

**24^ο ΦΟΙΤΗΤΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΕΠΙΣΚΕΥΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΧΥΣΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ 2018**

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΧΥΣΕΩΝ

Με την παρουσίαση και με τη βοήθεια φωτογραφιών, ομιλητές παρουσιάζουν επίδειξη, κλιμακωτά κατασκευασμένα ή υπάρχοντα κτίρια.



Συνεδριακό Μέγαρο Πανεπιστημίου Πατρών

Παράρτη 21 και Πάρτη 22 Φεβρουαρίου

**Σεισμική ικανότητα
κτηρίων**

**κατασκευασμένων
με μεγάλα ελαφρώς
οπλισμένα τοιχώματα**

προ του 1984

**Μανόλης Βουγιούκας
(Λέκτορας ΕΜΠ)**

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ «ΜΕΟΤ»

○ Τα μεγάλα τοιχώματα:

- Αποκλείουν κατάρρευση λόγω μαλακού ορόφου,
- Μειώνουν τις βλάβες στα μη φέροντα στοιχεία,
- Έχουν δείξει εξαιρετική συμπεριφορά σε ισχυρούς σεισμούς

Γιατί «.ΕΟ.» ;

Αν ένα τοίχωμα είναι μεγάλο, ο ελάχιστος οπλισμός πλάστιμων τοιχωμάτων οδηγεί σε:

- Υψηλό κόστος,
- Καμπτική υπεραντοχή που δύσκολα «μεταφέρεται» στο έδαφος.

Γιατί διαμόρφωση «.ΕΟ.» σε υφιστάμενα;

- Υλοποιήσιμη μέθοδος ευκολότερα (τεχνικά και οικονομικά), έναντι διαμόρφωσης πλάστιμων, με παραμφερές επίπεδο ασφάλειας
- Αποτελέσματα σαφώς πλεονεκτικότερα έναντι απλών γεμισμάτων, με παρεμφερές κόστος

ΠΕΡΙ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ «ΜΕΟΤ» (συνέχεια)

ΓΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Φ.Ο ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΔΟΜΗΜΑΤΑ

Σε περιπτώσεις διάταξης ισχυρών νέων φορέων (επαρκών ως προς το πλήθος και την αντίσταση) ή και αναβάθμισης / τροποποίησης υφιστάμενων στοιχείων (νέος «σκελετός»), μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αντίστοιχες τιμές q (δηλ. $q' = q$) των σύγχρονων Κανονισμών

Για νέα δομήματα, με πλάστιμα τοιχώματα το q κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 3.0 και 3.6 (ασύζευκτα και συζευγμένα τοιχώματα), ενώ είναι 3.0 για «ΜΕΟΤ».

Άρα η επιλογή διαμόρφωσης τοιχωμάτων ως ΜΕΟΤ δεν επιβαρύνει ως προς τα σεισμικά φορτία το δόμημα, έναντι της διαμόρφωσής τους ως πλαστίμων

Διαστασιολόγηση & κατασκευαστική διαμόρφωση ΜΕΟΤ

- Κατακόρυφοι οπλισμοί προσαρμόζονται ακριβώς στην ένταση M & N (από την ανάλυση)

- Αποφεύγεται οπλισμός πέραν αυτού που προκύπτει από τις απαιτήσεις της ανάλυσης (π.χ. ο ελάχιστος), για να ελαχιστοποιηθεί η υπερβάλλουσα καμπτική αντοχή.

- Διαστασιολόγηση σε διάτμηση με V από {ανάλυση} * (1+q)/2

- Αν η τέμνουσα σχεδιασμού < διατμητικής αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης **δεν τοποθετείται** (ο ελάχιστος) οπλισμός διάτμησης.

Επομένως, υφιστάμενα μεγάλα τοιχώματα με ελάχιστο οπλισμό σε υφιστάμενα κτήρια συμβάλλουν ιδιαίτερα στην αντισεισμική ικανότητα των τελευταίων, ακόμη και αν δεν είναι τοποθετημένα «ορθολογικά».

Αντίστοιχα, μπορούν να προστεθούν σε υφιστάμενα κτήρια, δίνοντας από τις βέλτιστες σχέσεις «κόστους προς απόδοση».



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΗ 26 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1959

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΑΚΟΥ
36

ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ

Περί αντισεισμικού Κανονισμού οικοδομικών έργων.

ΠΑΥΛΟΣ
ΒΑΣΙΛΕΥΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

Αιθρής
Αιτωλικών
Άλεξάνδρουπολις
Άλκυρας
Αμαλιάς
Άμοργός
Αυσήρα

Άρδρον 8.

I
II
I
I
II
I
II

1. Σηνήθη οικοδομικά έργα με ανοίγματα οριζοντίων φορέων μή υπερβαίνοντα τὰ 6,50 μέτρα και ύψη όρόφων μή υπερβαίνοντα τὰ 5,50 μέτρα εκτελούμενα εις τὰς περιοχάς σεισμικότητας I και II και δια $\leq 0,08$ επιτρέπεται να απαλλάσσονται του ειδικού αντισεισμικού ελέγχου, εφ' όσον προέλεπεται κατά την σύνταξιν τής μελέτης ή λήψις τών ακόλουθων μέτρων ειδικής ενισχύσεως τούτων:

6) Η όλική διατομή τοιχωμάτων εκάστου όρόφου δι' εκάστην τών άνω διευθύνσεων θά ίσουται τουλάχιστον προς τὸ 1)500 του άθροίσματος τών επιφανειών κατόψεως τών υπερκειμένων όρόφων, (λογιζομένης και τής επιφανείας τής στέγης) δια $0,04 < \epsilon \leq 0,08$ και 1)800 του αύτου άθροίσματος δι' $\epsilon = 0,04$. Πάντως τὸ όλικόν μήκος τών τοιχωμάτων εκάστης διευθύνσεως εις μέτρα δέν δύναται να είναι μικρότερον του πενταπλασίου του άριθμοῦ του εκφράζοντος τὰς ως άνω υπολογιζόμενας επιφανείας εις τετραγ. μέτρα.

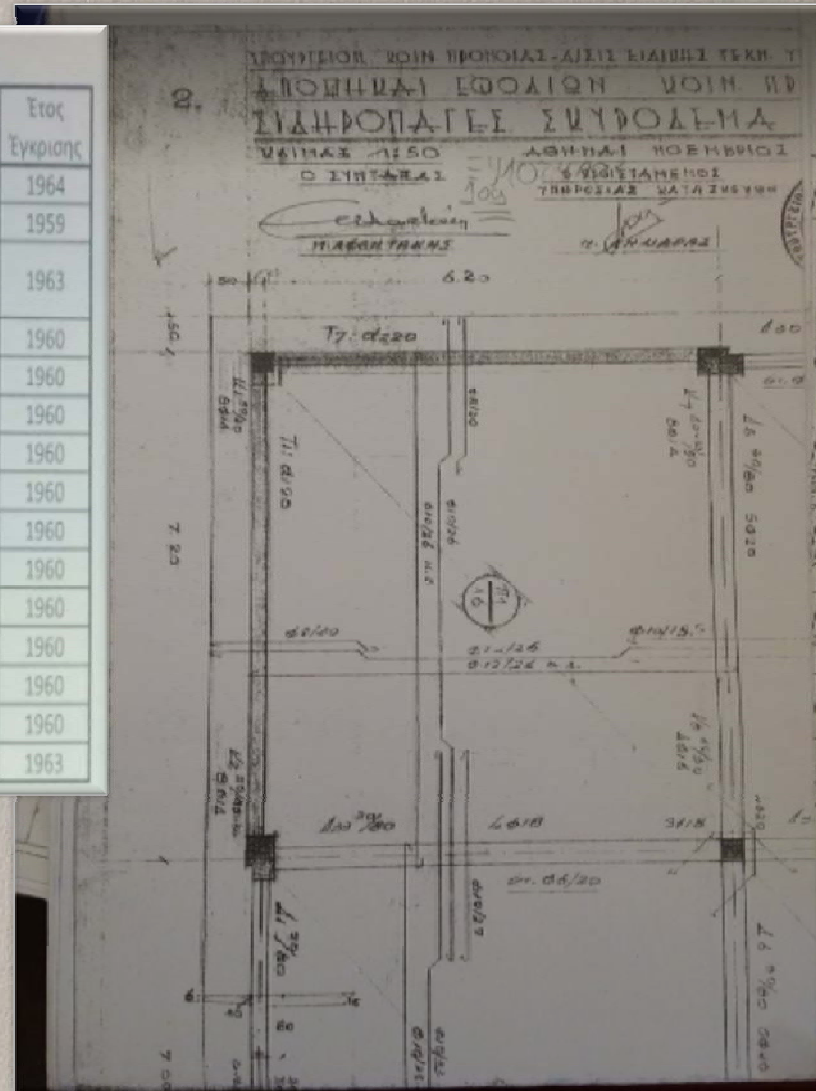
• ΚΤΗΡΙΟ ΜΕ ΕΛΑΦΡΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

