

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΜΑΘΗΜΑ  
«ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

ΘΕΜΑ:  
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ  
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Πανεπιστήμιο Πατρών  
Πολυτεχνική Σχολή  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
ΠΑΤΡΑ, 2015

# ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

- ❖ Έλλειψη σύγχρονων αντισεισμικών αντιλήψεων (σεισμικές δράσεις, ικανοτικός, πλαστιμότητα...)
- ❖ Έλλειψη υπολογιστικών μέσων (απουσία χωρικής ανάλυσης...)
- ❖ Συντήρηση κτιρίων μεγάλης πολιτιστικής κληρονομιάς
- ❖ Οικονομικά οφέλη

# ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Σκοπός του είναι η θεσμοθέτηση κριτηρίων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό ενός υφιστάμενου δομήματος με ενδεχόμενες επεμβάσεις, ενισχύσεις και επισκευές

# ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

- A. «Περιορισμένες Βλάβες - Άμεση χρήση μετά το σεισμό»  
τριχοειδής ρωγμές στον φέροντα οργανισμό
  
- B. «Σημαντικές Βλάβες - Ασφάλεια ζωής »  
βλάβες στον φέροντα οργανισμό με δυνατότητα επισκευής
  
- C. «Οιονεί κατάρρευση»  
σοβαρές βλάβες στο φέροντα οργανισμό  
αναλαμβάνει μόνο κατακόρυφα φορτία

# ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑΣ

Πιθανότητα Υπέρβασης Σεισμικής Δράσης εντός του Συμβατικού Χρόνου Ζωής των 50 ετών	Μηδαμινές Βλάβες (Άμεση Χρήση)	Σοβαρές Βλάβες (Ασφάλεια Ζωής)	Οιονεί Κατάρρευση
<b>10%</b> (Σεισμικές Δράσεις κατά ΕΚ8-1)	<b>A1</b>	<b>B1</b>	<b>Γ1</b>
<b>50%</b> (Σεισμικές Δράσεις = 0,6 x ΕΚ8-1)	<b>A2</b>	<b>B2</b>	<b>Γ2</b>



Σπουδαιότητα I



Σπουδαιότητα II

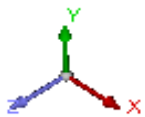
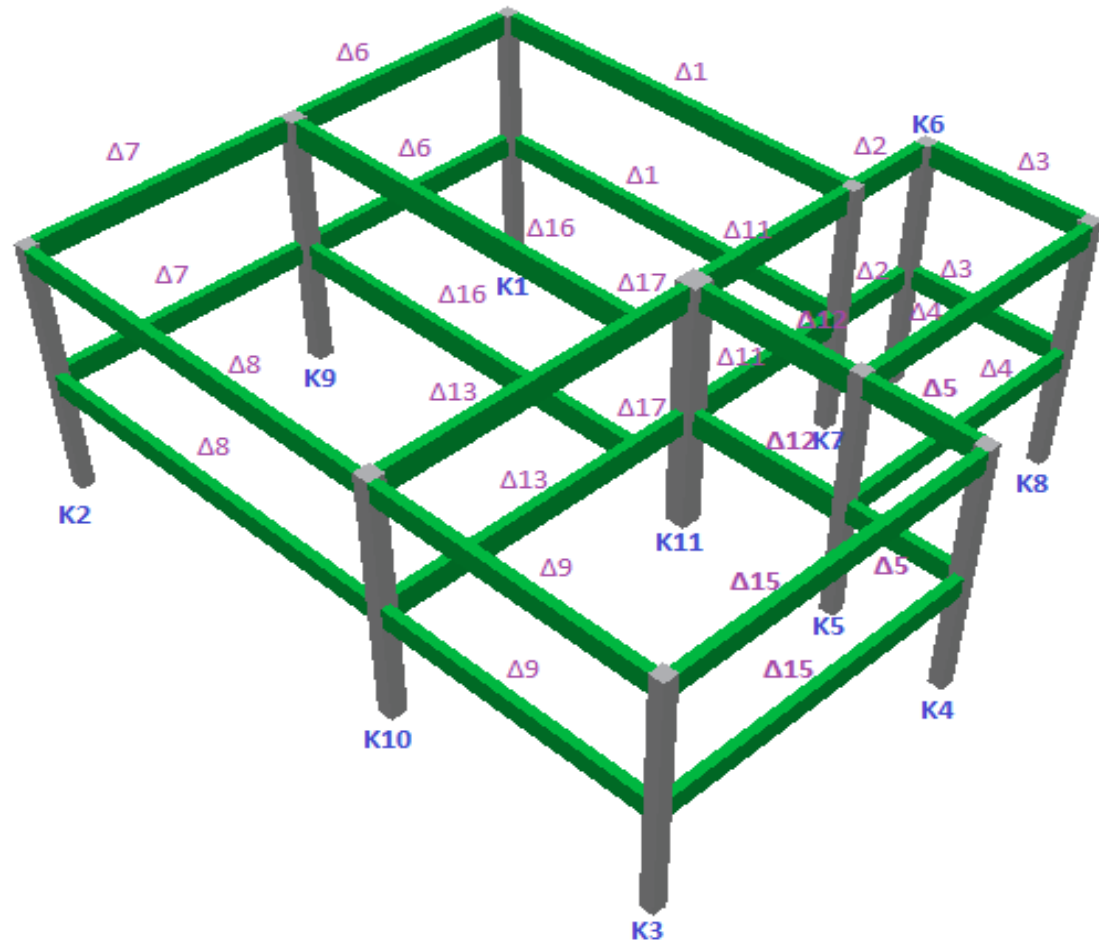


Σπουδαιότητα III και IV

# ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

- ❖ Λαμβάνονται υπόψη μόνο στην αποτίμηση
- ❖ Ευμενής συνεισφορά: αυξάνουν την πλευρική δυσκαμψία με την ανάληψη οριζόντιων φορτίων και μειώνουν τις μετακινήσεις του φορέα
- ❖ Δυσμενής συνεισφορά: πιθανές ασυμμετρίες, εκκεντρότητες με αποτέλεσμα την ανάπτυξη στρεπτικών δυνάμεων, μαλακός όροφος
- ❖ Προσομοίωση: διαγώνιοι θλιπτήρες ή πεπερασμένα στοιχεία επίπεδης έντασης

# ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΟ ΤΟΥ 1985



# ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σκυρόδεμα	C16/20
Χάλυβας	S400

Πλάκα	Πάχος (mm)	Οπλισμός (κοινός και για τις δύο διευθύνσεις)
	150	Φ8/150

Υποστυλώματα	Διαστάσεις (mm)	Διαμήκης Οπλισμός	Συνδετήρες
<i>Γωνιακά</i>	300/300	4Φ20	Φ8/200
<i>Περιμετρικά</i>	350/350	4Φ18	Φ8/200
<i>Κεντρικά</i>	450/450	8Φ16	Φ8/200

Δοκοί	Διαστάσεις (mm)	Διαμήκης Οπλισμός				Συνδετήρες
		Στήριξη		Ανοιγμα		
		Ανω πέλμα	Κάτω πέλμα	Ανω πέλμα	Κάτω πέλμα	
<i>Περιμετρικές</i>	200/500	2Φ14+2Φ14	2Φ14	2Φ8	4Φ14	Φ8/300
<i>Εσωτερικές</i>	200/600	2Φ16+2Φ18	2Φ16	2Φ8	4Φ16	Φ8/300

Τοιχοπλήρωση	Μορφή	Φαινόμενο βάρος (ανά επιφάνεια όψης)
<i>Περιμετρικά</i>	Μπατική	3,6 kN/m <sup>2</sup>
<i>Εσωτερικά</i>	Δρομική	2,1 kN/m <sup>2</sup>

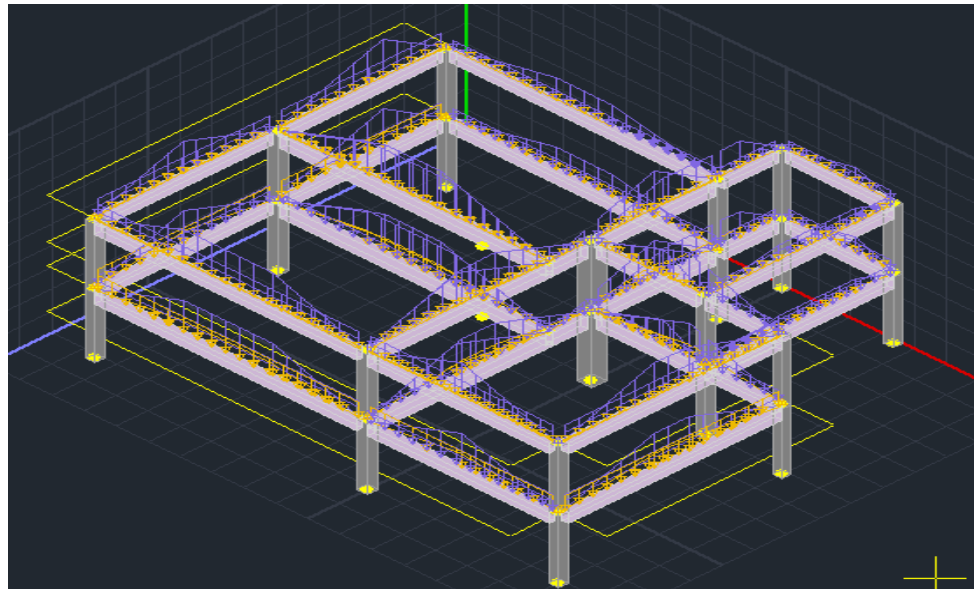


# ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

- ❖ περιοχή σεισμικής ζώνης: II
- ❖ επιτάχυνση εδάφους:  $\alpha_g = 0.28 \text{ g}$
- ❖ είδος φάσματος απόκρισης: Ελαστικό Τύπου 1
- ❖ είδος κτιρίου: Κατηγορία A
- ❖ κατηγορία σπουδαιότητας συνήθη: II  $\gamma_I=1, \nu=0.5$
- ❖ ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης: 5%
- ❖ κατηγορία εδάφους: B
- ❖ βαθμός επιτελεστικότητας: B1 "Ασφάλεια Ζωής Ενοίκων"
- ❖ Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων: Ικανοποιητική
- ❖ Καταγραφή Βλαβών: Χωρίς Βλάβες και Χωρίς Επεμβάσεις

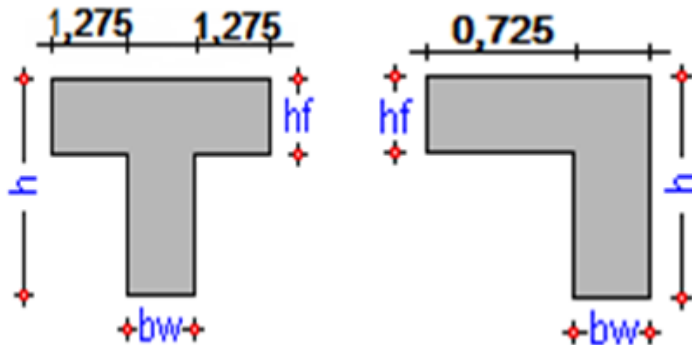
# ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- φορτία επίστρωσης πλακών :  $1.5 \text{ kN/m}^2$
- κινητά φορτία πλακών ορόφου/δώματος :  $2/0.2 \text{ kN/m}^2$
- κινητά φορτία εξωστών ορόφου/δώματος:  $5/0.5 \text{ kN/m}^2$
- φορτία δοκών μπατικών τοίχων ορόφου :  $4.86 \text{ kN/m}$
- φορτία δοκών δρομικών τοίχων ορόφου :  $3.55 \text{ kN/m}$
- φορτία δοκών μπατικών τοίχων δώματος :  $4.32 \text{ kN/m}$

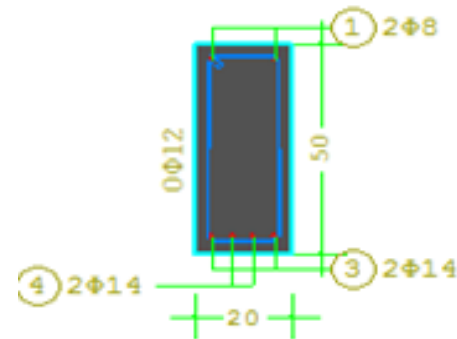


# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΟΚΩΝ

- Λειτουργία πλακοδοκών και αύξηση οπλισμού στήριξης

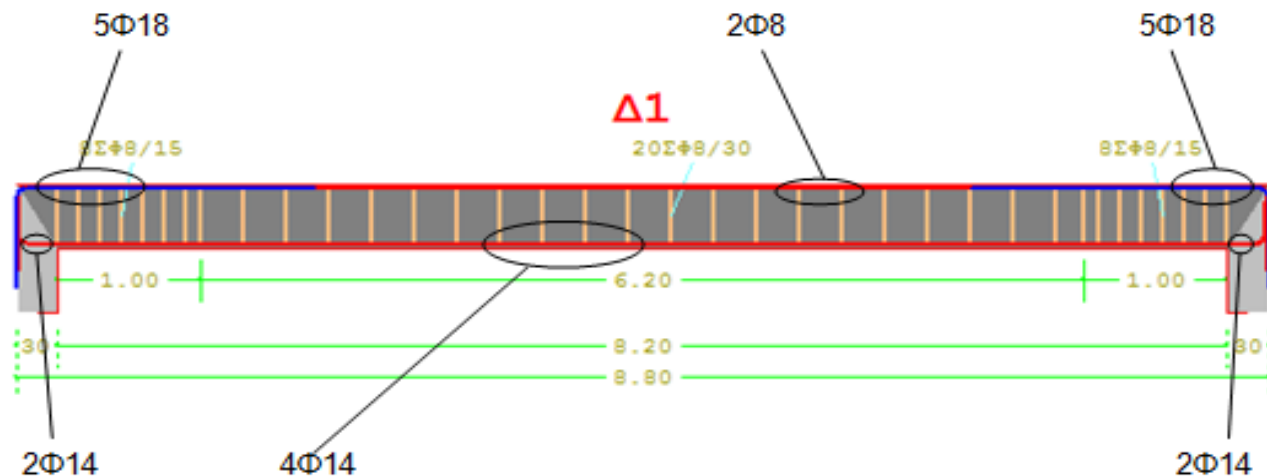


- Τοποθέτηση οπλισμού «μοντάζ» 2Φ8

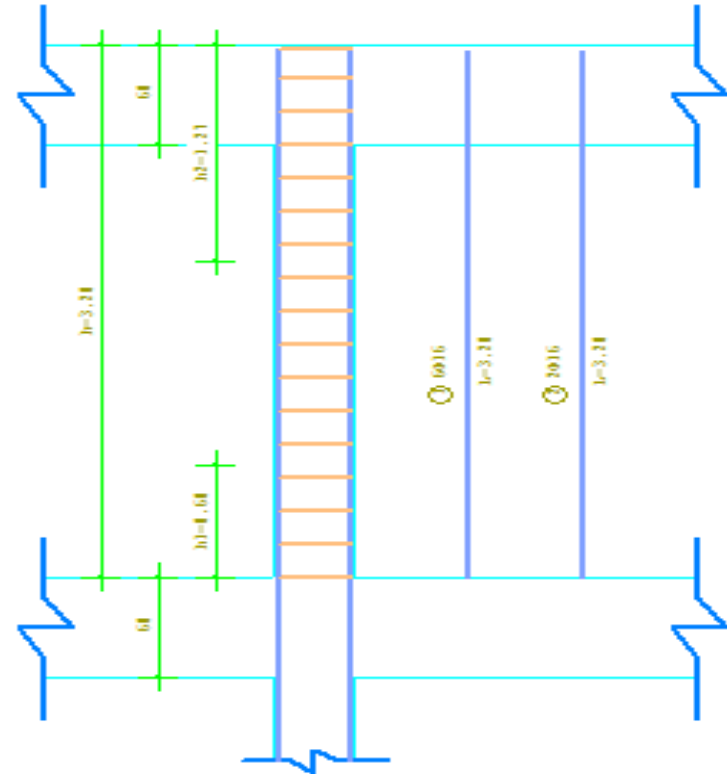
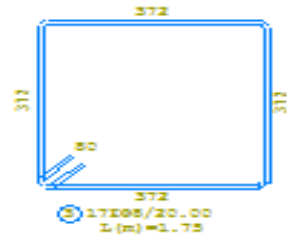
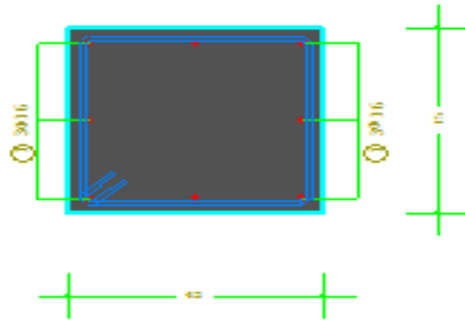


- Αναγωγή λοξού διαμήκη σίδηρου σε συνδετήρα

- Επαρκή μήκη αγκύρωσης

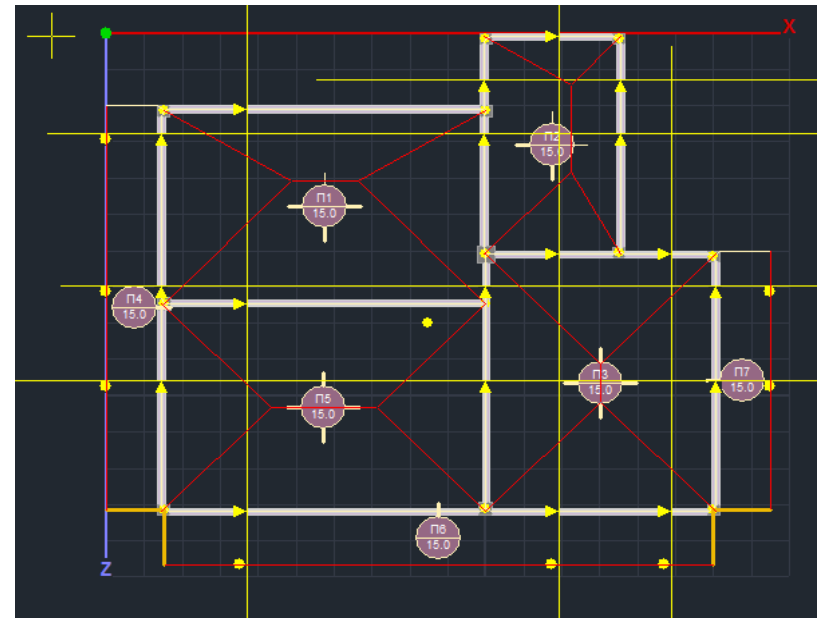
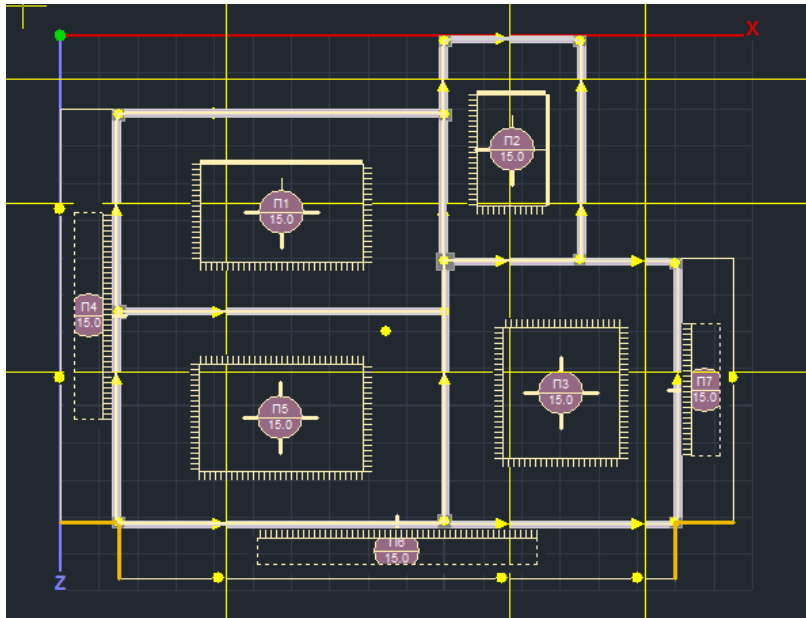


# ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

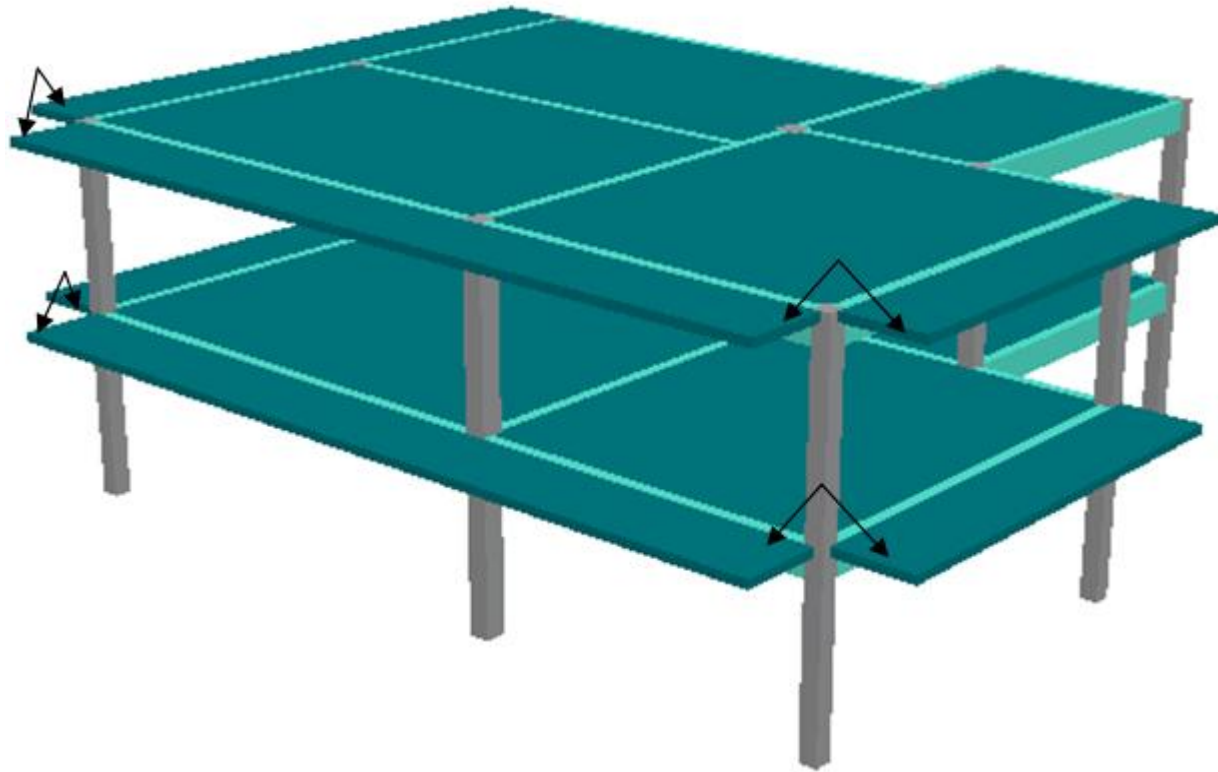


# ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗ ΠΛΑΚΩΝ

- ❖ Διαφραγματική λειτουργία
- ❖ Επίλυση με τη μέθοδο Marcus

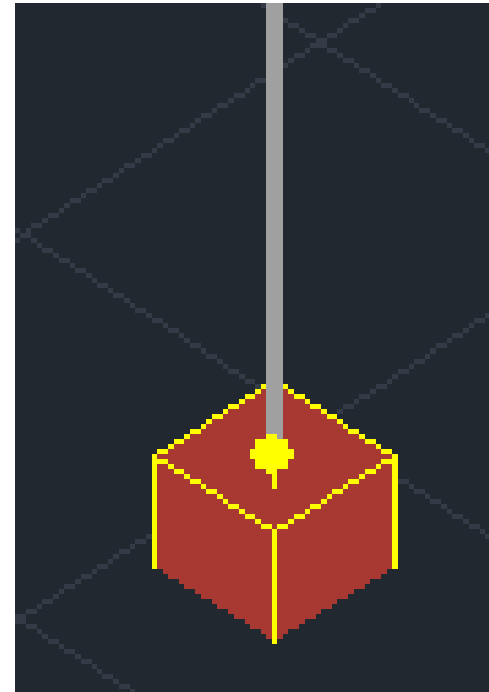


- ❖ Εύρεση γραμμικού φορτίου στα άκρα του προβόλου λόγω αδυναμίας σχηματισμού ενιαίου μπαλκονιού.



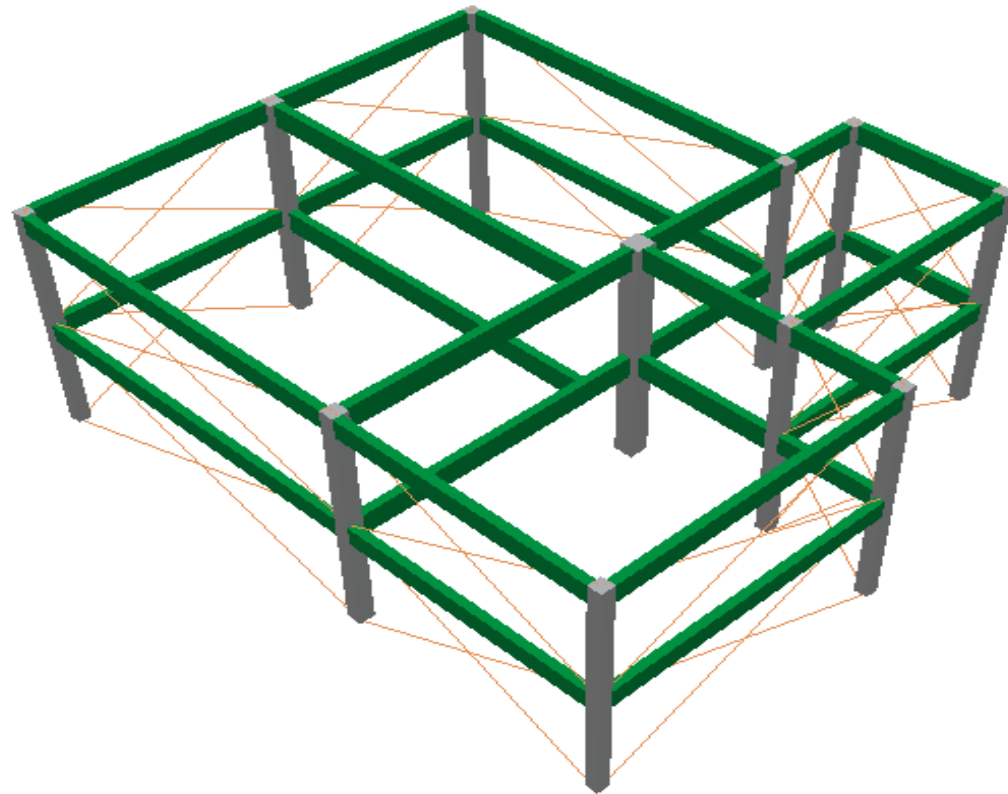
# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Πάκτωση στη βάση  
Καμία ελευθερία στοφών



# ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΟΠΛΗΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗΣ

- ❖ Προσομοίωση μέσω αμφιαρθρωτής θλιβόμενης διαγωνίου θεωρώντας χιαστί διάταξη από τους κόμβους του πλαισίου.





- ❖ Χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι εξωτερικοί τοίχοι λόγω της μικρής λυγηρότητας που είχαν οι εσωτερικοί.
- ❖ Η επιρροή των ανοιγμάτων αγνοήθηκε
- ❖ Απλή περιμετρική επαφή
- ❖ Μηχανικά χαρακτηριστικά

Ιδιότητες Τοιχοποιίας

Μπαπική οπτοπλιθοδομή-M2 25 cm

Όνομα Μπαπική οπτοπλιθοδομή-M2 25 cm

Τύπος Τοιχοπλήρωση Μονός τοίχος

Λιθόσωμα Οπτόπλιθος κοινός 6x9x19

Πάχος (cm) 25  $f_b=1.6733$   $f_{bc}=2.0000$   $\epsilon=15.00$

Κονίαμα Τσιμεντοκονίαμα-M15

Γενικής εφαρμογής με μελέτη συνθέσεως  $f_m=15.0000$

Αντηρίδες ? L1 (cm) 0 t1 (cm) 0 t2 (cm) 0

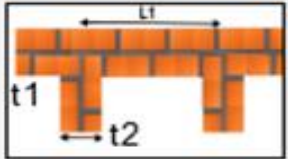
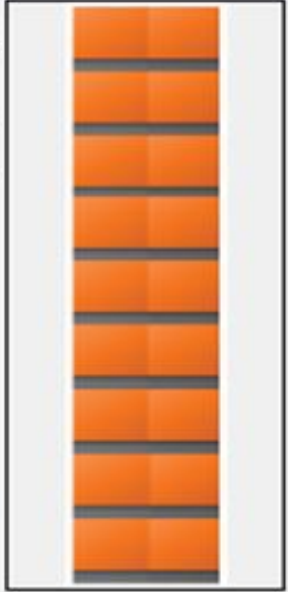
Σκαφοειδής τοίχος

Συνολικό πλάτος λωρίδων κονιάματος g (cm) 0 ?

$t_{ef}=25.00$   $k=0.45$   $f_k=1.4539$

Λιθόσωμα

Πάχος (cm) 0



# ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΚΑΘΟΛΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ "q"

- Χαρακτηριστικά της μεθόδου:
  - ανάλογη της ιδιομορφικής ανάλυσης φάσματος απόκρισης κατά EC8
  - δίνει το λόγο έντασης διά αντοχής στις κρίσιμες διατομές

## ➤ Δυσκαμψίες

A/a	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστύλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_c I_g)$
1.2	Υποστύλωμα περιμετρικό	$0,6*(E_c I_g)$
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	$0,7*(E_c I_g)$
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	$0,5*(E_c I_g)$
3	Δοκός (2)	$0,4*(E_c I_g)$

➤ Συντελεστές ασφάλειας  $\gamma_{sd}$

Για να ληφθούν υπόψη οι αυξημένες αβεβαιότητες. Συχνά, γίνεται προσαύξησή του, όταν δεν πληρούνται ορισμένα κριτήρια κατά 0.15 ώστε να είναι εφαρμόσιμη αυτή η μέθοδος.

Έντονες και εκτεταμένες βλάβες ή / και επεμβάσεις	Ελαφρές και τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες και χωρίς επεμβάσεις
$\gamma_{sd} = 1,20$	$\gamma_{sd} = 1,10$	$\gamma_{sd} = 1,00$

➤ Προκαταρκτική Ανάλυση – Προέλεγχος

Αποτελεί μια ελαστική μέθοδο ανάλυσης για όλες τις Στάθμες Επιτελεστικότητας εκτός από την Α με  $q=1$ , ώστε να βρεθούν οι δείκτες ανεπάρκειας  $\lambda$ .

## Κριτήρια Προελέγχου

- Ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda$  κάθε πρωτεύοντος στοιχείου είναι γενικά μικρότερος του 2,5.  
(ανεπάρκεια για ποσοστά 88% χωρίς τοίχους και 21% με τοίχους)
- Ο μέσος δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda_k$  κάθε ορόφου δεν υπερβαίνει το 1,50 του μέσου δείκτη ανεπάρκειας του υποκείμενου και του υπερκείμενου ορόφου.
- ✓ • Ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda$  κάθε πρωτεύοντος στοιχείου που βρίσκεται σε μια πλευρά του κτιρίου, για δεδομένη διεύθυνση σεισμικής δράσης, δεν υπερβαίνει το 1,50 του δείκτη ανεπάρκειας  $\lambda$  πρωτεύοντος στοιχείου που βρίσκεται σε οποιαδήποτε άλλη πλευρά του ιδίου ορόφου.
- Το πεδίο εφαρμογής της δυναμικής ελαστικής μεθόδου ορίζεται από τη συνθήκη πως για όλα τα κύρια στοιχεία προκύπτει  $\lambda \leq 2,5$  ή για ένα ή περισσότερα από αυτά προκύπτει  $\lambda > 2.5$  και το κτίριο είναι μορφολογικά κανονικό.
- ✓ • Έλεγχος επιρροών δευτέρας τάξεως
- Έλεγχος κανονικότητας του κτιρίου
- ✓ • Έλεγχος ιδιοπεριόδου

- Έλεγχος επάρκειας κατασκευής  
 η τιμή του δείκτη συμπεριφοράς  $q$  παίρνει τη τιμή σύμφωνα με τους ακόλουθους πίνακες

	Στάθμη επιτελεστικότητας		
	Άμεση χρήση μετά το σεισμό (Α)	Προστασία ζωής (Β)	Αποφυγή κατάρρευσης (Γ)
		0.6	1.0
Πιο ψαθυρά συστήματα	0.8	1.0	1.2
Πιο πλαστικά συστήματα	0.4	1.0	1.6

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων (1)		Δυσμενής (γενικώς) παρουσία τοιχοπληρώσεων (1)	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3,0	2,3	2,3	1,7
1985<...<1995(2)	2,3	1,7	1,7	1,3
...<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

$$S_d < R_d$$

Έλεγχος σε όρους «ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΔΥΝΕΜΕΩΝ»

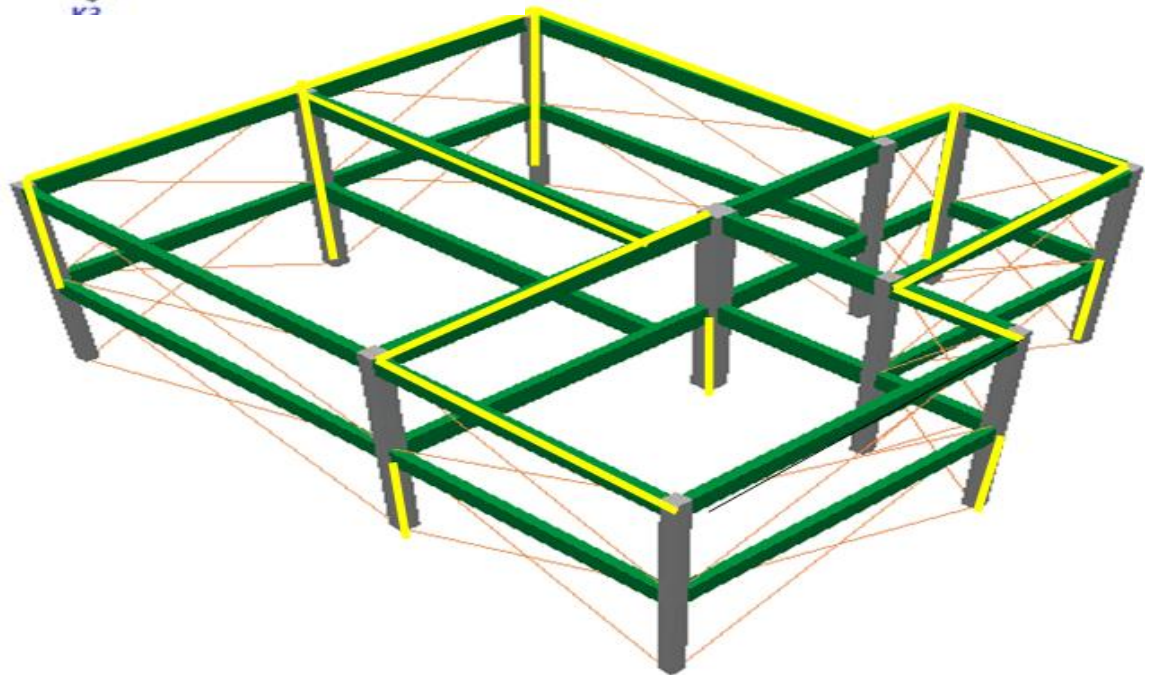
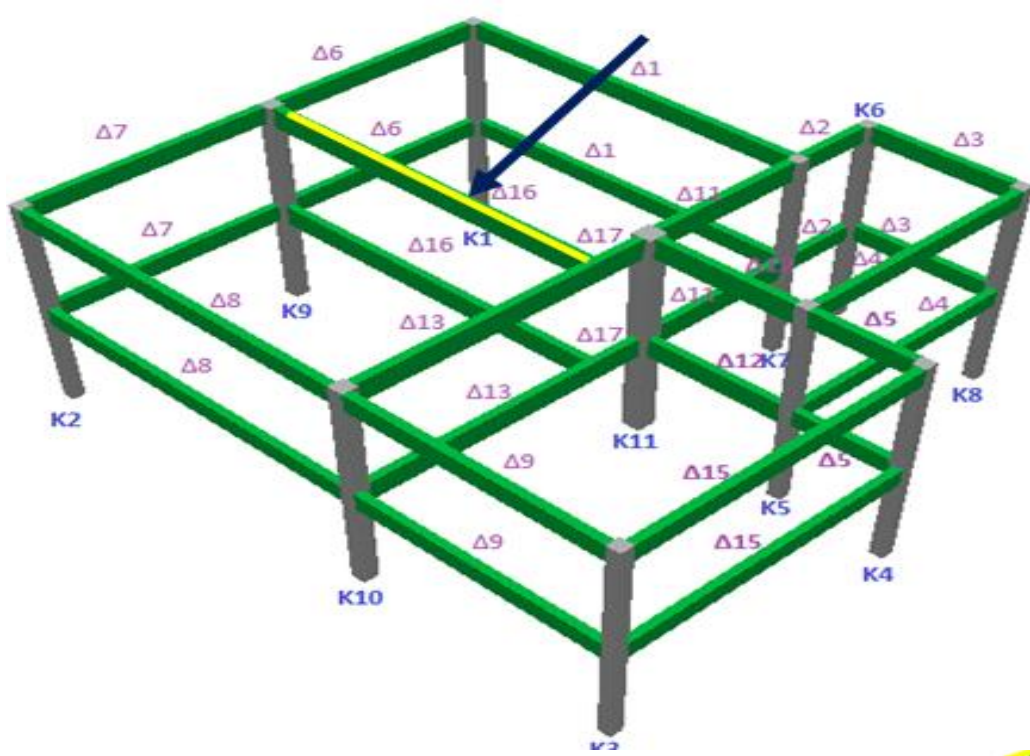
# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

## Έλεγχος Επάρκειας

$$S_d \leq R_d \Rightarrow S_d / R_d \leq 1 \Rightarrow \lambda \leq 1 \Rightarrow \text{Ικανοποιείται}$$

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	0 0%	15 50%	0 0%	11 50%	0 0%	26 50%
2-6.4 m	1 3%	14 47%	0 0%	11 50%	1 2%	25 48%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	1 3%	29 97%	0 0%	22 100%	1 2%	51 98%

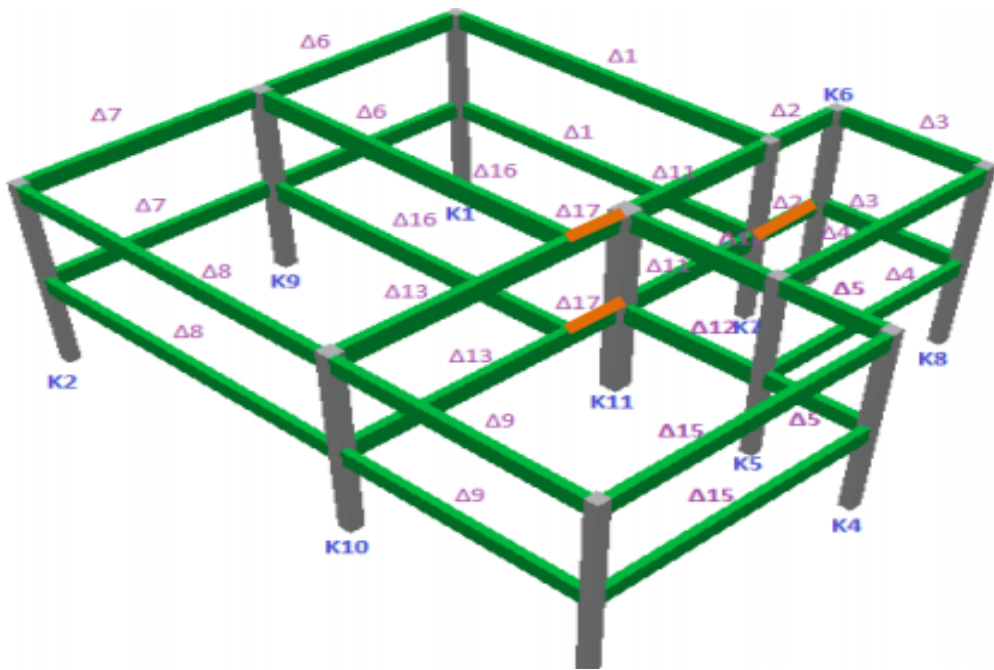
Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	0 0%	15 50%	7 32%	4 18%	7 13%	19 37%
2-6.4 m	12 40%	3 10%	4 18%	7 32%	16 31%	10 19%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	12 40%	18 60%	11 50%	11 50%	23 44%	29 56%



