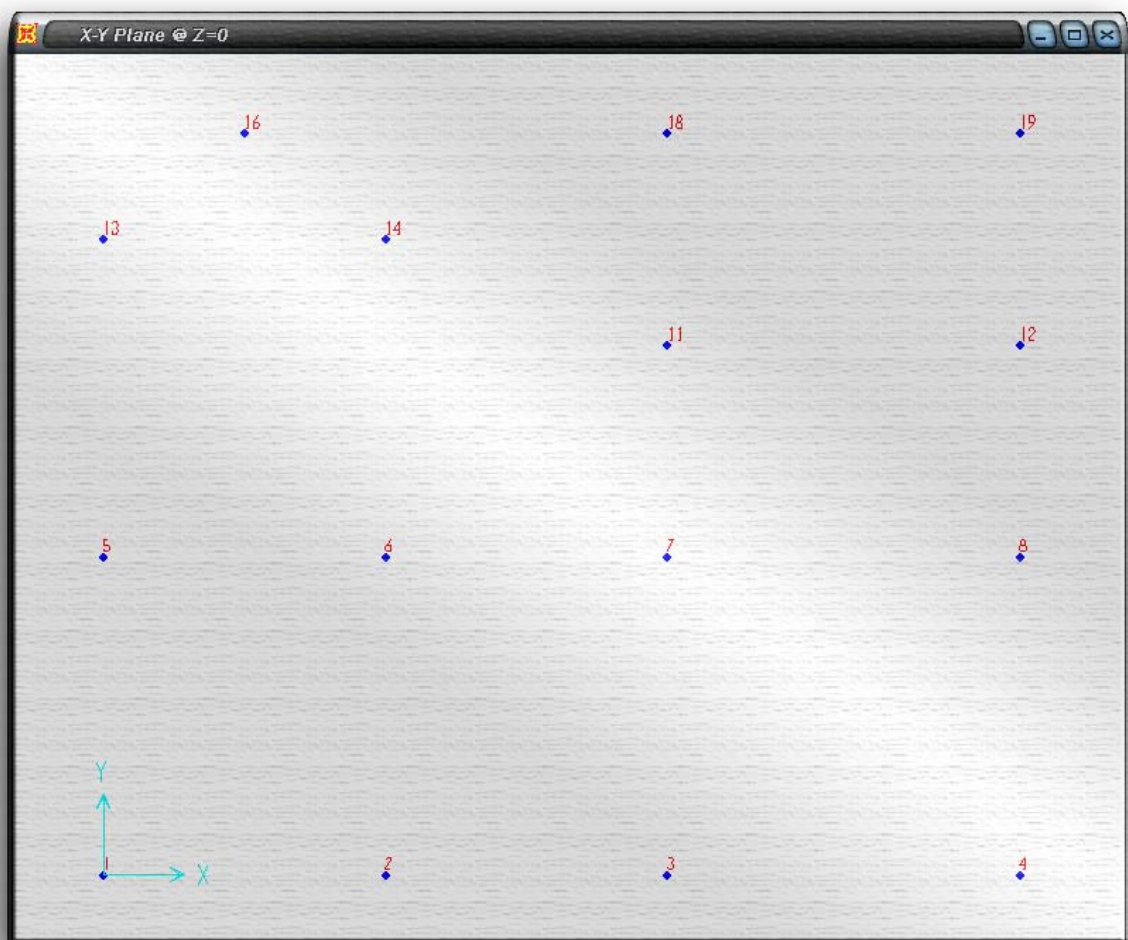
## Δυναμική Φασματική Ανάλυση

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, οι μάζες του κάθε ορόφου μετατοπίζονται εκατέρωθεν του θεωρητικού κέντρου μάζας κατά  $e_{ci}$ , όπου  $e_{ci}$ , η τυχηματική εκκεντρότητα του κάθε ορόφου που ισούται με  $0,05L_i$ , όπου  $L_x=13m$  και  $L_y=10,5m$ .

$$e_{cx} = 0,05L_x = 0,05 \cdot 13,0 = 0,65 \text{ m}$$

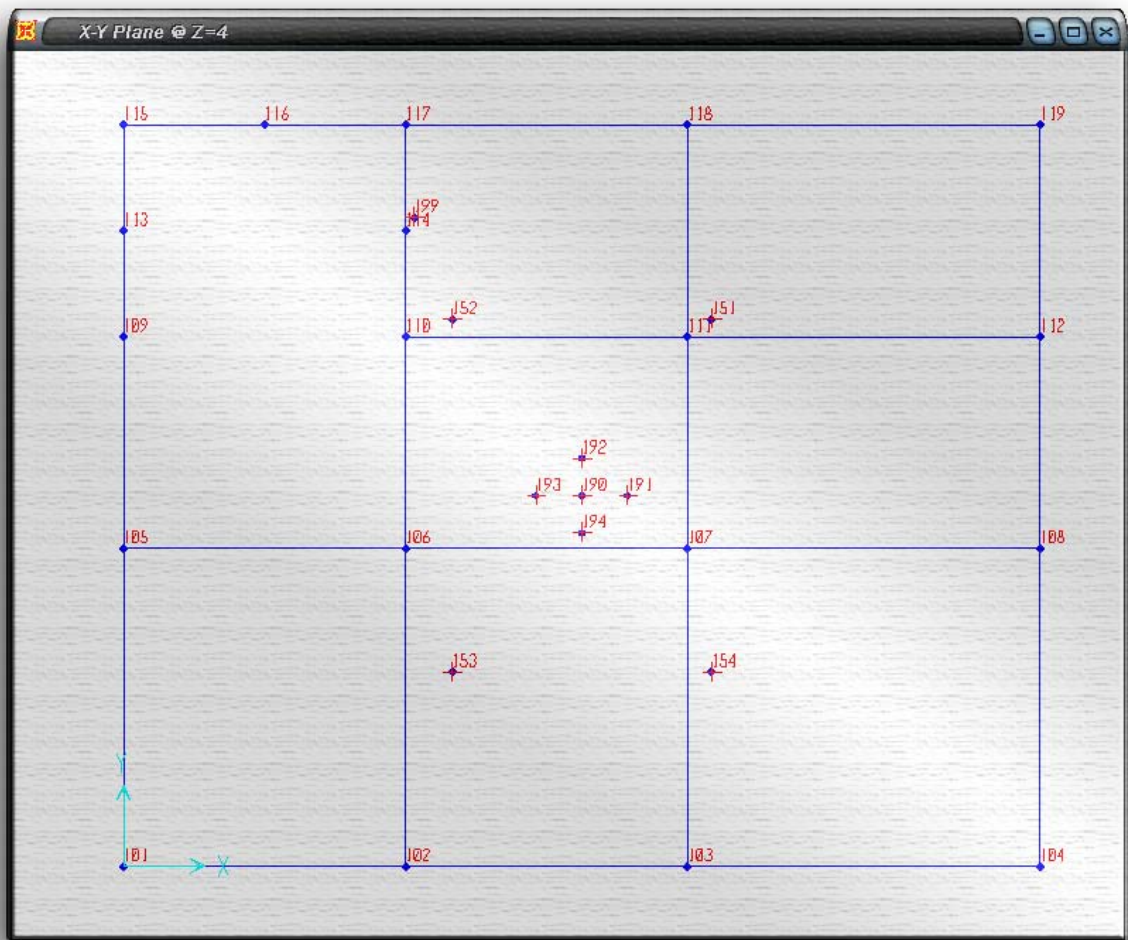
$$e_{cy} = 0,05L_y = 0,05 \cdot 10,5 = 0,525 \text{ m}$$

Οι τέσσερις θέσεις της μάζας σε κάθε όροφο φαίνονται στο παρακάτω σχήμα :

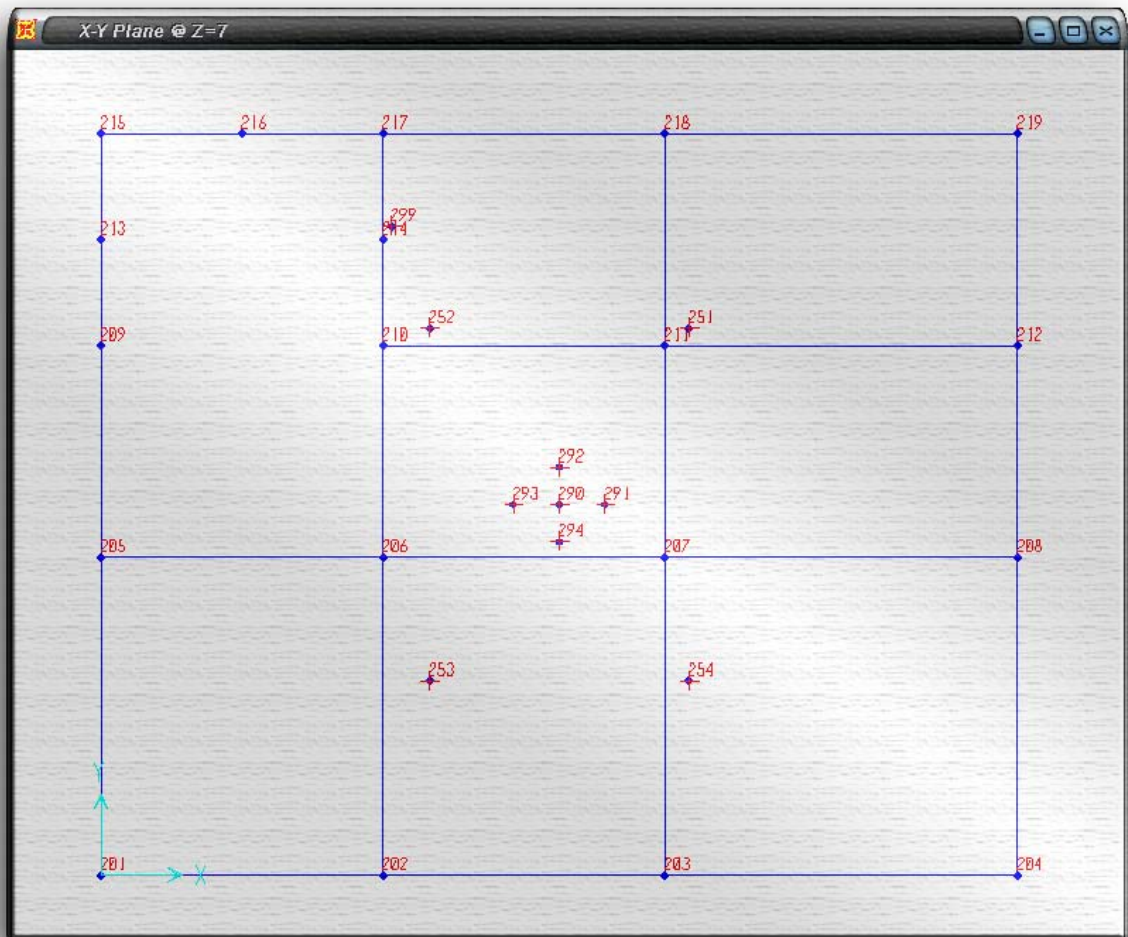


Ισόγειο

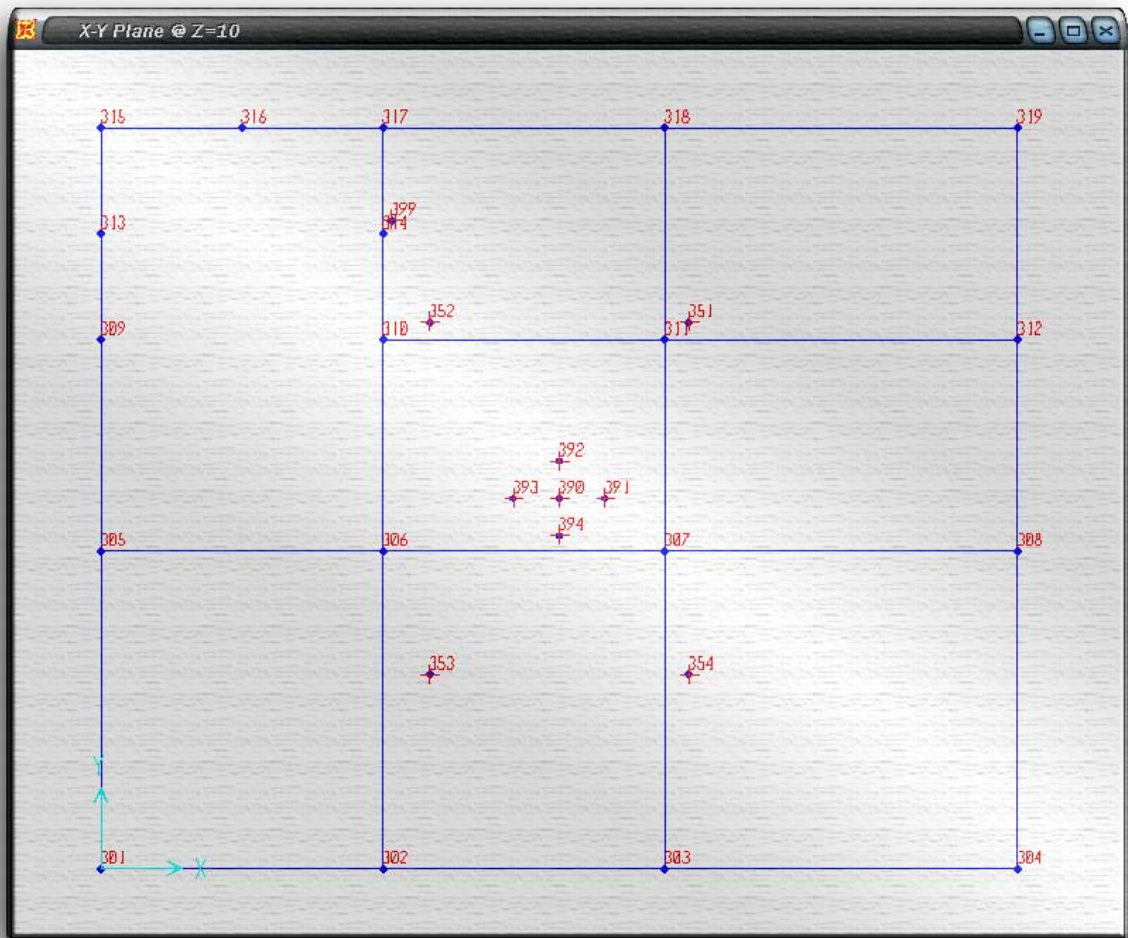




1<sup>ος</sup> όροφος

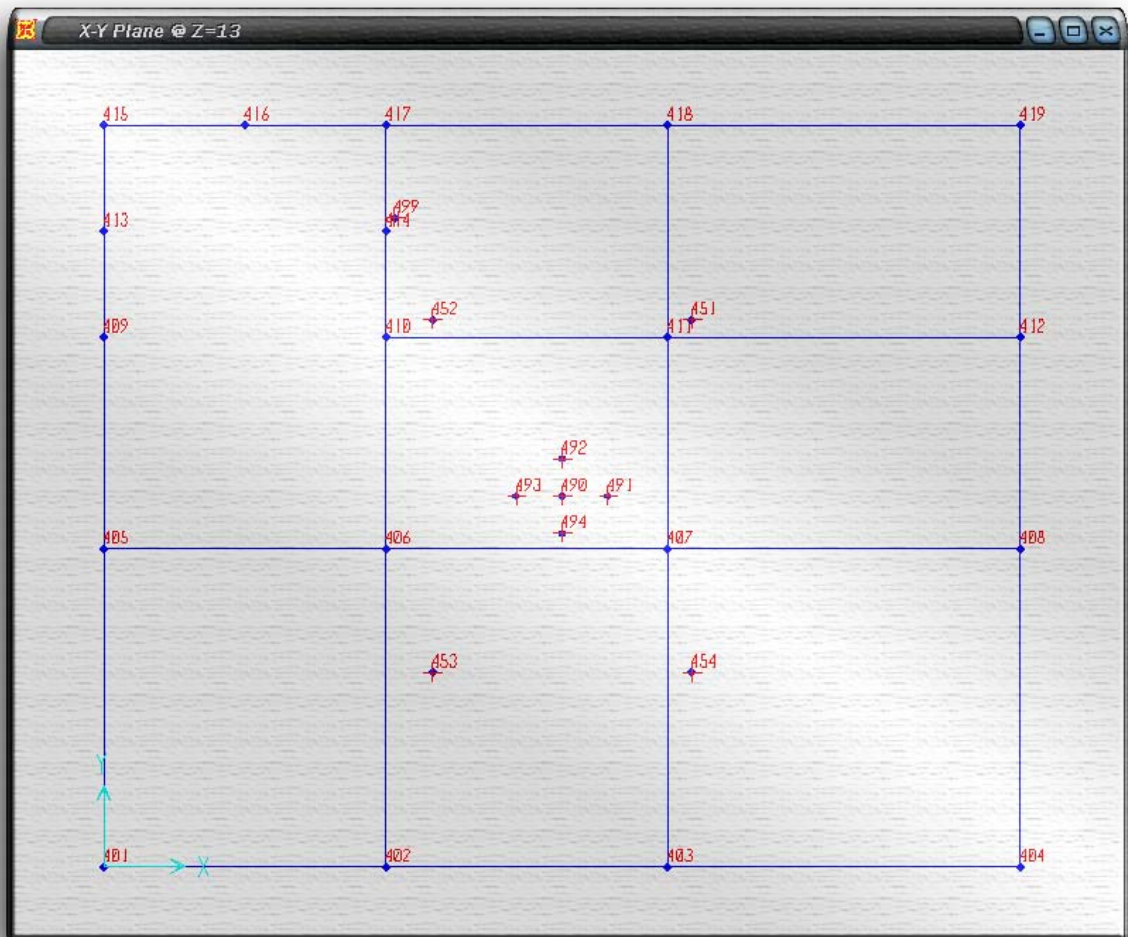


2<sup>ος</sup> όροφος

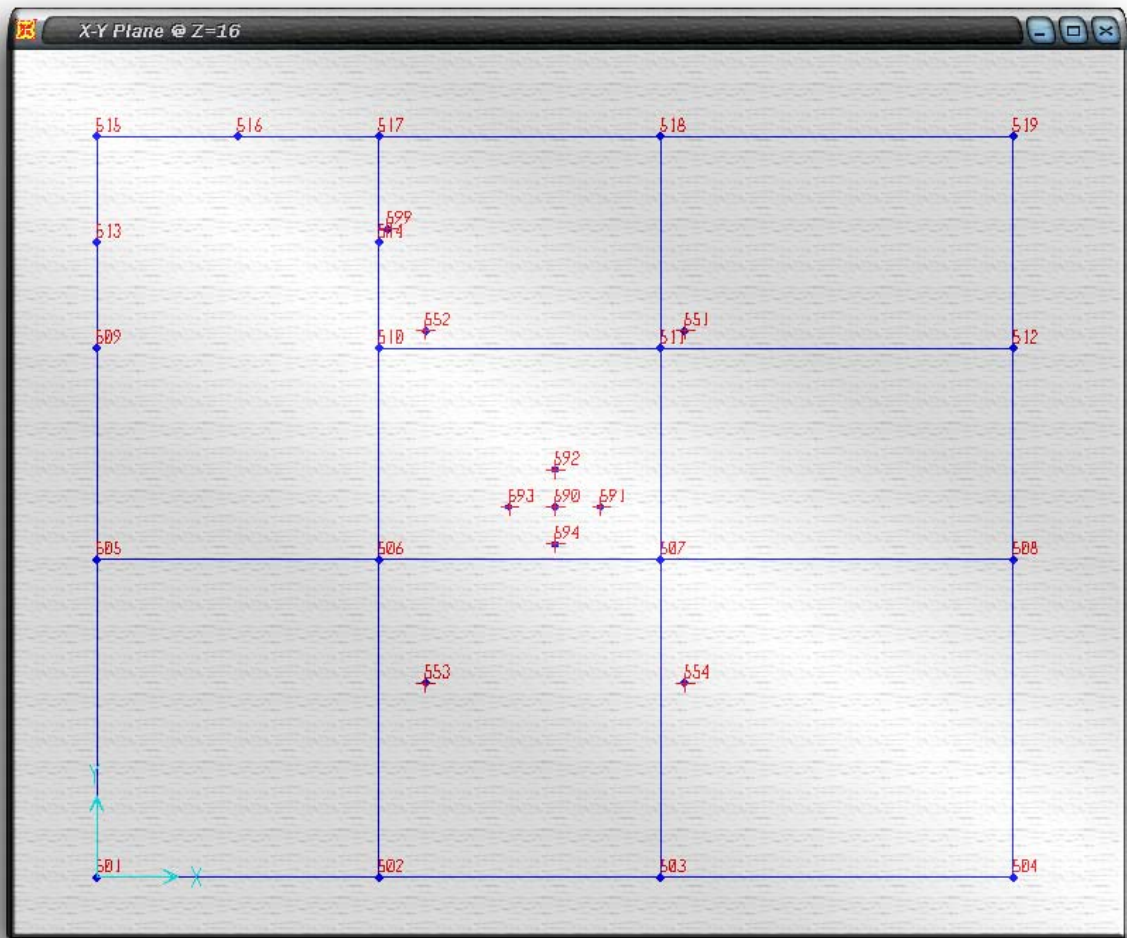


3<sup>ος</sup> όροφος





4<sup>ος</sup> όροφος



5<sup>ος</sup> όροφος

Σε ότι αφορά τη διεύθυνση των δύο οριζόντιων (και κάθετων μεταξύ τους) ταυτόχρονων συνιστωσών του σεισμού, αρκεί η θεώρηση ενός μόνο προσανατολισμού. Στην περίπτωση που εξετάζεται η μία οριζόντια συνιστώσα λαμβάνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα συμμετρίας, οπότε η αντίστοιχη μετατόπιση των μαζών γίνεται κάθετα προς τον άξονα συμμετρίας.