- Τοποθεσία: Άγιος Ιωάννης Ρέντης
- Χρονολογία κατασκευής: 1960-61
- Ισόγειο και πρώτος
35,4x30,4 m², δώμα 7x6 m²
- Χρήση:
Αποθήκη Γραφικής Ύλης



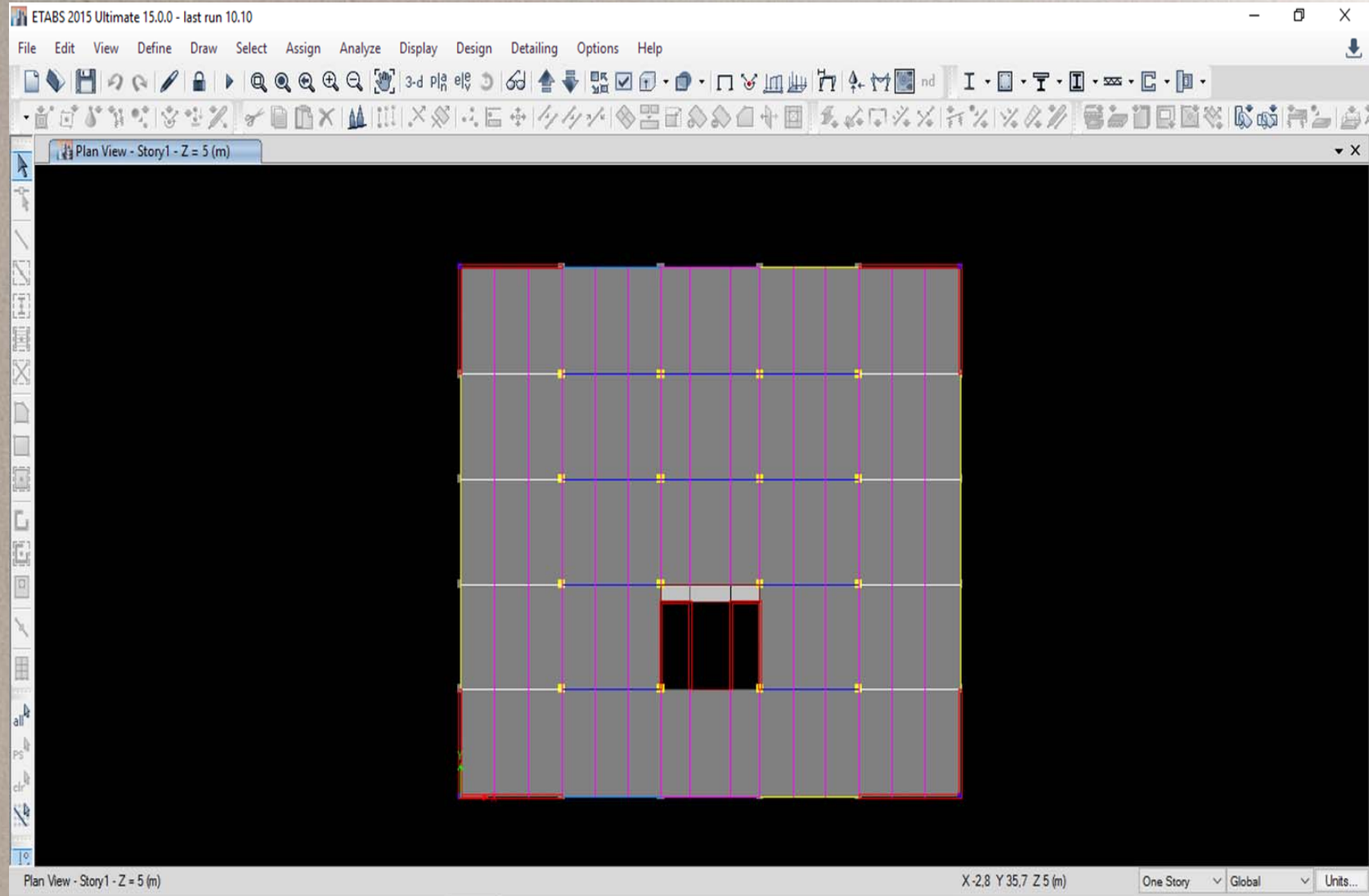
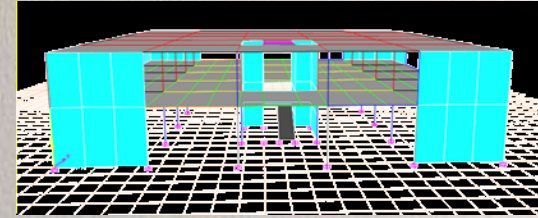
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

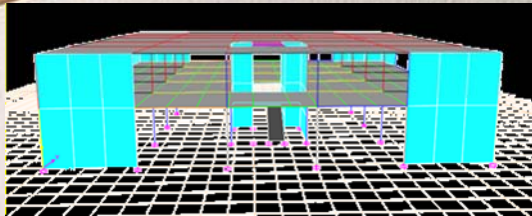
α/α	Κτίριο	Μελέτη	Τίτλος Σχεδίου	Έτος Εκπόνησης	Έγκριση	Έτος Έγκρισης
1	2,3	Επισκευή	Κάτοψη Ισογείου	1964	Σ.Δ.Ε.	1964
2	4	Κατασκευή	Κάτοψη Α' Ορόφου-Τομή Κτιρίου	1959	Σ.Δ.Ε.	1959
3	4	Κατασκευή	Διαμόρφωση Περιμετρικού Δικτύου Ομβρίων	1963	Σ.Δ.Ε.	1963
4	4	Κατασκευή	Κάτοψη Δώματος	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
5	4	Κατασκευή	Κάτοψη Δώματος-Λεπτομέρειες	1959		1960
6	4	Κατασκευή	Κάτοψη Ισογείου-Πρόσοψη	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
7	4	Κατασκευή	Ισχυρά Α' Ορόφου	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
8	4	Κατασκευή	Ευλότυπος - Τομή Απόληξης Δώματος	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
9	4	Κατασκευή	Ευλότυπος Ισογείου	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
10	4	Κατασκευή	Ευλότυπος Α' Ορόφου	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
11	4	Κατασκευή	Ευλότυπος Θεμελίωσης	1959	Σ.Δ.Ε.	1960
12	4	Κατασκευή	Σχέδιο Πινάκων	1960	Σ.Δ.Ε.	1960
13	4	Κατασκευή	Ισχυρά Ρεύματα Ισογείου	1960	Σ.Δ.Ε.	1960
14	4	Κατασκευή	Υδρευση Απόληξης Δώματος	1960	Σ.Δ.Ε.	1960
15		Κατασκευή	Τοπογραφικό Διάγραμμα	1963	Σ.Δ.Ε.	1963