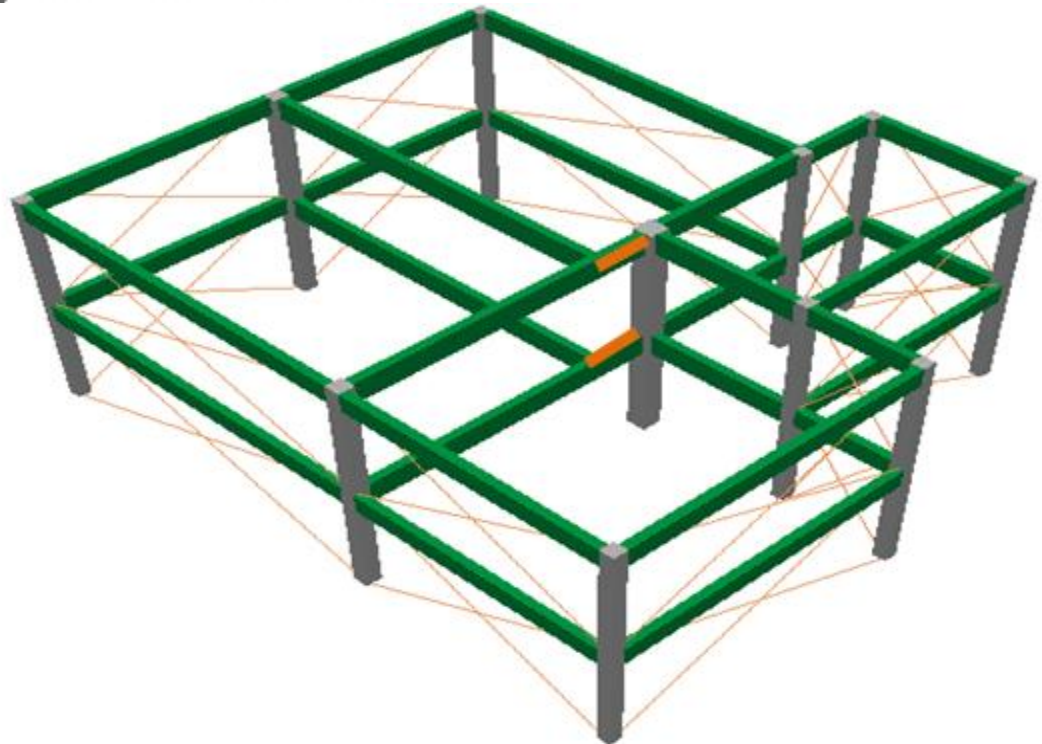
## Έλεγχος Ψαθυρότητας

- ✓ Κρίσιμου λόγου διάτμησης  $a_s = M/V * h$  ή  $a_s = Ls/h$ 
  - $a_s \geq 2$  πλάσιμη αστοχία
  - $a_s < 2$  ψαθυρή αστοχία
  
- ✓ Τοπικός δείκτης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων  $\mu_{1r} = \theta_u / \theta_y$ 
  - $\mu_{1r} \geq 3$  πλάσιμη αστοχία
  - $\mu_{1r} < 3$  ψαθυρή αστοχία
  
- ✓ Δείκτης διαθέσιμης τοπικής πλαστιμότητας  $\mu_d = \theta_d / \theta_y$ 
  - $\mu_d \geq 2$  πλάσιμη αστοχία
  - $\mu_d < 2$  ψαθυρή αστοχία

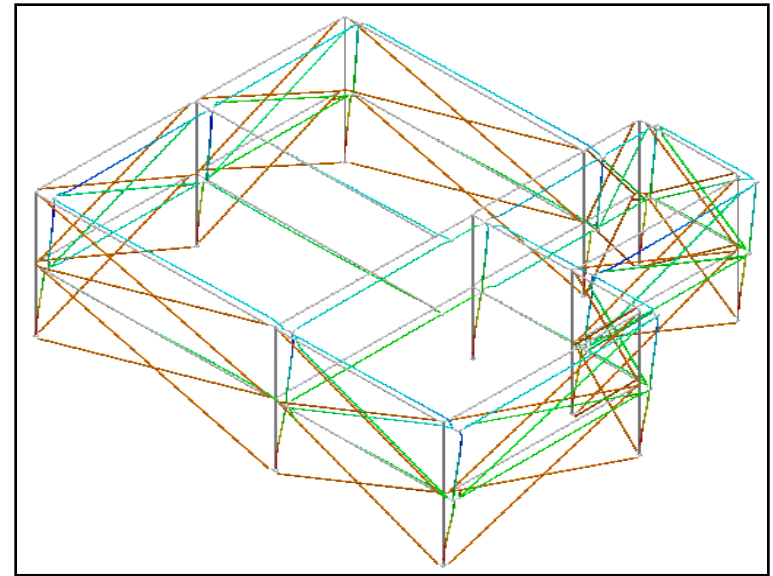
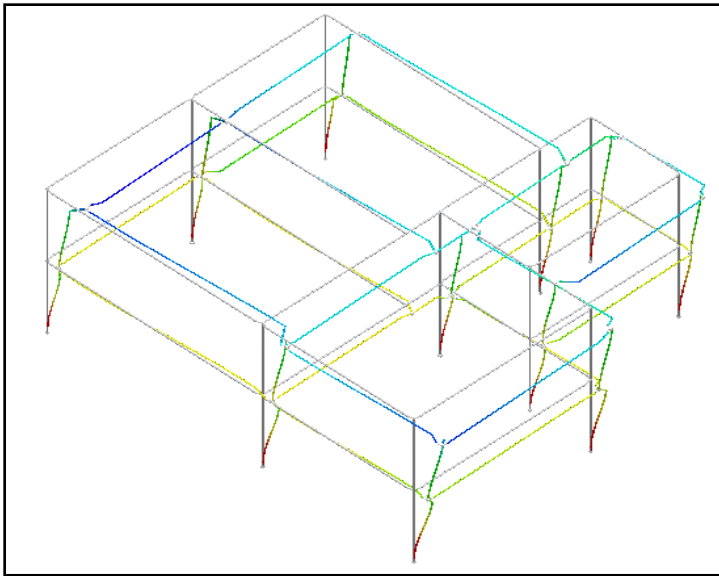
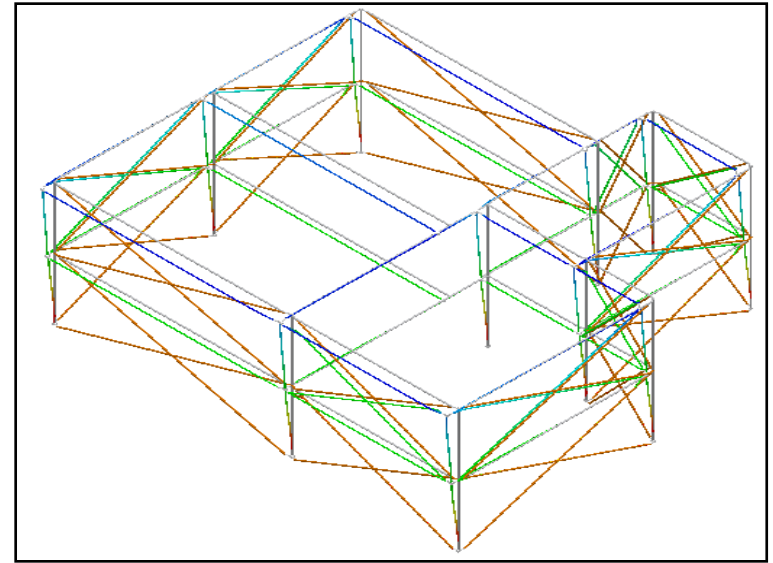
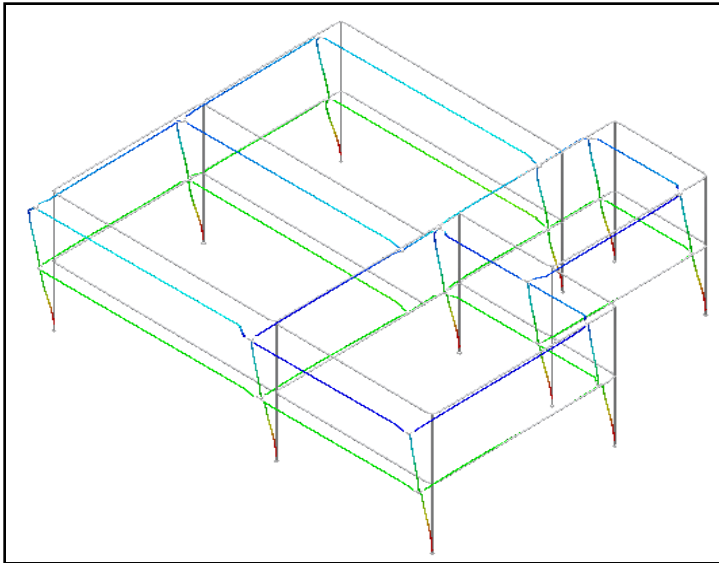




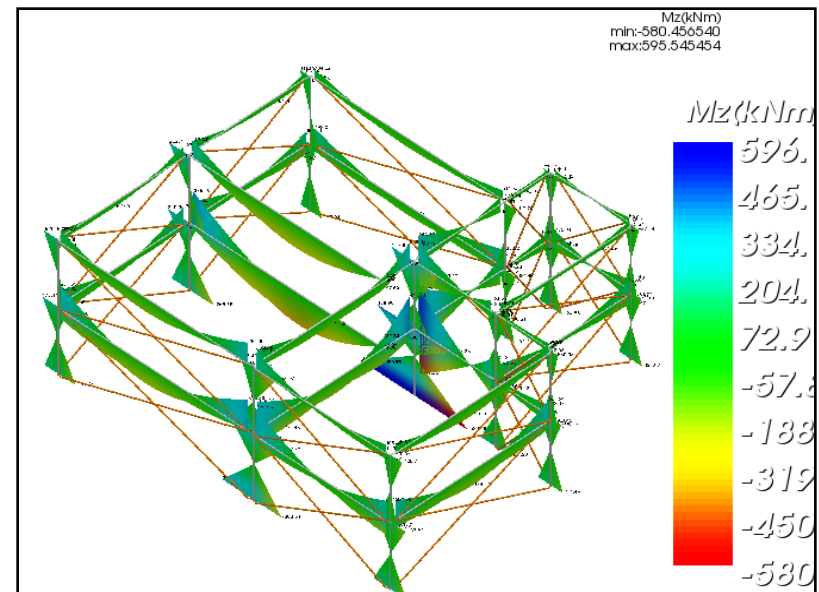
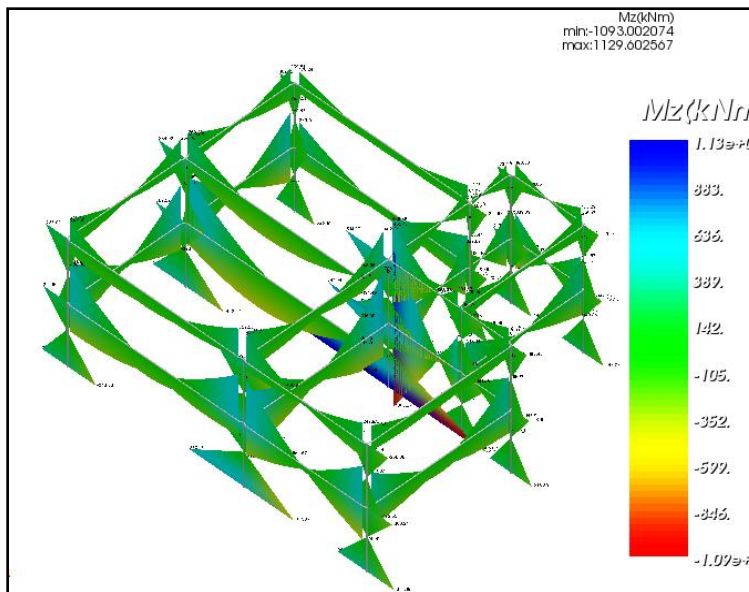
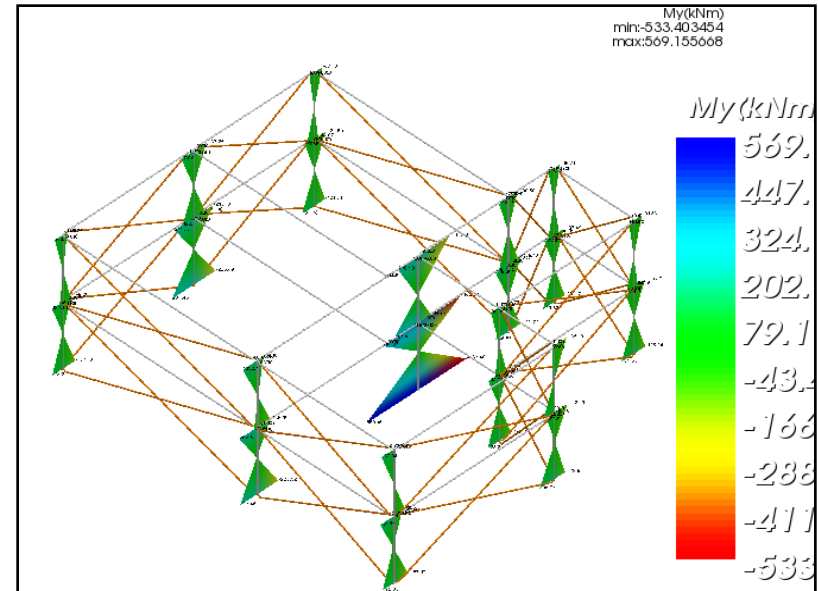
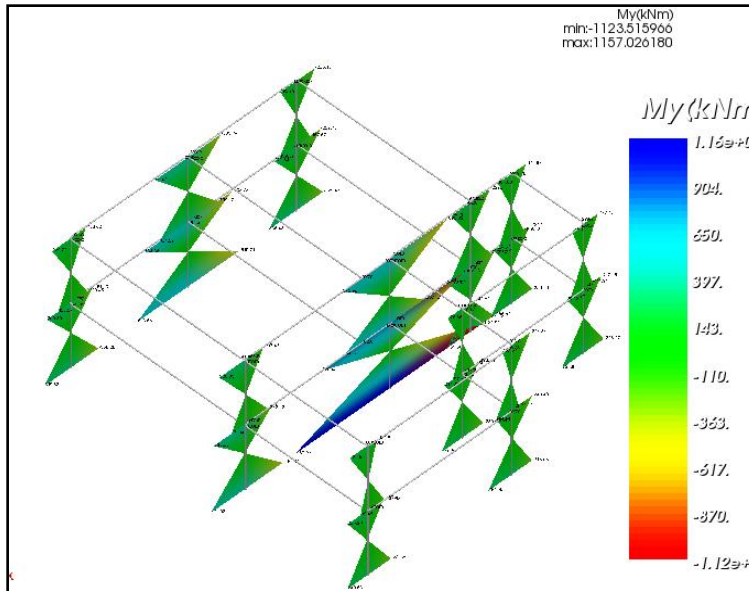
# Έλεγχος Ψαθυρότητας



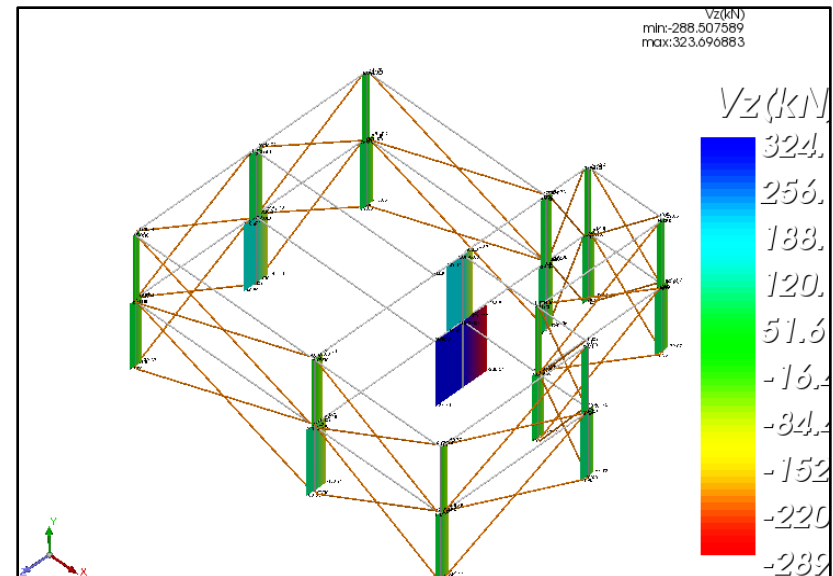
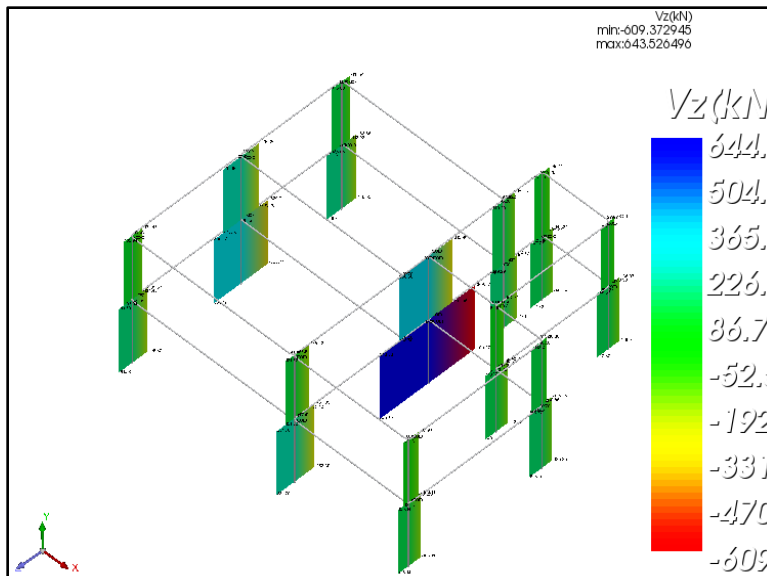
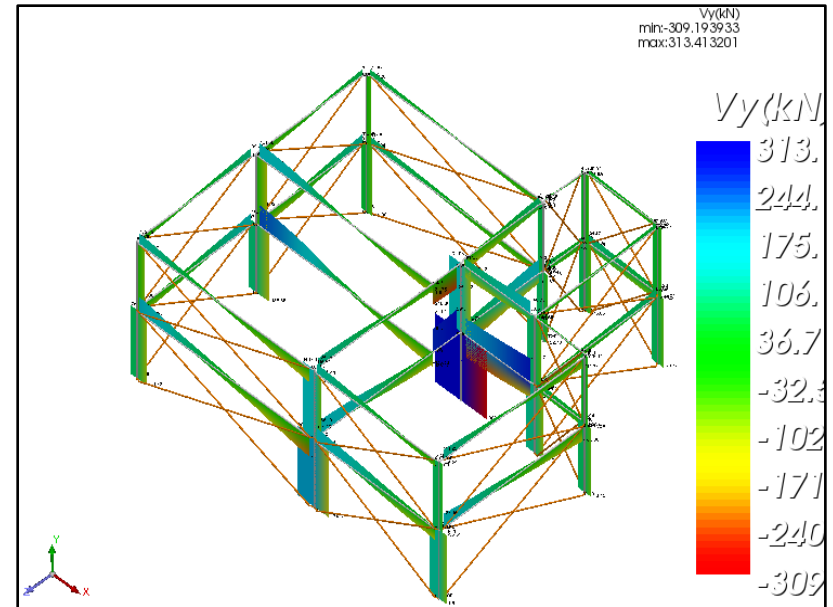
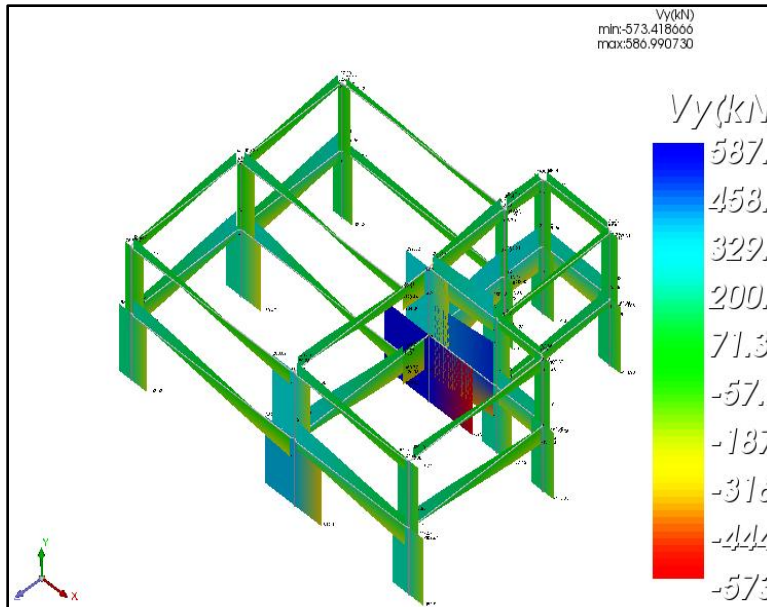
# ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ



# ΡΟΠΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ



# ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Ανεπάρκεια κτιρίου είτε υπάρχουν οι τοιχοπληρώσεις είτε χωρίς αυτές.
- ✓ Το ισόγειο καταπονείται περισσότερο από τον όροφο.
- ✓ Ο τοιχοπληρωμένος φορέας, αύξησε τα επαρκή μέλη του γυμνού φορέα κατά 42% παραπάνω.
- ✓ Οι μετακινήσεις του τοιχοπληρωμένου μοντέλου για όλες τις δράσεις σεισμού μειώθηκαν στο μισό.
- ✓ Οι τοίχοι προβάλλουν πλευρική αντίσταση στην κατασκευή αφού οι ροπές και οι τέμνουσες μειώθηκαν σημαντικά.
- ✓ Το μεσαίο υποστύλωμα είναι και αυτό που δέχεται την μεγαλύτερη ένταση όπως και οι μεσαίες δοκοί.
- ✓ Οι τοίχοι συμβάλουν δυναμικά στην ανάληψη οριζόντιων σεισμικών δράσεων. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος που πολλά κτίρια έχουν αντέξει από την μακροχρόνια καταπόνηση από σεισμούς.
- ✓ Τα δοκάρια που και στις δύο περιπτώσεις που υπέστησαν ψαθυρή αστοχία έχουν μικρό μήκος πράγμα που υποδηλώνει ότι λόγω των μικρών κατακόρυφων φορτίων και της υψηλής σεισμικής τους καταπόνησης αστοχούν διατμητικά.

# ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟΠΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ "m"

- Χαρακτηριστικά της μεθόδου:  
προσδιορισμός ξεχωριστών δεικτών συμπεριφοράς για κάθε ένα δομικό στοιχείο, και διαίρεση αυτών με τα αντίστοιχα εντατικά μεγέθη.

$$m = \frac{d_a}{d_y} = \frac{\theta_a}{\theta_y}$$

- Δυσκαμψία μελών  
ενεργός δυσκαμψία  $E_{eff}$

$$K = EI_{eff} = \frac{My * Ls}{3 * \theta_y}$$

- Συντελεστές Ασφάλειας  
ίδιοι με τη μέθοδο q
- Προκαταρκτική Μελέτη  
ίδια λογική και ίδια αποτελέσματα με τη μέθοδο q

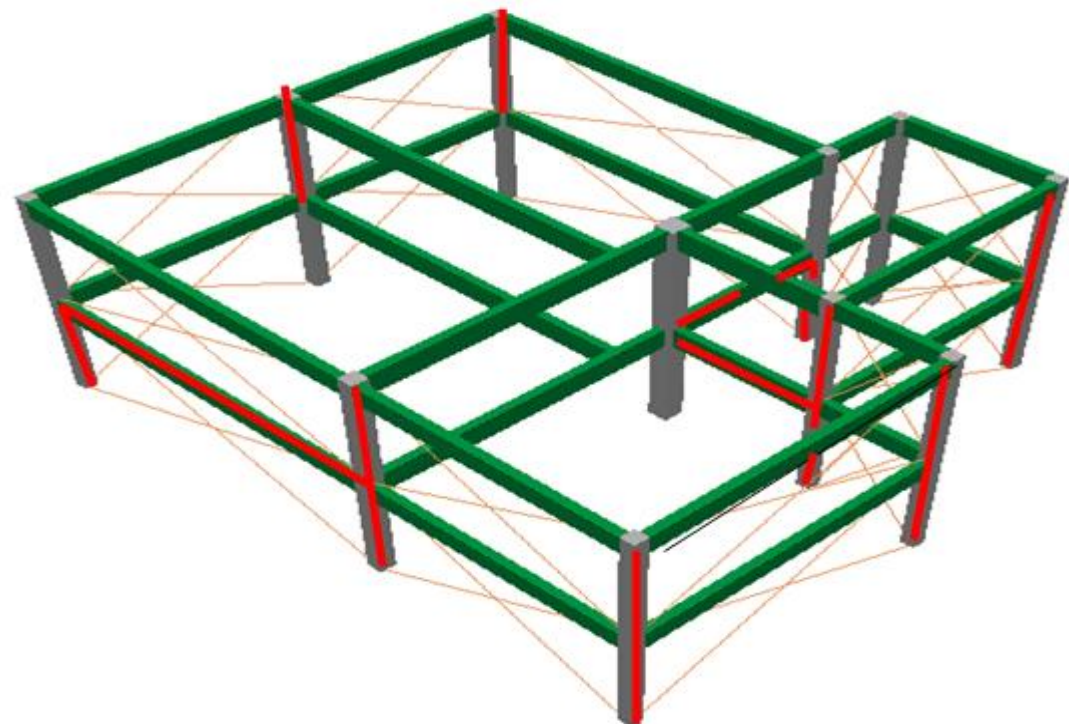
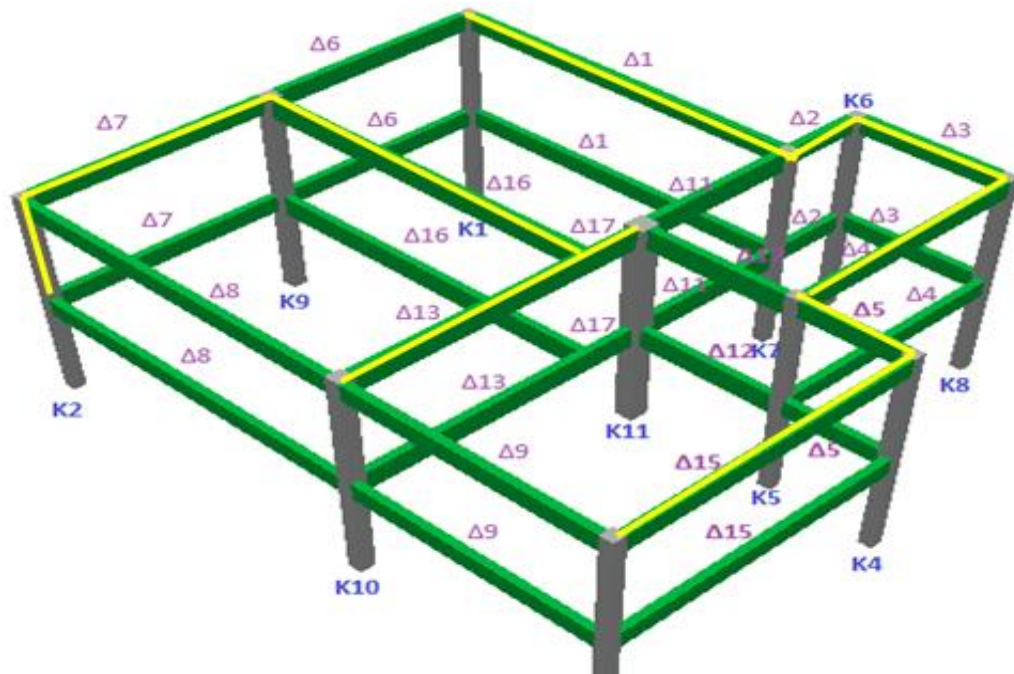
# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

## Έλεγχος Επάρκειας «ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ»

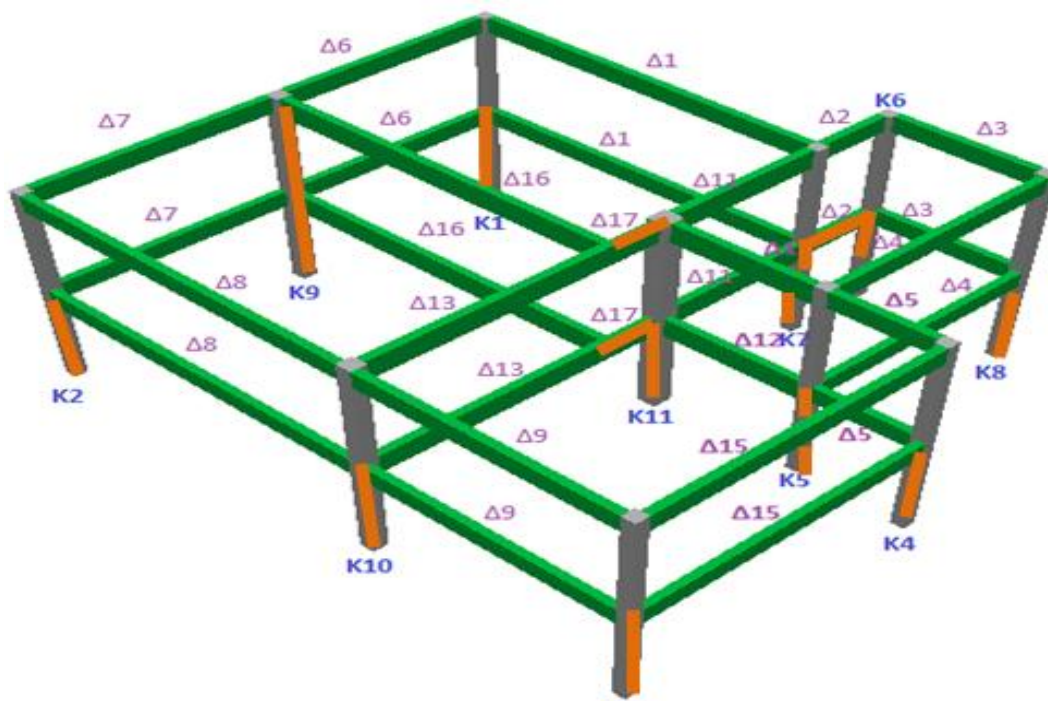
$$S_d \leq R_d \Rightarrow S_d / R_d \leq 1 \Rightarrow \lambda \leq 1 \Rightarrow \text{ΙΚΑΝΟΠΟΙΕΪΤΑΙ}$$

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	0 0%	15 50%	0 0%	11 50%	0 0%	26 50%
2-6.4 m	10 33%	5 17%	1 5%	10 45%	11 21%	15 29%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	10 33%	20 67%	1 5%	21 95%	11 21%	41 79%

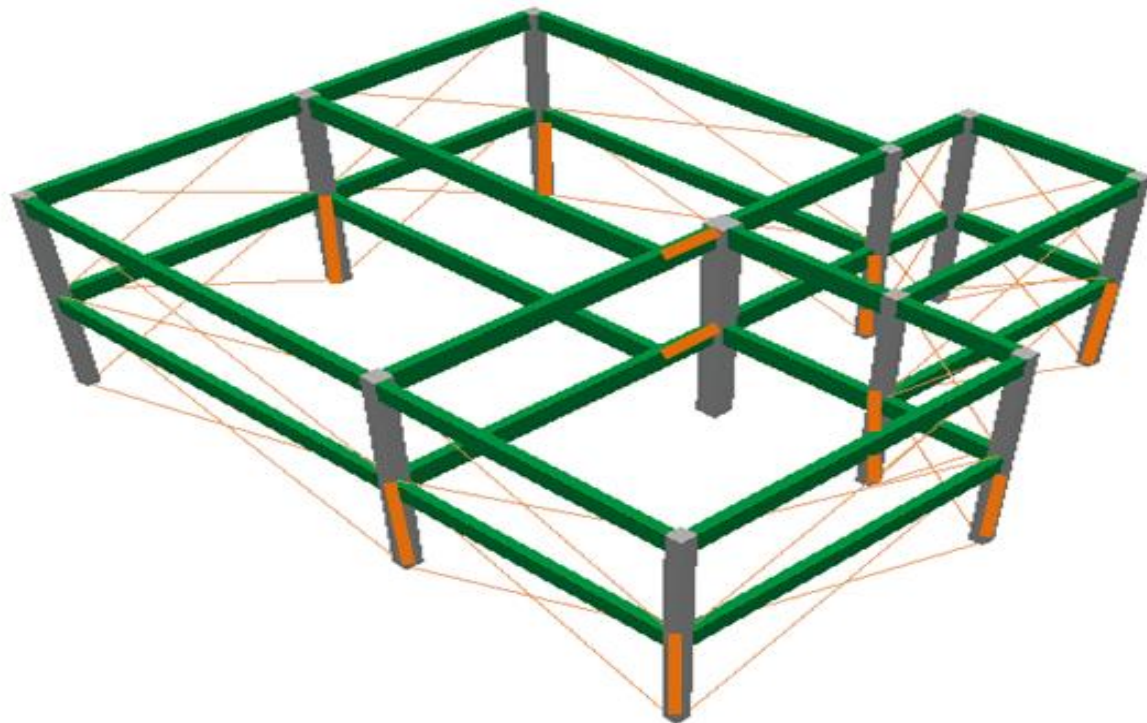
Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	12 40%	3 10%	4 18%	7 32%	16 31%	10 19%
2-6.4 m	15 50%	0 0%	6 27%	5 23%	21 40%	5 10%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	27 90%	3 10%	10 45%	12 55%	37 71%	15 29%



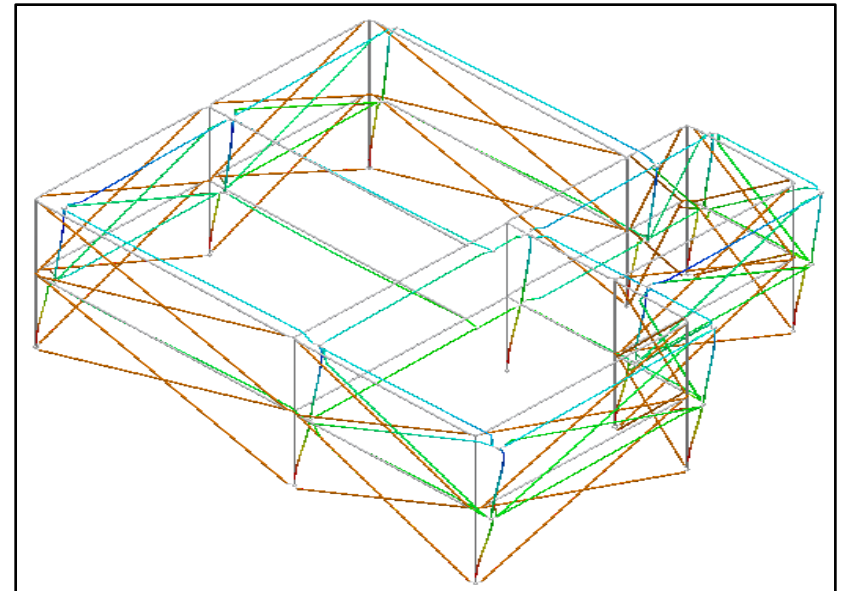
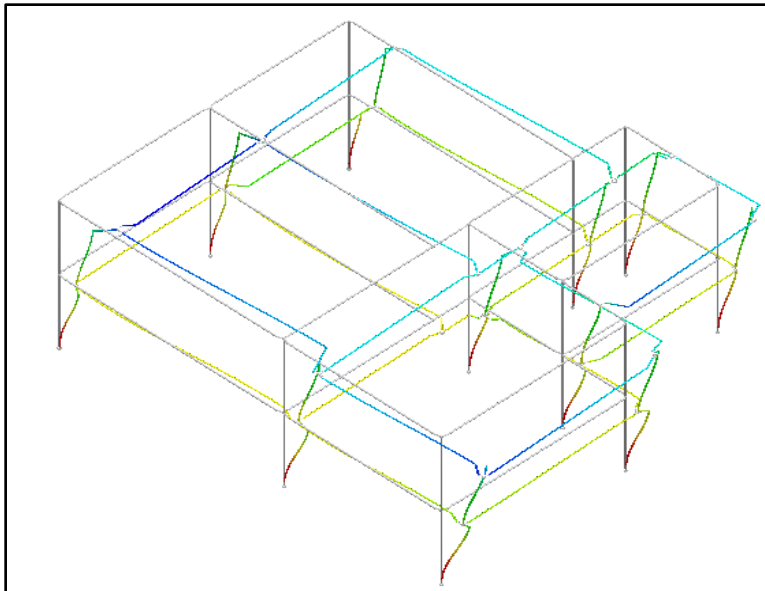
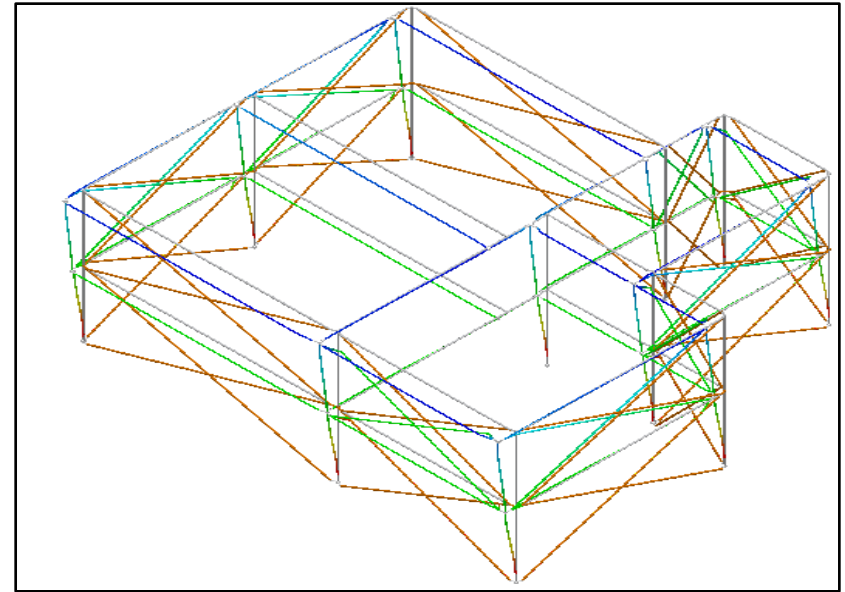
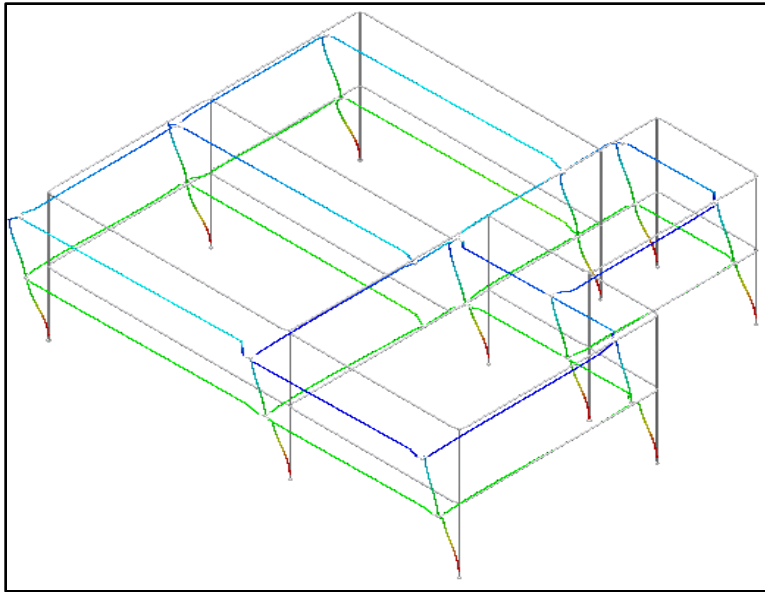