## Ιδιοπερίοδοι και για τις τέσσερις θέσεις της μάζας

Οι ιδιοπερίοδοι και οι ιδιοσυχνότητες για τις τέσσερις θέσεις της μάζας, όπως προκύπτουν από τη δυναμική φασματική ανάλυση, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Ιδιομορφή	Περίοδος (sec)			
	+etx	+ety	-etx	-ety
1	0,673559	0,634029	0,639283	0,676199
2	0,520621	0,521206	0,523388	0,522732
3	0,275838	0,291741	0,289031	0,272802
4	0,198103	0,184015	0,185427	0,198718
5	0,111544	0,103522	0,104040	0,111649
6	0,098097	0,098115	0,098636	0,098544
7	0,076920	0,071245	0,071495	0,076869
8	0,062269	0,057631	0,057732	0,062142
9	0,053480	0,057127	0,056585	0,052890
10	0,046714	0,046801	0,046525	0,046472
11	0,031717	0,031680	0,031125	0,031224
12	0,025958	0,027373	0,027484	0,025614
13	0,025377	0,025850	0,025295	0,025269
14	0,017241	0,018596	0,018916	0,017467
15	0,014107	0,015224	0,015578	0,014366



## Ποσοστά συμμετοχής των μαζών (%)

Τα ποσοστά συμμετοχής μαζών για κάθε ιδιομορφή σε κάθε θέση της μάζας παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Σημειώνεται ότι από τους πίνακες προκύπτει ότι οι σημαντικές ιδιομορφές είναι έξι για όλες τις θέσεις της μάζας.

Παρατηρούμε ότι σημαντικές ιδιομορφές θεωρούνται αυτές των οποίων το άθροισμα των δρώσων μαζών (συνολικό ποσοστό ταλαντούμενης μάζας που ενεργοποιείται από τις ιδιομορφές) ΣΜ<sub>i</sub> φθάσει το 90% της συνολικής ταλαντούμενης μάζας Μ του συστήματος.

Ιδιομορφή	+etx				+ety			
	Ανά ιδιομορφή		Άθροιστικά		Ανά ιδιομορφή		Άθροιστικά	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1	42,6497	29,9684	42,6497	29,9684	45,2581	27,5193	45,2581	27,5193
2	33,8320	50,4929	76,4817	80,4613	30,8426	53,4256	76,1007	80,9449
3	8,4746	3,7866	84,9563	84,2479	8,9340	3,2998	85,0347	84,2447
4	5,4276	3,5238	90,3839	87,7717	5,3885	3,1187	90,4232	87,3634
5	0,6192	1,1846	91,0031	88,9563	0,3013	1,8084	90,7245	89,1718
6	5,2618	7,9999	96,2649	96,9562	5,1793	7,6917	95,9038	96,8635
7	0,3979	0,3300	96,6629	97,2862	0,4457	0,3353	96,3495	97,1988
8	0,0616	0,0332	96,7244	97,3194	0,0181	0,0011	96,3677	97,1999
9	2,6392	0,6787	99,3636	97,9981	2,8591	0,8837	99,2268	98,0836
10	0,2570	1,4996	99,6206	99,4977	0,3700	1,3775	99,5968	99,4611
11	0,2023	0,1341	99,8229	99,6318	0,2123	0,1215	99,8091	99,5826
12	0,0006	0,0892	99,8235	99,7210	0,1270	0,3352	99,9361	99,9177
13	0,1490	0,2125	99,9725	99,9335	0,0328	0,0066	99,9688	99,9243
14	0,0251	0,0586	99,9976	99,9920	0,0285	0,0666	99,9973	99,9909
15	0,0024	0,0080	100,0000	100,0000	0,0027	0,0091	100,0000	100,0000

Ιδιομορφή	-etx				-ety			
	Ανά ιδιομορφή		Άθροιστικά		Ανά ιδιομορφή		Άθροιστικά	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1	59,1447	13,2942	59,1447	13,2942	54,7590	17,8253	54,7590	17,8253
2	14,8844	69,2793	74,0291	82,5735	20,0064	64,2069	74,7654	82,0322
3	10,9909	1,6334	85,0200	84,2070	10,1572	2,1985	84,9226	84,2307
4	6,5778	1,8979	91,5977	86,1049	6,5813	2,3600	91,5039	86,5908
5	0,5789	1,4624	92,1766	87,5673	0,8398	0,9667	92,3436	87,5575
6	3,4335	9,5644	95,6101	97,1317	3,7148	9,5948	96,0584	97,1523
7	0,5159	0,2649	96,1260	97,3967	0,4513	0,2863	96,5097	97,4385
8	0,0164	0,0083	96,1424	97,4049	0,0721	0,0250	96,5818	97,4636
9	3,2156	0,4927	99,3580	97,8976	2,8905	0,3808	99,4723	97,8443
10	0,2265	1,6012	99,5845	99,4988	0,1455	1,6780	99,6177	99,5224
11	0,1711	0,1702	99,7557	99,6690	0,1632	0,1800	99,7809	99,7023
12	0,1768	0,2565	99,9325	99,9255	0,0556	0,2146	99,8365	99,9170
13	0,0237	0,0159	99,9561	99,9413	0,1264	0,0298	99,9629	99,9468
14	0,0400	0,0513	99,9961	99,9927	0,0338	0,0467	99,9967	99,9935
15	0,0039	0,0073	100,0000	100,0000	0,0033	0,0065	100,0000	100,0000



## Ακραίες τιμές των εντατικών μεγεθών των στοιχείων C1, C4, T1 και T3 στο ισόγειο, από ταυτόχρονη δράση σεισμού κατά x και y.

Μετά την ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος, υπολογίζεται η ιδιομορφική απόκριση, κατά την οποία με τη χρήση του φάσματος σχεδιασμού υπολογίζεται για κάθε συνιστώσα του σεισμού η ακραία απόκριση που αντιστοιχεί σε κάθε ιδιομορφή ταλάντωσης (με καθορισμένο πρόσημο).

Στη συνέχεια γίνεται ιδιομορφική επαλληλία με τον κανόνα της πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας (CQC), από την οποία προκύπτει για κάθε συνιστώσα του σεισμού, η πιθανή ακραία τιμή των μεγεθών απόκρισης (με ακαθόριστο πρόσημο). Έτσι, οι πιθανές ακραίες τιμές  $exA$  του τυχόντος μεγέθους απόκρισης A, για κάθε συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης, δίνονται από τη σχέση:

$$exA = \pm \sqrt{\sum_i \sum_j (\varepsilon_{ij} \cdot A_i \cdot A_j)}$$

όπου:

$A_i$  : οι ιδιομορφικές τιμές του μεγέθους A και  $\varepsilon_{ij}$  ο συντελεστής συσχέτισης των ιδιομορφών I και j (ΕΑΚ2000 παρ.3.4.2). Ακόμη, ο παραπάνω τύπος ισοδυναμεί με τη μητρώϊκή σχέση:

$$exA = \sqrt{A^T E A}$$

όπου:

**A** : το μητρώο στήλης (N,1) των N ιδιομορφικών τιμών  $A_i$  και **E** το τετραγωνικό μητρώο NxN των συντελεστών συσχέτισης  $\varepsilon_{ij}$ .

Τέλος γίνεται η χωρική επαλληλία, με τον κανόνα της τετραγωνικής ρίζας του αθροίσματος των τετραγώνων (SRSS), κατά την οποία υπολογίζεται η πιθανή ακραία τιμή τυχόντος μεγέθους απόκρισης για ταυτόχρονη δράση των δύο συνιστωσών του σεισμού:

$$exA = \pm \sqrt{(exA_x)^2 + (exA_y)^2}$$

Οι πιθανές μέγιστες και πιθανές ελάχιστες τιμές των εντατικών μεγεθών των στοιχείων C3 και T1, όπως προκύπτουν από την ανάλυση για ταυτόχρονη δράση σεισμού κατά x και y παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Το πρόσημο των πιθανών ακραίων τιμών των εντατικών μεγεθών είναι ακαθόριστο και οι τιμές αυτές δεν είναι ταυτόχρονες.

Φορτιστικές καταστάσεις	Ωιοτομή	Στύλος C <sub>1</sub>					
		exP	exV <sub>2</sub>	exV <sub>3</sub>	exT	exM <sub>2</sub>	exM <sub>3</sub>
(+ετχ)	Πόδος	±112,188	±34,586	±11,026	±0,600	±25,972	±90,934
	Κεφαλή	±112,188	±34,586	±11,026	±0,600	±14,915	±37,252
(-ετχ)	Πόδος	±111,406	±33,709	±12,698	±0,563	±29,683	±88,443
	Κεφαλή	±111,406	±33,709	±12,698	±0,563	±17,381	±36,488
(+ετυ)	Πόδος	±111,146	±33,208	±11,233	±0,557	±26,332	±87,253
	Κεφαλή	±111,146	±33,208	±11,233	±0,557	±15,322	±35,834
(-ετυ)	Πόδος	±112,461	±34,976	±12,362	±0,602	±29,011	±91,845
	Κεφαλή	±112,461	±34,976	±12,362	±0,602	±16,810	±37,781

Φορτιστικές καταστάσεις	Ωιοτομή	Στύλος C <sub>4</sub>					
		exP	exV <sub>2</sub>	exV <sub>3</sub>	exT	exM <sub>2</sub>	exM <sub>3</sub>
(+ετχ)	Πόδος	±82,976	±33,176	±34,836	±0,600	±92,514	±89,131
	Κεφαλή	±82,976	±33,176	±34,836	±0,600	±36,613	±33,760
(-ετχ)	Πόδος	±80,870	±32,298	±32,569	±0,563	±86,695	±86,640
	Κεφαλή	±80,870	±32,298	±32,569	±0,563	±34,044	±32,976
(+ετυ)	Πόδος	±82,669	±31,881	±33,207	±0,557	±88,190	±85,560
	Κεφαλή	±82,669	±31,881	±33,207	±0,557	±34,909	±32,530
(-ετυ)	Πόδος	±81,685	±33,499	±34,257	±0,602	±91,140	±89,955
	Κεφαλή	±81,685	±33,499	±34,257	±0,602	±35,843	±34,119

Φορτιστικές καταστάσεις	Ωιοτομή	Στύλος T <sub>1</sub>					
		exP	exV <sub>2</sub>	exV <sub>3</sub>	exT	exM <sub>2</sub>	exM <sub>3</sub>
(+ετχ)	Πόδος	±349,679	±3,807	±167,426	±1,009	±933,535	±13,207
	Κεφαλή	±349,679	±3,807	±167,426	±1,009	±381,564	±1,660
(-ετχ)	Πόδος	±327,741	±3,657	±213,290	±0,948	±1100,106	±12,774
	Κεφαλή	±327,741	±3,657	±213,290	±0,948	±381,360	±1,484
(+ετυ)	Πόδος	±369,529	±3,806	±174,586	±0,938	±948,949	±13,194
	Κεφαλή	±369,529	±3,806	±174,586	±0,938	±380,549	±1,622
(-ετυ)	Πόδος	±296,172	±3,674	±201,324	±1,012	±1068,080	±12,830
	Κεφαλή	±296,172	±3,674	±201,324	±1,012	±383,197	±1,538

Φορτιστικές καταστάσεις	Ωιοτομή	Στύλος T <sub>3</sub>					
		exP	exV <sub>2</sub>	exV <sub>3</sub>	exT	exM <sub>2</sub>	exM <sub>3</sub>
(+ετχ)	Πόδος	±739,057	±344,388	±2,945	±1,364	±12,232	±1209,926
	Κεφαλή	±739,057	±344,388	±2,945	±1,364	±1,913	±382,138
(-ετχ)	Πόδος	±817,888	±299,131	±3,248	±1,281	±13,558	±1116,978
	Κεφαλή	±817,888	±299,131	±3,248	±1,281	±2,151	±323,351
(+ετυ)	Πόδος	±760,551	±344,683	±3,016	±1,268	±12,562	±1221,778
	Κεφαλή	±760,551	±344,683	±3,016	±1,268	±1,989	±352,700
(-ετυ)	Πόδος	±794,896	±300,401	±3,168	±1,368	±13,194	±1109,869
	Κεφαλή	±794,896	±300,401	±3,168	±1,368	±2,071	±352,828



## Πιθανές ταυτόχρονες τριάδες των εντατικών μεγεθών των στοιχείων C1, C4, T1 και T3.

Η πιθανή ταυτόχρονη τιμή προς την τιμή  $e_{xA}$  ενός μεγέθους  $B_{,A}$  δίνεται από τη σχέση:

$$B_{,A} = P_{AB} / e_{xA}$$

Όπου:

$$P_{AB} = P_{BA} = \sum_i \sum_j \varepsilon_{ij} \cdot (A_{i,x} \cdot B_{j,x} + A_{i,y} \cdot B_{j,y})$$

ο παράγον συσχέτισης των μεγεθών A και B και  $(A_{i,x}, B_{j,x}), (A_{i,y}, B_{j,y})$  με  $i, j=1, 2, \dots, N$  οι ιδιομορφικές τιμές των μεγεθών A και B για ανεξάρτητη σεισμική δράση κατά τις διευθύνσεις x και y αντίστοιχα (ΕΑΚ2000 παρ.3.4.4).

Αποδεικνύεται ότι:

$$P_{AB} = A^T E B$$

όπου, αν είναι n ο αριθμός των σημαντικών ιδιομορφών,  
 $A^T = [A_{1,x}, A_{2,x}, \dots, A_{n,x}, A_{1,y}, A_{2,y}, \dots, A_{n,y}]$  το ανάστροφο μητρώο του A  
A το μητρώο στήλης των ιδιομορφικών τιμών του A  
B το μητρώο στήλης των ιδιομορφικών τιμών του B  
E το τετραγωνικό μητρώο διαστάσεων  $2n \times 2n$  με τη μορφή

$$E = \begin{bmatrix} \varepsilon & 0 \\ 0 & \varepsilon \end{bmatrix}$$

και  $\varepsilon$  το τετραγωνικό μητρώο διαστάσεων  $n \times n$  των συντελεστών συσχέτισης των σημαντικών ιδιομορφών.

Δεδομένου ότι το πρόγραμμα δίνει τις ιδιομορφές, επισημαίνεται ότι για να προκύψουν οι ιδιομορφικές τιμές των μεγεθών απόκρισης  $A_{i,x}, B_{i,x}$  και  $A_{i,y}, B_{i,y}$  πρέπει κάθε τιμή να πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή  $U_{i1}$  και  $U_{i2}$  (response spectrum modal amplitudes) αντίστοιχα, όπου  $U_i = v_i \cdot S_{ai}/\omega_i$ .

Για την εύρεση των πιθανών ταυτόχρονων τριάδων, θεωρούμε διαδοχικά την ακραία τιμή (μέγιστη και ελάχιστη) κάθε μεγέθους και των πιθανών ταυτόχρονων τιμών των άλλων μεγεθών. Η διαδικασία ακολουθείται και για τις τέσσερις θέσεις της μάζας.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν οι ακόλουθοι πιθανοί ταυτόχρονοι συνδυασμοί για διαξονική κάμψη στα στοιχεία C3 και T1 του ισογείου:

(Με έντονους χαρακτήρες σημειώνονται οι ακραίες τιμές των εντατικών μεγεθών)



Θέση μάζας	Στοιχείο	για exN		για exM2		για exM3		G+o,3Q
-etx	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= 111,4062	N <sub>M2</sub> = -11,7880	N <sub>M3</sub> = 100,5164			-443,0549
		άνω	exN= 111,4062	N <sub>M2</sub> = -1,3312	N <sub>M3</sub> = -94,2238			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -3,1408	exM <sub>2</sub> = 29,6835	M <sub>2,M3</sub> = -14,3173			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = -0,2077	exM <sub>2</sub> = 17,3815	M <sub>2,M3</sub> = -8,1657			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 79,7975	M <sub>3,M2</sub> = -42,6587	exM <sub>3</sub> = 88,4426			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -30,8604	M <sub>3,M2</sub> = -17,1417	exM <sub>3</sub> = 36,4880			11,5511
		κάτω	exN= -111,4062	N <sub>M2</sub> = 11,7880	N <sub>M3</sub> = -100,5164			-443,0549
		άνω	exN= -111,4062	M <sub>M2</sub> = 1,3312	N <sub>M3</sub> = 94,2238			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 3,1408	exM <sub>2</sub> = -29,6835	M <sub>2,M3</sub> = 14,3173			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 0,2077	exM <sub>2</sub> = -17,3815	M <sub>2,M3</sub> = 8,1657			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = -79,7975	M <sub>3,M2</sub> = 42,6587	exM <sub>3</sub> = -88,4426			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = 30,8604	M <sub>3,M2</sub> = 17,1417	exM <sub>3</sub> = -36,4880			11,5511
+etx	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= 112,1882	N <sub>M2</sub> = -26,5246	N <sub>M3</sub> = 104,2961			-443,0549
		άνω	exN= 112,1882	N <sub>M2</sub> = 11,6964	N <sub>M3</sub> = -98,7206			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -6,1406	exM <sub>2</sub> = 25,9721	M <sub>2,M3</sub> = -13,5348			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 1,5550	exM <sub>2</sub> = 14,9150	M <sub>2,M3</sub> = -7,3614			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 84,5368	M <sub>3,M2</sub> = -47,3880	exM <sub>3</sub> = 90,9337			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -32,7801	M <sub>3,M2</sub> = -18,3859	exM <sub>3</sub> = 37,2521			11,5511
		κάτω	exN= -112,1882	N <sub>M2</sub> = 26,5246	N <sub>M3</sub> = -104,2961			-443,0549
		άνω	exN= -112,1882	M <sub>M2</sub> = -11,6964	N <sub>M3</sub> = 98,7206			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 6,1406	exM <sub>2</sub> = -25,9721	M <sub>2,M3</sub> = 13,5348			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,5550	exM <sub>2</sub> = -14,9150	M <sub>2,M3</sub> = 7,3614			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = -84,5368	M <sub>3,M2</sub> = 47,3880	exM <sub>3</sub> = -90,9337			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = 32,7801	M <sub>3,M2</sub> = 18,3859	exM <sub>3</sub> = -37,2521			11,5511
+ety	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= 111,1461	N <sub>M2</sub> = -16,1656	N <sub>M3</sub> = 102,5465			-443,0549
		άνω	exN= 111,1461	N <sub>M2</sub> = 1,4823	N <sub>M3</sub> = -96,7388			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -3,8298	exM <sub>2</sub> = 26,3317	M <sub>2,M3</sub> = -12,2814			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 0,2043	exM <sub>2</sub> = 15,3216	M <sub>2,M3</sub> = -6,7928			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 80,5022	M <sub>3,M2</sub> = -40,6958	exM <sub>3</sub> = 87,2532			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -31,1889	M <sub>3,M2</sub> = -15,8869	exM <sub>3</sub> = 35,8338			11,5511
		κάτω	exN= -111,1461	N <sub>M2</sub> = 16,1656	N <sub>M3</sub> = -102,5465			-443,0549
		άνω	exN= -111,1461	M <sub>M2</sub> = -1,4823	N <sub>M3</sub> = 96,7388			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 3,8298	exM <sub>2</sub> = -26,3317	M <sub>2,M3</sub> = 12,2814			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = -0,2043	exM <sub>2</sub> = -15,3216	M <sub>2,M3</sub> = 6,7928			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = -80,5022	M <sub>3,M2</sub> = 40,6958	exM <sub>3</sub> = -87,2532			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = 31,1889	M <sub>3,M2</sub> = 15,8869	exM <sub>3</sub> = -35,8338			11,5511
-ety	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= 112,4611	N <sub>M2</sub> = -21,1406	N <sub>M3</sub> = 102,6871			-443,0549
		άνω	exN= 112,4611	N <sub>M2</sub> = 7,6542	N <sub>M3</sub> = -96,6144			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -5,4535	exM <sub>2</sub> = 29,0108	M <sub>2,M3</sub> = -15,1881			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 1,1441	exM <sub>2</sub> = 16,8101	M <sub>2,M3</sub> = -8,5091			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 83,8625	M <sub>3,M2</sub> = -48,0839	exM <sub>3</sub> = 91,8447			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -32,4574	M <sub>3,M2</sub> = -19,1243	exM <sub>3</sub> = 37,7810			11,5511
		κάτω	exN= -112,4611	N <sub>M2</sub> = 21,1406	N <sub>M3</sub> = -102,6871			-443,0549
		άνω	exN= -112,4611	M <sub>M2</sub> = -7,6542	N <sub>M3</sub> = 96,6144			-419,9299
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 5,4535	exM <sub>2</sub> = -29,0108	M <sub>2,M3</sub> = 15,1881			-5,4389
		άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,1441	exM <sub>2</sub> = -16,8101	M <sub>2,M3</sub> = 8,5091			10,5546
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = -83,8625	M <sub>3,M2</sub> = 48,0839	exM <sub>3</sub> = -91,8447			-6,5182
		άνω	M <sub>3,N</sub> = 32,4574	M <sub>3,M2</sub> = 19,1243	exM <sub>3</sub> = -37,7810			11,5511

## **Εντατικά μεγέθη των στοιχείων C1, C4, T1 και T3 λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων (G+0,3Q±E)**

Τα εντατικά μεγέθη των στοιχείων C3 και T1 λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων βρίσκονται με απλή άθροιση των εντατικών μεγεθών που προκύπτουν από τη στατική ανάλυση για συνδυασμό φόρτισης G+0,3Q και των πιθανών ταυτόχρονων εντατικών μεγεθών όπως προέκυψαν στο προηγούμενο ερώτημα από τη δυναμική φασματική ανάλυση για τις τέσσερις θέσεις της μάζας. Τα αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην επόμενη σελίδα:



Θέση μάζας	Στοιχείο	για exN		για exM2		για exM3	
-etx	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= -331,6488	N <sub>M2</sub> = -454,8429	N <sub>M3</sub> = -342,5385		
		άνω	exN= -308,5238	N <sub>M2</sub> = -421,2611	N <sub>M3</sub> = -514,1537		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -8,5797	exM <sub>2</sub> = 24,2446	M <sub>2,M3</sub> = -19,7562		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 10,3469	exM <sub>2</sub> = 27,9361	M <sub>2,M3</sub> = 2,3889		
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 73,2793	M <sub>3,M2</sub> = -49,1769	exM <sub>3</sub> = 81,9244		
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -19,3093	M <sub>3,M2</sub> = -5,5906	exM <sub>3</sub> = 48,0391		
		κάτω	exN= -554,4611	N <sub>M2</sub> = -431,2669	N <sub>M3</sub> = -543,5713		
		άνω	exN= -531,3361	M <sub>M2</sub> = -418,5988	N <sub>M3</sub> = -325,7061		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -2,2980	exM <sub>2</sub> = -35,1224	M <sub>2,M3</sub> = 8,8784		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 10,7623	exM <sub>2</sub> = -6,8269	M <sub>2,M3</sub> = 18,7202		
+etx	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= -330,8667	N <sub>M2</sub> = -469,5795	N <sub>M3</sub> = -338,7588		
		άνω	exN= -307,7417	N <sub>M2</sub> = -408,2335	N <sub>M3</sub> = -518,6505		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -11,5795	exM <sub>2</sub> = 20,5332	M <sub>2,M3</sub> = -18,9737		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 12,1096	exM <sub>2</sub> = 25,4696	M <sub>2,M3</sub> = 3,1932		
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 78,0186	M <sub>3,M2</sub> = -53,9062	exM <sub>3</sub> = 84,4155		
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -21,2290	M <sub>3,M2</sub> = -6,8348	exM <sub>3</sub> = 48,8032		
		κάτω	exN= -555,2431	N <sub>M2</sub> = -416,5303	N <sub>M3</sub> = -547,3511		
		άνω	exN= -532,1181	M <sub>M2</sub> = -431,6264	N <sub>M3</sub> = -321,2093		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 0,7017	exM <sub>2</sub> = -31,4110	M <sub>2,M3</sub> = 8,0959		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 8,9996	exM <sub>2</sub> = -4,3604	M <sub>2,M3</sub> = 17,9159		
+ety	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= -331,9088	N <sub>M2</sub> = -459,2206	N <sub>M3</sub> = -340,5084		
		άνω	exN= -308,7838	N <sub>M2</sub> = -418,4477	N <sub>M3</sub> = -516,6687		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -9,2687	exM <sub>2</sub> = 20,8928	M <sub>2,M3</sub> = -17,7203		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 10,7589	exM <sub>2</sub> = 25,8762	M <sub>2,M3</sub> = 3,7618		
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 73,9840	M <sub>3,M2</sub> = -47,2140	exM <sub>3</sub> = 80,7350		
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -19,6378	M <sub>3,M2</sub> = -4,3358	exM <sub>3</sub> = 47,3849		
		κάτω	exN= -554,2010	N <sub>M2</sub> = -426,8893	N <sub>M3</sub> = -545,6015		
		άνω	exN= -531,0760	M <sub>M2</sub> = -421,4122	N <sub>M3</sub> = -323,1911		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -1,6091	exM <sub>2</sub> = -31,7706	M <sub>2,M3</sub> = 6,8425		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 10,3503	exM <sub>2</sub> = -4,7670	M <sub>2,M3</sub> = 17,3474		
-ety	C1 (Frame 15)	κάτω	exN= -330,5938	N <sub>M2</sub> = -464,1956	N <sub>M3</sub> = -340,3678		
		άνω	exN= -307,4688	N <sub>M2</sub> = -412,2757	N <sub>M3</sub> = -516,5444		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = -10,8924	exM <sub>2</sub> = 23,5719	M <sub>2,M3</sub> = -20,6270		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 11,6987	exM <sub>2</sub> = 27,3647	M <sub>2,M3</sub> = 2,0455		
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = 77,3443	M <sub>3,M2</sub> = -54,6021	exM <sub>3</sub> = 85,3264		
		άνω	M <sub>3,N</sub> = -20,9063	M <sub>3,M2</sub> = -7,5732	exM <sub>3</sub> = 49,3321		
		κάτω	exN= -555,5160	N <sub>M2</sub> = -421,9143	N <sub>M3</sub> = -545,7420		
		άνω	exN= -532,3910	M <sub>M2</sub> = -427,5841	N <sub>M3</sub> = -323,3155		
		κάτω	M <sub>2,N</sub> = 0,0146	exM <sub>2</sub> = -34,4496	M <sub>2,M3</sub> = 9,7493		
		άνω	M <sub>2,N</sub> = 9,4105	exM <sub>2</sub> = -6,2556	M <sub>2,M3</sub> = 19,0637		
		κάτω	M <sub>3,N</sub> = -90,3807	M <sub>3,M2</sub> = 41,5657	exM <sub>3</sub> = -98,3629		
		άνω	M <sub>3,N</sub> = 44,0085	M <sub>3,M2</sub> = 30,6754	exM <sub>3</sub> = -26,2299		



## Ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου (θέσεις C1, C4) λόγω ταυτόχρονης δράσης σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις.

Οι ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου στις θέσεις C1, C4 λόγω της ταυτόχρονης δράσης του σεισμού στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις (χωρική επαλληλία) προκύπτουν από τη χωρική επαλληλία των ιδιομορφικών μετακινήσεων. Οι τελευταίες υπολογίζονται από τις ιδιομορφές πολλαπλασιαζόμενες με έναν συντελεστή  $v_i \cdot S_{ai} / \omega_i^2$ . Αυτό προκύπτει από τον τύπο:

$$u_{,i} = v_i \cdot \varphi_i \cdot S_{ai} = v_i \cdot \varphi_i \cdot S_{ai} / \omega_i^2$$

Οι τιμές, όπως προέκυψαν απευθείας από το πρόγραμμα, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Θέση της	Θέση	Ελαστικές μετακινήσεις			Ανελαστικές μετακινήσεις		
		ex Ux	ex Uy	ex Rz	ex Ux	ex Uy	ex Rz
+etx	5ος	±0,013894	±0,007729	±0,000895	±0,048629	±0,027052	±0,003133
+ety	όροφος	±0,013537	±0,007984	±0,000830	±0,047380	±0,027944	±0,002905
-etx	C1	±0,013712	±0,008787	±0,000846	±0,047992	±0,030755	±0,002961
-ety	(5ο1)	±0,014044	±0,008494	±0,000903	±0,049154	±0,029729	±0,003161
+etx	5ος	±0,013894	±0,013567	±0,000895	±0,048629	±0,047485	±0,003133
+ety	όροφος	±0,013537	±0,013105	±0,000830	±0,047380	±0,045868	±0,002905
-etx	C4	±0,013712	±0,012806	±0,000846	±0,047992	±0,044821	±0,002961
-ety	(5ο4)	±0,014044	±0,013319	±0,000903	±0,049154	±0,046617	±0,003161

## Έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης για τη θέση -e<sub>tx</sub>

Ο έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε περιμετρική πλευρά κάθε ορόφου. Για τοιχοπληρώσεις πρέπει να ισχύει :

$$\gamma = (q \cdot \Delta_{ελι}) / (2,5 \cdot h_i) \leq 0,005$$

όπου:

$h_i$  : το ύψος του ορόφου i

$\Delta_{ελι}$  : η υπολογιστική μέγιστη σχετική μετακίνηση του ορόφου i και προκύπτει ως διαφορά δύο μετακινήσεων (κεφαλής και πόδα υποστυλώματος) που πρέπει να είναι ταυτόχρονες. Για το λόγο αυτό υπολογίζονται, όπως περιγράφηκε, οι ιδιομορφικές μετακινήσεις  $u_i$  των n σημαντικών ιδιομορφών για κάθε περιμετρικό πλαίσιο και για κάθε συνιστώσα του σεισμού. Έπειτα, υπολογίζονται οι σχετικές ιδιομορφικές μετακινήσεις  $\Delta u_i$  κεφαλής-πόδα κάθε στύλου των περιμετρικών πλαισίων για τις δύο συνιστώσες του σεισμού και επιλέγεται η μεγαλύτερη για κάθε ιδιομορφή και για κάθε συνιστώσα του σεισμού. Η ιδιομορφική επαλληλία γίνεται με τον κανόνα της πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας. Έτσι, για κάθε συνιστώσα του σεισμού, θα είναι:

$$\Delta u = \sqrt{\Delta u^T \cdot \epsilon \cdot \Delta u}$$

όπου:

$\epsilon$  : το τετραγωνικό μητρώο nxn των συντελεστών συσχέτισης των n σημαντικών ιδιομορφών και

$\Delta u$  : το μητρώο στήλης των ιδιομορφικών σχετικών μετακινήσεων  $\Delta u_i$

Ακολουθεί η χωρική επαλληλία με τον κανόνα της απλής τετραγωνικής επαλληλίας (SRSS).

Ο έλεγχος γίνεται για τα τέσσερα περιμετρικά πλαίσια, δυο κατά τη διεύθυνση x και δύο κατά την y. Τα πλαίσια στη x διεύθυνση θα εμφανίζουν την ίδια σχετική μετακίνηση για κάθε όροφο λόγω συμμετρίας.

Ο έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης για τη θέση της μάζας -etx φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

Ιδιομορφή	1	2	3	4	5	6
1	1,000	0,198	0,014	0,005	0,002	0,001
2	0,198	1,000	0,026	0,007	0,002	0,002
3	0,014	0,026	1,000	0,046	0,008	0,007
4	0,005	0,007	0,046	1,000	0,027	0,023
5	0,002	0,002	0,008	0,027	1,000	0,778
6	0,001	0,002	0,007	0,023	0,778	1,000

ΙΔΙΟΜΟΡΦΙΚΗ ΕΠΑΛΛΗΛΙΑ																			
ΚΟΜΒΟΣ	ΔΥΧ	ΔΥΥ	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ	ΟΡΟΦΟΣ	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	ΚΟΜΒΟΣ	ΔΥΧ	ΔΥΥ											
101	0,002986	0,001439		ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ		1	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	101	0,000889	0,001688									
119	0,001158	0,000840						119	0,002249	0,002190									
-	-	-						-	-	-									
201	0,003024	0,001426						ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ	2	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	201	0,000825	0,001481						
219	0,000990	0,000699									219	0,002361	0,002022						
-	-	-									-	-	-						
301	0,002683	0,001304									ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ	3	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	301	0,000817	0,001524			
319	0,000970	0,000690												319	0,002031	0,001871			
-	-	-												-	-	-			
401	0,002104	0,001105												ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ	4	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	401	0,000764	0,001496
419	0,000899	0,000659															419	0,001523	0,001615
-	-	-	-		-												-		
501	0,001433	0,000910	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Χ	5	ΔΙΕΓΕΡΣΗ Υ	501	0,000700										0,001434		
519	0,000811	0,000608				519	0,000948										0,001312		
-	-	-				-	-										-		

ΧΩΡΙΚΗ ΕΠΑΛΛΗΛΙΑ				Γωνιακές Παραμορφώσεις $\gamma = q\Delta_{ελ}/(2,5H)$				?
ΟΡΟΦΟΣ	ΚΟΜΒΟΣ	ΔΥΧ	ΔΥΥ	$\gamma_{π1}$	$\gamma_{π2}$	$\gamma_{π3}$	$\gamma_{π4}$	$\gamma < 0,005$
1	101	0,003116	0,002218	0,001090	0,000776	0,000885	0,000821	NAI
	119	0,002530	0,002346					
	-	-	-					
2	201	0,003135	0,002056	0,001463	0,000959	0,001195	0,000998	NAI
	219	0,002560	0,002139					
	-	-	-					
3	301	0,002805	0,002006	0,001309	0,000936	0,001050	0,000930	NAI
	319	0,002250	0,001994					
	-	-	-					
4	401	0,002239	0,001860	0,001045	0,000868	0,000825	0,000814	NAI
	419	0,001769	0,001744					
	-	-	-					
5	501	0,001595	0,001698	0,000744	0,000793	0,000582	0,000675	NAI
	519	0,001247	0,001446					
	-	-	-					

Επομένως για όλα τα περιμετρικά πλαίσια ισχύει  $\gamma < 0,005$  και πληρείται επομένως ο έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης.



## Απλοποιημένη Φασματική Ανάλυση

### Θέση πλασματικού ελαστικού άξονα

Για τον προσδιορισμό του πλασματικού ελαστικού άξονα επιλέγεται αρχικά και αυθαίρετα μία τέμνουσα βάσης π.χ.  $V_0=100000$  KN, η οποία κατανέμεται στις στάθμες των ορόφων σύμφωνα με τη σχέση που ορίζει ο κανονισμός:

$$F_i = V_0 \cdot \frac{m_i \cdot z_i}{\sum_j m_j \cdot z_j}$$

Επομένως:

$$F_1' = 100000 \cdot \frac{220,334 \times 4}{220,334 \times 4 + 205,069 \times 7 + 205,069 \times 10 + 205,069 \times 13 + 133,127 \times 16}$$

$$F_2' = 100000 \cdot \frac{205,069 \times 7}{220,334 \times 4 + 205,069 \times 7 + 205,069 \times 10 + 205,069 \times 13 + 133,127 \times 16}$$

$$F_3' = 100000 \cdot \frac{205,069 \times 10}{220,334 \times 4 + 205,069 \times 7 + 205,069 \times 10 + 205,069 \times 13 + 133,127 \times 16}$$

$$F_4' = 100000 \cdot \frac{205,069 \times 13}{220,334 \times 4 + 205,069 \times 7 + 205,069 \times 10 + 205,069 \times 13 + 133,127 \times 16}$$

$$F_5' = 100000 \cdot \frac{133,127 \times 16}{220,334 \times 4 + 205,069 \times 7 + 205,069 \times 10 + 205,069 \times 13 + 133,127 \times 16}$$

$$F_1' = 100000 \cdot \frac{881,336}{9163,430} = 9617,964KN$$

$$F_2' = 100000 \cdot \frac{1435,483}{9163,430} = 15665,331KN$$

$$F_3' = 100000 \cdot \frac{2050,690}{9163,430} = 22379,044KN$$

$$F_4' = 100000 \cdot \frac{2665,897}{9163,430} = 29092,757KN$$

$$F_5' = 100000 \cdot \frac{2130,032}{9163,430} = 23244,904KN$$

όπου:

$m_i$  : η συγκεντρωμένη μάζα στη στάθμη  $i$ .

$z_i$  : η απόσταση της στάθμης  $i$  από τη βάση.

Ο φορές στο SAP2000 φορτίζεται με τις στρεπτικές ροπές  $M_z = \begin{bmatrix} 9617,964 \\ 15665,331 \\ 22379,044 \\ 29092,757 \\ 23244,904 \end{bmatrix} KNm$  γύρω από

κατακόρυφο άξονα  $z$ . Οι παραπάνω δυνάμεις έχουν πολλαπλασιαστεί με μοναδιαίο μοχλοβραχίονα.

**Παρατηρούμε ότι οι ροπές εδώ έχουν εφαρμοστεί στο κέντρο βάρους κάθε ορόφου.**



Ο πλασματικός ελαστικός άξονας του κτιρίου ορίζεται ο κατακόρυφος άξονας που διέρχεται από τον πόλο στροφής  $P_0$  του πλησιέστερου προς τη στάθμη  $z_0 = 0,8 \times H$ , όπου  $H$  το ύψος του κτιρίου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η πλησιέστερη στάθμη ως προς το  $z_0$  είναι ο δεύτερος όροφος οπότε βάσει αυτού βρίσκεται ο πλασματικός ελαστικός άξονας του κτιρίου.

Η μετακινήσεις του κόμβου 590 (κέντρο βάρους του 4<sup>ου</sup> ορόφου που με ύψος 13m είναι πλησιέστερα στο  $0,8 \times 16m = 12,8 m$  από κάθε άλλον όροφο) λόγω των παραπάνω στρεπτικών ροπών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κόμβος	$U_x$	$U_y$	$R_z$
590	0,080552	0,04858	0,020418

Το ελαστικό κέντρο  $P_0$  υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$e_{x0} = -\frac{u_y}{\theta_z} = -\frac{4,858 \times 10^{-2}}{2,0418 \times 10^{-2}} = -2,3793m$$

$$e_{y0} = \frac{u_x}{\theta_z} = \frac{8,0552 \times 10^{-2}}{2,0418 \times 10^{-2}} = 3,9451m$$

Το ελαστικά κέντρα όλων των ορόφων βρίσκονται στα σημεία (4.1207, 9.1951) σε κάθε αντίστοιχο ύψος ορόφου από την κάτω αριστερή γωνία της κάτοψης.

## Γωνία κλίσης κύριου συστήματος

Η γωνία στροφής των κυρίων αξόνων I-II ως προς το αρχικό σύστημα συντεταγμένων δίνεται από τον τύπο:

$$\tan 2\alpha = \frac{2u_{xy}}{u_{xx} - u_{yy}}$$

Ο φορέας επιλύεται για δύο φορτιστικές καταστάσεις:

- Για φόρτιση των πλασματικών ελαστικών κέντρων παράλληλη προς τη διεύθυνση x-x και ίση με

$$F_x = \begin{bmatrix} 9617,964 \\ 15665,331 \\ 22379,044 \\ 29092,757 \\ 23244,904 \end{bmatrix} .$$

- Για φόρτιση των πλασματικών ελαστικών κέντρων παράλληλη προς τη διεύθυνση y-y και ίση με

$$F_y = \begin{bmatrix} 9617,964 \\ 15665,331 \\ 22379,044 \\ 29092,757 \\ 23244,904 \end{bmatrix} .$$

Για επίλυση με φορτίσεις ξεχωριστά  $F_x$  και  $F_y$ , οι μετατοπίσεις του πόλου  $P_0$  φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Φόρτιση	Κόμβος	$u_x$	$u_y$
$F_x$	499	0,92438	-0,01291
$F_y$	499	-0,01464	0,99075

Η γωνία της κύριας διεύθυνσης είναι:

$$\tan 2\alpha = \frac{2u_{xy}}{u_{xx} - u_{yy}} = \frac{-0,01291 - 0,01464}{0,92438 - 0,99075} = 0,4151 \Rightarrow \alpha = 11,273^\circ$$

Παρ' ότι είμαστε  $\alpha > 10^\circ$ , ο κανονισμός επιτρέπει την μη στρέψη των αξόνων, επειδή τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού έχουν τοπικούς άξονες δυσκαμψίας παράλληλους με το γενικό σύστημα συντεταγμένων.

## Έλεγχος στρεπτικής ευαισθησίας

Ένα κτίριο θεωρείται στρεπτικά ευαίσθητο, όταν κατά τη μία κύρια διεύθυνση (x ή y) η ακτίνα δυστρεψίας  $\rho_{m,i}$  ως προς το κέντρο μάζας  $M_i$  κάθε διαφράγματος είναι μικρότερη ή ίση από την ακτίνα αδράνειας του  $r_i$  του διαφράγματος ( $\rho_{m,i} \leq r_i$ ).

$$\rho_{mx,i} = \sqrt{(\rho_x^2 + e_{ox,i}^2)}$$

$$\rho_{my,i} = \sqrt{(\rho_y^2 + e_{oy,i}^2)}$$

όπου:

$e_{ox,i}$ ,  $e_{oy,i}$  οι στατικές εκκεντρότητες κατά τις διευθύνσεις των κυρίων αξόνων x,y.

$\rho_x$ ,  $\rho_y$  οι αντίστοιχες ακτίνες δυστρεψίας ως προς τον ελαστικό άξονα.

$$\rho_x = \sqrt{\frac{c \cdot u_y}{\theta_z}} \quad \text{και} \quad \rho_y = \sqrt{\frac{c \cdot u_x}{\theta_z}}$$

όπου:

$u_x$ ,  $u_y$  οι μετατοπίσεις του σημείου  $P_0$  για φόρτιση του κτιρίου με τις σεισμικές δυνάμεις  $F_i$  κατά τις κύριες διευθύνσεις x,y αντίστοιχα.

$\theta_z$  η γωνία στροφής στο διάφραγμα ( $i_0$ ) για τη στρεπτική φόρτιση με τις ομόσημες στρεπτικές ροπές  $M_{zi} = +c \cdot F_i$ .

Από τις επιλύσεις έχουν προκύψει:

Ακτίνες δυστροπίας ως προς το ελαστικό κέντρο P <sub>0</sub>					
$\rho_x =$	6,97		$\rho_y =$	6,73	
ΟΡΟΦΟΣ	$x_{mi}$	$y_{mi}$	$e_{ox,i}$	$e_{oy,i}$	
1	6,5	5,25	2,379273	3,945146	
2	6,5	5,25	2,379273	3,945146	
3	6,5	5,25	2,379273	3,945146	
4	6,5	5,25	2,379273	3,945146	
5	6,5	5,25	2,379273	3,945146	
ΟΡΟΦΟΣ	$r_i$	$\rho_{mx,i}$	$\rho_{my,i}$	$\rho_{mx,i} > r_i$	$\rho_{my,i} > r_i$
1	4,8240	7,3610	7,7998	NAI	NAI
2	4,8240	7,3610	7,7998	NAI	NAI
3	4,8240	7,3610	7,7998	NAI	NAI
4	4,8240	7,3610	7,7998	NAI	NAI
5	4,8240	7,3610	7,7998	NAI	NAI
Το κτίριο δεν είναι στρεπτικά ευαίσθητο					

Κ.Ε.Σ.	
x	4,12073
y	9,19515

$u_x(P_0, F_{ix})$	0,92438
$u_y(P_0, F_{iy})$	0,99075
$\theta_z(P_0, M_i)$	0,02042

## Εκκεντρότητες σχεδιασμού

Οι σεισμικές δυνάμεις εφαρμόζονται εκατέρωθεν του κέντρου μάζας για κάθε κύρια διεύθυνση και σε κάθε διάφραγμα με τις εκκεντρότητες σχεδιασμού, που δίνονται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} \max e_i &= e_n + e_{ti} \\ \min e_i &= e_n - e_{ti} \end{aligned}$$

όπου:

$e_{ti} = 0,05 \cdot L_i$  η τυχηματική εκκεντρότητα.