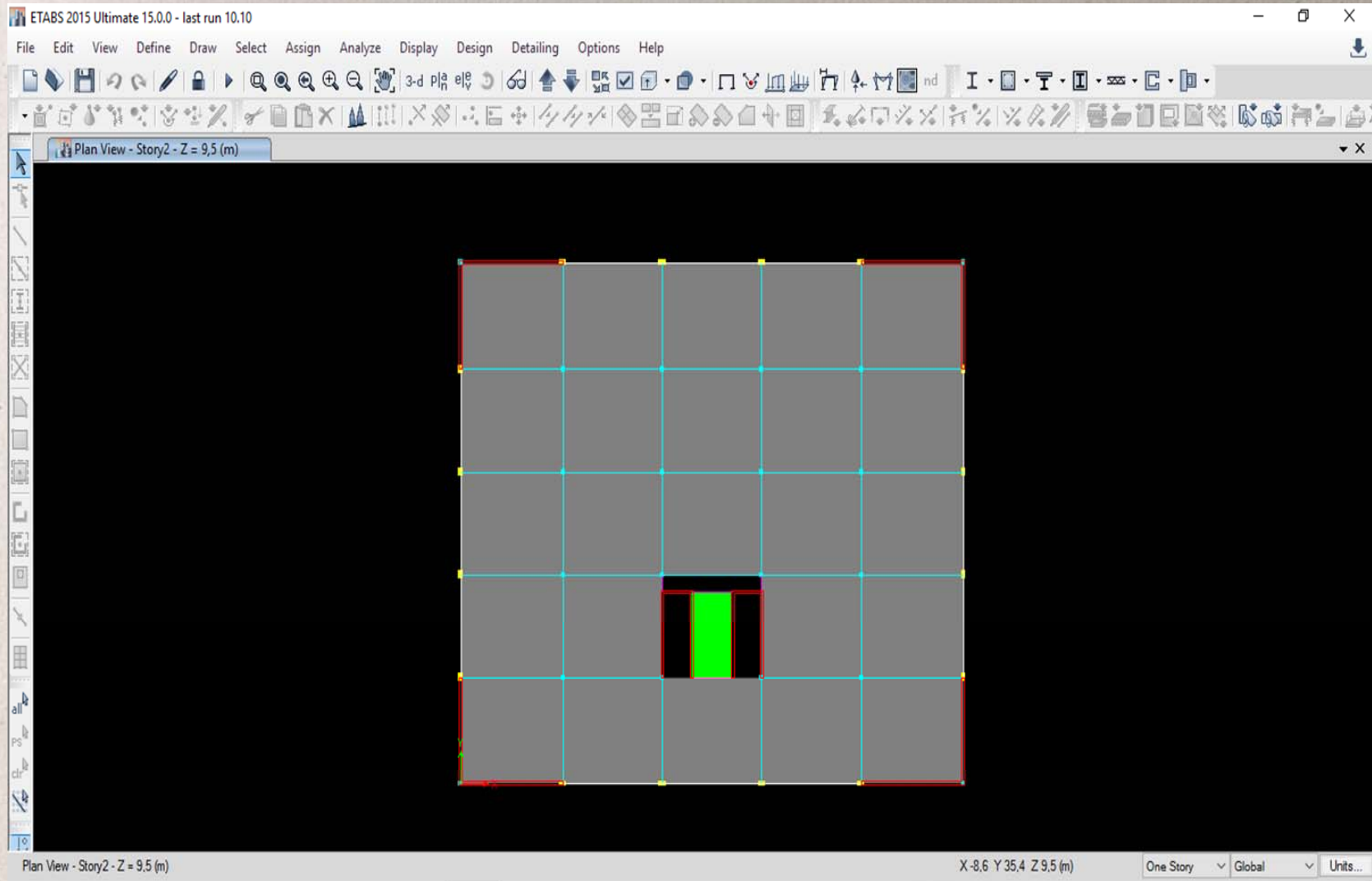
Ευλότυπος 1^{ου} ορόφου

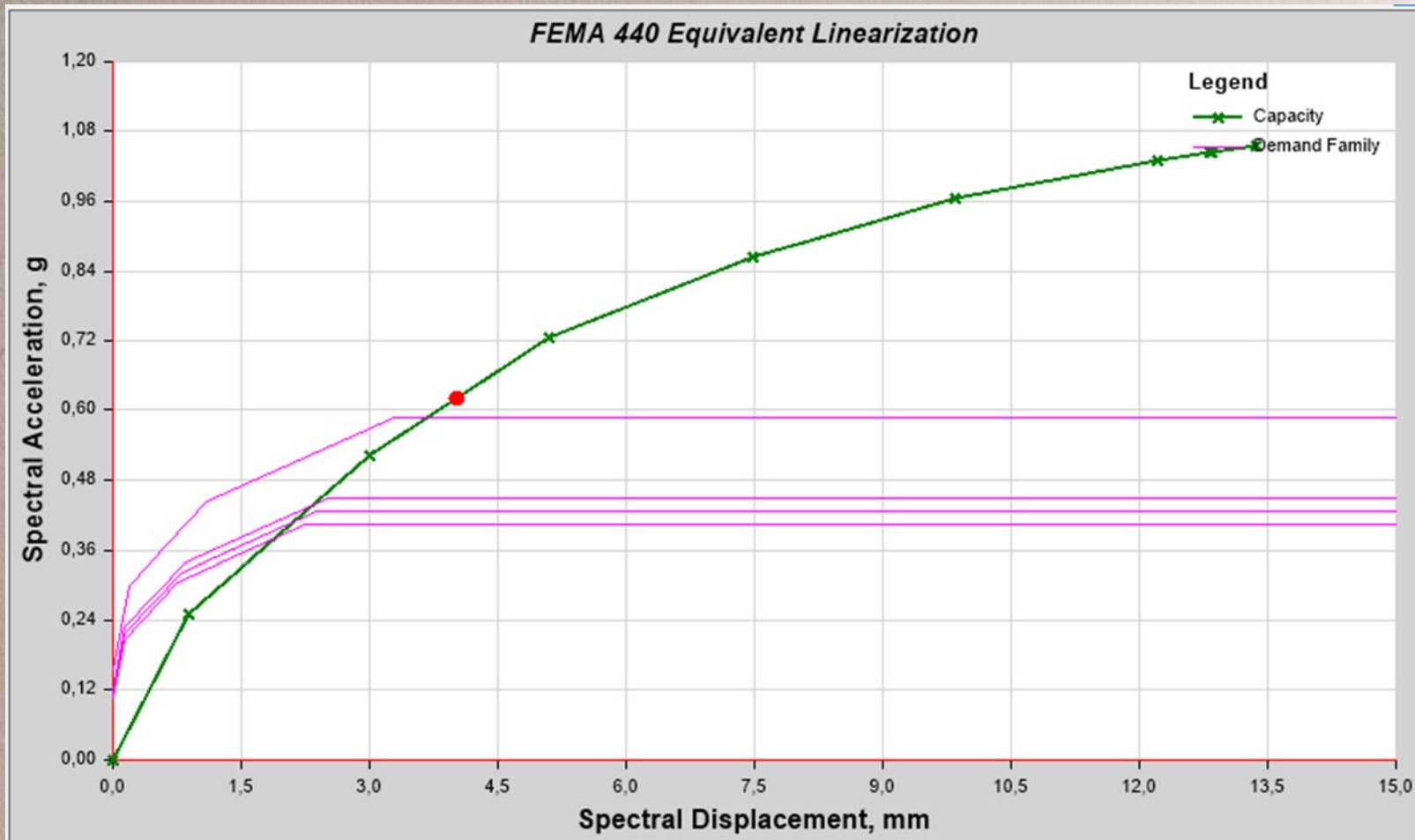
Κάτοψη ισογείου





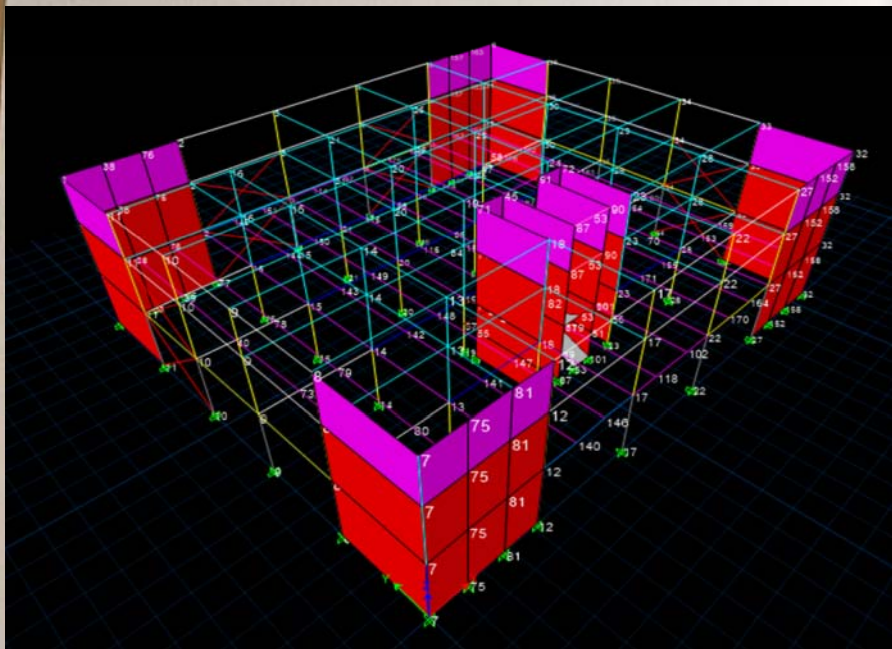
Κάτοψη 1ου ορόφου



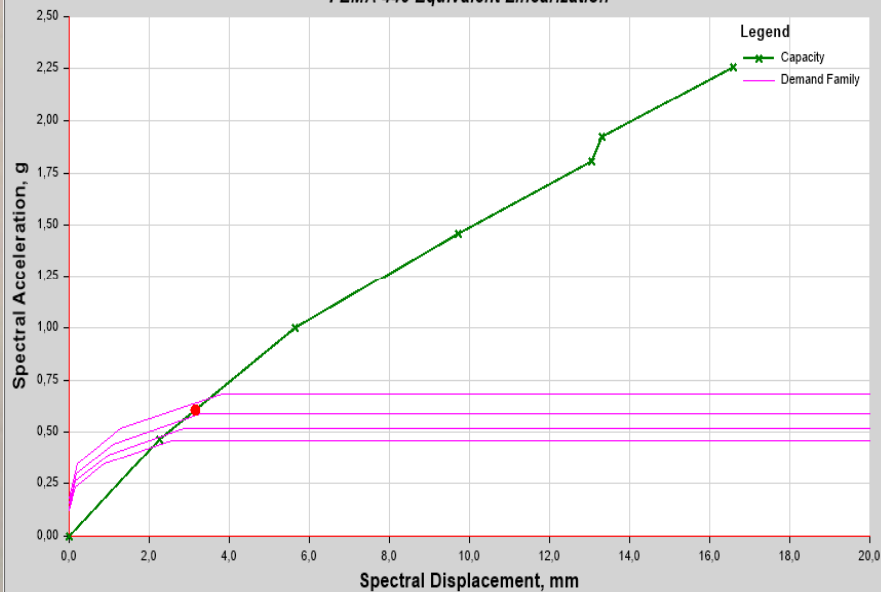


Καμπύλη απόκρισης κατά Y (σεισμός σχεδιασμού)