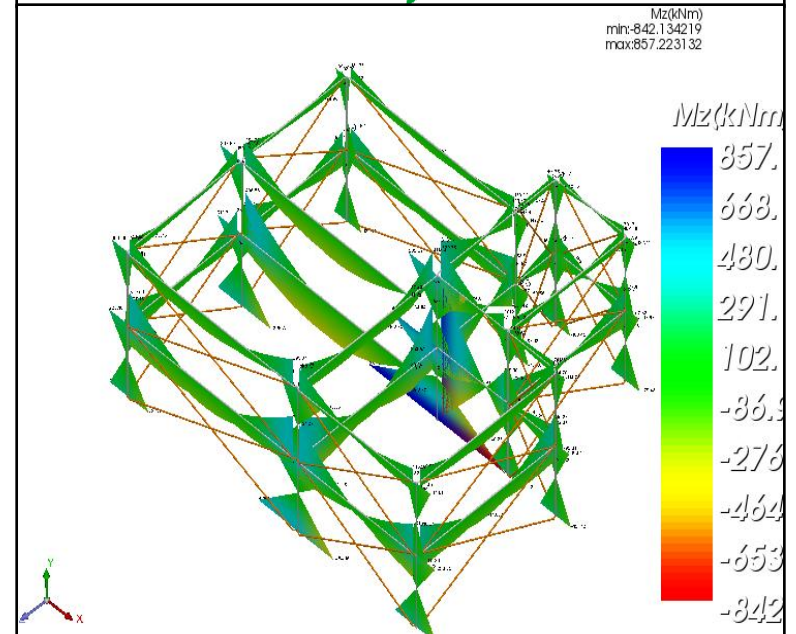
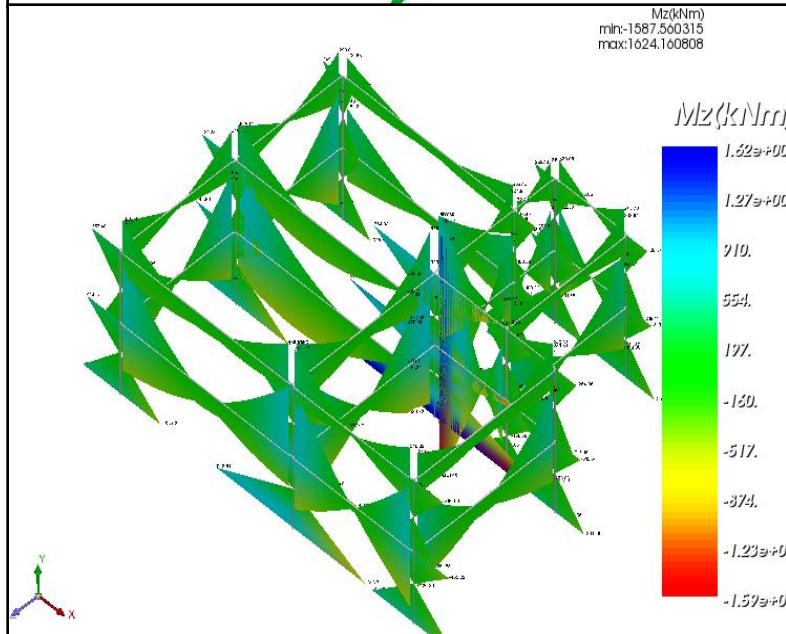
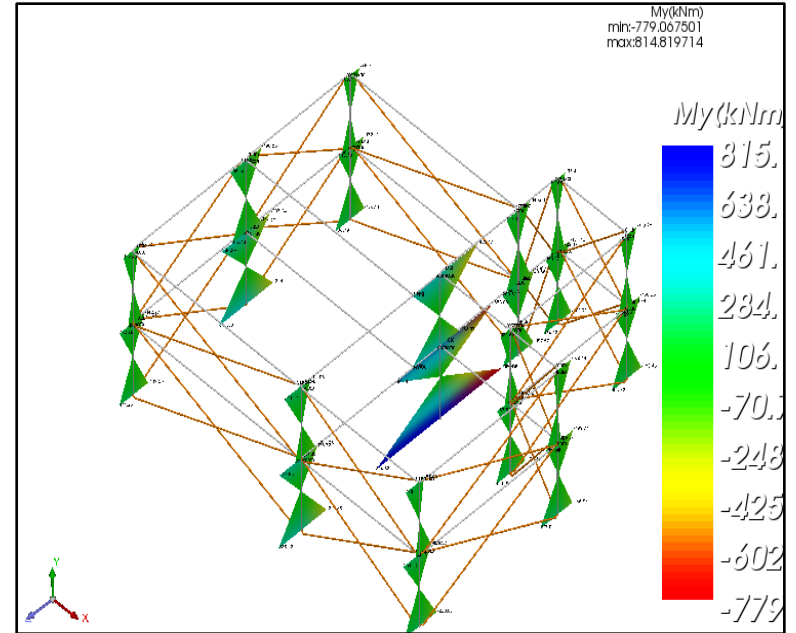
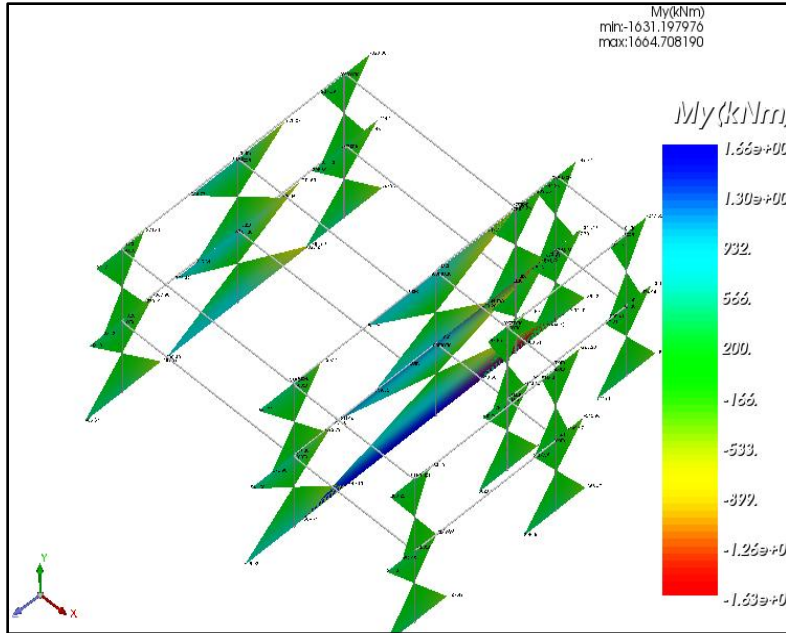
# Έλεγχος Ψαθυρότητας



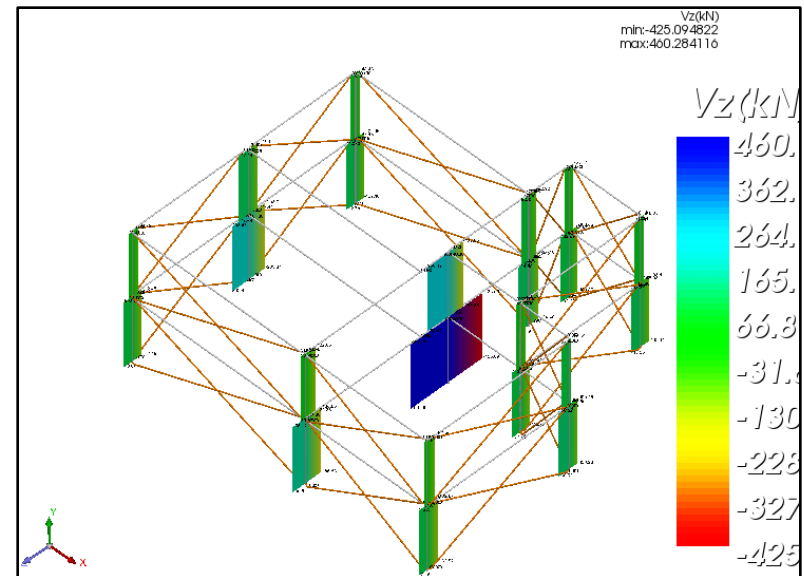
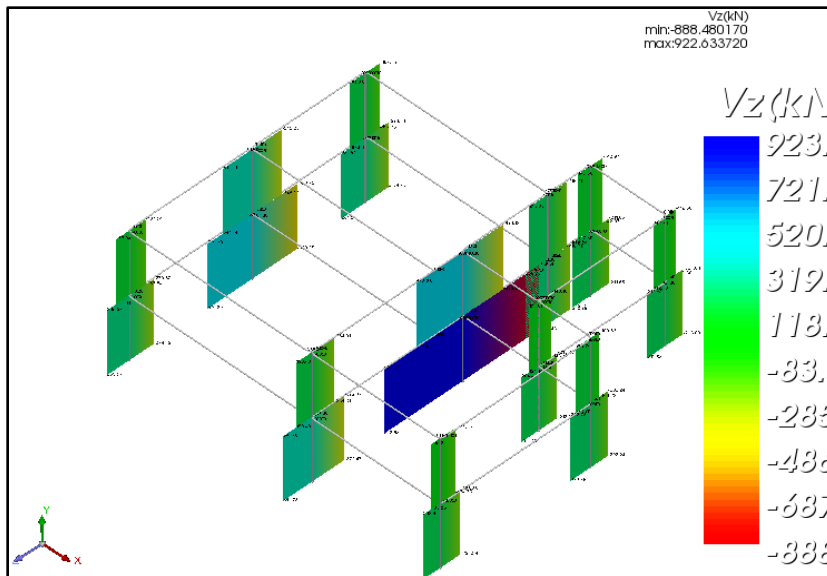
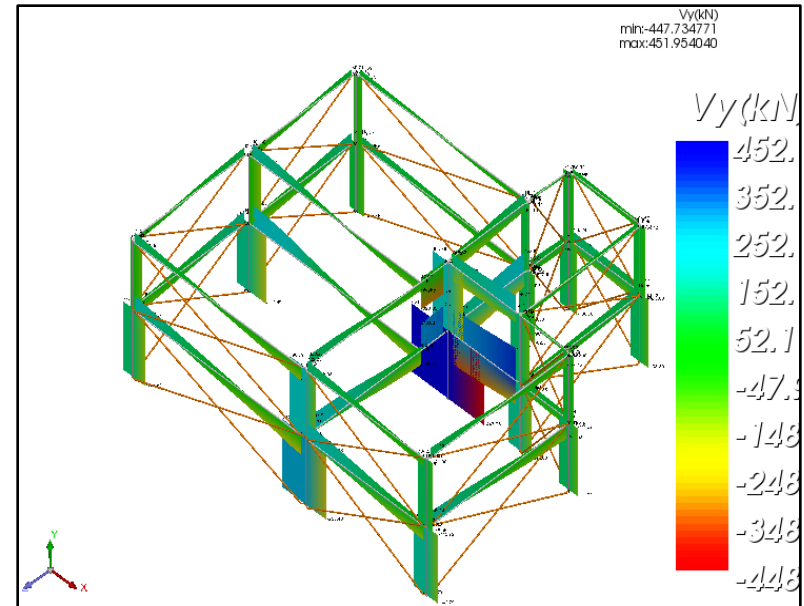
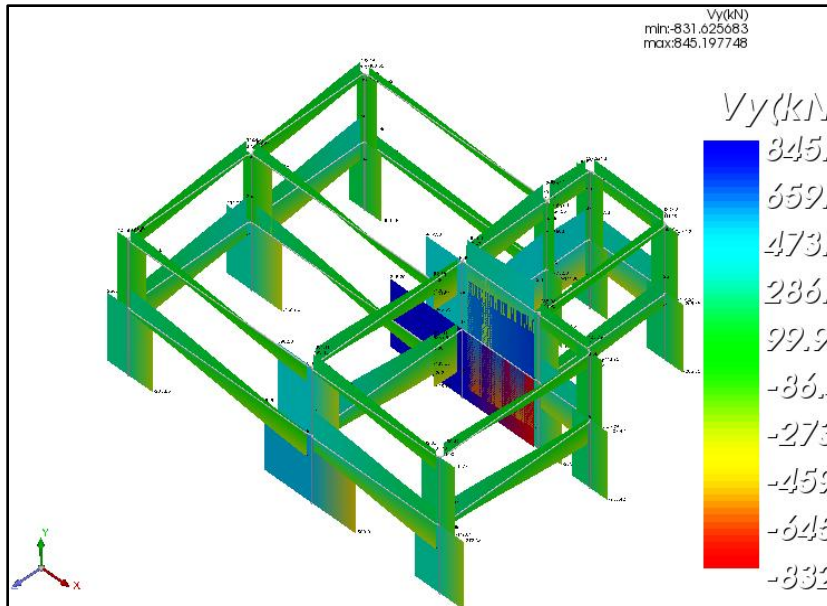
# ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ



# ΡΟΠΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ



# ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Άμεση ανάγκη ενίσχυσης.
- ✓ Ο τοιχοπληρωμένος φορέας δίνει μεγαλύτερη αντοχή στην κατασκευή όπως και πριν με περισσότερη επάρκεια των μελών κατά 50% και μειώνοντας τις μετακινήσεις στις μισές.
- ✓ Το ισόγειο καταπονείται περισσότερο από τον όροφο.
- ✓ Εμφάνιση ψαθυρότητας στα υποστυλώματα ένεκα της λεπτομερής μελέτης και της ενεργής δυσκαμψίας.
- ✓ Πρόβλημα στην έμμεση στήριξη και στο κεντρικό υποστύλωμα.

# ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

## Χαρακτηριστικά της μεθόδου

- Εκτιμά την ένταση χωρίς λεπτομερή ανάλυση προσομοιώματος του συνόλου του κτιρίου αλλά μόνο στα κρίσιμα μέλη του φορέα.
- Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σαφής ανεπάρκειας ή επάρκειας εφόσον θα γίνει ενίσχυση.
- Εφαρμόζεται για Στ. Επιτ. Β, Γ και για κατασκευή χωρίς ουσιώδεις βλάβες.

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

## ➤ Έλεγχος επάρκειας σε κάμψη

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	0 0%	15 50%	0 0%	11 50%	0 0%	26 50%
2-6.4 m	4 13%	11 37%	0 0%	11 50%	4 8%	22 42%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	4 13%	26 87%	0 0%	22 100%	4 8%	48 92%

## ➤ Έλεγχος επάρκειας σε τέμνουσα

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	9 30%	6 20%	0 0%	11 50%	9 17%	17 33%
2-6.4 m	14 47%	1 3%	0 0%	11 50%	14 27%	12 23%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	23 77%	7 23%	0 0%	22 100%	23 44%	29 56%

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Δυσμενέστερα αποτελέσματα από κάθε άλλη μέθοδο.
- ✓ Έλεγχος κάθε μέλους μεμονωμένα.
- ✓ Δύσκολη προσέγγιση των τοιχοπληρώσεων.
- ✓ Μεγάλοι συντελεστές ασφάλειας.



# ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (Push Over)

## ➤ Χαρακτηριστικά της Μεθόδου

Αφορά μια ρεαλιστική εκτίμηση του μεγέθους των ανελαστικών παραμορφώσεων, ώστε το κτίριο να έχει την ικανότητα να αντιστέκεται στην απαίτηση που επιβάλλει η σεισμική διέγερση καθώς και η συμπεριφορά της να είναι συμβατή με τους στόχους της συγκεκριμένης Στ. Επιτ. Δηλαδή, ελέγχεται ότι για τη μετακίνηση αυτή η παραμόρφωση των πλάστιμων δομικών στοιχείων της κατασκευής, δε συνεπάγεται με βαθμό βλάβης μεγαλύτερο από εκείνον που γίνεται ανεκτός για την επιλεγμένη στάθμη επιτελεστικότητας.

## ➤ Επιβολή φορτίου

Επιβολή μιας μονότονης και σταδιακά αυξανόμενης στατικής φόρτισης μέχρι την έλευση της κατάρρευσης η οποία έχει είτε ομοιόμορφη είτε τριγωνική κατανομή καθ' ύψος.

## ➤ Προϋποθέσεις εφαρμογής

Ικανοποιητική Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων  
Στάθμες Επιτελεστικότητας Β ή Γ

Οι ανώτερες ιδιομορφές δεν είναι σημαντικές (10 ιδιομορφές)

## ➤ Βασικές έννοιες

- Βασίζεται στο **νόμο δυνάμεων-παραμορφώσεων**.
- Ως **κέντρο ελέγχου** λαμβάνεται το κέντρο μάζας της οροφής του κτιρίου.
- Η **στοχευόμενη μετακίνηση  $\delta$** , αποτελεί την απαίτηση την οποία «εγείρει» η σεισμική διέγερση και στην οποία θα πρέπει να είναι σε θέση να αντεπεξέλθει η κατασκευή.
- Η **καμπύλη ικανότητας** εκφράζει την ανελαστική σχέση δύναμης – μετατόπισης μεταξύ της τέμνουσας βάσης και της μετατόπισης στην οροφή. Θα αντικαθίσταται από μια εξιδανικευμένη καμπύλη για τον υπολογισμό της ισοδύναμης πλευρικής δυσκαμψίας  $K_e$  και της αντίστοιχης δύναμης διαρροής  $V_y$  του κτιρίου .

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ

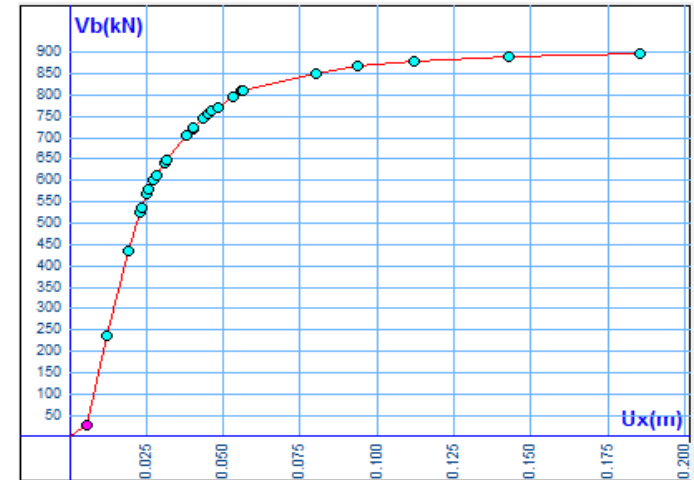
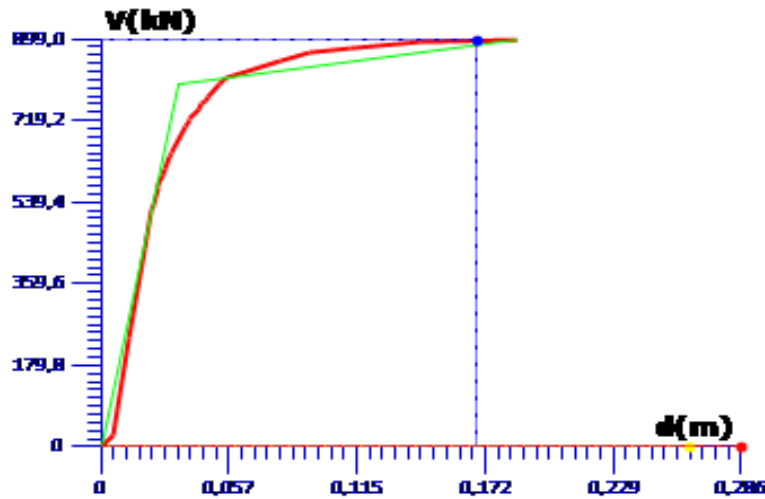
## ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

Οι έλεγχοι γίνονται ,με εντατικά ή παραμορφωσιακά μεγέθη ανάλογα με τον αναμενόμενο τύπο αστοχίας.

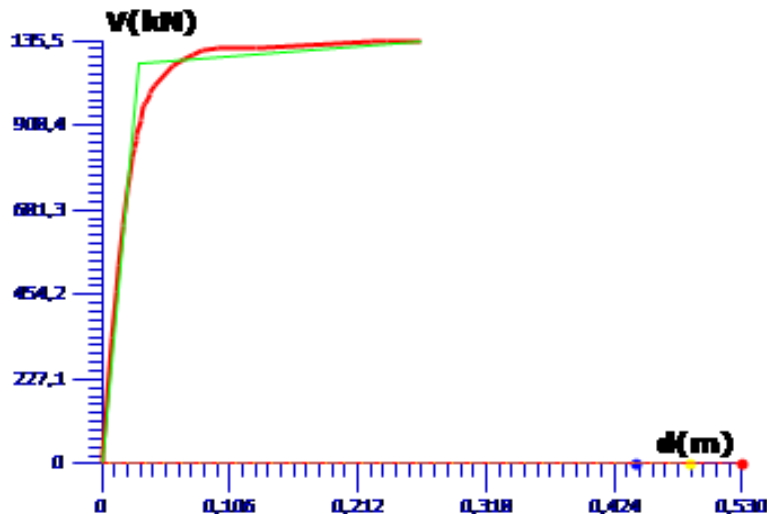
### ❖ ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

Ανάλυση	Είδος	Κατανομή	Τέμνουσα Βάσης (kN)	Στοχευόμενη Μετακίνηση (m)	Μέγιστη Μετακίνηση (m)
1	Τριγωνική	$F_x+0.30 \cdot F_z$	898,998	0,263	0,186
2	Τριγωνική	$F_x-0.30 \cdot F_z$	1032,272	0,125	0,119
3	Τριγωνική	$-F_x+0.30 \cdot F_z$	1106,556	0,258	0,287 ✓
4	Τριγωνική	$-F_x-0.30 \cdot F_z$	943,923	0,271	0,194
5	Τριγωνική	$F_z+0.30 \cdot F_x$	955,689	0,273	0,211
6	Τριγωνική	$F_z-0.30 \cdot F_x$	961,302	0,208	0,360 ✓
7	Τριγωνική	$-F_z+0.30 \cdot F_x$	1135,509	0,486	0,264
8	Τριγωνική	$-F_z-0.30 \cdot F_x$	970,262	0,572	0,277
9	Ορθογωνική	$F_x+0.30 \cdot F_z$	895,448	0,248	0,203
10	Ορθογωνική	$F_x-0.30 \cdot F_z$	1046,836	0,223	0,182
11	Ορθογωνική	$-F_x+0.30 \cdot F_z$	1124,708	0,249	0,295 ✓
12	Ορθογωνική	$-F_x-0.30 \cdot F_z$	942,742	0,240	0,116
13	Ορθογωνική	$F_z+0.30 \cdot F_x$	990,996	0,259	0,128
14	Ορθογωνική	$F_z-0.30 \cdot F_x$	960,667	0,243	0,169
15	Ορθογωνική	$-F_z+0.30 \cdot F_x$	1110,31	0,491	0,231
16	Ορθογωνική	$-F_z-0.30 \cdot F_x$	952,881	0,154	0,057

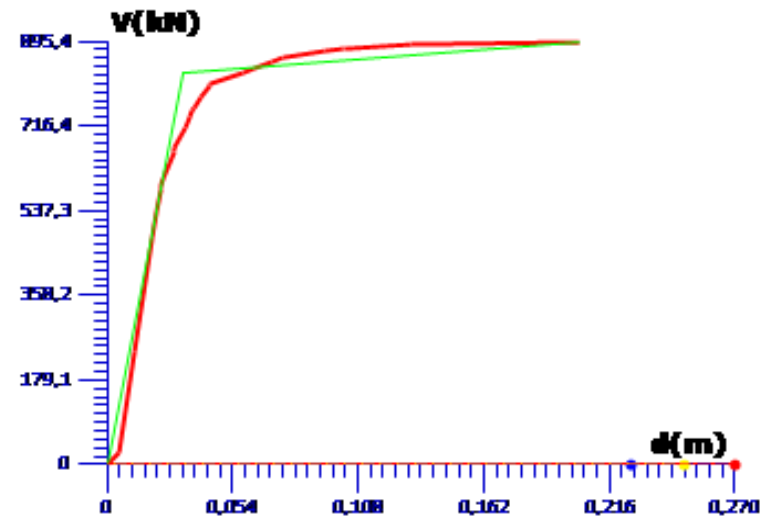
# Ενδεικτικά Διαγράμματα Καμπύλης Ικανότητας