$e_n, e_{ti}$  οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες.

Οπότε:

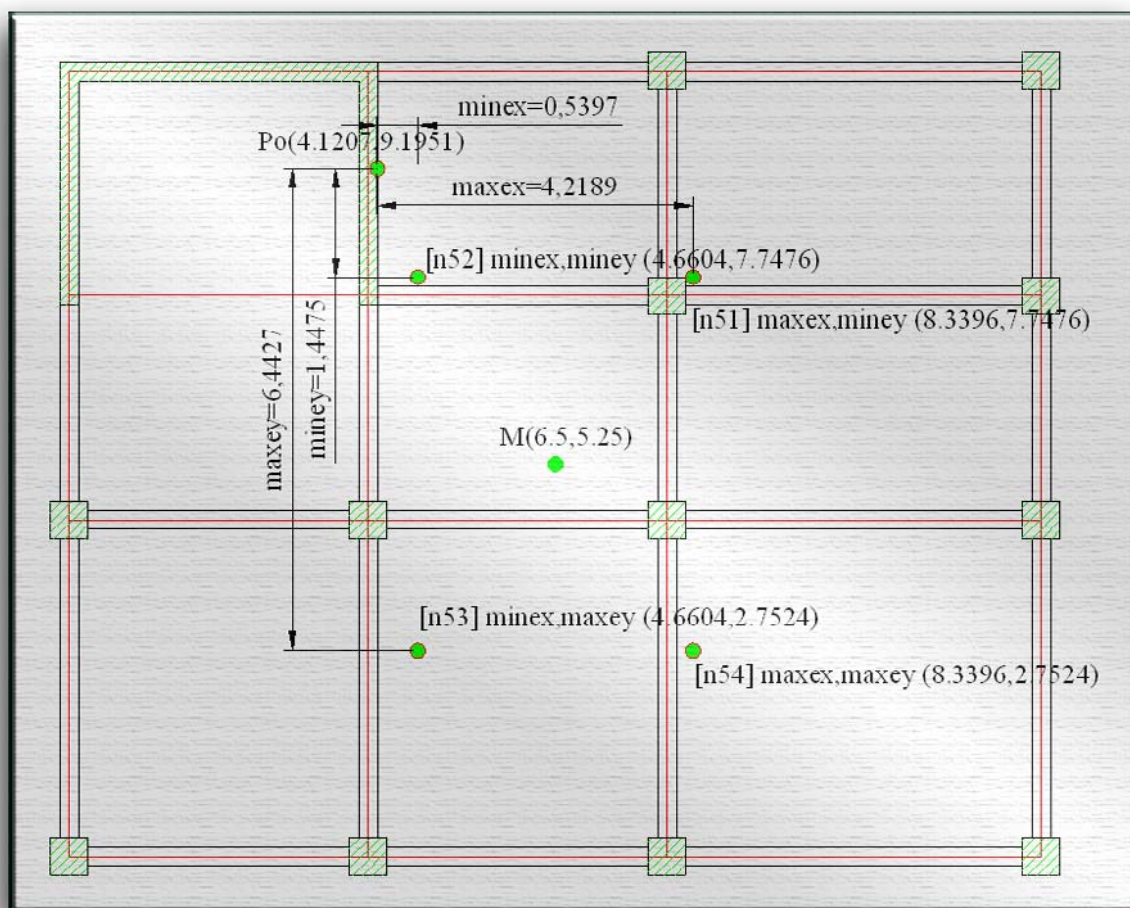


Όροφος	Διαστάσεις Κάτοψης		Τυχηματική Εκκεντρότητα		Στατική εκκεντρότητα	
	$L_x$	$L_y$	$e_{ex}=0,05L_x$	$e_{ey}=0,05L_y$	$e_{ox,i}$	$e_{oy,i}$
1 <sup>ος</sup>	13,0	10,5	0,6500	0,5250	2,3793	3,9451
2 <sup>ος</sup>	13,0	10,5	0,6500	0,5250	2,3793	3,9451
3 <sup>ος</sup>	13,0	10,5	0,6500	0,5250	2,3793	3,9451
4 <sup>ος</sup>	13,0	10,5	0,6500	0,5250	2,3793	3,9451
5 <sup>ος</sup>	13,0	10,5	0,6500	0,5250	2,3793	3,9451

Ισοδύναμες Στατικές Εκκεντρότητες				
Όροφος	$e_{fx,i}$	$e_{fy,i}$	$e_{rx,i}$	$e_{ry,i}$
1 <sup>ος</sup>	3,5689	5,9177	1,1896	1,9726
2 <sup>ος</sup>	3,5689	5,9177	1,1896	1,9726
3 <sup>ος</sup>	3,5689	5,9177	1,1896	1,9726
4 <sup>ος</sup>	3,5689	5,9177	1,1896	1,9726
5 <sup>ος</sup>	3,5689	5,9177	1,1896	1,9726

Εκκεντρότητες Σχεδιασμού				
Όροφος	$\max(e_{x,i})$	$\max(e_{y,i})$	$\min(e_{x,i})$	$\min(e_{y,i})$
1 <sup>ος</sup>	4,2189	6,4427	0,5396	1,4476
2 <sup>ος</sup>	4,2189	6,4427	0,5396	1,4476
3 <sup>ος</sup>	4,2189	6,4427	0,5396	1,4476
4 <sup>ος</sup>	4,2189	6,4427	0,5396	1,4476
5 <sup>ος</sup>	4,2189	6,4427	0,5396	1,4476

Εκκεντρότητες Σχεδιασμού (στο Γενικό Σύστημα Συντεταγμένων)								
Όροφος	[n51] $\max(e_{x,i}), \min(e_{y,i})$		[n52] $\min(e_{x,i}), \min(e_{y,i})$		[n53] $\min(e_{x,i}), \max(e_{y,i})$		[n54] $\max(e_{x,i}), \max(e_{y,i})$	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1 <sup>ος</sup>	8,3396	7,7476	4,6604	7,7476	4,6604	2,7524	8,3396	2,7524
2 <sup>ος</sup>	8,3396	7,7476	4,6604	7,7476	4,6604	2,7524	8,3396	2,7524
3 <sup>ος</sup>	8,3396	7,7476	4,6604	7,7476	4,6604	2,7524	8,3396	2,7524
4 <sup>ος</sup>	8,3396	7,7476	4,6604	7,7476	4,6604	2,7524	8,3396	2,7524
5 <sup>ος</sup>	8,3396	7,7476	4,6604	7,7476	4,6604	2,7524	8,3396	2,7524



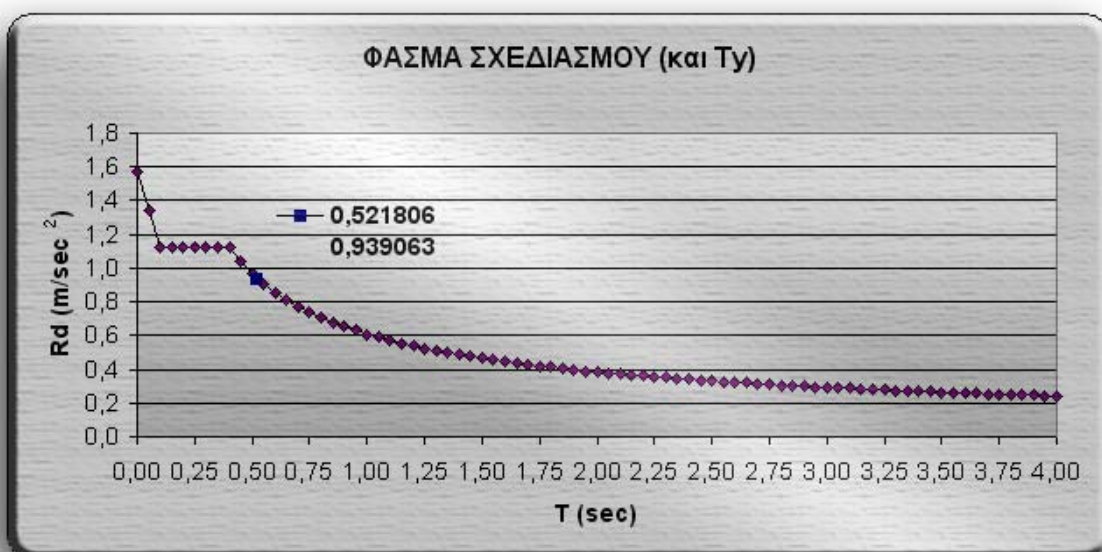
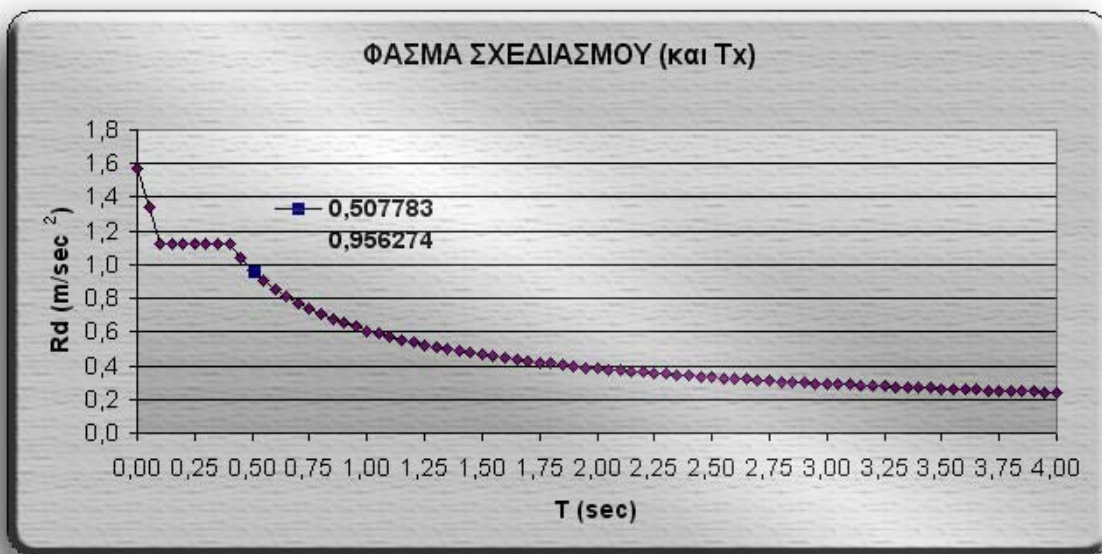
Απεικόνιση των εκκεντροτήτων σχεδιασμού.



### Θεμελιώδεις ασύζευκτες ιδιοπερίοδοι

Για τον υπολογισμό της ασύζευκτης  $T_x$  δεσμεύονται οι ελευθερίες κίνησης  $u_y$  και  $\theta_z$  όλων των κόμβων των διαφραγμάτων, ενώ για τον υπολογισμό της ασύζευκτης  $T_y$  δεσμεύονται οι ελευθερίες κίνησης  $u_x$  και  $\theta_z$  όλων των κόμβων των διαφραγμάτων. Η εφαρμογή των παραπάνω δεσμεύσεων στο SAP2000 έγινε με την χρήση του Constraint Equal.

$T_x$ (sec)=	0,507783	==>	$R_{d,x}(T)$ =	0,956274
$T_y$ (sec)=	0,521806	==>	$R_{d,y}(T)$ =	0,939063





## Τέμνουσες βάσης και κατανομή στις στάθμες των ορόφων

Οι ασύζευκτες θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι καθώς και οι φασματικές επιταχύνσεις έχουν ήδη βρεθεί στην προηγούμενη σελίδα, η κατανομή της τέμνουσας βάσης στις στάθμες των ορόφων έχει ως εξής:

Για κανονικά κτίρια επιτρέπεται η καθ' ύψος κατανομή των σεισμικών φορτίων να γίνεται σύμφωνα με τις σχέσεις:

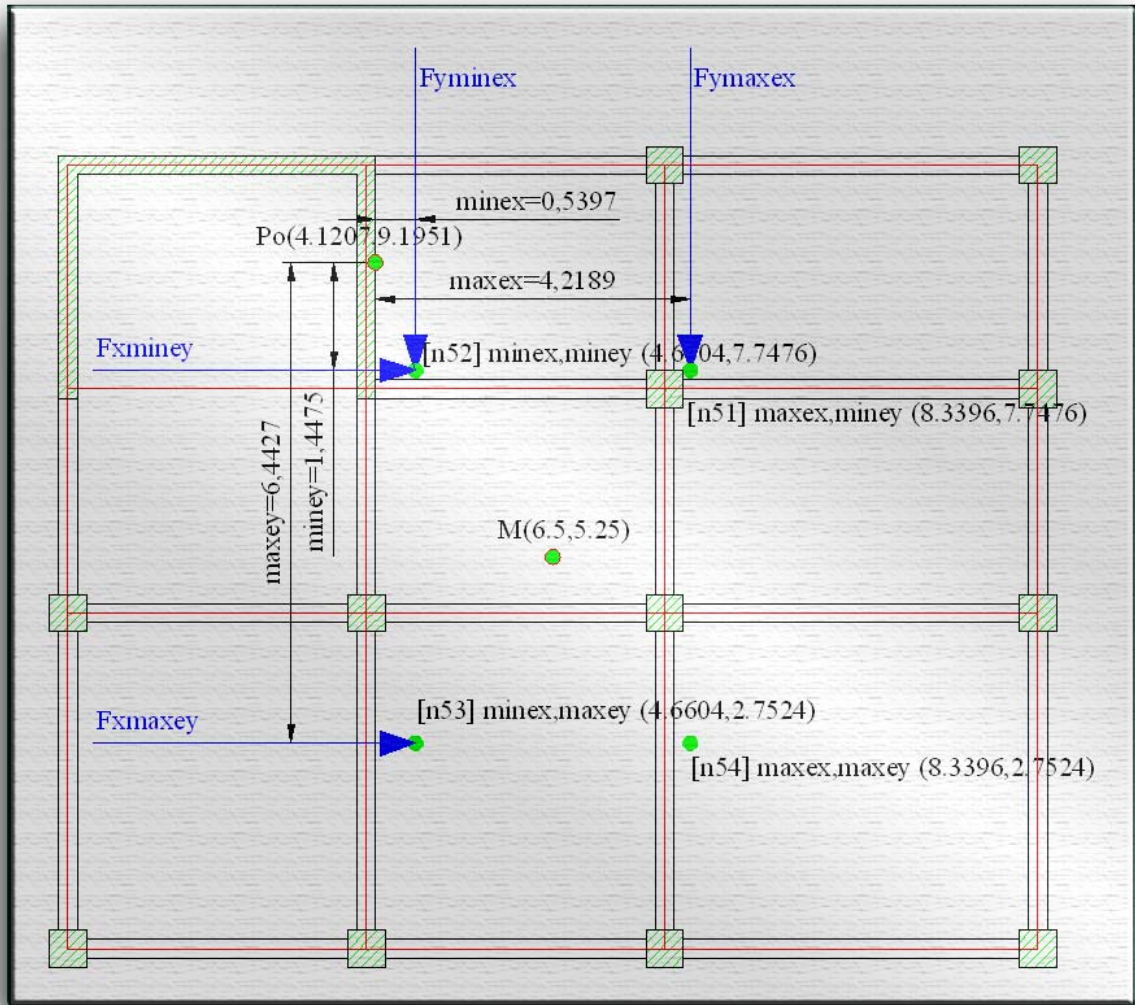
$$F_{i,x} = (V_{ox}) \frac{m_i z_i}{\sum m_j z_j}, F_{i,y} = (V_{oy}) \frac{m_i z_i}{\sum m_j z_j}$$

Η διαδικασία έχει γίνει ήδη για  $V_o=100000$ , οπότε για τα κάτωθι καινούρια  $V_{ox}$  και  $V_{oy}$  έχουμε:

Τέμνουσες Βάσης					
Διεύθυνση x			Διεύθυνση y		
Μάζα	Φασματική επιτάχυνση	$V_{ox}$	Μάζα	Φασματική επιτάχυνση	$V_{oy}$
968,6672	0,956274	926,3112	968,6672	0,939063	909,6395

Τελική Κατανομή δυνάμεων		
Όροφος	$F_{xi}$	$F_{yi}$
1 <sup>ος</sup>	89,0923	87,4888
2 <sup>ος</sup>	145,1097	142,4980
3 <sup>ος</sup>	207,2996	203,5686
4 <sup>ος</sup>	269,4895	264,6392
5 <sup>ος</sup>	215,3202	211,4448

Οι δυνάμεις F εφαρμόζονται τόσο κατά τη διεύθυνση x όσο και κατά τη y, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.





## Εντατικά μεγέθη στο ισόγειο των στοιχείων C3 και T1 λόγω $F_x$ ( $mine_y$ ), $F_x$ ( $maxe_y$ ), $F_y$ ( $mine_x$ ), $F_y$ ( $maxe_x$ )

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές των εντατικών μεγεθών για τα στοιχεία C1, C4, T1 και T3 και για τις φορτιστικές καταστάσεις  $F_x$  ( $mine_y$ ),  $F_x$  ( $maxe_y$ ),  $F_y$  ( $mine_x$ ),  $F_y$  ( $maxe_x$ ), όπως προκύπτουν από το πρόγραμμα.

		Στόλος C1 (Frame 151)					
Φ. Κατάσταση	Θέση	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
$F_x(maxe_y)$	Πόδας	150,2278	53,6091	-13,1116	0,8642	-32,2686	140,0891
	Κεφαλή	150,2278	53,6091	-13,1116	0,8642	16,2444	-58,2647
$F_x(mine_y)$	Πόδας	93,6735	25,3538	-2,6884	0,1784	-7,4125	65,2024
	Κεφαλή	93,6735	25,3538	-2,6884	0,1784	2,5346	-28,6065
$F_y(maxe_x)$	Πόδας	-121,2655	-25,7863	-6,3016	-0,5899	-13,3174	-71,2525
	Κεφαλή	-121,2655	-25,7863	-6,3016	-0,5899	9,9985	24,1567
$F_y(mine_x)$	Πόδας	-80,3603	-5,3494	-13,8406	-0,0939	-31,2956	-17,0876
	Κεφαλή	-80,3603	-5,3494	-13,8406	-0,0939	19,9146	2,7052

		Στόλος C4 (Frame 154)					
Φ. Κατάσταση	Θέση	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
$F_x(maxe_y)$	Πόδας	-48,9908	51,1031	37,3724	0,8642	103,0377	136,8260
	Κεφαλή	-48,9908	51,1031	37,3724	0,8642	-35,2401	-52,2555
$F_x(mine_y)$	Πόδας	-57,2040	24,4518	9,3785	0,1784	28,0051	64,0289
	Κεφαλή	-57,2040	24,4518	9,3785	0,1784	-6,6953	-26,4428
$F_y(maxe_x)$	Πόδας	-85,0695	-25,5811	-43,4250	-0,5899	-113,9064	-71,0127
	Κεφαλή	-85,0695	-25,5811	-43,4250	-0,5899	46,7661	23,6374
$F_y(mine_x)$	Πόδας	-79,1289	-6,3045	-23,1773	-0,0939	-59,6359	-18,3592
	Κεφαλή	-79,1289	-6,3045	-23,1773	-0,0939	26,1199	4,9673

Τοιχείο T1 (Frame 1001)							
Φ. Κατάσταση	Θέση	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
F <sub>x</sub> (max <sub>e<sub>y</sub></sub> )	Πόδας	276,6927	5,3429	-193,0004	1,4536	-1197,1810	19,2295
	Κεφαλή	276,6927	5,3429	-193,0004	1,4536	-469,2996	-0,9207
F <sub>x</sub> (min <sub>e<sub>y</sub></sub> )	Πόδας	749,2237	4,8240	72,1266	0,3001	-102,1951	16,5557
	Κεφαλή	749,2237	4,8240	72,1266	0,3001	-374,2134	-1,6373
F <sub>y</sub> (max <sub>e<sub>x</sub></sub> )	Πόδας	58,5410	0,1276	-71,7149	-0,9922	-416,8079	-0,6421
	Κεφαλή	58,5410	0,1276	-71,7149	-0,9922	-146,3424	-1,1235
F <sub>y</sub> (min <sub>e<sub>x</sub></sub> )	Πόδας	-283,2363	0,5030	-263,4788	-0,1579	-1208,8010	1,2917
	Κεφαλή	-283,2363	0,5030	-263,4788	-0,1579	-215,1173	-0,6052

Τοιχείο T3 (Frame 1003)							
Φ. Κατάσταση	Θέση	P	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	T	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
F <sub>x</sub> (max <sub>e<sub>y</sub></sub> )	Πόδας	442,6883	318,5354	-2,2503	1,9650	-8,7713	1516,4820
	Κεφαλή	442,6883	318,5354	-2,2503	1,9650	-0,2845	315,1578
F <sub>x</sub> (min <sub>e<sub>y</sub></sub> )	Πόδας	150,7083	525,9957	-0,8779	0,4057	-3,1248	1810,1330
	Κεφαλή	150,7083	525,9957	-0,8779	0,4057	0,1863	-173,6075
F <sub>y</sub> (max <sub>e<sub>x</sub></sub> )	Πόδας	774,8663	168,3675	-2,6481	-1,3413	-11,8044	233,2353
	Κεφαλή	774,8663	168,3675	-2,6481	-1,3413	-1,8174	-401,7457
F <sub>y</sub> (min <sub>e<sub>x</sub></sub> )	Πόδας	986,0527	18,3134	-3,6407	-0,2135	-15,8886	20,8408
	Κεφαλή	986,0527	18,3134	-3,6407	-0,2135	-2,1579	-48,2264



## Οι πιθανές ταυτόχρονες τιμές των εντατικών μεγεθών (N,M<sub>2</sub>,M<sub>3</sub>) των στοιχείων C3 και T1 λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις

Για τον υπολογισμό των πιθανών ταυτόχρονων τιμών των εντατικών μεγεθών (N,M<sub>2</sub>,M<sub>3</sub>) των στοιχείων C3 και T1 λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις ακολουθείται αυτό που ορίζει ο κανονισμός § 3.5.3

Για ταυτόχρονη στατική δράση των οριζόντιων σεισμικών φορτίων κατά τις κύριες διευθύνσεις x,y του κτιρίου οι πιθανές ακραίες τιμές exA τυχόντος μεγέθους απόκρισης A υπολογίζεται από τη σχέση:

$$exA = \pm \sqrt{A_{,x}^2 + A_{,y}^2}$$

όπου:

A<sub>,x</sub>, A<sub>,y</sub> οι τιμές του υπόψη μεγέθους (με το πρόσημό τους) για ανεξάρτητη στατική φόρτιση του κτιρίου κατά τις θεωρούμενες διευθύνσεις x,y αντίστοιχα.