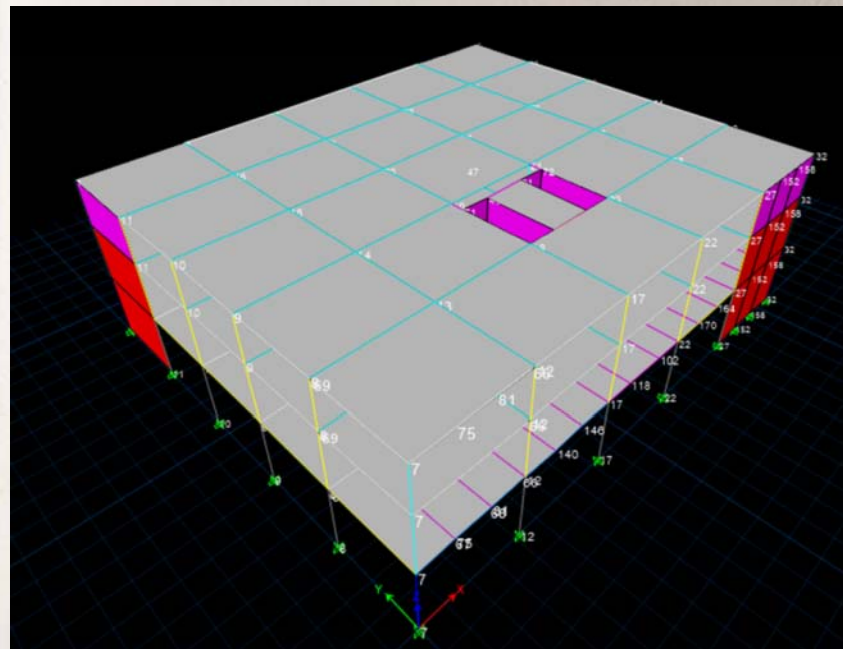
ΚΤΗΡΙΟ ΩΣ ΕΧΕΙ ΜΕ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΟΡΟΦΟΥ



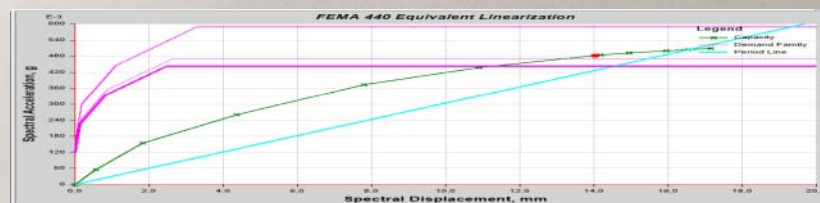
FEMA 440 Equivalent Linearization

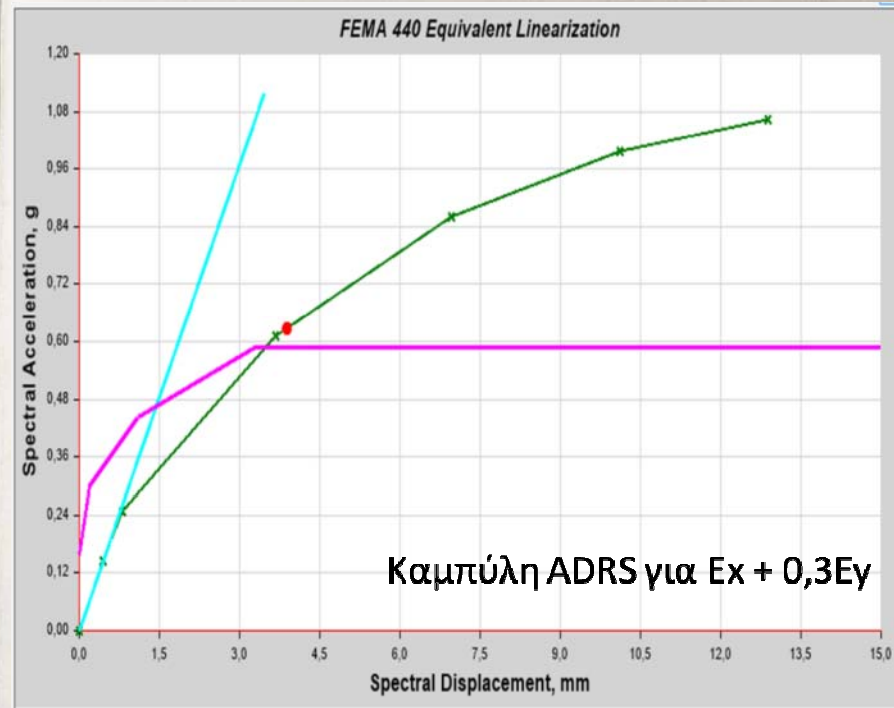
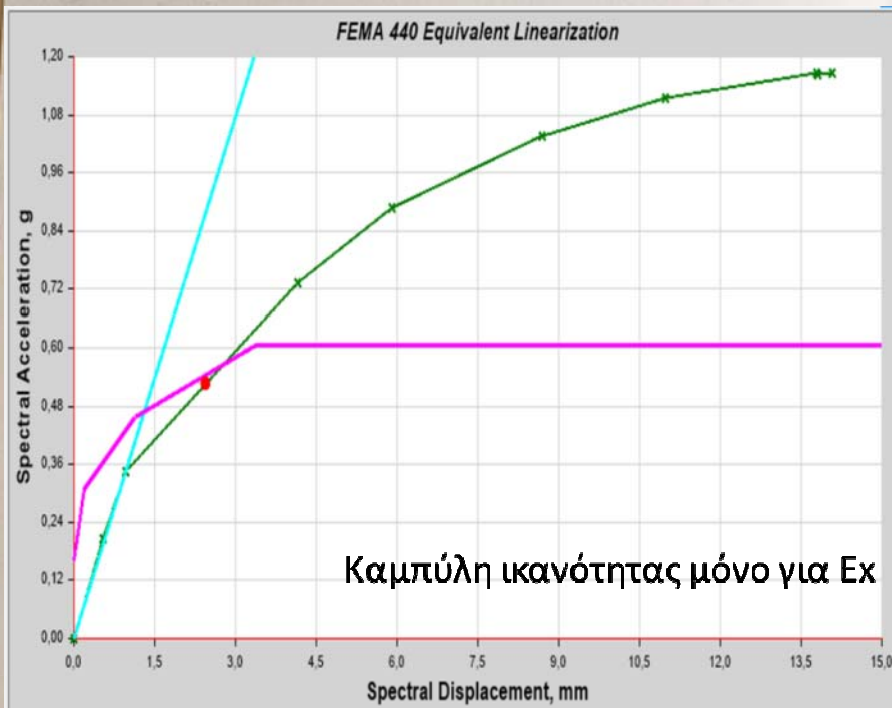


ΤΟ ΙΔΙΟ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΓΩΝΙΑΚΟΥ ΤΟΙΧΙΟΥ



Ακόμη και με ασύμμετρη διάταξη των ελαφρά οπλισμένων τοιχωμάτων, το κτήριο εκπληρώνει τις σημερινές απαιτήσεις αντισεισμικότητας.





Η διαφορά στην απόκριση οφείλεται στην επιλογή που ορίστηκε στις πλαστικές αρθρώσεις των υποστυλωμάτων *Interacting P – M2 – M3*. Ο υπολογισμός του διαγράμματος αλληλεπίδρασης των ροπών γίνεται κατευθείαν από το πρόγραμμα, σύμφωνα με το Αμερικάνικο Ινστιτούτο Σκυροδέματος ($\phi=1$).

$$\frac{\sqrt{(M_{ux})^2 + (M_{uy})^2}}{\sqrt{(\phi M_{ux,max})^2 + (\phi M_{uy,max})^2}}$$

Αντίθετα δεν αναφέρεται πουθενά τι συμβαίνει με την γωνία στροφής - χορδής όταν υπάρχουν ροπές και στις δυο διευθύνσεις. Σε κάποιες πηγές αναφέρεται ο παρακάτω τύπος, χωρίς να ξέρουμε αν χρησιμοποιείται αυτός από το πρόγραμμα.

$$\left(\frac{\theta_x}{\theta_{y,x}}\right)^{1.2} + \left(\frac{\theta_y}{\theta_{y,y}}\right)^{1.2} \leq 1$$

Όπως προέκυψε από την ανάλυση του κτηρίου, το οποίο κατασκευάσθηκε το 1959, η αντοχή του κρίνεται σημαντικά υψηλή.