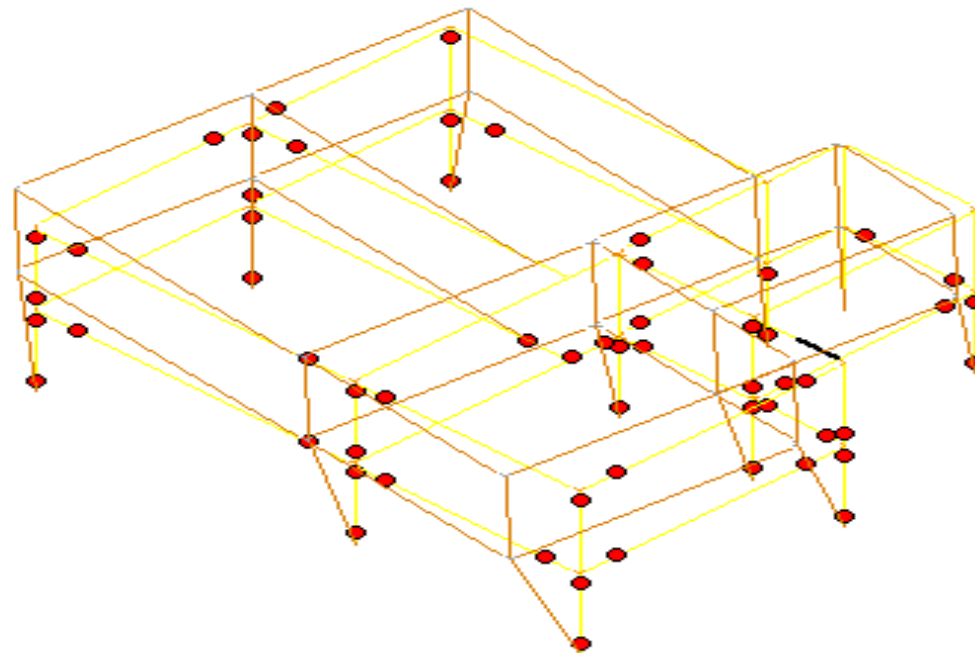
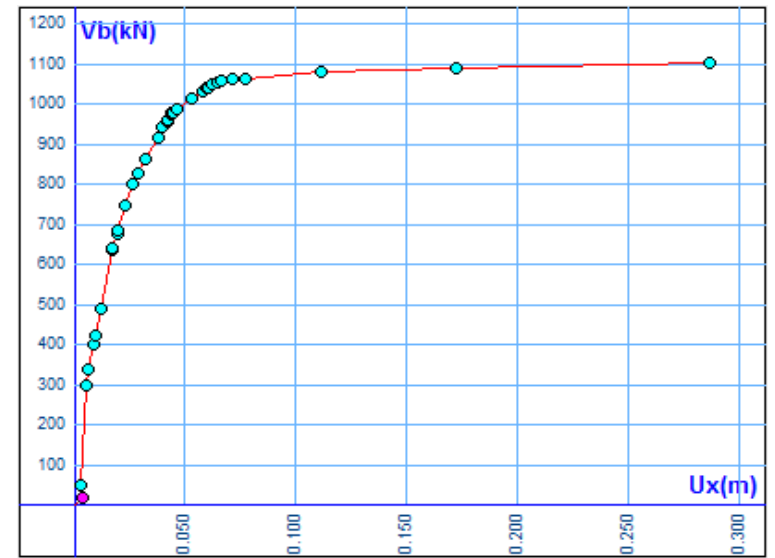
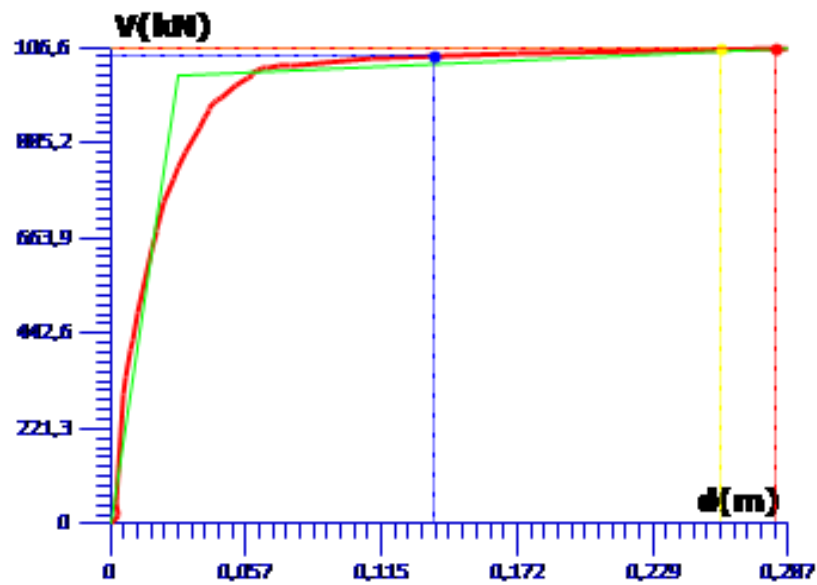
Τριγωνική κατανομή  $F_x + 0.30 \cdot F_z$



Τριγωνική κατανομή  $-F_z + 0.30 \cdot F_x$



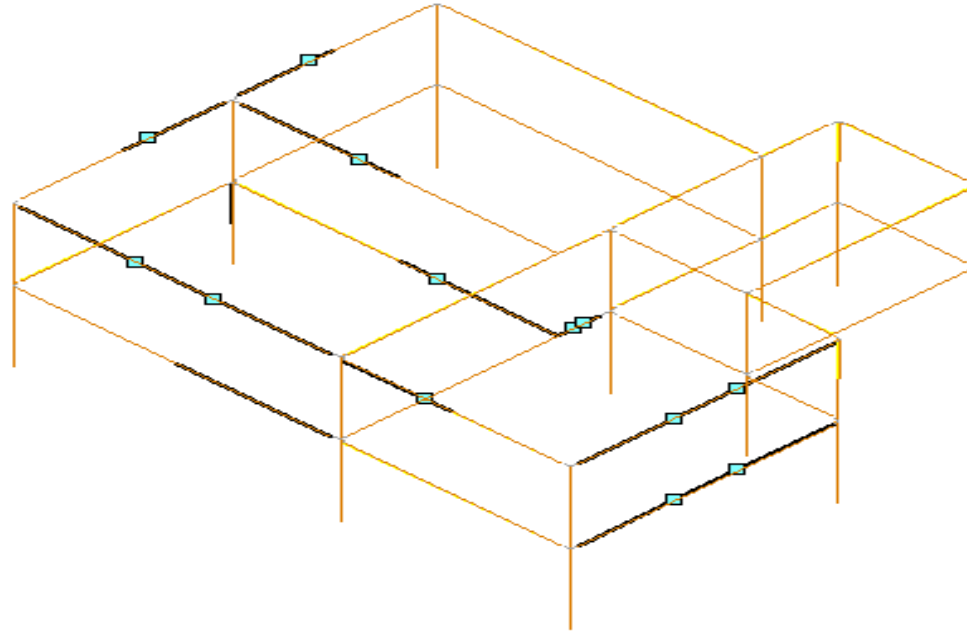
Ορθογωνική κατανομή  $F_x + 0.30 \cdot F_z$



Τριγωνική κατανομή  $-F_x + 0.30 \cdot F_z$

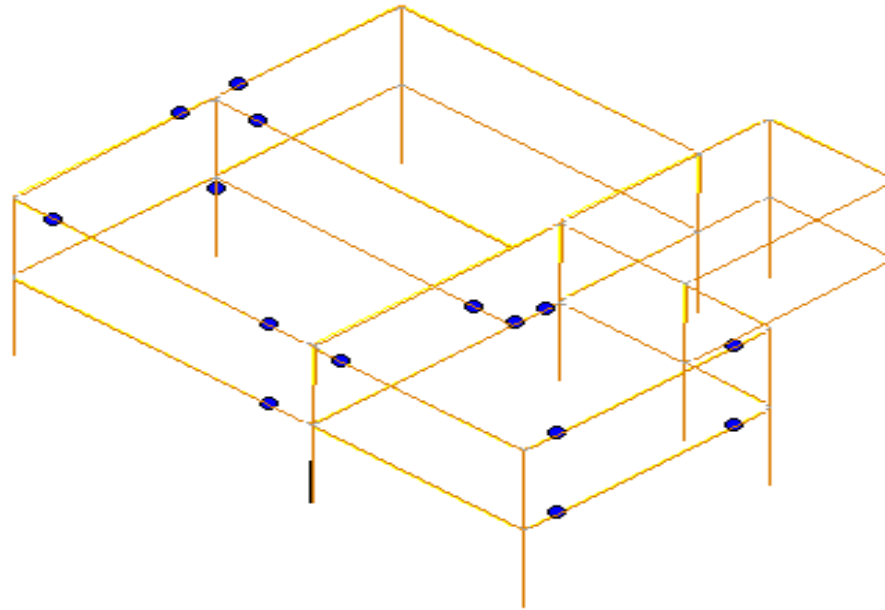
# Σταδιακή παρουσίαση παραμορφωμένου φορέα

## 1<sup>ο</sup> βήμα



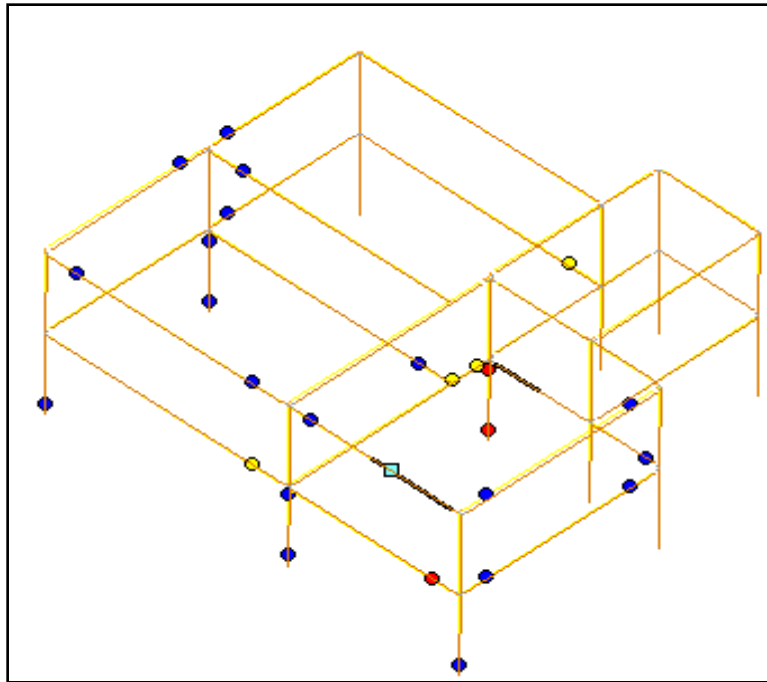
Προτού προλάβει να διαρρεύσει κάποιο στοιχείο παρατηρείται υπέρβαση της διατμητικής αντοχής σε ορισμένα μέλη του φορέα. Παρ' όλα αυτά το κτίριο συνεχίζει, λαμβάνοντας πλαστική γωνία στροφής στο άκρο των μελών αυτών μετά την εξάντληση της διατμητικής αντοχής ίση με το 40% της αντίστοιχης γωνίας στροφής χορδής στην καμπτική διαρροή,  $\theta_y$ .

## 2<sup>ο</sup> βήμα



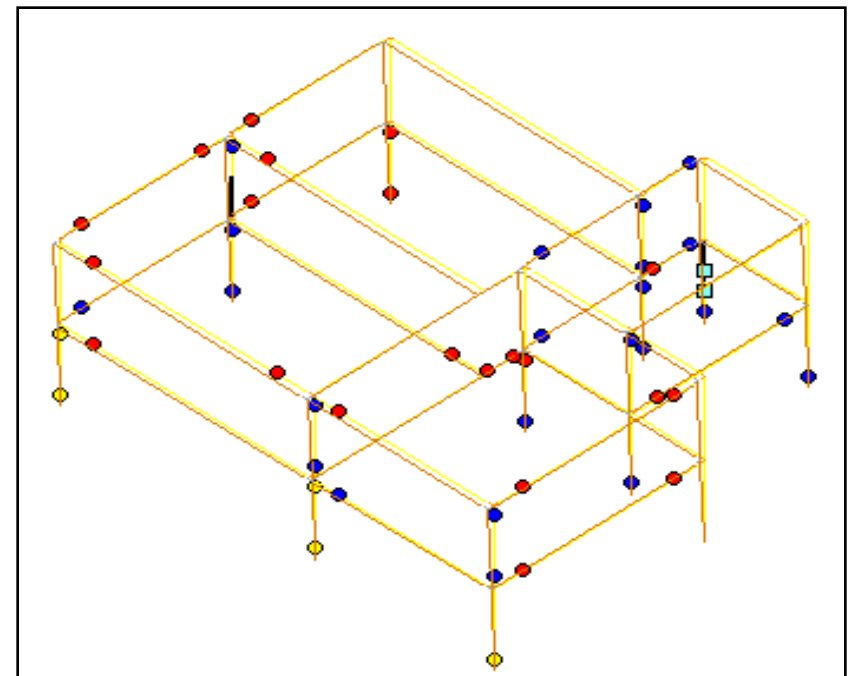
## 3<sup>ο</sup> βήμα +++

Η σειρά εμφάνισης των επόμενων πλαστικών αρθρώσεων για κάθε στάθμης επιτελεσματικότητας διαφοροποιείται ανάλογα με τις κατανομές φόρτισης. Παρ' όλα αυτά, το υποστύλωμα που δέχεται τη μεγαλύτερη καταπόνηση κάθε φορά είναι το κεντρικό και στη συνέχεια ακολουθεί ένα εξωτερικό.



Πρώτες πιθανές  
αστοχίες

$$\theta_d > \theta_u/\gamma_{rd}$$

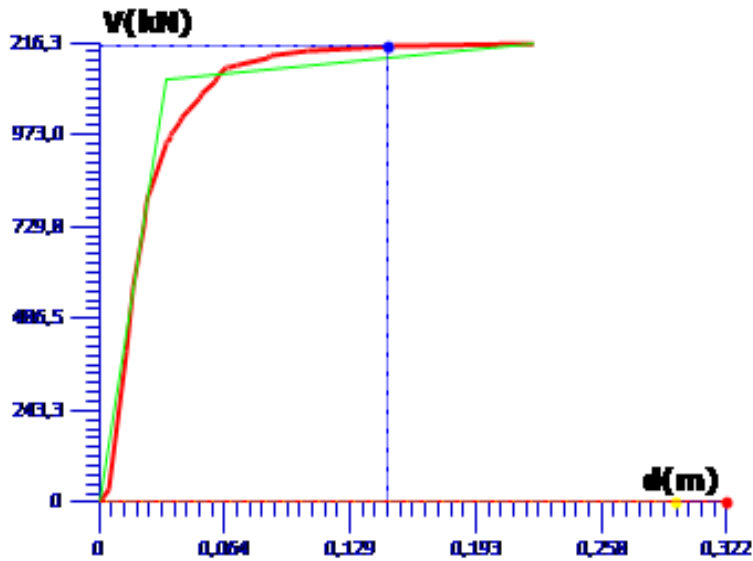




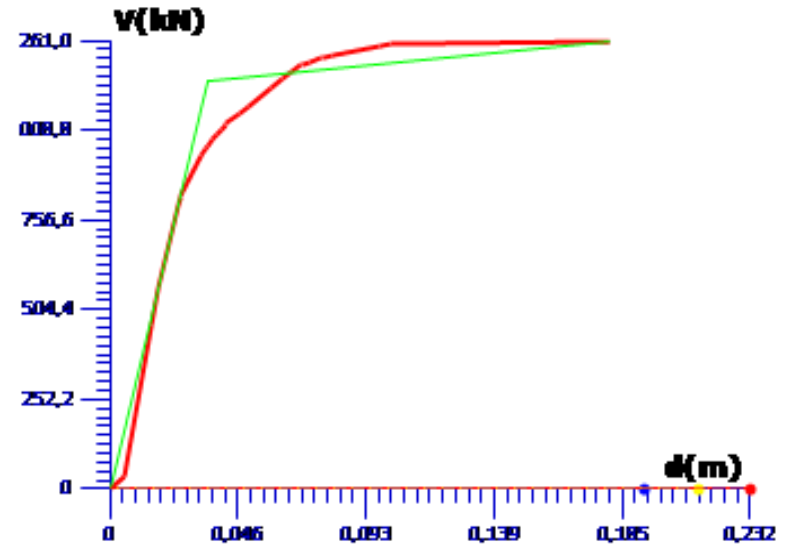
## ❖ ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

Ανάλυση	Είδος	Κατανομή	Τέμνουσα Βάσης (kN)	Στοχευόμενη Μετακίνηση (m)	Μέγιστη Μετακίνηση (m)
1	Τριγωνική	$F_x+0.30 \cdot F_z$	1216,291	0,295	0,222
2	Τριγωνική	$F_x-0.30 \cdot F_z$	1260,968	0,212	0,180
3	Τριγωνική	$-F_x+0.30 \cdot F_z$	1329,44	0,242	0,219
4	Τριγωνική	$-F_x-0.30 \cdot F_z$	1346,548	0,461	0,261
5	Τριγωνική	$F_z+0.30 \cdot F_x$	1308,043	0,142	0,195 ✓
6	Τριγωνική	$F_z-0.30 \cdot F_x$	1257,499	0,109	0,155 ✓
7	Τριγωνική	$-F_z+0.30 \cdot F_x$	1538,878	0,262	0,146
8	Τριγωνική	$-F_z-0.30 \cdot F_x$	1377,122	0,122	0,066
9	Ορθογωνική	$F_x+0.30 \cdot F_z$	1237,487	0,180	0,120
10	Ορθογωνική	$F_x-0.30 \cdot F_z$	1282,621	0,113	0,095
11	Ορθογωνική	$-F_x+0.30 \cdot F_z$	1351,611	0,113	0,089
12	Ορθογωνική	$-F_x-0.30 \cdot F_z$	1280,744	0,113	0,081
13	Ορθογωνική	$F_z+0.30 \cdot F_x$	1340,524	0,286	0,209
14	Ορθογωνική	$F_z-0.30 \cdot F_x$	1257,382	0,194	0,110
15	Ορθογωνική	$-F_z+0.30 \cdot F_x$	1519,779	0,248	0,148
16	Ορθογωνική	$-F_z-0.30 \cdot F_x$	1383,492	0,122	0,076

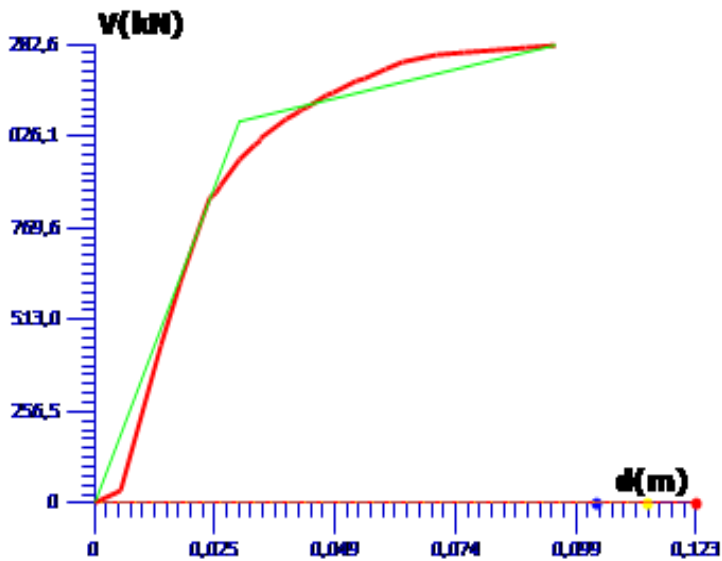
# Ενδεικτικά Διαγράμματα Καμπύλης Ικανότητας