Η πιθανή ταυτόχρονη προς την exA τιμή B<sub>,A</sub> ενός άλλου μεγέθους απόκρισης B υπολογίζεται από τη σχέση:

$$B_{,A} = \frac{A_{,x}}{exA} \times B_{,x} + \frac{A_{,y}}{exA} \times B_{,y}$$

όπου:

B<sub>,x</sub>, B<sub>,y</sub> οι τιμές του μεγέθους B (με το πρόσημό τους) για ανεξάρτητη στατική φόρτιση του κτιρίου κατά τις θεωρούμενες διευθύνσεις x,y αντίστοιχα.

Συνδυασμός	Στόλος C1 (Frame 151)			F <sub>x</sub>			F <sub>y</sub>			
	Θέση	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	123,4200	32,1614	67,4043	93,6735	-7,4125	65,2024	-80,3603	-31,2956	-17,0876
	Κεφαλή	123,4200	20,0753	28,7341	93,6735	2,5346	-28,6065	-80,3603	19,9146	2,7052
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	153,2320	15,2413	96,5830	93,6735	-7,4125	65,2024	-121,2655	-13,3174	-71,2525
	Κεφαλή	153,2320	10,3147	37,4417	93,6735	2,5346	-28,6065	-121,2655	9,9985	24,1567
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	170,3707	44,9519	141,1274	150,2278	-32,2686	140,0891	-80,3603	-31,2956	-17,0876
	Κεφαλή	170,3707	25,6997	58,3275	150,2278	16,2444	-58,2647	-80,3603	19,9146	2,7052
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	193,0640	34,9087	157,1683	150,2278	-32,2686	140,0891	-121,2655	-13,3174	-71,2525
	Κεφαλή	193,0640	19,0749	63,0739	150,2278	16,2444	-58,2647	-121,2655	9,9985	24,1567

Συνδυασμός	Στόλος C4 (Frame 154)			F <sub>x</sub>			F <sub>y</sub>			
	Θέση	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	97,6406	65,8842	66,6090	-57,2040	28,0051	64,0289	-79,1289	-59,6359	-18,3592
	Κεφαλή	97,6406	26,9644	26,9053	-57,2040	-6,6953	-26,4428	-79,1289	26,1199	4,9673
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	102,5140	117,2985	95,6164	-57,2040	28,0051	64,0289	-85,0695	-113,9064	-71,0127
	Κεφαλή	102,5140	47,2430	35,4675	-57,2040	-6,6953	-26,4428	-85,0695	46,7661	23,6374
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	93,0671	119,0513	138,0522	-48,9908	103,0377	136,8260	-79,1289	-59,6359	-18,3592
	Κεφαλή	93,0671	43,8647	52,4911	-48,9908	-35,2401	-52,2555	-79,1289	26,1199	4,9673
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	98,1678	153,5950	154,1562	-48,9908	103,0377	136,8260	-85,0695	-113,9064	-71,0127
	Κεφαλή	98,1678	58,5571	57,3530	-48,9908	-35,2401	-52,2555	-85,0695	46,7661	23,6374

Συνδυασμός	Θέση	Τοίχιο T1 (Frame 1001)			F <sub>x</sub>			F <sub>y</sub>		
		N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	800,9738	1213,1132	16,6061	749,2237	-102,1951	16,5557	-283,2363	-1208,8010	1,2917
	Κεφαλή	800,9738	431,6378	1,7456	749,2237	-374,2134	-1,6373	-283,2363	-215,1173	-0,6052
2 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	751,5073	429,1534	16,5682	749,2237	-102,1951	16,5557	58,5410	-416,8079	-0,6421
	Κεφαλή	751,5073	401,8106	1,9858	749,2237	-374,2134	-1,6373	58,5410	-146,3424	-1,1235
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	395,9566	1701,3060	19,2728	276,6927	-1197,1810	19,2295	-283,2363	-1208,8010	1,2917
	Κεφαλή	395,9566	516,2534	1,1018	276,6927	-469,2996	-0,9207	-283,2363	-215,1173	-0,6052
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	282,8178	1267,6637	19,2402	276,6927	-1197,1810	19,2295	58,5410	-416,8079	-0,6421
	Κεφαλή	282,8178	491,5875	1,4526	276,6927	-469,2996	-0,9207	58,5410	-146,3424	-1,1235

Συνδυασμός	Θέση	Τοίχιο T3 (Frame 1003)			F <sub>x</sub>			F <sub>y</sub>		
		N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	N	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	997,5033	16,1929	1810,2530	150,7083	-3,1248	1810,1330	986,0527	-15,8886	20,8408
	Κεφαλή	997,5033	2,1659	180,1814	150,7083	0,1863	-173,6075	986,0527	-2,1579	-48,2264
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	789,3863	12,2110	1825,0973	150,7083	-3,1248	1810,1330	774,8663	-11,8044	233,2353
	Κεφαλή	789,3863	1,8269	437,6519	150,7083	0,1863	-173,6075	774,8663	-1,8174	-401,7457
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	Πόδας	1080,8667	18,1489	1516,6252	442,6883	-8,7713	1516,4820	986,0527	-15,8886	20,8408
	Κεφαλή	1080,8667	2,1766	318,8263	442,6883	-0,2845	315,1578	986,0527	-2,1579	-48,2264
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	Πόδας	892,4072	14,7065	1534,3130	442,6883	-8,7713	1516,4820	774,8663	-11,8044	233,2353
	Κεφαλή	892,4072	1,8395	510,6115	442,6883	-0,2845	315,1578	774,8663	-1,8174	-401,7457



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM <sub>2</sub>	για exM <sub>3</sub>	G+o,3Q
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 123,4200	N <sub>m2</sub> = 56,6070	N <sub>m3</sub> = 110,9856	-443,0549
	άνω	exN= 123,4200	N <sub>m2</sub> = -67,8904	N <sub>m3</sub> = -100,8231	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 14,7509	exM <sub>2</sub> = 32,1614	M <sub>2,M3</sub> = 0,7633	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,0429	exM <sub>2</sub> = 20,0753	M <sub>2,M3</sub> = -0,6485	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 60,6134	M <sub>3,M2</sub> = 1,5998	exM <sub>3</sub> = 67,4043	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -23,4732	M <sub>3,M2</sub> = -0,9282	exM <sub>3</sub> = 28,7341	11,5511
	κάτω	exN= 123,4200	N <sub>m2</sub> = 56,6070	N <sub>m3</sub> = 110,9856	-443,0549
	άνω	exN= 123,4200	N <sub>m2</sub> = -67,8904	N <sub>m3</sub> = -100,8231	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 14,7509	exM <sub>2</sub> = 32,1614	M <sub>2,M3</sub> = 0,7633	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,0429	exM <sub>2</sub> = 20,0753	M <sub>2,M3</sub> = -0,6485	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 60,6134	M <sub>3,M2</sub> = 1,5998	exM <sub>3</sub> = 67,4043	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -23,4732	M <sub>3,M2</sub> = -0,9282	exM <sub>3</sub> = 28,7341	11,5511
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 153,2320	N <sub>m2</sub> = 60,4002	N <sub>m3</sub> = 152,6999	-443,0549
	άνω	exN= 153,2320	N <sub>m2</sub> = -94,5291	N <sub>m3</sub> = -149,8076	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 6,0078	exM <sub>2</sub> = 15,2413	M <sub>2,M3</sub> = 4,8205	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -6,3632	exM <sub>2</sub> = 10,3147	M <sub>2,M3</sub> = 4,5143	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 96,2476	M <sub>3,M2</sub> = 30,5473	exM <sub>3</sub> = 96,5830	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -36,6049	M <sub>3,M2</sub> = 16,3866	exM <sub>3</sub> = 37,4417	11,5511
	κάτω	exN= 153,2320	N <sub>m2</sub> = 60,4002	N <sub>m3</sub> = 152,6999	-443,0549
	άνω	exN= 153,2320	N <sub>m2</sub> = -94,5291	N <sub>m3</sub> = -149,8076	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 6,0078	exM <sub>2</sub> = 15,2413	M <sub>2,M3</sub> = 4,8205	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -6,3632	exM <sub>2</sub> = 10,3147	M <sub>2,M3</sub> = 4,5143	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 96,2476	M <sub>3,M2</sub> = 30,5473	exM <sub>3</sub> = 96,5830	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -36,6049	M <sub>3,M2</sub> = 16,3866	exM <sub>3</sub> = 37,4417	11,5511
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 170,3707	N <sub>m2</sub> = -51,8938	N <sub>m3</sub> = 158,8525	-443,0549
	άνω	exN= 170,3707	N <sub>m2</sub> = 32,6859	N <sub>m3</sub> = -153,7932	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -13,6921	exM <sub>2</sub> = 44,9519	M <sub>2,M3</sub> = -28,2420	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 4,9305	exM <sub>2</sub> = 25,6997	M <sub>2,M3</sub> = -15,3033	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 131,5863	M <sub>3,M2</sub> = -88,6662	exM <sub>3</sub> = 141,1274	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -52,6521	M <sub>3,M2</sub> = -34,7321	exM <sub>3</sub> = 58,3275	11,5511
	κάτω	exN= 170,3707	N <sub>m2</sub> = -51,8938	N <sub>m3</sub> = 158,8525	-443,0549
	άνω	exN= 170,3707	N <sub>m2</sub> = 32,6859	N <sub>m3</sub> = -153,7932	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -13,6921	exM <sub>2</sub> = 44,9519	M <sub>2,M3</sub> = -28,2420	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 4,9305	exM <sub>2</sub> = 25,6997	M <sub>2,M3</sub> = -15,3033	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 131,5863	M <sub>3,M2</sub> = -88,6662	exM <sub>3</sub> = 141,1274	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -52,6521	M <sub>3,M2</sub> = -34,7321	exM <sub>3</sub> = 58,3275	11,5511
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 193,0640	N <sub>m2</sub> = -92,6046	N <sub>m3</sub> = 188,8787	-443,0549
	άνω	exN= 193,0640	N <sub>m2</sub> = 64,3724	N <sub>m3</sub> = -185,2168	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -16,7442	exM <sub>2</sub> = 34,9087	M <sub>2,M3</sub> = -22,7246	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 6,3600	exM <sub>2</sub> = 19,0749	M <sub>2,M3</sub> = -11,1765	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 153,7612	M <sub>3,M2</sub> = -102,3122	exM <sub>3</sub> = 157,1683	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -60,5102	M <sub>3,M2</sub> = -36,9568	exM <sub>3</sub> = 63,0739	11,5511
	κάτω	exN= 193,0640	N <sub>m2</sub> = -92,6046	N <sub>m3</sub> = 188,8787	-443,0549
	άνω	exN= 193,0640	N <sub>m2</sub> = 64,3724	N <sub>m3</sub> = -185,2168	-419,9299
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -16,7442	exM <sub>2</sub> = 34,9087	M <sub>2,M3</sub> = -22,7246	-5,4389
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 6,3600	exM <sub>2</sub> = 19,0749	M <sub>2,M3</sub> = -11,1765	10,5546
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 153,7612	M <sub>3,M2</sub> = -102,3122	exM <sub>3</sub> = 157,1683	-6,5182
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -60,5102	M <sub>3,M2</sub> = -36,9568	exM <sub>3</sub> = 63,0739	11,5511

Στόχος C1 (Frame 151)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM <sub>2</sub>	για exM <sub>3</sub>	G+o,3Q
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 97,6406	N <sub>m2</sub> = 47,3092	N <sub>m3</sub> = -33,1782	-493,5462
	άνω	exN= 97,6406	N <sub>m2</sub> = -62,4470	N <sub>m3</sub> = 41,6119	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 31,9224	exM <sub>2</sub> = 65,8842	M <sub>2,M3</sub> = 43,3575	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -17,2453	exM <sub>2</sub> = 26,9644	M <sub>2,M3</sub> = 11,4025	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -22,6337	M <sub>3,M2</sub> = 43,8345	exM <sub>3</sub> = 66,6090	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 11,4663	M <sub>3,M2</sub> = 11,3775	exM <sub>3</sub> = 26,9053	-16,2203
	κάτω	exN= 97,6406	N <sub>m2</sub> = 47,3092	N <sub>m3</sub> = -33,1782	-493,5462
	άνω	exN= 97,6406	N <sub>m2</sub> = -62,4470	N <sub>m3</sub> = 41,6119	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 31,9224	exM <sub>2</sub> = 65,8842	M <sub>2,M3</sub> = 43,3575	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -17,2453	exM <sub>2</sub> = 26,9644	M <sub>2,M3</sub> = 11,4025	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -22,6337	M <sub>3,M2</sub> = 43,8345	exM <sub>3</sub> = 66,6090	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 11,4663	M <sub>3,M2</sub> = 11,3775	exM <sub>3</sub> = 26,9053	-16,2203
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 102,5140	N <sub>m2</sub> = 68,9519	N <sub>m3</sub> = 24,8733	-493,5462
	άνω	exN= 102,5140	N <sub>m2</sub> = -76,1039	N <sub>m3</sub> = -14,0462	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 78,8961	exM <sub>2</sub> = 117,2985	M <sub>2,M3</sub> = 103,3497	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -35,0720	exM <sub>2</sub> = 47,2430	M <sub>2,M3</sub> = 36,1590	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 23,1997	M <sub>3,M2</sub> = 84,2460	exM <sub>3</sub> = 95,6164	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -4,8597	M <sub>3,M2</sub> = 27,1463	exM <sub>3</sub> = 35,4675	-16,2203
	κάτω	exN= 102,5140	N <sub>m2</sub> = 68,9519	N <sub>m3</sub> = 24,8733	-493,5462
	άνω	exN= 102,5140	N <sub>m2</sub> = -76,1039	N <sub>m3</sub> = -14,0462	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 78,8961	exM <sub>2</sub> = 117,2985	M <sub>2,M3</sub> = 103,3497	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -35,0720	exM <sub>2</sub> = 47,2430	M <sub>2,M3</sub> = 36,1590	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 23,1997	M <sub>3,M2</sub> = 84,2460	exM <sub>3</sub> = 95,6164	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -4,8597	M <sub>3,M2</sub> = 27,1463	exM <sub>3</sub> = 35,4675	-16,2203
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 93,0671	N <sub>m2</sub> = -2,7633	N <sub>m3</sub> = -38,0325	-493,5462
	άνω	exN= 93,0671	N <sub>m2</sub> = -7,7602	N <sub>m3</sub> = 41,2829	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -3,5348	exM <sub>2</sub> = 119,0513	M <sub>2,M3</sub> = 110,0534	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -3,6576	exM <sub>2</sub> = 43,8647	M <sub>2,M3</sub> = 37,5537	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -56,4160	M <sub>3,M2</sub> = 127,6181	exM <sub>3</sub> = 138,0522	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 23,2841	M <sub>3,M2</sub> = 44,9389	exM <sub>3</sub> = 52,4911	-16,2203
	κάτω	exN= 93,0671	N <sub>m2</sub> = -2,7633	N <sub>m3</sub> = -38,0325	-493,5462
	άνω	exN= 93,0671	N <sub>m2</sub> = -7,7602	N <sub>m3</sub> = 41,2829	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -3,5348	exM <sub>2</sub> = 119,0513	M <sub>2,M3</sub> = 110,0534	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -3,6576	exM <sub>2</sub> = 43,8647	M <sub>2,M3</sub> = 37,5537	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -56,4160	M <sub>3,M2</sub> = 127,6181	exM <sub>3</sub> = 138,0522	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 23,2841	M <sub>3,M2</sub> = 44,9389	exM <sub>3</sub> = 52,4911	-16,2203
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 98,1678	N <sub>m2</sub> = 30,2227	N <sub>m3</sub> = -4,2957	-493,5462
	άνω	exN= 98,1678	N <sub>m2</sub> = -38,4569	N <sub>m3</sub> = 9,5762	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 47,2869	exM <sub>2</sub> = 153,5950	M <sub>2,M3</sub> = 143,9256	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -22,9396	exM <sub>2</sub> = 58,5571	M <sub>2,M3</sub> = 51,3821	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -6,7457	M <sub>3,M2</sub> = 144,4515	exM <sub>3</sub> = 154,1562	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 5,5947	M <sub>3,M2</sub> = 50,3255	exM <sub>3</sub> = 57,3530	-16,2203
	κάτω	exN= 98,1678	N <sub>m2</sub> = 30,2227	N <sub>m3</sub> = -4,2957	-493,5462
	άνω	exN= 98,1678	N <sub>m2</sub> = -38,4569	N <sub>m3</sub> = 9,5762	-470,4212
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 47,2869	exM <sub>2</sub> = 153,5950	M <sub>2,M3</sub> = 143,9256	-2,7432
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -22,9396	exM <sub>2</sub> = 58,5571	M <sub>2,M3</sub> = 51,3821	10,7745
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -6,7457	M <sub>3,M2</sub> = 144,4515	exM <sub>3</sub> = 154,1562	8,5373
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 5,5947	M <sub>3,M2</sub> = 50,3255	exM <sub>3</sub> = 57,3530	-16,2203

Στόλος C4 (Frame 154)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM <sub>2</sub>	για exM <sub>3</sub>	G+o,3Q
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 800,9738	N <sub>1,M2</sub> = 219,1134	N <sub>1,M3</sub> = 724,9216	-614,9583
	άνω	exN= 800,9738	N <sub>1,M2</sub> = -508,3905	N <sub>1,M3</sub> = -604,5566	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 331,8577	exM <sub>2</sub> = 1213,1132	M <sub>2,M3</sub> = -195,9139	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -273,9672	exM <sub>2</sub> = 431,6378	M <sub>2,M3</sub> = 425,5843	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 15,0293	M <sub>3,M2</sub> = -2,6818	exM <sub>3</sub> = 16,6061	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,3175	M <sub>3,M2</sub> = 1,7211	exM <sub>3</sub> = 1,7456	0,2069
	κάτω	exN= 800,9738	N <sub>1,M2</sub> = 219,1134	N <sub>1,M3</sub> = 724,9216	-614,9583
	άνω	exN= 800,9738	N <sub>1,M2</sub> = -508,3905	N <sub>1,M3</sub> = -604,5566	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 331,8577	exM <sub>2</sub> = 1213,1132	M <sub>2,M3</sub> = -195,9139	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -273,9672	exM <sub>2</sub> = 431,6378	M <sub>2,M3</sub> = 425,5843	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 15,0293	M <sub>3,M2</sub> = -2,6818	exM <sub>3</sub> = 16,6061	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,3175	M <sub>3,M2</sub> = 1,7211	exM <sub>3</sub> = 1,7456	0,2069
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 754,5073	N <sub>1,M2</sub> = -235,2709	N <sub>1,M3</sub> = 746,3918	-614,9583
	άνω	exN= 754,5073	N <sub>1,M2</sub> = -719,0865	N <sub>1,M3</sub> = -650,8896	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -134,3531	exM <sub>2</sub> = 429,1534	M <sub>2,M3</sub> = -85,9637	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -384,4761	exM <sub>2</sub> = 401,8106	M <sub>2,M3</sub> = 391,3555	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 16,4554	M <sub>3,M2</sub> = -3,3188	exM <sub>3</sub> = 16,5682	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,7199	M <sub>3,M2</sub> = 1,9341	exM <sub>3</sub> = 1,9858	0,2069
	κάτω	exN= 754,5073	N <sub>1,M2</sub> = -235,2709	N <sub>1,M3</sub> = 746,3918	-614,9583
	άνω	exN= 754,5073	N <sub>1,M2</sub> = -719,0865	N <sub>1,M3</sub> = -650,8896	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -134,3531	exM <sub>2</sub> = 429,1534	M <sub>2,M3</sub> = -85,9637	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -384,4761	exM <sub>2</sub> = 401,8106	M <sub>2,M3</sub> = 391,3555	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 16,4554	M <sub>3,M2</sub> = -3,3188	exM <sub>3</sub> = 16,5682	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,7199	M <sub>3,M2</sub> = 1,9341	exM <sub>3</sub> = 1,9858	0,2069
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 395,9566	N <sub>1,M2</sub> = 6,5391	N <sub>1,M3</sub> = 257,0871	-614,9583
	άνω	exN= 395,9566	N <sub>1,M2</sub> = -133,5056	N <sub>1,M3</sub> = -75,6370	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 28,0967	exM <sub>2</sub> = 1701,3060	M <sub>2,M3</sub> = -1275,5070	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -174,0664	exM <sub>2</sub> = 516,2534	M <sub>2,M3</sub> = 510,3240	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 12,5135	M <sub>3,M2</sub> = -14,4493	exM <sub>3</sub> = 19,2728	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -0,2105	M <sub>3,M2</sub> = 1,0891	exM <sub>3</sub> = 1,1018	0,2069
	κάτω	exN= 395,9566	N <sub>1,M2</sub> = 6,5391	N <sub>1,M3</sub> = 257,0871	-614,9583
	άνω	exN= 395,9566	N <sub>1,M2</sub> = -133,5056	N <sub>1,M3</sub> = -75,6370	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 28,0967	exM <sub>2</sub> = 1701,3060	M <sub>2,M3</sub> = -1275,5070	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -174,0664	exM <sub>2</sub> = 516,2534	M <sub>2,M3</sub> = 510,3240	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 12,5135	M <sub>3,M2</sub> = -14,4493	exM <sub>3</sub> = 19,2728	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -0,2105	M <sub>3,M2</sub> = 1,0891	exM <sub>3</sub> = 1,1018	0,2069
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 282,8178	N <sub>1,M2</sub> = -280,5567	N <sub>1,M3</sub> = 274,5847	-614,9583
	άνω	exN= 282,8178	N <sub>1,M2</sub> = -281,5751	N <sub>1,M3</sub> = -220,6566	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -1257,5291	exM <sub>2</sub> = 1267,6637	M <sub>2,M3</sub> = -1182,6029	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -489,4275	exM <sub>2</sub> = 491,5875	M <sub>2,M3</sub> = 410,6489	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 18,6801	M <sub>3,M2</sub> = -17,9492	exM <sub>3</sub> = 19,2402	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,1333	M <sub>3,M2</sub> = 1,2134	exM <sub>3</sub> = 1,4526	0,2069
	κάτω	exN= 282,8178	N <sub>1,M2</sub> = -280,5567	N <sub>1,M3</sub> = 274,5847	-614,9583
	άνω	exN= 282,8178	N <sub>1,M2</sub> = -281,5751	N <sub>1,M3</sub> = -220,6566	-544,2446
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -1257,5291	exM <sub>2</sub> = 1267,6637	M <sub>2,M3</sub> = -1182,6029	-119,6608
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -489,4275	exM <sub>2</sub> = 491,5875	M <sub>2,M3</sub> = 410,6489	-199,2811
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 18,6801	M <sub>3,M2</sub> = -17,9492	exM <sub>3</sub> = 19,2402	-0,3942
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -1,1333	M <sub>3,M2</sub> = 1,2134	exM <sub>3</sub> = 1,4526	0,2069