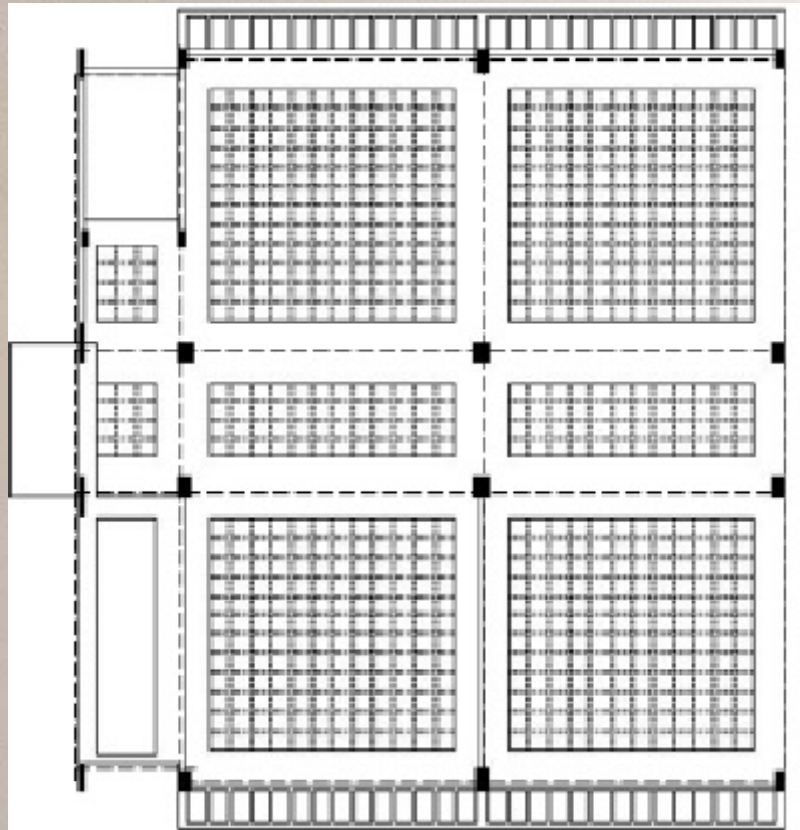
Ενισχύεται η θεώρηση ότι τα μεγάλα τοιχώματα, έστω και ελαφρώς οπλισμένα, αποτελούν λύση στις σεισμογενείς περιοχές, αφού μειώνουν δραστικά τις μετακινήσεις και τις ιδιοπεριόδους των κτηρίων.

Ασφαλής κρίνεται και η έκκεντρη τοποθέτηση τοιχίων. Δηλαδή είναι προτιμότερο να τοποθετούνται εξ αρχής (ή και εν είδει ενίσχυσης) έστω και έκκεντρα τοιχία, καθόλου.

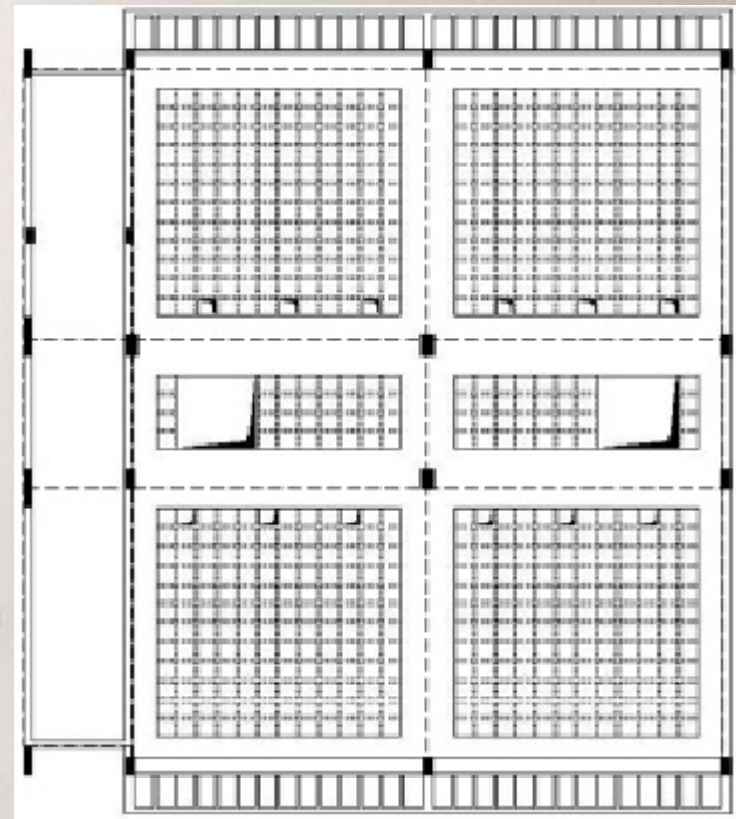
ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΜΕΝΟ ΤΟ 1970



Διώροφη, αμιγώς πλαισιακή κατασκευή (χωρίς τοιχώματα)

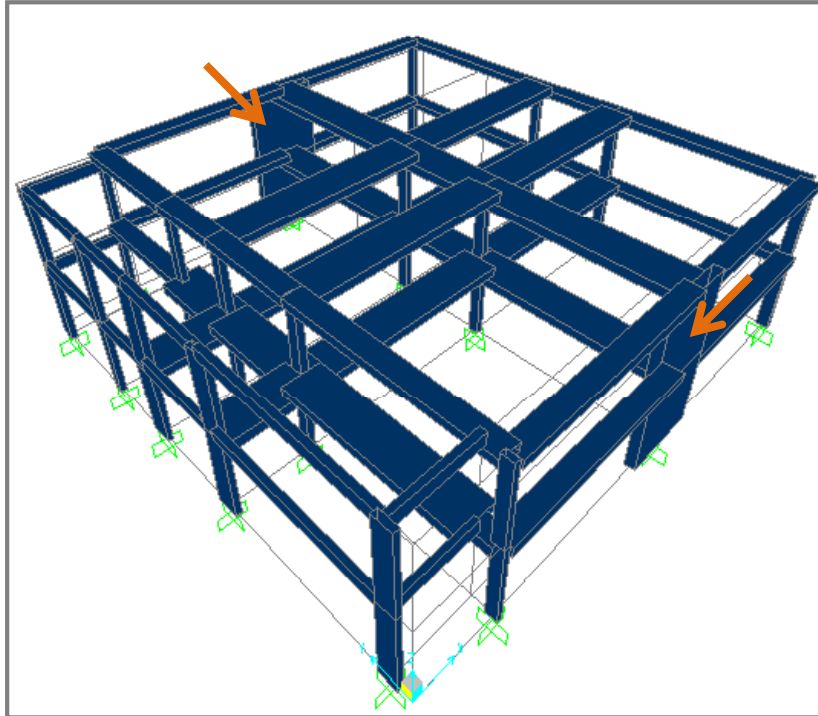


ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

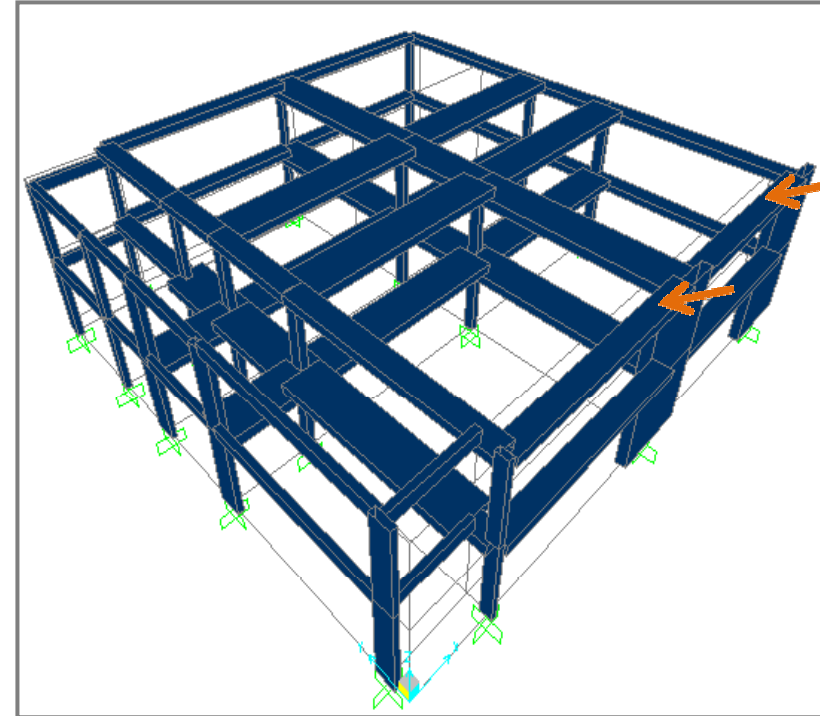


ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ

ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ



(α)



(β)