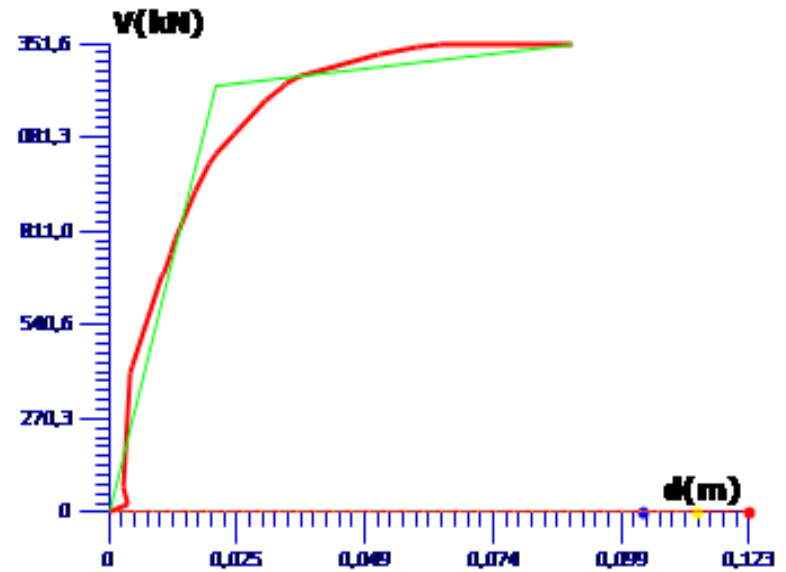
Τριγωνική κατανομή  $F_x + 0.30 * F_z$



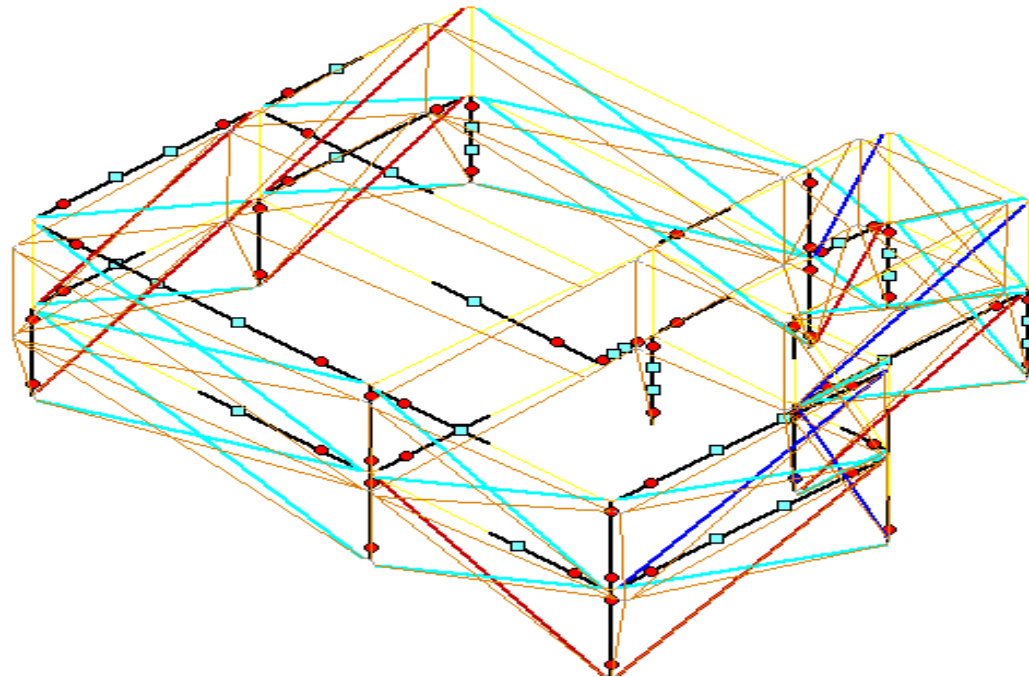
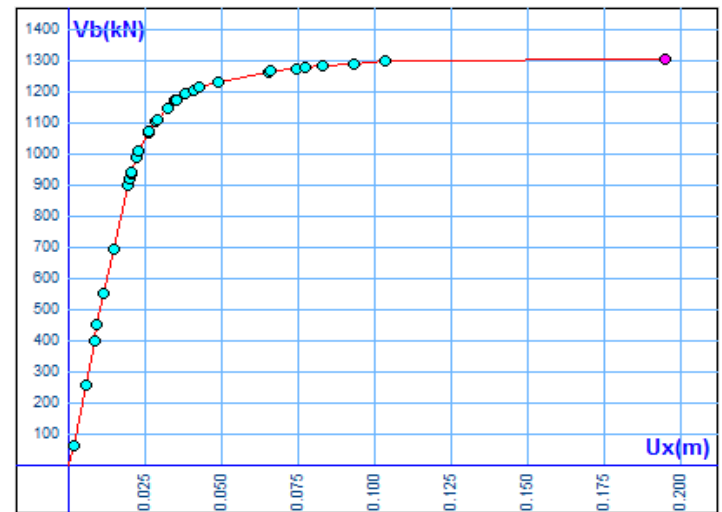
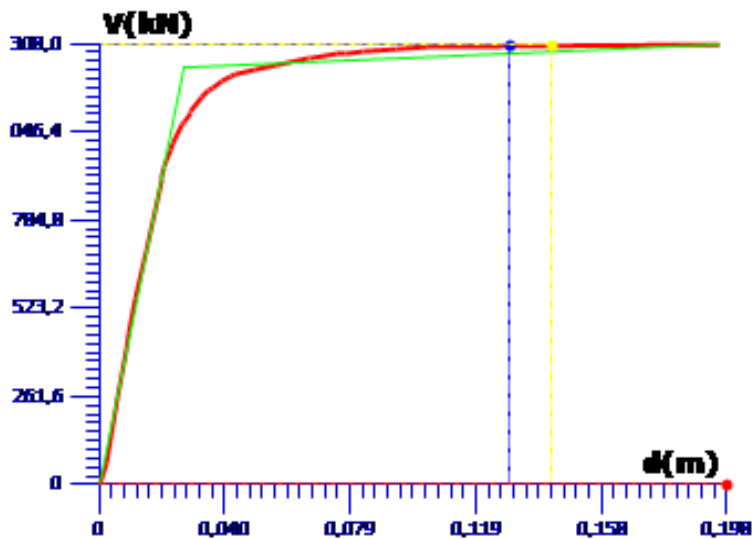
Τριγωνική κατανομή  $F_x - 0.30 * F_z$



Ορθογωνική κατανομή  $F_x - 0.30 * F_z$



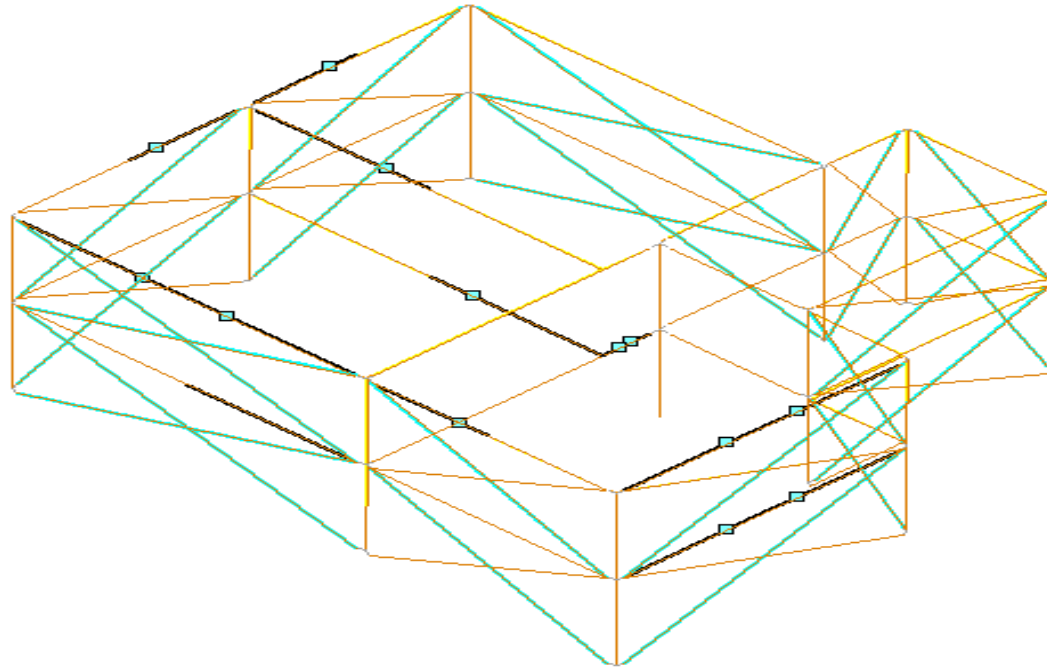
Ορθογωνική κατανομή  $-F_x + 0.30 * F_z$



Τριγωνική κατανομή  $F_z + 0.30 \cdot F_x$

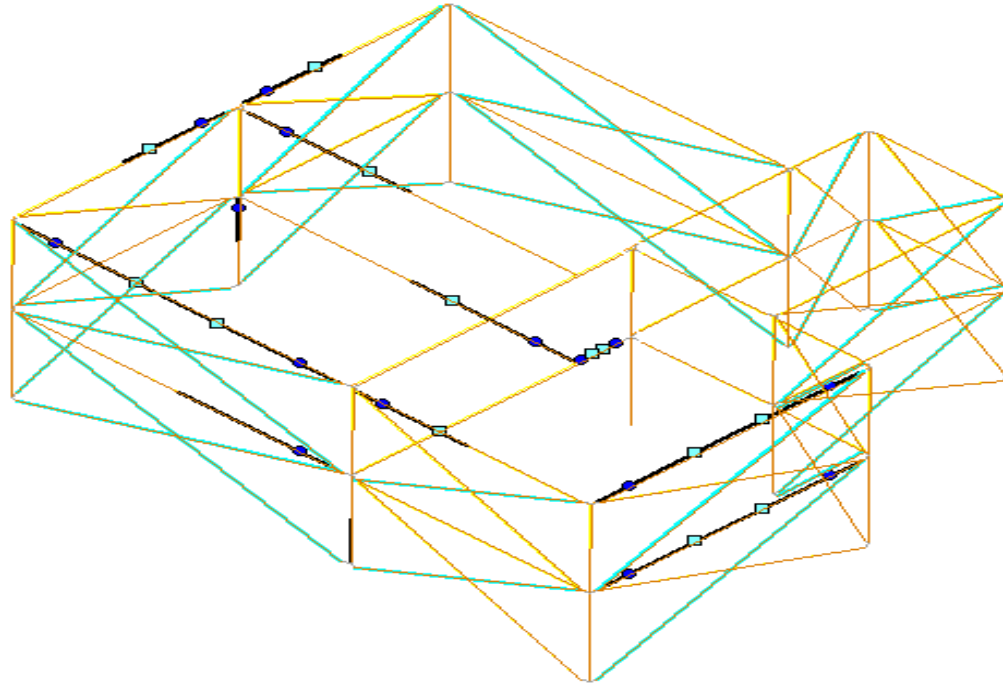
# Σταδιακή παρουσίαση παραμορφωμένου φορέα

## 1<sup>ο</sup> βήμα



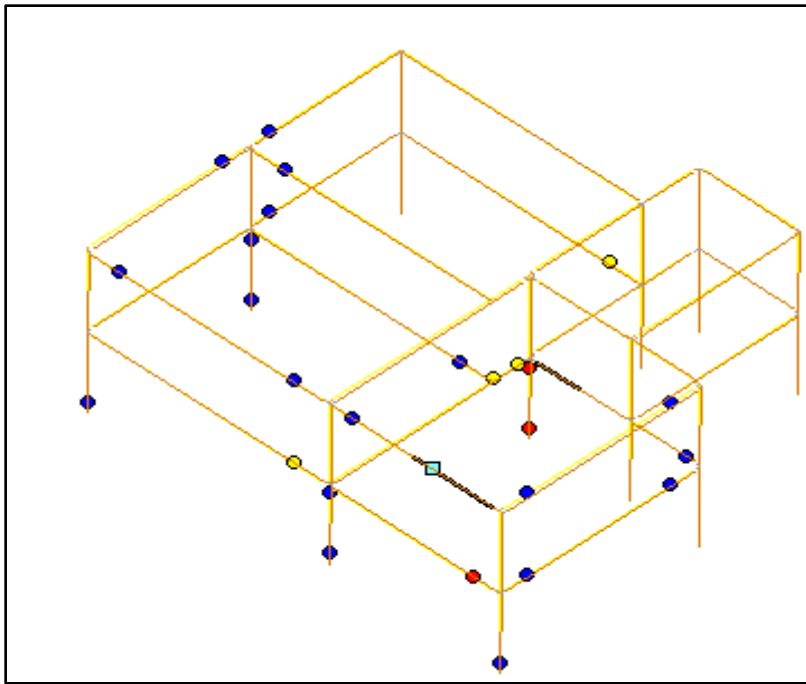
Όπως και πριν, έτσι και εδώ παρουσιάζεται ψαθυρή αστοχία στα ίδια πρωτεύοντα μέλη του φορέα. Επιπλέον οι διαγωνίοι των τοιχοπληρώσεων αστοχούν και αυτοί ψαθυρά αφού έχουν απλή περιμετρική επαφή.

## 2<sup>ο</sup> βήμα

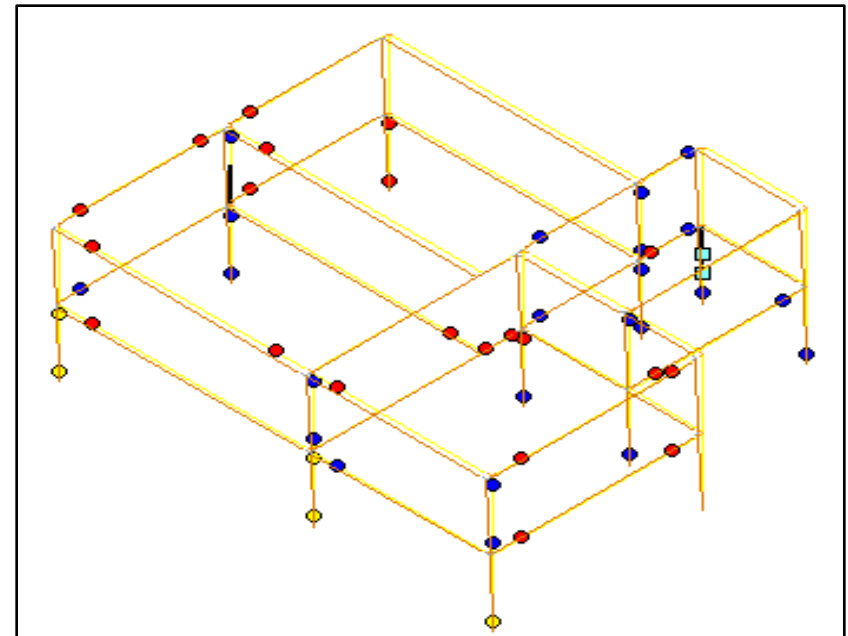


## 3<sup>ο</sup> βήμα +++

Η σειρά εμφάνισης των επόμενων πλαστικών αρθρώσεων για κάθε στάθμης επιτελεστικότητας διαφοροποιείται ανάλογα με τις κατανομές φόρτισης και ο φορέας παίρνει τις ίδιες μορφές με πριν.



Πρώτες πιθανές  
αστοχίες  
 $\theta_d > \theta_u/\gamma_{rd}$



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Η κατασκευή είναι ανεπαρκείς για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων αφού τις περισσότερες φορές δεν φτάνει την στοχευόμενη μετακίνηση αλλά και όταν την προσπερνάει, οι γωνίες στροφής χορδής του μέλους σε όλον τον φορέα ξεπερνάνε την επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ διότι έχουν τιμή  $\theta_{sd} > \theta_u/\gamma_{rd}$ . Επομένως η Στ. Επ. Β για  $\alpha_g=0.28g$  δεν ικανοποιείται.
- ✓ Κατά τη  $x$  διεύθυνση σεισμού το κτίριο δέχεται λίγο μικρότερες μετακινήσεις από ότι στη  $z$  διεύθυνση.
- ✓ Στο ισόγειο σχηματίζεται κάθε φορά μαλακός όροφος και παρουσιάζεται στρεπτική παραμόρφωση.
- ✓ Από την αρχή το κτίριο καταπονείται σε διάτμηση αφού υπερβαίνεται η διατμητική αντοχή παρ' όλου που συνεχίζει το κτίριο να δέχεται σεισμικές δράσεις .
- ✓ Το υποστύλωμα που δέχεται τη μεγαλύτερη καταπόνηση κάθε φορά είναι το κεντρικό και στη συνέχεια ακολουθούν τα εξωτερικά.
- ✓ Η συμμετοχή των τοιχοπληρώσεων στην ανάληψη σεισμικών δράσεων σταμάτησε άμεσα μιας και αυτές αστόχησαν ψαθυρά και έτσι το κτίριο συνεχίζει και παραμορφώνεται σαν γυμνός σκελετός για αυτό και οι μετακινήσεις είναι περίπου ίδιες.
- ✓ Ο τοιχοπληρωμένος φορέας μπορεί να αναλάβει λίγο μεγαλύτερη τέμνουσα

# ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ A

- ❖ Ο προέλεγχος για Στ. Επιτ. A δεν είναι απαραίτητος
- ❖ Δεν έχει νόημα να πραγματοποιηθεί έλεγχος με τη μέθοδο m διότι στη Στάθμη A το κτίριο ελέγχεται ελαστικά ( $m=1$ )
- ❖ Συντελεστής Συμπεριφοράς:  $q=1.02$
- ❖ Συντελεστής προσαύξησης = 0



# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΙΣ

## ➤ Έλεγχος καμπτικής επάρκειας

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	14 47%	1 3%	10 45%	1 5%	24 46%	2 4%
2-6.4 m	14 47%	1 3%	8 36%	3 14%	22 42%	4 8%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>28 93%</b>	<b>2 7%</b>	<b>18 82%</b>	<b>4 18%</b>	<b>46 88%</b>	<b>6 12%</b>

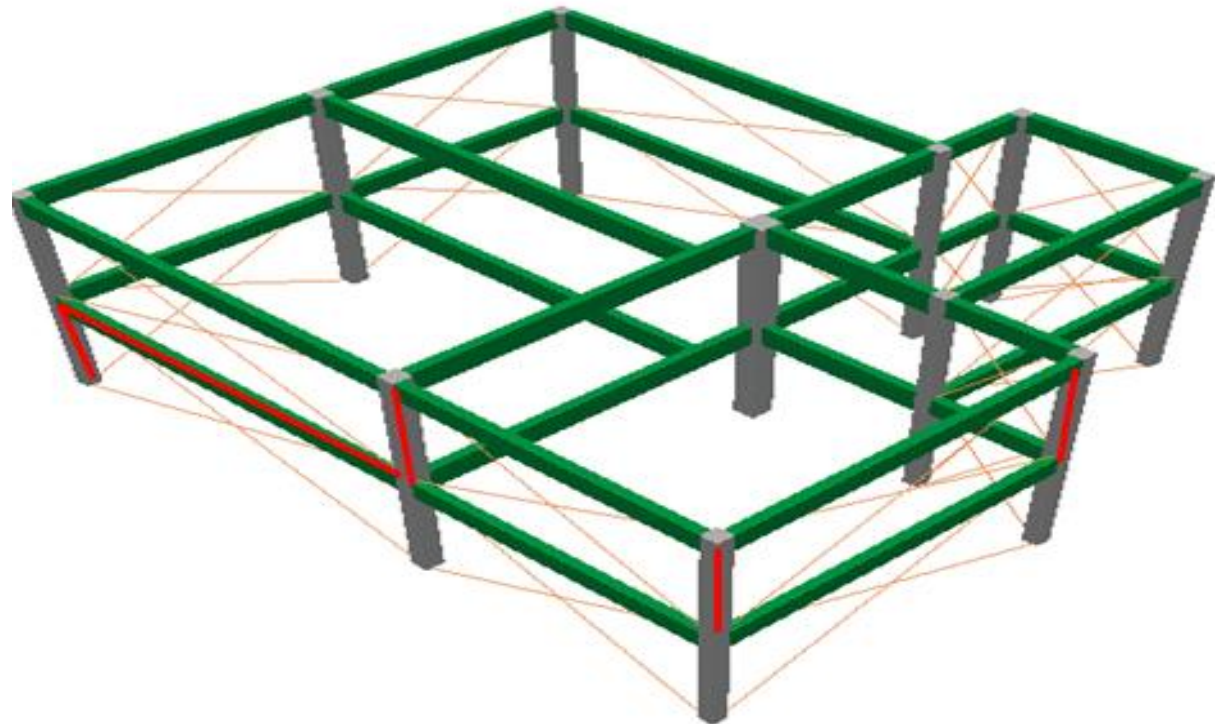
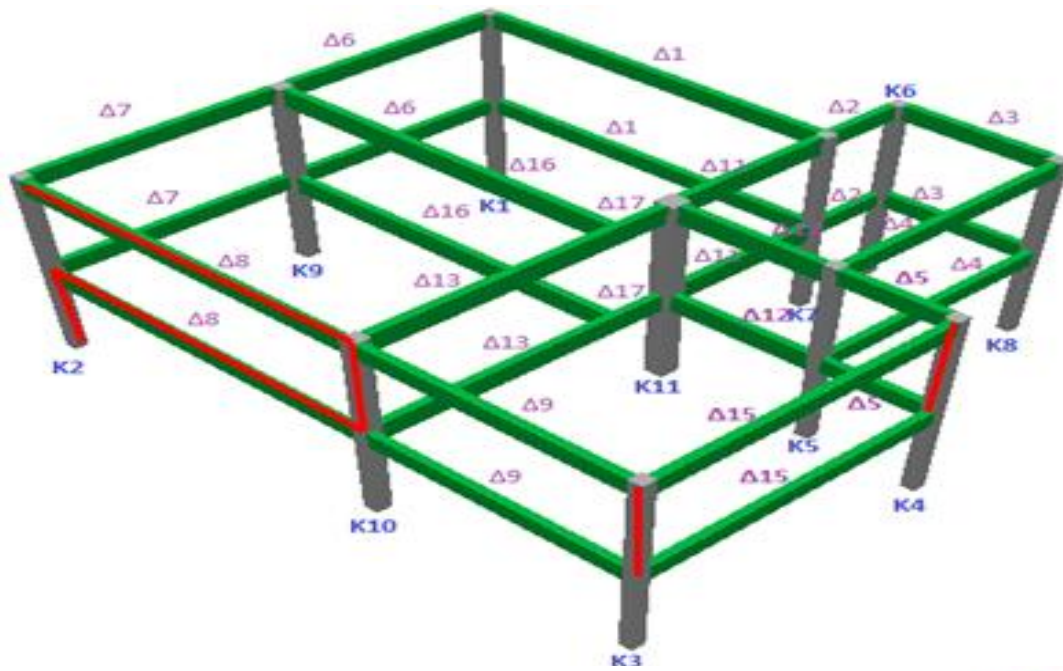
Χωρίς τοιχοπληρώσεις