Τοιχείο T1 (Frame 1001)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM <sub>2</sub>	για exM <sub>3</sub>	G+o,3Q
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 997,5033	N <sub>m2</sub> = -996,6016	N <sub>m3</sub> = 162,0503	6310,2020
	άνω	exN= 997,5033	N <sub>m2</sub> = -969,4322	N <sub>m3</sub> = -409,1312	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -16,1783	exM <sub>2</sub> = 16,1929	M <sub>2,M3</sub> = -3,3075	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -2,1050	exM <sub>2</sub> = 2,1659	M <sub>2,M3</sub> = 0,3980	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 294,0864	M <sub>3,M2</sub> = -369,7530	exM <sub>3</sub> = 1810,2530	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -73,9024	M <sub>3,M2</sub> = 33,1127	exM <sub>3</sub> = 180,1814	10563,0780
	κάτω	exN= 997,5033	N <sub>m2</sub> = -996,6016	N <sub>m3</sub> = 162,0503	6310,2020
	άνω	exN= 997,5033	N <sub>m2</sub> = -969,4322	N <sub>m3</sub> = -409,1312	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -16,1783	exM <sub>2</sub> = 16,1929	M <sub>2,M3</sub> = -3,3075	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -2,1050	exM <sub>2</sub> = 2,1659	M <sub>2,M3</sub> = 0,3980	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 294,0864	M <sub>3,M2</sub> = -369,7530	exM <sub>3</sub> = 1810,2530	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -73,9024	M <sub>3,M2</sub> = 33,1127	exM <sub>3</sub> = 180,1814	10563,0780
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 789,3863	N <sub>m2</sub> = -787,6322	N <sub>m3</sub> = 248,4953	6310,2020
	άνω	exN= 789,3863	N <sub>m2</sub> = -755,4543	N <sub>m3</sub> = -771,0770	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -12,1839	exM <sub>2</sub> = 12,2110	M <sub>2,M3</sub> = -4,6077	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,7484	exM <sub>2</sub> = 1,8269	M <sub>2,M3</sub> = 1,5943	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 574,5326	M <sub>3,M2</sub> = -688,6780	exM <sub>3</sub> = 1825,0973	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -427,5008	M <sub>3,M2</sub> = 381,9440	exM <sub>3</sub> = 437,6519	10563,0780
	κάτω	exN= 789,3863	N <sub>m2</sub> = -787,6322	N <sub>m3</sub> = 248,4953	6310,2020
	άνω	exN= 789,3863	N <sub>m2</sub> = -755,4543	N <sub>m3</sub> = -771,0770	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -12,1839	exM <sub>2</sub> = 12,2110	M <sub>2,M3</sub> = -4,6077	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,7484	exM <sub>2</sub> = 1,8269	M <sub>2,M3</sub> = 1,5943	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 574,5326	M <sub>3,M2</sub> = -688,6780	exM <sub>3</sub> = 1825,0973	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -427,5008	M <sub>3,M2</sub> = 381,9440	exM <sub>3</sub> = 437,6519	10563,0780
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 1080,8667	N <sub>m2</sub> = -1077,1959	N <sub>m3</sub> = 456,1964	6310,2020
	άνω	exN= 1080,8667	N <sub>m2</sub> = -1035,4580	N <sub>m3</sub> = 288,4420	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -18,0873	exM <sub>2</sub> = 18,1489	M <sub>2,M3</sub> = -8,9889	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -2,0851	exM <sub>2</sub> = 2,1766	M <sub>2,M3</sub> = 0,0452	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 640,1149	M <sub>3,M2</sub> = -751,1593	exM <sub>3</sub> = 1516,6252	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 85,0826	M <sub>3,M2</sub> = 6,6171	exM <sub>3</sub> = 318,8263	10563,0780
	κάτω	exN= 1080,8667	N <sub>m2</sub> = -1077,1959	N <sub>m3</sub> = 456,1964	6310,2020
	άνω	exN= 1080,8667	N <sub>m2</sub> = -1035,4580	N <sub>m3</sub> = 288,4420	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -18,0873	exM <sub>2</sub> = 18,1489	M <sub>2,M3</sub> = -8,9889	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -2,0851	exM <sub>2</sub> = 2,1766	M <sub>2,M3</sub> = 0,0452	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 640,1149	M <sub>3,M2</sub> = -751,1593	exM <sub>3</sub> = 1516,6252	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 85,0826	M <sub>3,M2</sub> = 6,6171	exM <sub>3</sub> = 318,8263	10563,0780
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= 892,4072	N <sub>m2</sub> = -885,9912	N <sub>m3</sub> = 555,3332	6310,2020
	άνω	exN= 892,4072	N <sub>m2</sub> = -834,0115	N <sub>m3</sub> = -336,4252	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -14,6008	exM <sub>2</sub> = 14,7065	M <sub>2,M3</sub> = -10,4638	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,7191	exM <sub>2</sub> = 1,8395	M <sub>2,M3</sub> = 1,2543	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 954,7827	M <sub>3,M2</sub> = -1091,6802	exM <sub>3</sub> = 1534,3130	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -192,4935	M <sub>3,M2</sub> = 348,1666	exM <sub>3</sub> = 510,6115	10563,0780
	κάτω	exN= 892,4072	N <sub>m2</sub> = -885,9912	N <sub>m3</sub> = 555,3332	6310,2020
	άνω	exN= 892,4072	N <sub>m2</sub> = -834,0115	N <sub>m3</sub> = -336,4252	6310,2020
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -14,6008	exM <sub>2</sub> = 14,7065	M <sub>2,M3</sub> = -10,4638	-122,0325
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -1,7191	exM <sub>2</sub> = 1,8395	M <sub>2,M3</sub> = 1,2543	-10,1757
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 954,7827	M <sub>3,M2</sub> = -1091,6802	exM <sub>3</sub> = 1534,3130	-6346,3000
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -192,4935	M <sub>3,M2</sub> = 348,1666	exM <sub>3</sub> = 510,6115	10563,0780

Τοιχείο T3 (Frame 1003)

## **Τα εντατικά μεγέθη των στοιχείων C3 και T1 λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων $G+0,3Q\pm E$**

Στους πίνακες της επόμενης σελίδας παρουσιάζονται τα εντατικά μεγέθη των στοιχείων C3 και T1 λόγω του σεισμικού συνδυασμού δράσεων  $G+0,3Q\pm E$ .



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM2	για exM3
1 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= -319,6349	N <sub>1,M2</sub> = -386,4479	N <sub>1,M3</sub> = -332,0693
	άνω	exN= -296,5099	N <sub>1,M2</sub> = -487,8203	N <sub>1,M3</sub> = -520,7530
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 9,3121	exM <sub>2</sub> = 26,7226	M <sub>2,M3</sub> = -4,6755
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -0,4883	exM <sub>2</sub> = 30,6299	M <sub>2,M3</sub> = 9,9061
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 54,0952	M <sub>3,M2</sub> = -4,9184	exM <sub>3</sub> = 60,8861
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -11,9221	M <sub>3,M2</sub> = 10,6229	exM <sub>3</sub> = 40,2852
	κάτω	exN= -319,6349	N <sub>1,M2</sub> = -386,4479	N <sub>1,M3</sub> = -332,0693
	άνω	exN= -296,5099	M <sub>1,M2</sub> = -487,8203	N <sub>1,M3</sub> = -520,7530
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 9,3121	exM <sub>2</sub> = 26,7226	M <sub>2,M3</sub> = -4,6755
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -0,4883	exM <sub>2</sub> = 30,6299	M <sub>2,M3</sub> = 9,9061
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 54,0952	M <sub>3,M2</sub> = -4,9184	exM <sub>3</sub> = 60,8861
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -11,9221	M <sub>3,M2</sub> = 10,6229	exM <sub>3</sub> = 40,2852
2 ==> F <sub>x</sub> (mine <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= -289,8229	N <sub>1,M2</sub> = -382,6547	N <sub>1,M3</sub> = -290,3551
	άνω	exN= -266,6979	N <sub>1,M2</sub> = -514,4590	N <sub>1,M3</sub> = -569,7375
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 0,5689	exM <sub>2</sub> = 9,8025	M <sub>2,M3</sub> = -0,6183
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 4,1914	exM <sub>2</sub> = 20,8693	M <sub>2,M3</sub> = 15,0689
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 89,7294	M <sub>3,M2</sub> = 24,0291	exM <sub>3</sub> = 90,0648
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -25,0538	M <sub>3,M2</sub> = 27,9377	exM <sub>3</sub> = 48,9928
	κάτω	exN= -289,8229	N <sub>1,M2</sub> = -382,6547	N <sub>1,M3</sub> = -290,3551
	άνω	exN= -266,6979	M <sub>1,M2</sub> = -514,4590	N <sub>1,M3</sub> = -569,7375
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = 0,5689	exM <sub>2</sub> = 9,8025	M <sub>2,M3</sub> = -0,6183
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 4,1914	exM <sub>2</sub> = 20,8693	M <sub>2,M3</sub> = 15,0689
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 89,7294	M <sub>3,M2</sub> = 24,0291	exM <sub>3</sub> = 90,0648
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -25,0538	M <sub>3,M2</sub> = 27,9377	exM <sub>3</sub> = 48,9928
3 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (mine <sub>x</sub> )	κάτω	exN= -272,6842	N <sub>1,M2</sub> = -494,9487	N <sub>1,M3</sub> = -284,2024
	άνω	exN= -249,5592	N <sub>1,M2</sub> = -387,2440	N <sub>1,M3</sub> = -573,7231
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -19,1309	exM <sub>2</sub> = 39,5131	M <sub>2,M3</sub> = -33,6809
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 15,4851	exM <sub>2</sub> = 36,2543	M <sub>2,M3</sub> = -4,7487
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 125,0681	M <sub>3,M2</sub> = -95,1844	exM <sub>3</sub> = 134,6092
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -41,1010	M <sub>3,M2</sub> = -23,1810	exM <sub>3</sub> = 69,8786
	κάτω	exN= -272,6842	N <sub>1,M2</sub> = -494,9487	N <sub>1,M3</sub> = -284,2024
	άνω	exN= -249,5592	M <sub>1,M2</sub> = -387,2440	N <sub>1,M3</sub> = -573,7231
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -19,1309	exM <sub>2</sub> = 39,5131	M <sub>2,M3</sub> = -33,6809
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 15,4851	exM <sub>2</sub> = 36,2543	M <sub>2,M3</sub> = -4,7487
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 125,0681	M <sub>3,M2</sub> = -95,1844	exM <sub>3</sub> = 134,6092
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -41,1010	M <sub>3,M2</sub> = -23,1810	exM <sub>3</sub> = 69,8786
4 ==> F <sub>x</sub> (maxe <sub>y</sub> ) με F <sub>y</sub> (maxe <sub>x</sub> )	κάτω	exN= -249,9909	N <sub>1,M2</sub> = -535,6595	N <sub>1,M3</sub> = -254,1762
	άνω	exN= -226,8659	N <sub>1,M2</sub> = -355,5575	N <sub>1,M3</sub> = -605,1467
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -22,1831	exM <sub>2</sub> = 29,4698	M <sub>2,M3</sub> = -28,1635
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 16,9146	exM <sub>2</sub> = 29,6295	M <sub>2,M3</sub> = -0,6219
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 147,2430	M <sub>3,M2</sub> = -108,8305	exM <sub>3</sub> = 150,6501
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -48,9591	M <sub>3,M2</sub> = -25,4057	exM <sub>3</sub> = 74,6250
	κάτω	exN= -249,9909	N <sub>1,M2</sub> = -535,6595	N <sub>1,M3</sub> = -254,1762
	άνω	exN= -226,8659	M <sub>1,M2</sub> = -355,5575	N <sub>1,M3</sub> = -605,1467
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -22,1831	exM <sub>2</sub> = 29,4698	M <sub>2,M3</sub> = -28,1635
	άνω	M <sub>2,N</sub> = 16,9146	exM <sub>2</sub> = 29,6295	M <sub>2,M3</sub> = -0,6219
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = 147,2430	M <sub>3,M2</sub> = -108,8305	exM <sub>3</sub> = 150,6501
	άνω	M <sub>3,N</sub> = -48,9591	M <sub>3,M2</sub> = -25,4057	exM <sub>3</sub> = 74,6250

Στόλος C1 (Frame 151)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM2	για exM3
1 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= -395,9056	$N_{,M2}$ = -446,2371	$N_{,M3}$ = -526,7244
	άνω	exN= -372,7806	$N_{,M2}$ = -532,8682	$N_{,M3}$ = -428,8094
	κάτω	$M_{2,N}$ = 29,1792	exM2= 63,1410	$M_{2,M3}$ = 40,6143
	άνω	$M_{2,N}$ = -6,4708	exM2= 37,7388	$M_{2,M3}$ = 22,1769
	κάτω	$M_{3,N}$ = -14,0964	$M_{3,M2}$ = 52,3718	exM3= 75,1463
	άνω	$M_{3,N}$ = -4,7540	$M_{3,M2}$ = -4,8428	exM3= 10,6850
	κάτω	exN= -395,9056	$N_{,M2}$ = -446,2371	$N_{,M3}$ = -526,7244
	άνω	exN= -372,7806	$M_{,M2}$ = -532,8682	$N_{,M3}$ = -428,8094
	κάτω	$M_{2,N}$ = 29,1792	exM2= 63,1410	$M_{2,M3}$ = 40,6143
	άνω	$M_{2,N}$ = -6,4708	exM2= 37,7388	$M_{2,M3}$ = 22,1769
	κάτω	$M_{3,N}$ = -14,0964	$M_{3,M2}$ = 52,3718	exM3= 75,1463
	άνω	$M_{3,N}$ = -4,7540	$M_{3,M2}$ = -4,8428	exM3= 10,6850
2 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{maxe}_z)$	κάτω	exN= -391,0323	$N_{,M2}$ = -424,5944	$N_{,M3}$ = -468,6729
	άνω	exN= -367,9073	$N_{,M2}$ = -546,5251	$N_{,M3}$ = -484,4675
	κάτω	$M_{2,N}$ = 76,1529	exM2= 114,5553	$M_{2,M3}$ = 100,6065
	άνω	$M_{2,N}$ = -24,2975	exM2= 58,0174	$M_{2,M3}$ = 46,9335
	κάτω	$M_{3,N}$ = 31,7370	$M_{3,M2}$ = 92,7832	exM3= 104,1537
	άνω	$M_{3,N}$ = -21,0800	$M_{3,M2}$ = 10,9260	exM3= 19,2472
	κάτω	exN= -391,0323	$N_{,M2}$ = -424,5944	$N_{,M3}$ = -468,6729
	άνω	exN= -367,9073	$M_{,M2}$ = -546,5251	$N_{,M3}$ = -484,4675
	κάτω	$M_{2,N}$ = 76,1529	exM2= 114,5553	$M_{2,M3}$ = 100,6065
	άνω	$M_{2,N}$ = -24,2975	exM2= 58,0174	$M_{2,M3}$ = 46,9335
	κάτω	$M_{3,N}$ = 31,7370	$M_{3,M2}$ = 92,7832	exM3= 104,1537
	άνω	$M_{3,N}$ = -21,0800	$M_{3,M2}$ = 10,9260	exM3= 19,2472
3 $\Rightarrow F_x(\text{maxe}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= -400,4791	$N_{,M2}$ = -496,3095	$N_{,M3}$ = -531,5787
	άνω	exN= -377,3541	$N_{,M2}$ = -478,1814	$N_{,M3}$ = -429,1383
	κάτω	$M_{2,N}$ = -6,2780	exM2= 116,3081	$M_{2,M3}$ = 107,3101
	άνω	$M_{2,N}$ = 7,1169	exM2= 54,6392	$M_{2,M3}$ = 48,3282
	κάτω	$M_{3,N}$ = -47,8787	$M_{3,M2}$ = 136,1554	exM3= 146,5895
	άνω	$M_{3,N}$ = 7,0638	$M_{3,M2}$ = 28,7186	exM3= 36,2708
	κάτω	exN= -400,4791	$N_{,M2}$ = -496,3095	$N_{,M3}$ = -531,5787
	άνω	exN= -377,3541	$M_{,M2}$ = -478,1814	$N_{,M3}$ = -429,1383
	κάτω	$M_{2,N}$ = -6,2780	exM2= 116,3081	$M_{2,M3}$ = 107,3101
	άνω	$M_{2,N}$ = 7,1169	exM2= 54,6392	$M_{2,M3}$ = 48,3282
	κάτω	$M_{3,N}$ = -47,8787	$M_{3,M2}$ = 136,1554	exM3= 146,5895
	άνω	$M_{3,N}$ = 7,0638	$M_{3,M2}$ = 28,7186	exM3= 36,2708
4 $\Rightarrow F_x(\text{maxe}_y)$ με $F_y(\text{maxe}_z)$	κάτω	exN= -395,3784	$N_{,M2}$ = -463,3236	$N_{,M3}$ = -497,8419
	άνω	exN= -372,2534	$N_{,M2}$ = -508,8782	$N_{,M3}$ = -460,8451
	κάτω	$M_{2,N}$ = 44,5437	exM2= 150,8518	$M_{2,M3}$ = 141,1824
	άνω	$M_{2,N}$ = -12,1651	exM2= 69,3316	$M_{2,M3}$ = 62,1566
	κάτω	$M_{3,N}$ = 1,7916	$M_{3,M2}$ = 152,9888	exM3= 162,6935
	άνω	$M_{3,N}$ = -10,6256	$M_{3,M2}$ = 34,1053	exM3= 41,1327
	κάτω	exN= -395,3784	$N_{,M2}$ = -463,3236	$N_{,M3}$ = -497,8419
	άνω	exN= -372,2534	$M_{,M2}$ = -508,8782	$N_{,M3}$ = -460,8451
	κάτω	$M_{2,N}$ = 44,5437	exM2= 150,8518	$M_{2,M3}$ = 141,1824
	άνω	$M_{2,N}$ = -12,1651	exM2= 69,3316	$M_{2,M3}$ = 62,1566
	κάτω	$M_{3,N}$ = 1,7916	$M_{3,M2}$ = 152,9888	exM3= 162,6935
	άνω	$M_{3,N}$ = -10,6256	$M_{3,M2}$ = 34,1053	exM3= 41,1327