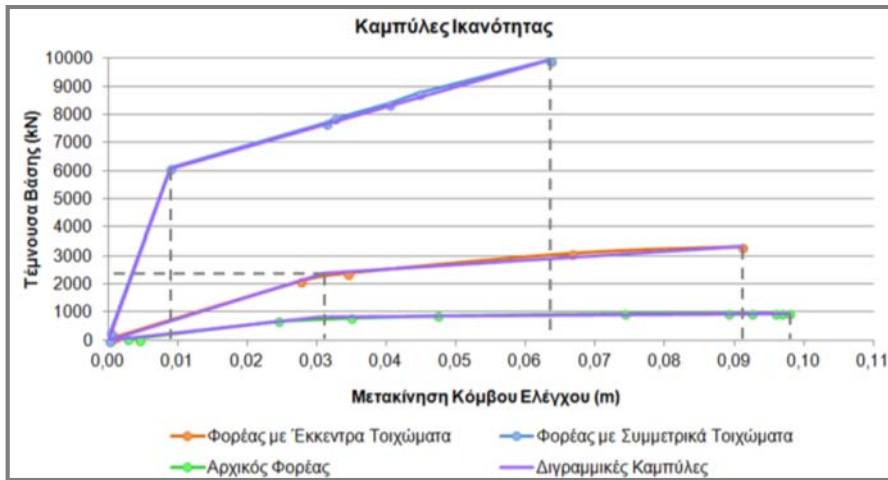
Προσθήκη τοιχωμάτων τοποθετημένων

(α) συμμετρικά στις δύο πλευρές του κτιρίου, (β) έκκεντρα στη μία πλευρά του

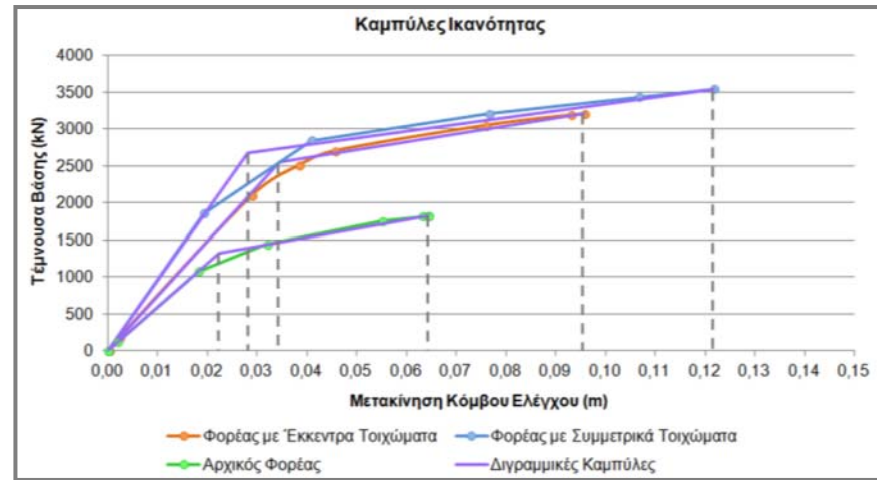
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Καμπύλες Ικανότητας

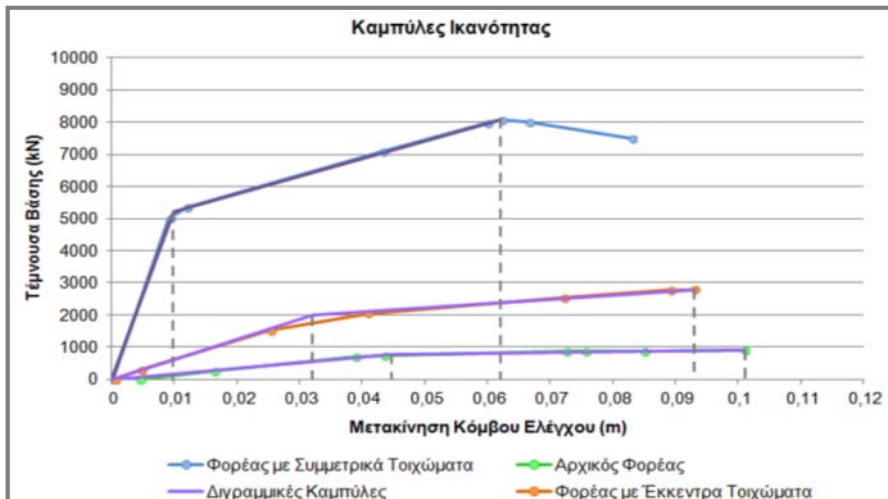
Ομοιόμορφη κατανομή φορτίων κατά Χ



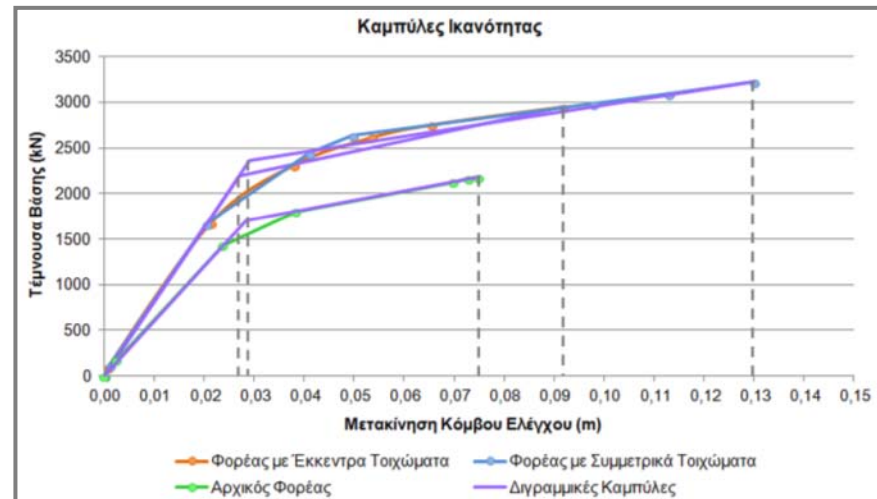
Ομοιόμορφη κατανομή φορτίων κατά Υ



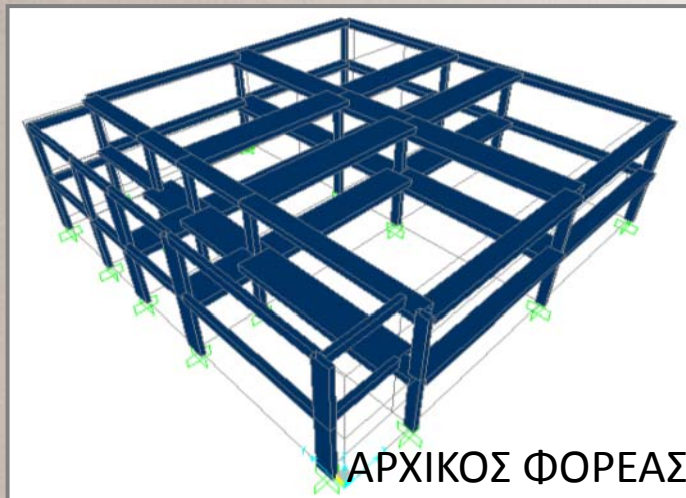
Τριγωνική κατανομή φορτίων κατά Χ



Τριγωνική κατανομή φορτίων κατά Υ

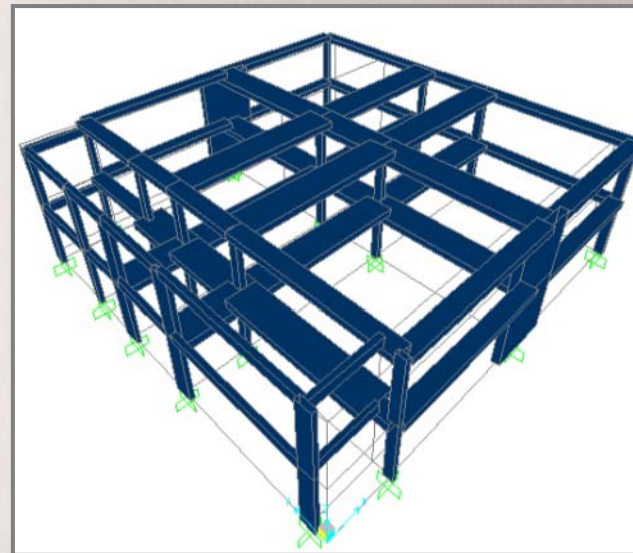


Καμπύλες ικανότητας

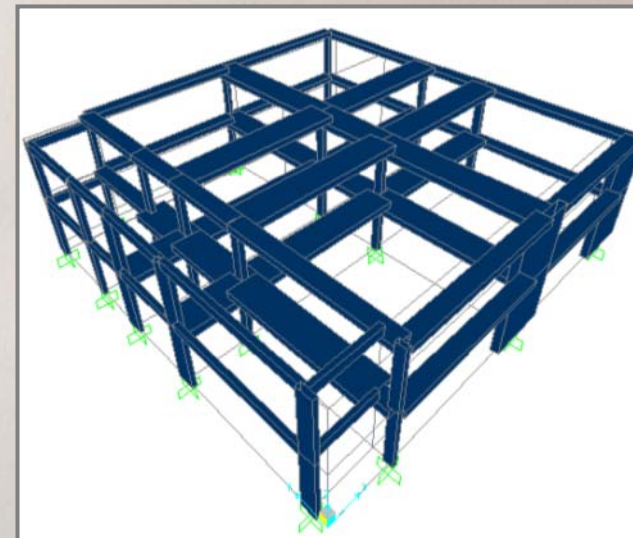


ΑΡΧΙΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ

Πλήθος διατομών που ξεπερνούν το όριο της γωνίας στροφής χορδής	Ομοιόμορφη Κατανομή		Τριγωνική Κατανομή	
	Δνση Χ	Δνση Υ	Δνση Χ	Δνση Υ
	Πλήθος όλων των δομικών στοιχείων			
Αρχικός Φορέας	8	16	-	14
Με Συμμετρικά Τοιχώματα	6	4	6	7
Με Έκκεντρα Τοιχώματα	6	5	7	9
Πλήθος των υποστυλωμάτων				
Αρχικός Φορέας	4	13	-	11
Με Συμμετρικά Τοιχώματα	0	0	0	0
Με Έκκεντρα Τοιχώματα	0	1	0	1



ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΜΜ. ΤΟΙΧ. ΚΑΤΑ Χ



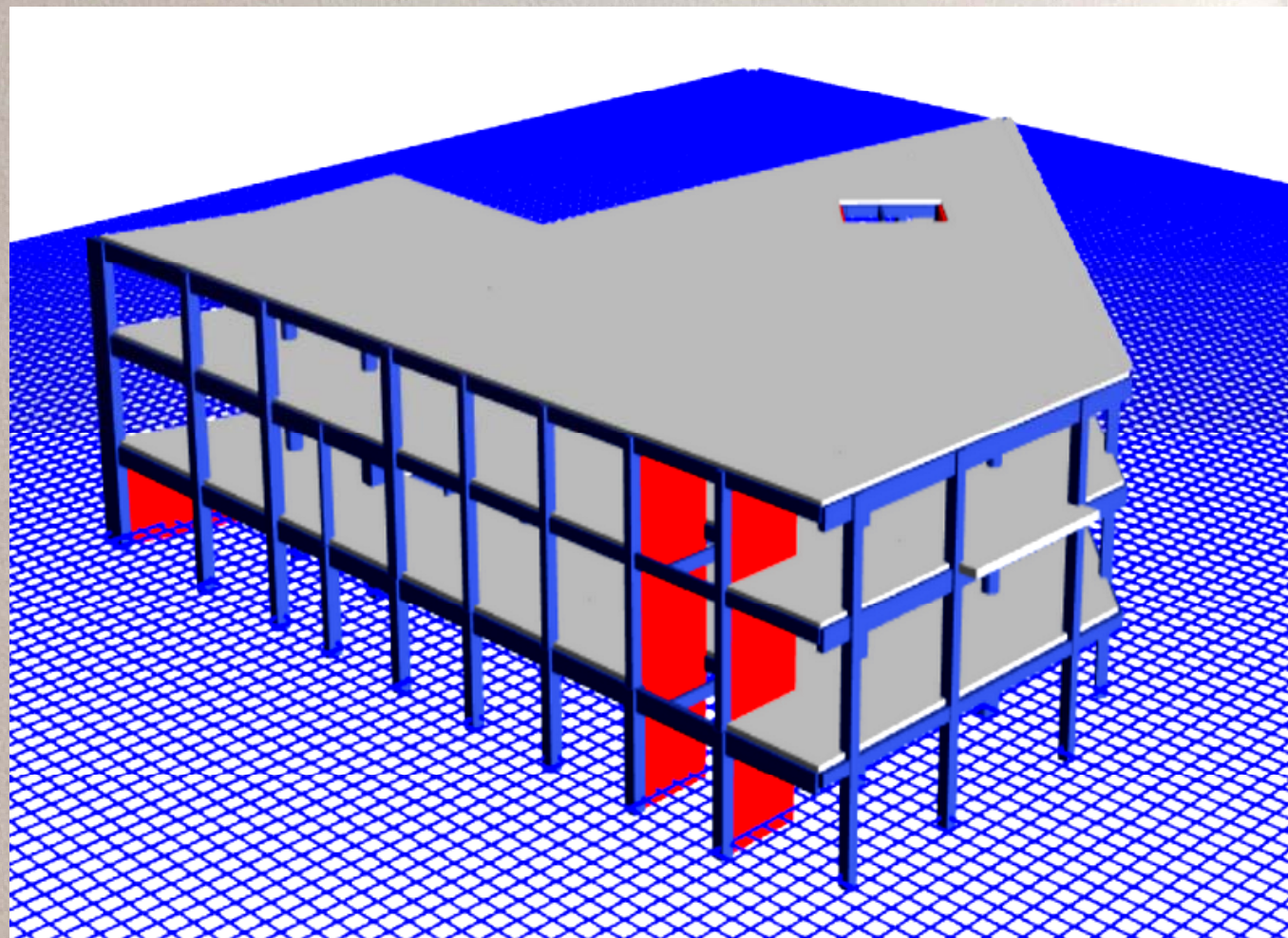
ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΗ ΣΥΜΜ. ΤΟΙΧ. ΚΑΤΑ Χ

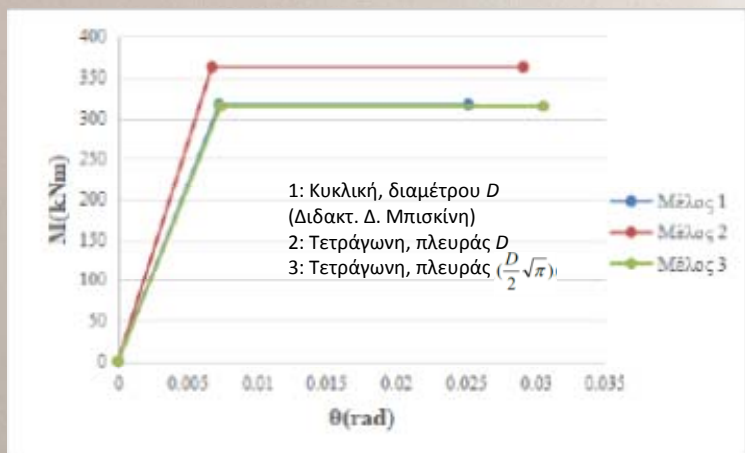
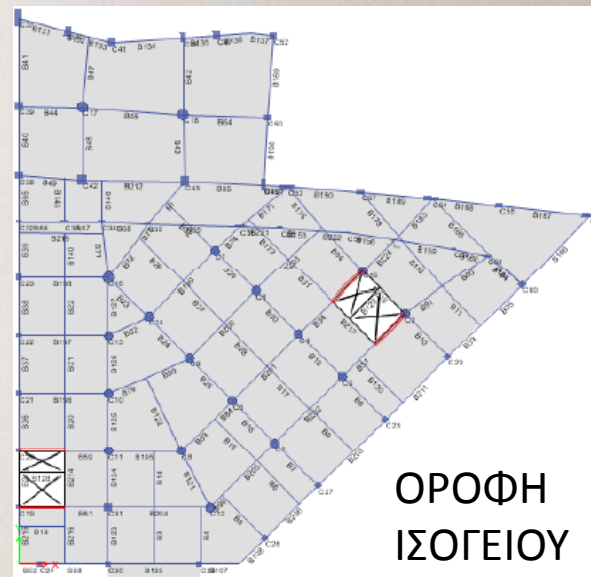
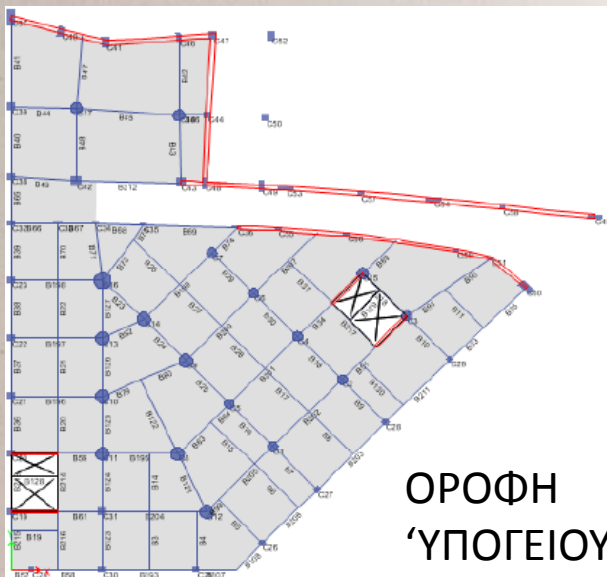
Κτήριο βιομηχανικής χρήσης, μελετημένο το 1961

Διώροφο
με ένα
«υπόγειο»,
συνολικής
επιφάνειας
4150 τμ

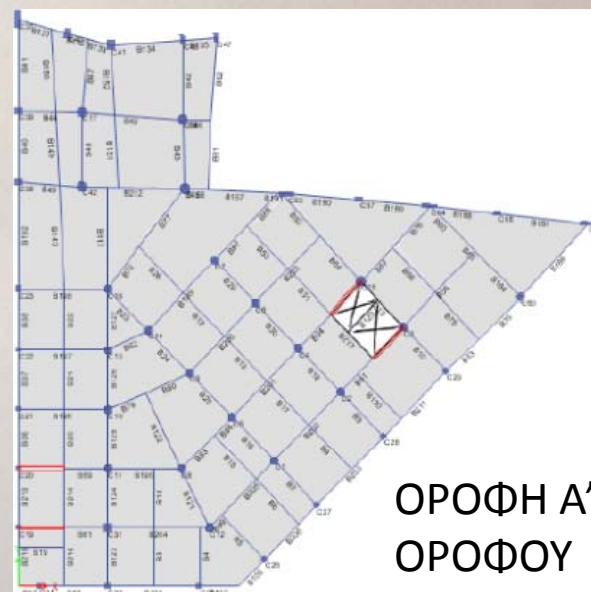
1400 τμ η
κάθε στάθμη

Δεν υπάρχει
συμμετρία
κατά κανέναν
άξονα.