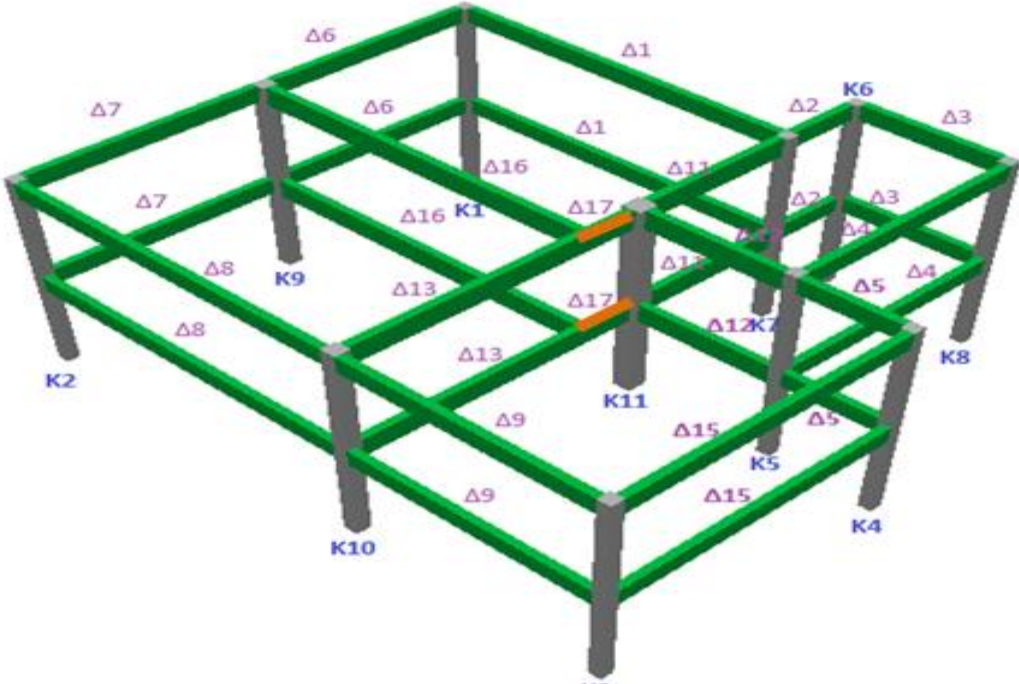
$$\alpha_g = 0.02g$$

Με τοιχοπληρώσεις

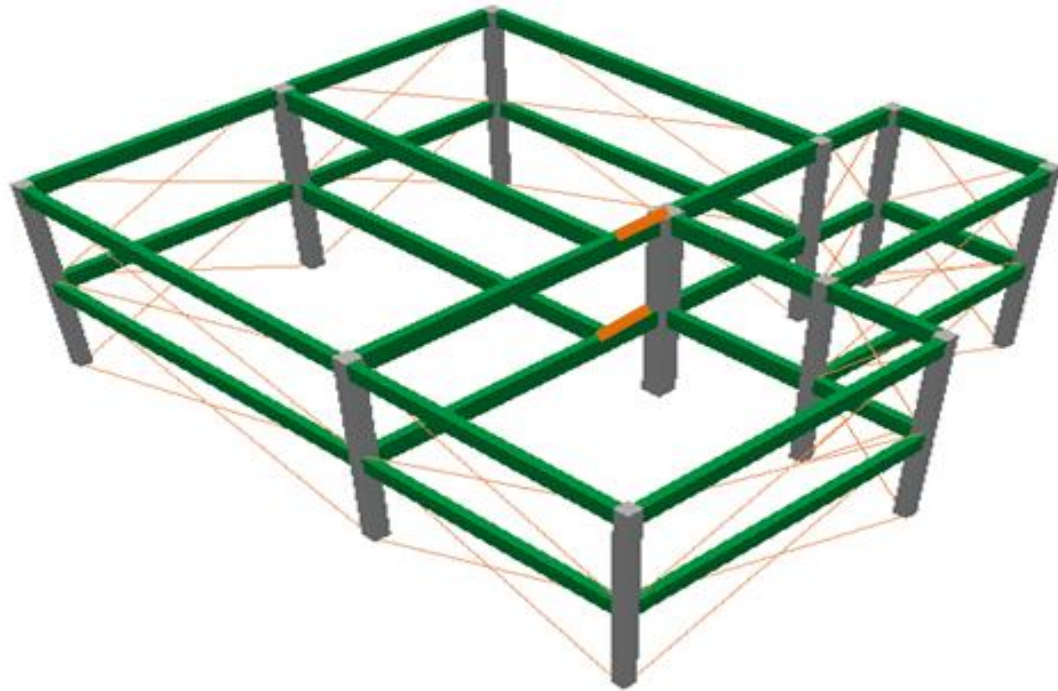
$$\alpha_g = 0.045g$$

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	14 47%	1 3%	10 45%	1 5%	24 46%	2 4%
2-6.4 m	14 47%	0 0%	8 36%	3 14%	23 44%	3 6%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>28 93%</b>	<b>1 3%</b>	<b>18 82%</b>	<b>4 18%</b>	<b>46 90%</b>	<b>5 10%</b>





Έλεγχος  
Ψαθυρότητας



# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Είναι εμφανές ότι ακόμα και για μια τόσο μικρή σεισμική δράση τα αποτελέσματα του λογισμικού δείχνουν ότι αστοχούν τα ίδια λιγότερα στοιχεία για αυτή αλλά και για μικρότερες επιταχύνσεις.
- ✓ Το κτίριο είναι ανεπαρκές ακόμα και στα μόνιμα και κινητά φορτία.
- ✓ Οι δοκοί Δ8 έχουν μεγάλο άνοιγμα και πολύ φορτίο.
- ✓ Τα διπλανά υποστυλώματα δέχονται μεγάλες ροπές από τις δοκούς και από τους προβόλους.
- ✓ Και τα δύο μοντέλα τοιχοπληρωμένα και μη έχουν τις ίδιες αστοχίες.
- ✓ Αναμενόμενες πλαστικές αρθρώσεις ένεκα μικρού μήκους.
- ✓ Ο τοιχοπληρωμένος φορέας μπορεί να δεχτεί περισσότερη σεισμική δράση (2,25 φορές) χωρίς να επηρεάζεται το κτίριο από την ένταση του σεισμού.

# ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΜΗ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ Γ

- ❖ Αναγκαίος προέλεγχος  
( $\gamma_{sd}$ προσαυξημένο=0.15)
- ❖ Επιτρέπονται μεγάλες μετακινήσεις, δηλαδή  
μεγάλη πλαστιμότητα
- ❖ Δεν προσομοιώνονται οι τοιχοπληρώσεις  
(έχουν ήδη καταρρεύσει για μεγάλες  
μετακινήσεις)
- ❖ Εξίσου εφαρμόσιμες οι μέθοδοι q και m
- ❖ Συντελεστής Συμπεριφοράς:  $q=2.38$

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΘΟΔΩΝ

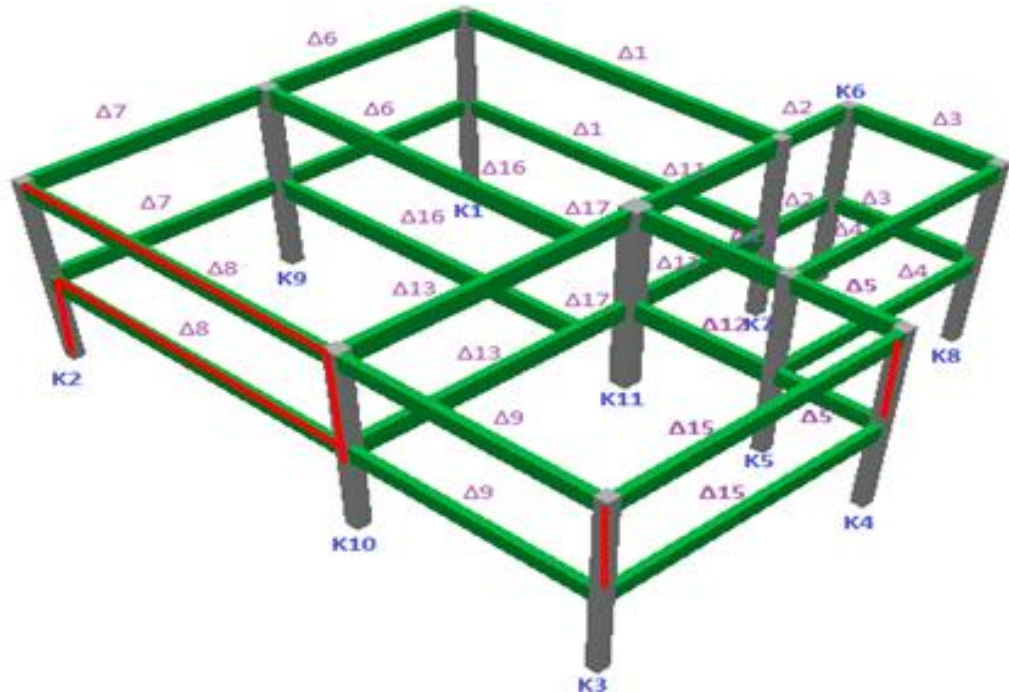
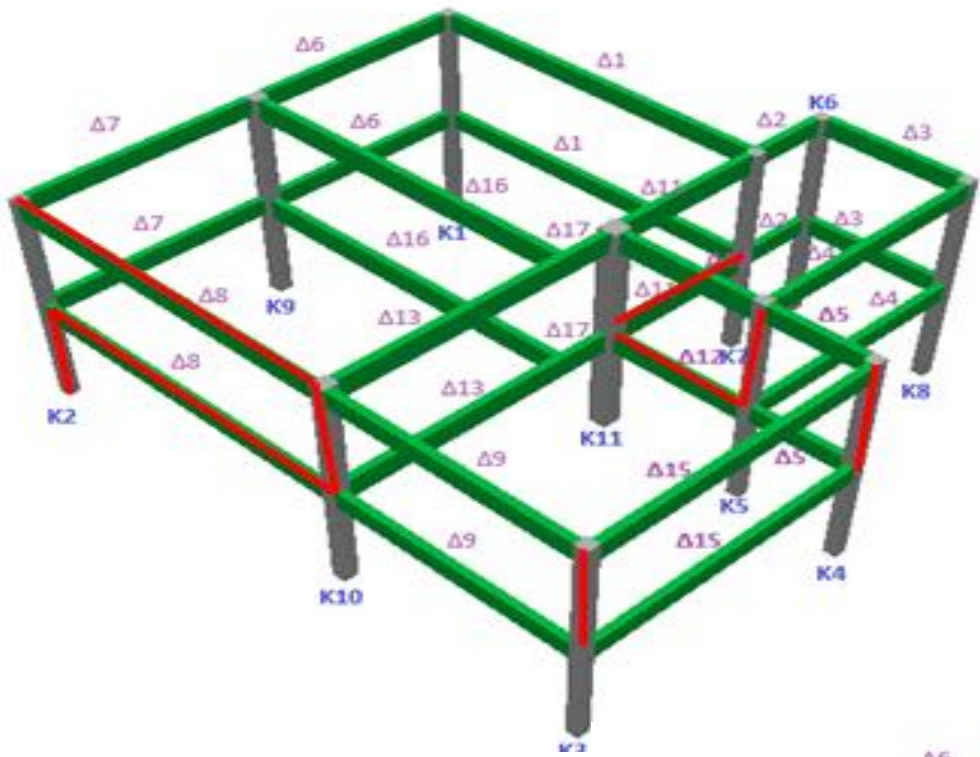
## ➤ Έλεγχος καμπτικής επάρκειας

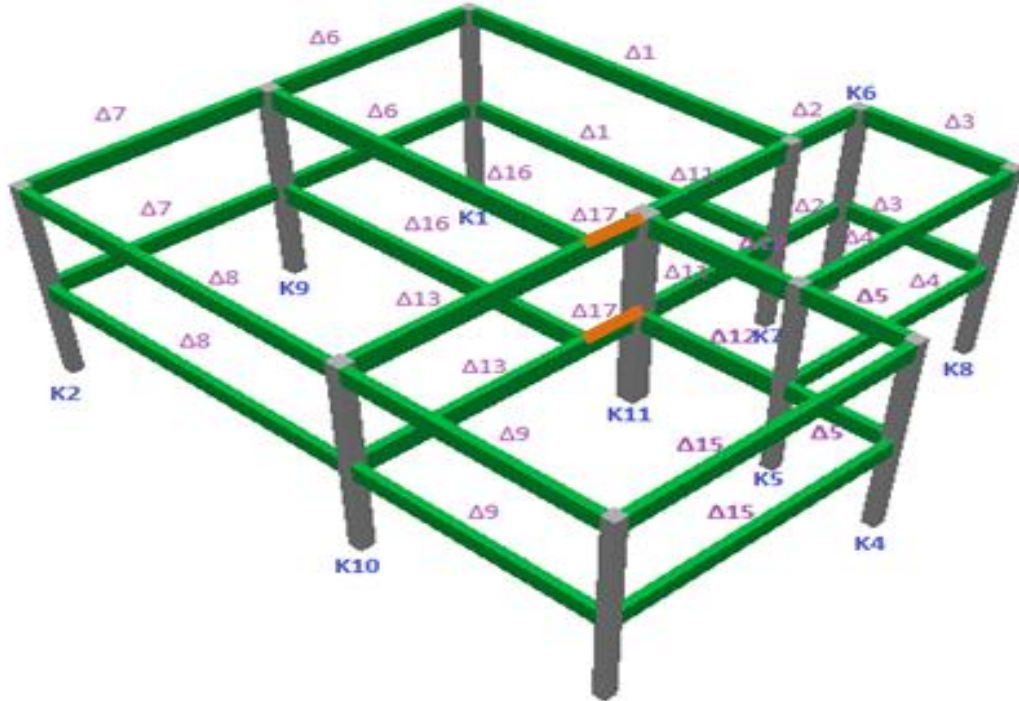
Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	12 40%	3 10%	10 45%	1 5%	22 42%	4 8%
2-6.4 m	14 47%	1 3%	7 32%	4 18%	21 40%	5 10%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>26 87%</b>	<b>4 13%</b>	<b>17 77%</b>	<b>5 23%</b>	<b>43 83%</b>	<b>9 17%</b>

Μέθοδος q  
 $\alpha_g = 0.095g$

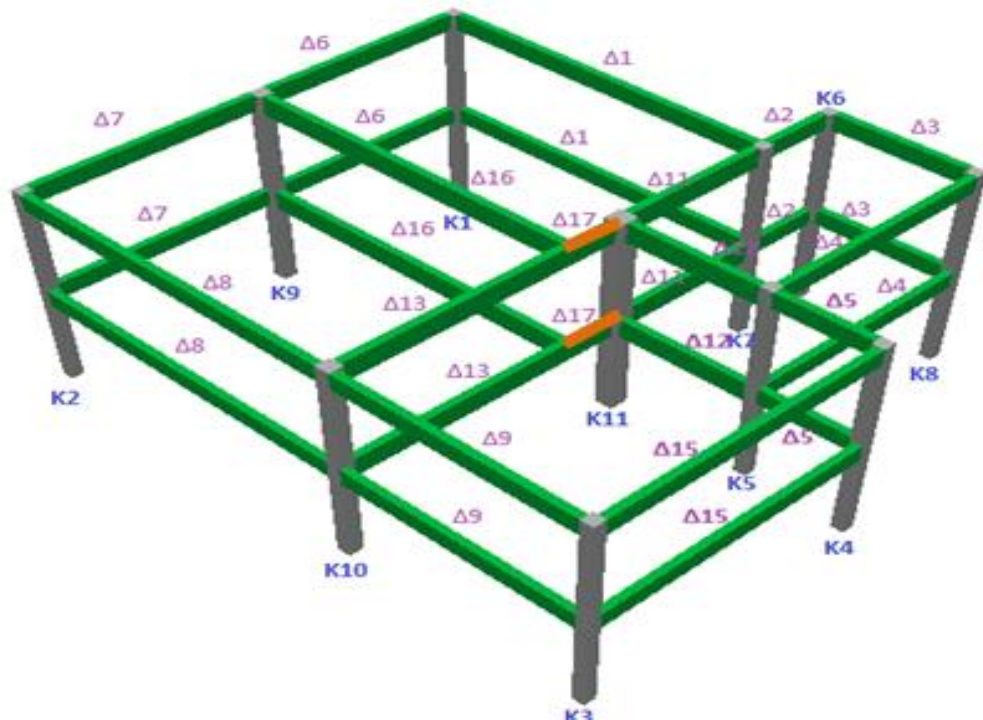
Μέθοδος m  
 $\alpha_g = 0.01g$

Στάθμη Ύψος	Δοκοί		Υποστυλώματα		Σύνολο	
	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$	$\lambda \leq 1$	$\lambda > 1$
1-3.2 m	14 47%	1 3%	10 45%	1 5%	24 46%	2 4%
2-6.4 m	14 47%	1 3%	8 36%	3 14%	22 42%	4 8%
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>28 93%</b>	<b>2 7%</b>	<b>18 82%</b>	<b>4 18%</b>	<b>46 88%</b>	<b>6 12%</b>





Έλεγχος  
Ψαθυρότητας





## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Πάλι παρατηρούνται τα ίδια ελάχιστα μέλη να αστοχούν για μια σεισμική δύναμη μέχρι και μηδενισμού αυτής. Ανεπάρκεια από τα φορτία της κατασκευής.
- ✓ Στη μέθοδο  $m$  αστοχούν λιγότερα στοιχεία από τη  $q$  ενώ τα ψαθυρά μέλη είναι τα ίδια.
- ✓ Για Στ. Επιτ.  $\Gamma$  η σεισμική επιτάχυνση είναι μεγαλύτερη από την  $A$  αφού επιτρέπονται περισσότερες βλάβες άρα ανακατανομή των ενεργειών (4.75 φορές για γυμνό πλαίσιο, 2.11 φορές για τοιχοπληρωμένο).
- ✓ Η σεισμική επιτάχυνση με τη μέθοδο  $m$  προέκυψε αρκετά μικρότερη από αυτή της  $q$  κάτι που δεν περιμέναμε. Ίσως φταίει το ότι ελέγχεται το κτίριο με ενεργές δυσκαμψίες και έτσι για μικρές επιταχύνσεις προκύπτουν περισσότερες αστοχίες ή κάποιο λάθος του λογισμικού προγράμματος.

# ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΜΕΘΟΔΩΝ

- ❑ Στις ελαστικές δυναμικές μεθόδους q και m ήταν φανερό η προσφορά των τοιχοπληρώσεων. Αντίθετα στην ανελαστική μέθοδο ένεκα της γρήγορης ψαθυρής αστοχίας τους, δεν συνέβαλαν πολύ στην ανάληψη οριζόντιων σεισμικών φορτίων
- ❑ Από την προσεγγιστική μέθοδο, προέκυψαν τα πιο δυσμενή αποτελέσματα. Σειρά είχε η μέθοδος q η οποία εξετάζει τον φορέα σαν σύνολο και μετά η μέθοδος m η οποία βαίνει πιο κοντά στην πραγματικότητα λόγω των τοπικών ελέγχων στα μέλη ( $\lambda_q > \lambda_m$ )
- ❑ Η σύγκριση των λόγων αντοχής από την ανελαστική μέθοδο δεν δύναται να γίνει λόγω της αδυναμίας του λογισμικού προγράμματος να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα.
- ❑ Από όλες όμως τις μεθόδους προέκυψε ότι το κτίριο χρειάζεται ενίσχυση. Η επιλογή όμως της κατάλληλης τεχνικής ενίσχυσης είναι μια πολυπαραμετρική διαδικασία που ξεφεύγει από τα πλαίσια αυτής της εργασίας.



**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ**  
**ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!**

Αργυροπούλου  
Ειρήνη - Μαρία