Σημάς C4 (Frame 154)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM2	για exM3
1 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= 186,0154	$N_{,M2}= -395,8450$	$N_{,M3}= 109,9633$
	άνω	exN= 256,7292	$N_{,M2}= -1052,6351$	$N_{,M3}= -1148,8011$
	κάτω	$M_{2,N}= 212,1969$	exM2= 1093,4524	$M_{2,M3}= -315,5748$
	άνω	$M_{2,N}= -473,2483$	exM2= 232,3567	$M_{2,M3}= 226,3032$
	κάτω	$M_{3,N}= 14,6351$	$M_{3,M2}= -3,0761$	exM3= 16,2118
	άνω	$M_{3,N}= -1,1107$	$M_{3,M2}= 1,9280$	exM3= 1,9525
	κάτω	exN= 186,0154	$N_{,M2}= -395,8450$	$N_{,M3}= 109,9633$
	άνω	exN= 256,7292	$M_{,M2}= -1052,6351$	$N_{,M3}= -1148,8011$
	κάτω	$M_{2,N}= 212,1969$	exM2= 1093,4524	$M_{2,M3}= -315,5748$
	άνω	$M_{2,N}= -473,2483$	exM2= 232,3567	$M_{2,M3}= 226,3032$
	κάτω	$M_{3,N}= 14,6351$	$M_{3,M2}= -3,0761$	exM3= 16,2118
	άνω	$M_{3,N}= -1,1107$	$M_{3,M2}= 1,9280$	exM3= 1,9525
2 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{max}_z)$	κάτω	exN= 136,5490	$N_{,M2}= -850,2292$	$N_{,M3}= 131,4335$
	άνω	exN= 207,2627	$N_{,M2}= -1263,3311$	$N_{,M3}= -1195,1342$
	κάτω	$M_{2,N}= -254,0139$	exM2= 309,4926	$M_{2,M3}= -205,6245$
	άνω	$M_{2,N}= -583,7572$	exM2= 202,5295	$M_{2,M3}= 192,0744$
	κάτω	$M_{3,N}= 16,0612$	$M_{3,M2}= -3,7130$	exM3= 16,1740
	άνω	$M_{3,N}= -1,5130$	$M_{3,M2}= 2,1409$	exM3= 2,1926
	κάτω	exN= 136,5490	$N_{,M2}= -850,2292$	$N_{,M3}= 131,4335$
	άνω	exN= 207,2627	$M_{,M2}= -1263,3311$	$N_{,M3}= -1195,1342$
	κάτω	$M_{2,N}= -254,0139$	exM2= 309,4926	$M_{2,M3}= -205,6245$
	άνω	$M_{2,N}= -583,7572$	exM2= 202,5295	$M_{2,M3}= 192,0744$
	κάτω	$M_{3,N}= 16,0612$	$M_{3,M2}= -3,7130$	exM3= 16,1740
	άνω	$M_{3,N}= -1,5130$	$M_{3,M2}= 2,1409$	exM3= 2,1926
3 $\Rightarrow F_x(\text{max}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= -219,0017	$N_{,M2}= -608,4192$	$N_{,M3}= -357,8713$
	άνω	exN= -148,2880	$N_{,M2}= -677,7502$	$N_{,M3}= -619,8816$
	κάτω	$M_{2,N}= -91,5641$	exM2= 1581,6452	$M_{2,M3}= -1395,1678$
	άνω	$M_{2,N}= -373,3475$	exM2= 316,9723	$M_{2,M3}= 311,0429$
	κάτω	$M_{3,N}= 12,1192$	$M_{3,M2}= -14,8435$	exM3= 18,8786
	άνω	$M_{3,N}= -0,0036$	$M_{3,M2}= 1,2960$	exM3= 1,3087
	κάτω	exN= -219,0017	$N_{,M2}= -608,4192$	$N_{,M3}= -357,8713$
	άνω	exN= -148,2880	$M_{,M2}= -677,7502$	$N_{,M3}= -619,8816$
	κάτω	$M_{2,N}= -91,5641$	exM2= 1581,6452	$M_{2,M3}= -1395,1678$
	άνω	$M_{2,N}= -373,3475$	exM2= 316,9723	$M_{2,M3}= 311,0429$
	κάτω	$M_{3,N}= 12,1192$	$M_{3,M2}= -14,8435$	exM3= 18,8786
	άνω	$M_{3,N}= -0,0036$	$M_{3,M2}= 1,2960$	exM3= 1,3087
4 $\Rightarrow F_x(\text{max}_y)$ με $F_y(\text{max}_z)$	κάτω	exN= -332,1406	$N_{,M2}= -895,5150$	$N_{,M3}= -340,3736$
	άνω	exN= -261,4268	$N_{,M2}= -825,8197$	$N_{,M3}= -764,9011$
	κάτω	$M_{2,N}= -1377,1899$	exM2= 1148,0028	$M_{2,M3}= -1302,2637$
	άνω	$M_{2,N}= -688,7086$	exM2= 292,3064	$M_{2,M3}= 211,3678$
	κάτω	$M_{3,N}= 18,2859$	$M_{3,M2}= -18,3434$	exM3= 18,8460
	άνω	$M_{3,N}= -0,9265$	$M_{3,M2}= 1,4203$	exM3= 1,6595
	κάτω	exN= -332,1406	$N_{,M2}= -895,5150$	$N_{,M3}= -340,3736$
	άνω	exN= -261,4268	$M_{,M2}= -825,8197$	$N_{,M3}= -764,9011$
	κάτω	$M_{2,N}= -1377,1899$	exM2= 1148,0028	$M_{2,M3}= -1302,2637$
	άνω	$M_{2,N}= -688,7086$	exM2= 292,3064	$M_{2,M3}= 211,3678$
	κάτω	$M_{3,N}= 18,2859$	$M_{3,M2}= -18,3434$	exM3= 18,8460
	άνω	$M_{3,N}= -0,9265$	$M_{3,M2}= 1,4203$	exM3= 1,6595

Τοίχιο T1 (Frame 1001)



Συνδυασμός	Στοιχείο	για exN	για exM2	για exM3
1 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= 7307,7053	N <sub>1,M2</sub> = 5313,6004	N <sub>1,M3</sub> = 6472,2523
	άνω	exN= 7307,7053	N <sub>1,M2</sub> = 5340,7698	N <sub>1,M3</sub> = 5901,0708
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -138,2108	exM <sub>2</sub> = -105,8396	M <sub>2,M3</sub> = -125,3400
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -12,2806	exM <sub>2</sub> = -8,0097	M <sub>2,M3</sub> = -9,7776
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -6052,2136	M <sub>3,M2</sub> = -6716,0530	exM <sub>3</sub> = -4536,0470
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 10489,1756	M <sub>3,M2</sub> = 10596,1907	exM <sub>3</sub> = 10743,2594
	κάτω	exN= 7307,7053	N <sub>1,M2</sub> = 5313,6004	N <sub>1,M3</sub> = 6472,2523
	άνω	exN= 7307,7053	M <sub>1,M2</sub> = 5340,7698	N <sub>1,M3</sub> = 5901,0708
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -138,2108	exM <sub>2</sub> = -105,8396	M <sub>2,M3</sub> = -125,3400
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -12,2806	exM <sub>2</sub> = -8,0097	M <sub>2,M3</sub> = -9,7776
2 $\Rightarrow F_x(\text{mine}_y)$ με $F_y(\text{maxe}_z)$	κάτω	exN= 7099,5883	N <sub>1,M2</sub> = 5522,5698	N <sub>1,M3</sub> = 6558,6973
	άνω	exN= 7099,5883	N <sub>1,M2</sub> = 5554,7477	N <sub>1,M3</sub> = 5539,1250
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -134,2164	exM <sub>2</sub> = -109,8215	M <sub>2,M3</sub> = -126,6402
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,9240	exM <sub>2</sub> = -8,3488	M <sub>2,M3</sub> = -8,5813
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -5771,7674	M <sub>3,M2</sub> = -7034,9780	exM <sub>3</sub> = -4521,2027
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 10135,5772	M <sub>3,M2</sub> = 10945,0220	exM <sub>3</sub> = 11000,7299
	κάτω	exN= 7099,5883	N <sub>1,M2</sub> = 5522,5698	N <sub>1,M3</sub> = 6558,6973
	άνω	exN= 7099,5883	M <sub>1,M2</sub> = 5554,7477	N <sub>1,M3</sub> = 5539,1250
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -134,2164	exM <sub>2</sub> = -109,8215	M <sub>2,M3</sub> = -126,6402
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,9240	exM <sub>2</sub> = -8,3488	M <sub>2,M3</sub> = -8,5813
3 $\Rightarrow F_x(\text{maxe}_y)$ με $F_y(\text{mine}_z)$	κάτω	exN= 7391,0687	N <sub>1,M2</sub> = 5233,0061	N <sub>1,M3</sub> = 6766,3984
	άνω	exN= 7391,0687	N <sub>1,M2</sub> = 5274,7440	N <sub>1,M3</sub> = 6598,6440
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -140,1198	exM <sub>2</sub> = -103,8836	M <sub>2,M3</sub> = -131,0214
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -12,2608	exM <sub>2</sub> = -7,9991	M <sub>2,M3</sub> = -10,1305
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -5706,1851	M <sub>3,M2</sub> = -7097,4593	exM <sub>3</sub> = -4829,6748
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 10648,1606	M <sub>3,M2</sub> = 10569,6951	exM <sub>3</sub> = 10881,9043
	κάτω	exN= 7391,0687	N <sub>1,M2</sub> = 5233,0061	N <sub>1,M3</sub> = 6766,3984
	άνω	exN= 7391,0687	M <sub>1,M2</sub> = 5274,7440	N <sub>1,M3</sub> = 6598,6440
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -140,1198	exM <sub>2</sub> = -103,8836	M <sub>2,M3</sub> = -131,0214
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -12,2608	exM <sub>2</sub> = -7,9991	M <sub>2,M3</sub> = -10,1305
4 $\Rightarrow F_x(\text{maxe}_y)$ με $F_y(\text{maxe}_z)$	κάτω	exN= 7202,6092	N <sub>1,M2</sub> = 5424,2108	N <sub>1,M3</sub> = 6865,5352
	άνω	exN= 7202,6092	N <sub>1,M2</sub> = 5476,1905	N <sub>1,M3</sub> = 5973,7768
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -136,6333	exM <sub>2</sub> = -107,3260	M <sub>2,M3</sub> = -132,4963
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,8948	exM <sub>2</sub> = -8,3362	M <sub>2,M3</sub> = -8,9214
	κάτω	M <sub>3,N</sub> = -5391,5173	M <sub>3,M2</sub> = -7437,9802	exM <sub>3</sub> = -4811,9870
	άνω	M <sub>3,N</sub> = 10370,5845	M <sub>3,M2</sub> = 10911,2446	exM <sub>3</sub> = 11073,6895
	κάτω	exN= 7202,6092	N <sub>1,M2</sub> = 5424,2108	N <sub>1,M3</sub> = 6865,5352
	άνω	exN= 7202,6092	M <sub>1,M2</sub> = 5476,1905	N <sub>1,M3</sub> = 5973,7768
	κάτω	M <sub>2,N</sub> = -136,6333	exM <sub>2</sub> = -107,3260	M <sub>2,M3</sub> = -132,4963
	άνω	M <sub>2,N</sub> = -11,8948	exM <sub>2</sub> = -8,3362	M <sub>2,M3</sub> = -8,9214

Τοίχιο T3 (Frame 1003)



**Οι ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου (στήλοι C1 και C4) λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις (χωρική επαλληλία).**

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ακραίες τιμές των μετακινήσεων στην κορυφή του κτιρίου (στήλοι C1 και C4) λόγω ταυτόχρονης δράσης του σεισμού σε δύο οριζόντιες διευθύνσεις όπως δίνονται από το πρόγραμμα.

Στήλοι C1 & C4 (κόμβοι 501 & 504)				
Φ. Κατάσταση	Θέση	ex Ux	ex Uy	ex Rz
F <sub>x</sub> (max <sub>e<sub>y</sub></sub> )	C1 (501)	0,0225	-0,0060	0,0013
	C4 (504)	0,0225	0,0115	0,0013
F <sub>x</sub> (min <sub>e<sub>y</sub></sub> )	C1 (501)	0,0128	-0,0014	0,0003
	C4 (504)	0,0128	0,0022	0,0003
F <sub>y</sub> (max <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	-0,0075	-0,0072	-0,0009
	C4 (504)	-0,0075	-0,0183	-0,0009
F <sub>y</sub> (min <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	-0,0005	-0,0106	-0,0001
	C4 (504)	-0,0005	-0,0116	-0,0001

Στήλοι C1 & C4 (κόμβοι 501 & 504)							
Συνδυασμός	Θέση	ex Ux	ex Uy	ex Rz	q × ex Ux	q × ex Uy	q × ex Rz
1 ==> F <sub>x</sub> (min <sub>e<sub>y</sub></sub> ) με F <sub>y</sub> (min <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	0,0128	0,0107	0,0003	0,0447	0,0373	0,0010
	C4 (504)	0,0128	0,0118	0,0003	0,0447	0,0412	0,0010
2 ==> F <sub>x</sub> (min <sub>e<sub>y</sub></sub> ) με F <sub>y</sub> (max <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	0,0148	0,0074	0,0009	0,0518	0,0258	0,0031
	C4 (504)	0,0148	0,0184	0,0009	0,0518	0,0645	0,0031
3 ==> F <sub>x</sub> (max <sub>e<sub>y</sub></sub> ) με F <sub>y</sub> (min <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	0,0225	0,0122	0,0013	0,0786	0,0425	0,0047
	C4 (504)	0,0225	0,0163	0,0013	0,0786	0,0572	0,0047
4 ==> F <sub>x</sub> (max <sub>e<sub>y</sub></sub> ) με F <sub>y</sub> (max <sub>e<sub>x</sub></sub> )	C1 (501)	0,0237	0,0094	0,0016	0,0829	0,0329	0,0056
	C4 (504)	0,0237	0,0216	0,0016	0,0829	0,0757	0,0056

## Έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης των περιμετρικών πλαισίων για το συνδυασμό $F_x$ ( $mine_y$ ) και $F_y$ ( $mine_x$ )

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000 § 4.2.2 για τον έλεγχο γωνιακής παραμόρφωσης θα πρέπει να ισχύει:

$$\gamma_{ji} = \frac{q}{2,5} \times \frac{\Delta_{ελji}}{h_i} \leq 0,005$$

όπου:

$\Delta_{ελji}$  : η υπολογιστική μέγιστη σχετική μετακίνηση ορόφου I κατά τη διεύθυνση j κάθε περιμετρικού τοίχου.

h : ύψος ορόφου.

Σημειώνουμε ότι όταν ο οργανισμός πλήρωσης είναι λιγότερο ευαίσθητος σε διατμητική παραμόρφωση τότε  $\gamma_{ij} \leq 0,007$ . Το  $(q/2,5)$  πρέπει να λαμβάνεται μικρότερο του 1.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται σχετικές μετακινήσεις των ορόφων των περιμετρικών πλαισίων και γίνεται για το καθένα ο έλεγχος γωνιακής παραμόρφωσης.

		Στόλοι C1 και C12				
Φορτιστική Κατάσταση	Θέση	Ux	Uy	ΔUx	ΔUy	
$F_x$ ( $mine_y$ )	Όροφος 1	101	0,00324	-0,00035	0,00324	-0,00035
		119	0,00256	0,00049	0,00256	0,00049
	Όροφος 2	201	0,00616	-0,00071	0,00292	-0,00036
		219	0,00448	0,00137	0,00193	0,00087
	Όροφος 3	301	0,00884	-0,00102	0,00268	-0,00031
		319	0,00639	0,00201	0,00191	0,00065
	Όροφος 4	401	0,01107	-0,00124	0,00223	-0,00022
		419	0,00821	0,00230	0,00181	0,00029
	Όροφος 5	501	0,01277	-0,00137	0,00170	-0,00013
		519	0,00988	0,00221	0,00168	-0,00009
$F_y$ ( $mine_x$ )	Όροφος 1	101	-0,00024	-0,00254	-0,00024	-0,00254
		119	0,00007	-0,00293	0,00007	-0,00293
	Όροφος 2	201	-0,00064	-0,00451	-0,00040	-0,00197
		219	0,00014	-0,00547	0,00006	-0,00254
	Όροφος 3	301	-0,00084	-0,00656	-0,00020	-0,00205
		319	0,00020	-0,00784	0,00006	-0,00237
	Όροφος 4	401	-0,00079	-0,00860	0,00005	-0,00204
		419	0,00026	-0,00990	0,00007	-0,00206
	Όροφος 5	501	-0,00047	-0,01058	-0,00032	-0,00198
		519	0,00033	-0,01157	0,00007	-0,00167

Χωρική Επαλληλία SRSS				ΓΩΝΙΑΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ $\gamma = q \cdot \Delta_{ελ} / (2,5 \cdot H)$				?
Θέση	Ux	Uy	$\gamma_{π1}$	$\gamma_{π2}$	$\gamma_{π3}$	$\gamma_{π4}$	$\gamma < 0,005$	
Όροφος 1	101	0,003249	0,002563	0,001137	0,000897	0,000896	0,001041	NAI
	119	0,002559	0,002973					
Όροφος 2	201	0,002950	0,002005	0,001376	0,000936	0,000899	0,001253	NAI
	219	0,001927	0,002685					
Όροφος 3	301	0,002687	0,002074	0,001254	0,000968	0,000891	0,001147	NAI
	319	0,001910	0,002457					
Όροφος 4	401	0,002230	0,002049	0,001040	0,000956	0,000847	0,000971	NAI
	419	0,001814	0,002082					
Όροφος 5	501	0,001732	0,001983	0,000808	0,000925	0,000783	0,000779	NAI
	519	0,001677	0,001669					



## Σύγκριση μετακινήσεων με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.

Αριθμός κάτοψης	Συνδυασμός	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	504	± 2,110E-02	± 7,390E-02	± 1,420E-02	± 4,970E-02	± 1,390E-03	± 4,850E-03
	1 & 4		± 2,100E-02	± 7,350E-02	± 1,270E-02	± 4,450E-02	± 1,370E-03	± 4,810E-03
	2 & 3		± 1,100E-02	± 3,850E-02	± 1,080E-02	± 3,780E-02	± 3,700E-04	± 1,280E-03
	2 & 4		± 1,090E-02	± 3,820E-02	± 8,900E-03	± 3,100E-02	± 3,100E-04	± 1,090E-03
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	504	± 1,528E-02	± 5,348E-02	± 1,285E-02	± 4,498E-02	± 1,040E-03	± 3,640E-03
	1 & 4		± 1,517E-02	± 5,310E-02	± 1,055E-02	± 3,693E-02	± 1,010E-03	± 3,535E-03
	2 & 3		± 8,980E-03	± 3,143E-02	± 1,093E-02	± 3,826E-02	± 3,200E-04	± 1,120E-03
	2 & 4		± 8,790E-03	± 3,077E-02	± 8,100E-03	± 2,835E-02	± 1,800E-04	± 6,300E-04
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	504	± 2,368E-02	± 8,287E-02	± 2,163E-02	± 7,572E-02	± 1,593E-03	± 5,577E-03
	1 & 4		± 2,247E-02	± 7,865E-02	± 1,633E-02	± 5,716E-02	± 1,349E-03	± 4,722E-03
	2 & 3		± 1,480E-02	± 5,181E-02	± 1,844E-02	± 6,454E-02	± 8,943E-04	± 3,130E-03
	2 & 4		± 1,278E-02	± 4,474E-02	± 1,178E-02	± 4,122E-02	± 2,854E-04	± 9,988E-04

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κατόψεις (μονάδες : m) .

Παρατηρείται ότι για την κάτοψη 1 οι μετακινήσεις στο στύλο C4 είναι μεγαλύτερες από της κάτοψης 2 όμως μικρότερες της 3. Αυτό ίσως αποδίδεται στο γεγονός ότι οι κατόψεις 1 και 3 έχουν το Κ.Ε.Σ. ψηλότερα από ότι η 2 και έτσι η μετακίνηση του στύλου C4 είναι μεγαλύτερη. Ακόμα δυσμενέστερη είναι η κατάσταση στην κάτοψη 3 καθώς το Κ.Ε.Σ. βρίσκεται ακόμα πιο μακριά και έτσι ο στύλος c4 έχει ακόμα μεγαλύτερη μετακίνηση .

Προσομοίωση πυρήνα	Συνδυασμός	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
Με ισοδύναμο πλαίσιο	1 & 3	504	± 2,368E-02	± 8,287E-02	± 2,163E-02	± 7,572E-02	± 1,593E-03	± 5,577E-03
	1 & 4		± 2,247E-02	± 7,865E-02	± 1,633E-02	± 5,716E-02	± 1,349E-03	± 4,722E-03
	2 & 3		± 1,480E-02	± 5,181E-02	± 1,844E-02	± 6,454E-02	± 8,943E-04	± 3,130E-03
	2 & 4		± 1,278E-02	± 4,474E-02	± 1,178E-02	± 4,122E-02	± 2,854E-04	± 9,988E-04
Με στοιχεία κελύφους	1 & 3	504	± 1,610E-02	± 5,635E-02	± 1,500E-02	± 5,250E-02	± 1,024E-03	± 3,584E-03
	1 & 4		± 1,550E-02	± 5,425E-02	± 1,150E-02	± 4,025E-02	± 8,740E-04	± 3,059E-03
	2 & 3		± 1,040E-02	± 3,640E-02	± 1,330E-02	± 4,655E-02	± 5,587E-04	± 1,955E-03
	2 & 4		± 9,340E-03	± 3,269E-02	± 9,075E-03	± 3,176E-02	± 1,679E-04	± 5,877E-04

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα (μονάδες : m) .

Όσον αφορά στην προσομοίωση του φορέα , ο φορέας με προσομοίωση στοιχείων κελύφους παρουσίασε σχετικά μικρότερες μετακινήσεις από αυτές της προσομοίωσης του ισοδύναμου πλαισίου.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	Συνδυασμός	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
40000 (στοιχεία κελύφους)	1 & 3	504	± 1,610E-02	± 5,635E-02	± 1,500E-02	± 5,250E-02	± 1,024E-03	± 3,584E-03
	1 & 4		± 1,550E-02	± 5,425E-02	± 1,150E-02	± 4,025E-02	± 8,740E-04	± 3,059E-03
	2 & 3		± 1,040E-02	± 3,640E-02	± 1,330E-02	± 4,655E-02	± 5,587E-04	± 1,955E-03
	2 & 4		± 9,340E-03	± 3,269E-02	± 9,075E-03	± 3,176E-02	± 1,679E-04	± 5,877E-04
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	504	± 2,368E-02	± 8,287E-02	± 2,163E-02	± 7,572E-02	± 1,593E-03	± 5,577E-03
	1 & 4		± 2,247E-02	± 7,865E-02	± 1,633E-02	± 5,716E-02	± 1,349E-03	± 4,722E-03
	2 & 3		± 1,480E-02	± 5,181E-02	± 1,844E-02	± 6,454E-02	± 8,943E-04	± 3,130E-03
	2 & 4		± 1,278E-02	± 4,474E-02	± 1,178E-02	± 4,122E-02	± 2,854E-04	± 9,988E-04
100000 (στοιχεία κελύφους)	1 & 3	504	± 1,491E-02	± 5,218E-02	Δεν υπάρχουν κοινά στοιχεία προς σύγκριση		± 1,039E-03	± 3,637E-03
	1 & 4		± 1,412E-02	± 4,942E-02			± 8,980E-04	± 3,143E-03
	2 & 3		± 8,965E-03	± 3,138E-02			± 5,540E-04	± 1,939E-03
	2 & 4		± 7,581E-03	± 2,653E-02			± 1,880E-04	± 6,580E-04
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	504	± 2,830E-02	± 9,905E-02	± 5,780E-04	± 2,023E-03	± 2,180E-03	± 7,630E-03
	1 & 4		± 2,130E-02	± 7,455E-02	± 2,630E-03	± 9,205E-03	± 1,420E-03	± 4,970E-03
	2 & 3		± 1,850E-02	± 6,475E-02	± 3,890E-03	± 1,362E-02	± 1,130E-03	± 3,955E-03
	2 & 4		± 1,140E-02	± 3,990E-02	± 7,100E-03	± 2,485E-02	± 3,660E-04	± 1,281E-03

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά  $K_{\text{εδάφους}}$  (μονάδες : m).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι η μετακίνηση στο έδαφος με μεγάλο δείκτη δυσκαμψίας είναι μικρότερη από ότι στο έδαφος με μικρότερο δείκτη. Αυτό είναι φυσικό γιατί όσο πιο εύκαμπτο είναι το έδαφος τόσο μεγαλύτερες είναι οι ιδιοπερίοδοι του συστήματος. Οδηγούμαστε λοιπόν δηλαδή προς την πλευρά των μεγάλων μετακινήσεων .



## Σύγκριση μετακινήσεων με την δυναμική φασματική ανάλυση.

Αριθμός κάτοψης	Θέση μάζας	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 1,139E-02	± 3,987E-02	± 9,230E-03	± 3,231E-02	± 7,500E-04	± 2,620E-03
	2		± 1,150E-03	± 4,010E-03	± 9,810E-03	± 3,434E-02	± 7,600E-04	± 2,650E-03
	3		± 1,115E-02	± 3,903E-02	± 9,430E-03	± 3,301E-02	± 7,100E-04	± 2,500E-03
	4		± 1,165E-02	± 4,078E-02	± 9,660E-03	± 3,381E-02	± 7,800E-04	± 2,740E-03
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 9,635E-03	± 3,372E-02	± 9,221E-03	± 3,227E-02	± 8,340E-04	± 2,919E-03
	2		± 9,941E-03	± 3,479E-02	± 9,894E-03	± 3,463E-02	± 8,570E-04	± 3,000E-03
	3		± 9,393E-03	± 3,288E-02	± 9,560E-03	± 3,346E-02	± 8,000E-04	± 2,800E-03
	4		± 9,859E-03	± 3,451E-02	± 9,894E-03	± 3,463E-02	± 8,660E-04	± 3,031E-03
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 1,371E-02	± 4,799E-02	± 1,281E-02	± 4,482E-02	± 8,460E-04	± 2,961E-03
	2		± 1,389E-02	± 4,863E-02	± 1,357E-02	± 4,748E-02	± 8,950E-04	± 3,133E-03
	3		± 1,354E-02	± 4,738E-02	± 1,311E-02	± 4,587E-02	± 8,300E-04	± 2,905E-03
	4		± 1,404E-02	± 4,915E-02	± 1,332E-02	± 4,662E-02	± 9,030E-04	± 3,161E-03

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κατόψεις (μονάδες : m) .

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.

Προσομοίωση πυρήνα	Θέση μάζας	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
Με στοιχεία κελύφους	1	504	± 1,000E-02	± 3,500E-02	± 9,351E-03	± 3,273E-02	± 5,716E-04	± 2,001E-03
	2		± 1,010E-02	± 3,535E-02	± 9,989E-03	± 3,496E-02	± 6,101E-04	± 2,135E-03
	3		± 9,887E-03	± 3,460E-02	± 9,627E-03	± 3,369E-02	± 5,543E-04	± 1,940E-03
	4		± 1,030E-02	± 3,605E-02	± 9,765E-03	± 3,418E-02	± 6,193E-04	± 2,168E-03
Με ισοδύναμο πλαίσιο	1	504	± 1,371E-02	± 4,799E-02	± 1,281E-02	± 4,482E-02	± 8,460E-04	± 2,961E-03
	2		± 1,389E-02	± 4,863E-02	± 1,357E-02	± 4,748E-02	± 8,950E-04	± 3,133E-03
	3		± 1,354E-02	± 4,738E-02	± 1,311E-02	± 4,587E-02	± 8,300E-04	± 2,905E-03
	4		± 1,404E-02	± 4,915E-02	± 1,332E-02	± 4,662E-02	± 9,030E-04	± 3,161E-03

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα (μονάδες : m) .

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	Θέση μάζας	Σημείο στην κορυφή	ex Ux	q * ex Ux	ex Uy	q * ex Uy	ex Rz	q * ex Rz
20000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 1,174E-02	± 4,110E-02	± 9,255E-03	± 3,239E-02	± 5,751E-04	± 2,013E-03
	2		± 1,187E-02	± 4,153E-02	± 8,237E-03	± 2,883E-02	± 6,191E-04	± 2,167E-03
	3		± 1,152E-02	± 4,033E-02	± 8,533E-03	± 2,987E-02	± 5,220E-04	± 1,827E-03
	4		± 1,199E-02	± 4,197E-02	± 8,899E-03	± 3,115E-02	± 6,100E-04	± 2,135E-03
40000 (στοιχεία κελύφους)	1	504	± 1,000E-02	± 3,500E-02	± 9,351E-03	± 3,273E-02	± 5,716E-04	± 2,001E-03
	2		± 1,010E-02	± 3,535E-02	± 9,989E-03	± 3,496E-02	± 6,101E-04	± 2,135E-03
	3		± 9,887E-03	± 3,460E-02	± 9,627E-03	± 3,369E-02	± 5,543E-04	± 1,940E-03
	4		± 1,030E-02	± 3,605E-02	± 9,765E-03	± 3,418E-02	± 6,193E-04	± 2,168E-03
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 1,371E-02	± 4,799E-02	± 1,281E-02	± 4,482E-02	± 8,460E-04	± 2,961E-03
	2		± 1,389E-02	± 4,863E-02	± 1,357E-02	± 4,748E-02	± 8,950E-04	± 3,133E-03
	3		± 1,354E-02	± 4,738E-02	± 1,311E-02	± 4,587E-02	± 8,300E-04	± 2,905E-03
	4		± 1,404E-02	± 4,915E-02	± 1,332E-02	± 4,662E-02	± 9,030E-04	± 3,161E-03
100000 (στοιχεία κελύφους)	1	504	± 9,654E-03	± 3,379E-02	Δεν υπάρχουν κοινά στοιχεία προς σύγκριση		± 6,240E-04	± 2,184E-03
	2		± 9,808E-03	± 3,433E-02			± 6,550E-04	± 2,293E-03
	3		± 9,534E-03	± 3,337E-02			± 6,090E-04	± 2,132E-03
	4		± 9,926E-03	± 3,474E-02			± 6,640E-04	± 2,324E-03
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	504	± 1,176E-02	± 4,117E-02	± 1,084E-02	± 3,794E-02	± 7,890E-04	± 2,762E-03
	2		± 1,193E-02	± 4,177E-02	± 1,146E-02	± 4,010E-02	± 8,280E-04	± 2,898E-03
	3		± 1,162E-02	± 4,066E-02	± 1,107E-02	± 3,873E-02	± 7,770E-04	± 2,720E-03
	4		± 1,207E-02	± 4,223E-02	± 1,128E-02	± 3,947E-02	± 8,360E-04	± 2,926E-03

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά  $K_{\text{εδαφους}}$  (μονάδες :  $m$ ).

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.



## Σύγκριση εντατικών μεγεθών μετακινήσεων με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	Συνδυασμός	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 98,17	± 58,56	± 57,35
			Πόδας	± 98,17	± 153,60	± 154,16
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 40,02	± 82,92	± 74,63
			Πόδας	± 40,02	± 221,71	± 207,87

### Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά Κεδάφους .

Παραπάνω φαίνεται η επιρροή του δείκτη δυσκαμψίας στα εντατικά μεγέθη της κατασκευής. Είναι λοιπόν φανερό ότι όσο πιο δύσκαμπτη είναι η κατασκευή τόσο μεγαλύτερα είναι και τα εντατικά μεγέθη που καταπονούν τα στοιχεία της.

Προσομοίωση πυρήνα	Συνδυασμός	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
Με στοιχεία κελύφους	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 111,75	± 63,84	± 61,56
			Πόδας	± 111,75	± 131,30	± 131,01
Με ισοδύναμο πλαίσιο	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 98,17	± 58,56	± 57,35
			Πόδας	± 98,17	± 153,60	± 154,16

### Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα .

Παρατηρείται ότι τα αξονικά φορτία στο στύλο c4 είναι μεγαλύτερα κατά την προσομοίωση με τα στοιχεία κελύφους . Αντιθέτως οι ροπές είναι μεγαλύτερες στην προσομοίωση με το ισοδύναμο πλαίσιο.

Αριθμός κάτοψης	Συνδυασμός	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 137,59	± 57,50	± 84,01
			Πόδας	± 137,59	± 114,24	± 177,19
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 131,09	± 47,94	± 57,02
			Πόδας	± 131,09	± 91,35	± 113,21
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1 & 3	C4	Κεφαλή	± 98,17	± 58,56	± 57,35
			Πόδας	± 98,17	± 153,60	± 154,16

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κάτοψεις .*

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η κάτοψη 3 έχει την μεγαλύτερη καταπόνηση σε κάμψη στο στυλό C4 γιατί το Κ.Ε.Σ. βρίσκεται πιο μακριά σε σχέση με τις άλλες. Έτσι ακολουθεί σε ένταση η κάτοψη 1 και τέλος η κάτοψη 2. Τα αντίθετα ακριβώς συμβαίνουν για τις αξονικές δυνάμεις. Έτσι η κάτοψη 3 εμφανίζεται η ευμενέστερη ως προς το αξονικό και μετά ακολουθούν η 1 και η 2.



## Σύγκριση εντατικών μεγεθών μετακινήσεων με την δυναμική φασματική ανάλυση.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	Θέση μάζας	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
20000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	± 97,97	± 35,77	± 37,32
			Πόδας	± 97,97	± 74,21	± 79,57
	2	C4	Κεφαλή	± 100,27	± 39,79	± 38,24
			Πόδας	± 100,27	± 81,68	± 82,06
	3	C4	Κεφαλή	± 100,02	± 37,26	± 36,56
			Πόδας	± 100,02	± 76,22	± 77,59
	4	C4	Κεφαλή	± 99,00	± 38,61	± 39,24
			Πόδας	± 99,00	± 79,71	± 83,67
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	± 80,87	± 34,04	± 32,98
			Πόδας	± 80,87	± 86,69	± 86,64
	2	C4	Κεφαλή	± 82,98	± 36,61	± 33,76
			Πόδας	± 82,98	± 92,51	± 89,13
	3	C4	Κεφαλή	± 82,67	± 34,91	± 32,53
			Πόδας	± 82,67	± 88,19	± 85,56
	4	C4	Κεφαλή	± 81,68	± 35,84	± 34,12
			Πόδας	± 81,68	± 91,14	± 89,95
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	± 72,35	± 30,93	± 29,69
			Πόδας	± 72,35	± 80,23	± 79,55
	2	C4	Κεφαλή	± 74,40	± 33,00	± 30,37
			Πόδας	± 74,40	± 84,86	± 81,62
	3	C4	Κεφαλή	± 74,10	± 31,60	± 29,35
			Πόδας	± 74,10	± 81,37	± 78,70
	4	C4	Κεφαλή	± 73,16	± 32,42	± 30,67
			Πόδας	± 73,16	± 83,91	± 82,35

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά K<sub>εδάφους</sub>.*

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση

Προσομοίωση πυρήνα	Θέση μάζας	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
Με στοιχεία κελύφους	1	C4	Κεφαλή	± 91,45	± 36,06	± 35,15
			Πόδας	± 91,45	± 73,69	± 74,34
	2	C4	Κεφαλή	± 94,28	± 39,13	± 36,20
			Πόδας	± 94,28	± 79,42	± 76,98
	3	C4	Κεφαλή	± 93,81	± 37,03	± 34,65
			Πόδας	± 93,81	± 75,15	± 73,37
	4	C4	Κεφαλή	± 92,55	± 38,27	± 36,58
			Πόδας	± 92,55	± 78,09	± 77,68
Με ισοδύναμο πλαίσιο	1	C4	Κεφαλή	± 80,87	± 34,04	± 32,98
			Πόδας	± 80,87	± 86,69	± 86,64
	2	C4	Κεφαλή	± 82,98	± 36,61	± 33,76
			Πόδας	± 82,98	± 92,51	± 89,13
	3	C4	Κεφαλή	± 82,67	± 34,91	± 32,53
			Πόδας	± 82,67	± 88,19	± 85,56
	4	C4	Κεφαλή	± 81,68	± 35,84	± 34,12
			Πόδας	± 81,68	± 91,14	± 89,95

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα .

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.



Αριθμός κάτοψης	Θέση μάζας	Στοιχείο	Θέση	P (kN)	M <sub>2</sub> (kNm)	M <sub>3</sub> (kNm)
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	±100,32	±33,70	±45,99
			Πόδας	±100,32	±66,01	±96,66
	2	C4	Κεφαλή	±105,95	±36,45	±46,37
			Πόδας	±105,95	±70,82	±97,44
	3	C4	Κεφαλή	±104,04	±34,17	±44,61
			Πόδας	±104,04	±66,57	±93,79
	4	C4	Κεφαλή	±103,10	±35,97	±47,45
			Πόδας	±103,10	±70,18	±99,69
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	± 119,37	± 34,44	± 41,86
			Πόδας	± 119,37	± 63,53	± 77,59
	2	C4	Κεφαλή	± 104,75	± 31,17	± 43,10
			Πόδας	± 104,75	± 58,96	± 79,89
	3	C4	Κεφαλή	± 111,32	± 33,83	± 43,18
			Πόδας	± 111,32	± 63,17	± 80,07
	4	C4	Κεφαλή	± 111,74	± 31,78	± 40,41
			Πόδας	± 111,74	± 59,06	± 74,91
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	C4	Κεφαλή	± 80,87	± 34,04	± 32,98
			Πόδας	± 80,87	± 86,69	± 86,64
	2	C4	Κεφαλή	± 82,98	± 36,61	± 33,76
			Πόδας	± 82,98	± 92,51	± 89,13
	3	C4	Κεφαλή	± 82,67	± 34,91	± 32,53
			Πόδας	± 82,67	± 88,19	± 85,56
	4	C4	Κεφαλή	± 81,68	± 35,84	± 34,12
			Πόδας	± 81,68	± 91,14	± 89,95

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κατόψεις .*

Από τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν όμοια συμπεράσματα με την απλοποιημένη φασματική ανάλυση.

## Σύγκριση για τις διάφορες τιμές της στατικής εκκεντρότητας.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	$e_{ox,i}$ (m)	$e_{oy,i}$ (m)	X (Po)	Y (Po)	$\rho_{px,i}$ (m)	$\rho_{py,i}$ (m)
20000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1,814	3,337	4,686	8,587	8,740	8,765
40000 (στοιχεία κελύφους)	2,051	3,628	4,449	8,878	7,661	7,899
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	2,379	3,945	4,121	9,195	7,361	7,800
100000 (στοιχεία κελύφους)	2,210	4,080	4,290	9,330	7,160	7,520
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	2,473	4,156	4,027	9,406	6,770	7,420

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά Κεδάφους .*

Προσομοίωση πυρήνα	$e_{ox,i}$ (m)	$e_{oy,i}$ (m)	X (Po)	Y (Po)	$\rho_{px,i}$ (m)	$\rho_{py,i}$ (m)
Με στοιχεία κελύφους	2,051	3,628	4,449	8,878	7,661	7,899
Με ισοδύναμο πλαίσιο	2,379	3,945	4,121	9,195	7,361	7,800

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα .*

Αριθμός κάτοψης	$e_{ox,i}$ (m)	$e_{oy,i}$ (m)	X (Po)	Y (Po)	$\rho_{px,i}$ (m)	$\rho_{py,i}$ (m)
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	0,355	4,340	6,145	9,590	6,953	7,502
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	0,340	2,150	6,160	7,400	5,730	5,600
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	2,379	3,945	4,121	9,195	7,361	7,800

*Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κάτοψεις .*



## Σύγκριση ιδιοπεριόδων.

Δείκτης εδάφους K (kN/m <sup>3</sup> )	Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδοι (sec)			
		Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4
20000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,5803	0,6074	0,5801	0,6040
	2	0,5396	0,5296	0,5296	0,5371
	3	0,2906	0,2821	0,2769	0,2623
	4	0,1527	0,1627	0,1502	0,1621
	5	0,0971	0,0963	0,0963	0,0968
40000 (στοιχεία κελύφους)	1	0,5070	0,5334	0,5040	0,5347
	2	0,4390	0,4344	0,4351	0,4378
	3	0,2417	0,2322	0,2445	0,2291
	4	0,1443	0,1541	0,1432	0,1546
	5	0,0842	0,0861	0,0829	0,0863
	6	0,0803	0,0824	0,0798	0,0836
40000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,6393	0,6736	0,6340	0,6762
	2	0,5234	0,5206	0,5212	0,5227
	3	0,2890	0,2758	0,2917	0,2728
	4	0,1854	0,1981	0,1840	0,1987
	5	0,1040	0,1115	0,1035	0,1116
	6	0,0986	0,0981	0,0981	0,0985
100000 (στοιχεία κελύφους)	1	0,4952	0,5233	0,4914	0,5252
	2	0,3993	0,3931	0,3943	0,3975
	3	0,2215	0,2129	0,2253	0,2091
	4	0,1468	0,1569	0,1458	0,1573
	5	0,0844	0,0873	0,0831	0,0874
	6	0,0812	0,0826	0,0808	0,0837
100000 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,5722	0,6043	0,5663	0,6081
	2	0,4347	0,4332	0,4336	0,4344
	3	0,2475	0,2353	0,2508	0,2332
	4	0,1724	0,1842	0,1712	0,1849
	5	0,0965	0,1035	0,0961	0,1037
	6	0,0916	0,0911	0,0911	0,0915

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικά  $K_{εδάφους}$ .

Παρατηρούμε όπως είναι φυσικό ότι για πιο δύσκαμπτο σύστημα οι ιδιοπερίοδοι μικραίνουν.

Προσομοίωση πυρήνα	Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδοι (sec)			
		Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4
Με στοιχεία κελύφους	1	0,5070	0,5334	0,5040	0,5347
	2	0,4390	0,4344	0,4351	0,4378
	3	0,2417	0,2322	0,2445	0,2291
	4	0,1443	0,1541	0,1432	0,1546
	5	0,0842	0,0861	0,0829	0,0863
	6	0,0803	0,0824	0,0798	0,0836
Με ισοδύναμο πλαίσιο	1	0,6393	0,6736	0,6340	0,6762
	2	0,5234	0,5206	0,5212	0,5227
	3	0,2890	0,2758	0,2917	0,2728
	4	0,1854	0,1981	0,1840	0,1987
	5	0,1040	0,1115	0,1035	0,1116
	6	0,0986	0,0981	0,0981	0,0985

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικούς τρόπους προσομοίωσης του πυρήνα .

Ο φορέας με προσομοίωση στοιχείων κελύφους εμφανίζεται πιο δύσκαμπτος και έχει μικρότερη περίοδο. Αυτό, άλλωστε, φάνηκε και κατά τη σύγκριση των μετακινήσεων και των εντατικών μεγεθών. Θα λέγαμε, όμως, ότι οι διαφορές μεταξύ των δυο είναι αρκετά μεγάλες.

Αριθμός κάτοψης	Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδοι (sec)			
		Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3	Θέση 4
1 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,5558	0,5627	0,5330	0,5800
	2	0,4704	0,4677	0,4703	0,4706
	3	0,2473	0,2457	0,2579	0,2370
	4	0,1610	0,1628	0,1533	0,1693
	5	0,0987	0,0984	0,0986	0,0987
	6	0,0892	0,0903	0,0849	0,0940
2 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,4790	0,5270	0,5020	0,5030
	2	0,4570	0,4590	0,4580	0,4520
	3	0,3420	0,3090	0,3240	0,3220
	4	0,1360	0,1510	0,1430	0,1470
	5	0,0990	0,0990	0,0990	0,0980
	6	0,0820	0,0830	0,0790	0,0810
3 (ισοδύναμο πλαίσιο)	1	0,6393	0,6736	0,6340	0,6762
	2	0,5234	0,5206	0,5212	0,5227
	3	0,2890	0,2758	0,2917	0,2728
	4	0,1854	0,1981	0,1840	0,1987
	5	0,1040	0,1115	0,1035	0,1116
	6	0,0986	0,0981	0,0981	0,0985

Συγκριτικά αποτελέσματα για διαφορετικές κατόψεις .

Η θέση του πυρήνα φαίνεται να επηρεάζει ως εξής:

Όσο απομακρύνεται το Κ.Ε.Σ. από το κέντρο μάζας τόσο πιο εύκαμπτο γίνεται το σύστημα. Έτσι στην κάτοψη 2 όπου έχουμε τον πυρήνα κοντά στο κέντρο βάρους, αντιστοιχεί η μικρότερη περίοδος ενώ στη κάτοψη 3 όπου ο πυρήνας είναι απομακρυσμένος αντιστοιχεί η μεγαλύτερη περίοδος .