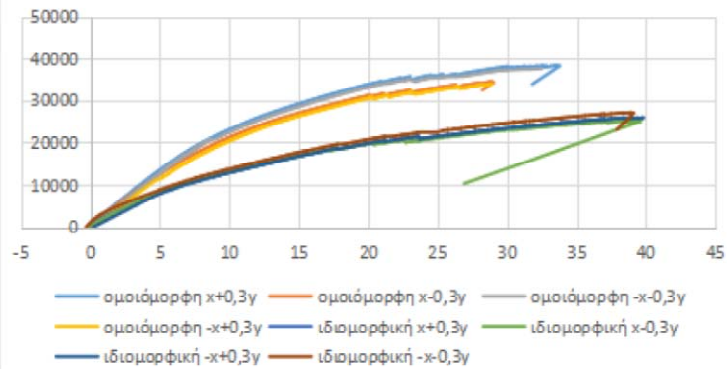




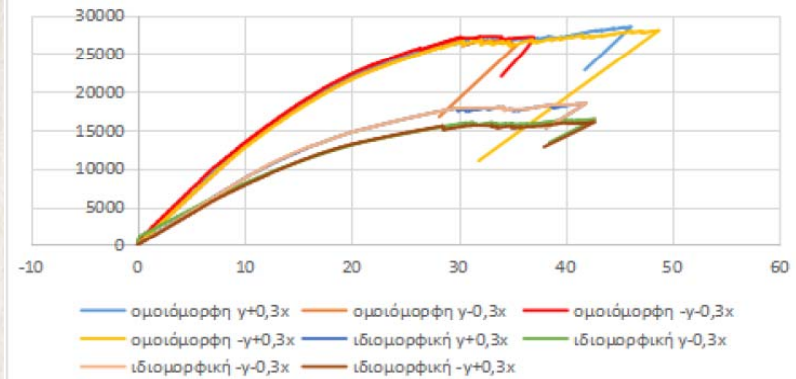
Διαγράμματα ροπής-στροφής χορδής, για διαφορετικές διατομές υποστυλωμάτων



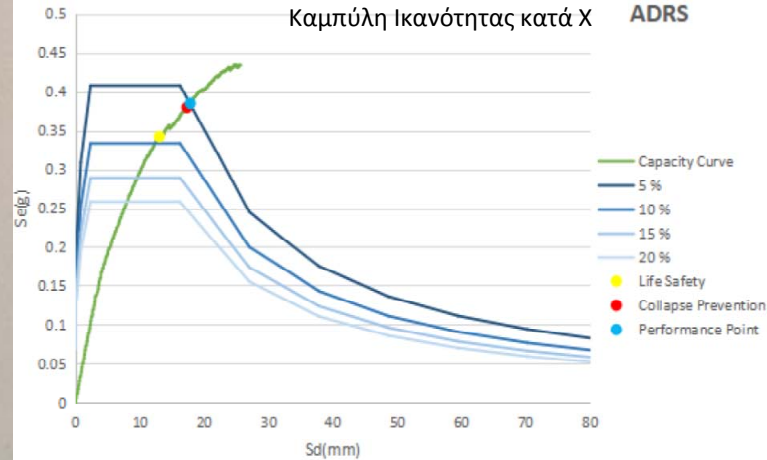
Καμπύλες αντίστασης στη διεύθυνση X



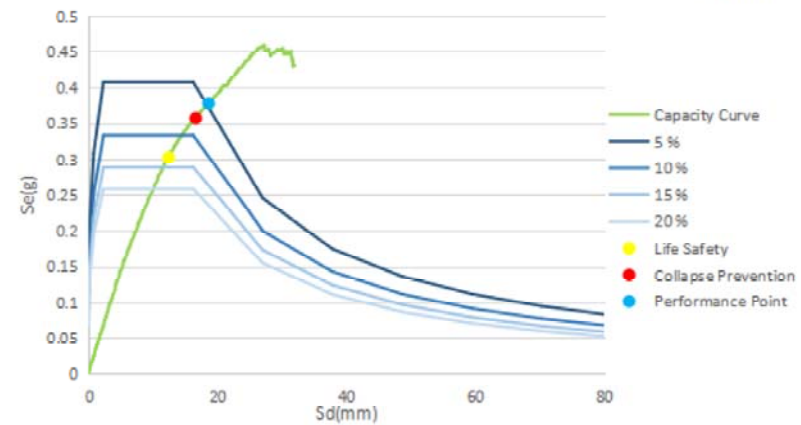
Καμπύλες αντίστασης στη διεύθυνση Y



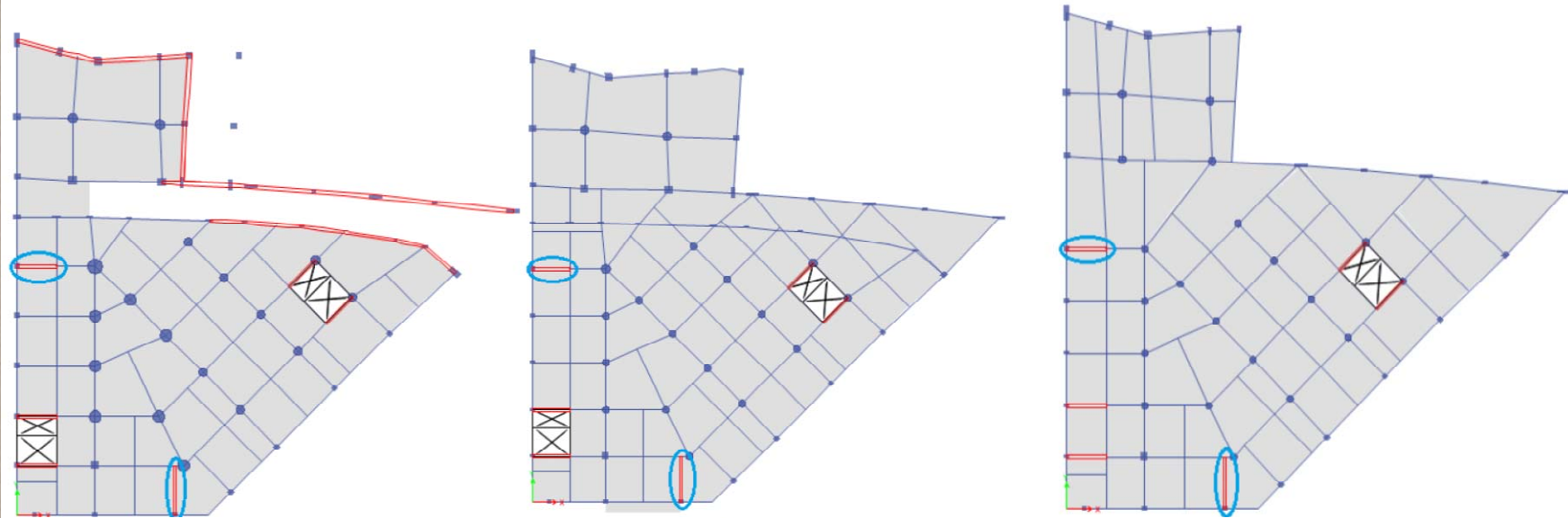
Καμπύλη Ικανότητας κατά X ADRS



Καμπύλη Ικανότητας κατά Y ADRS

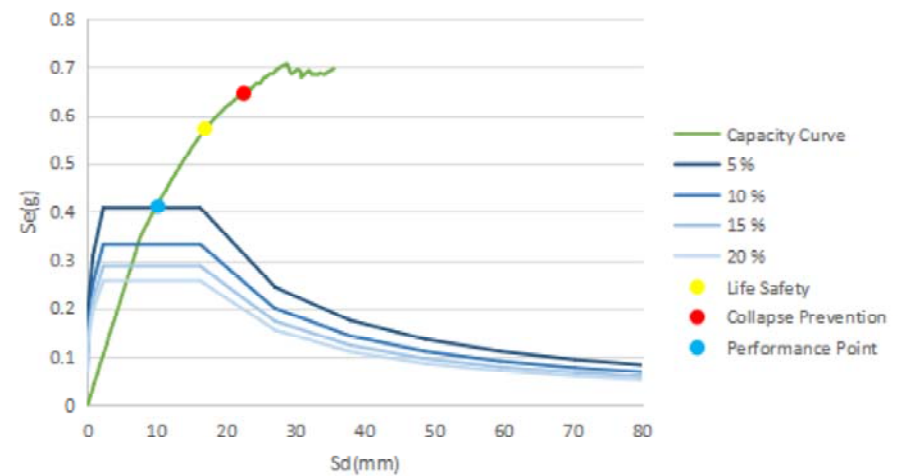
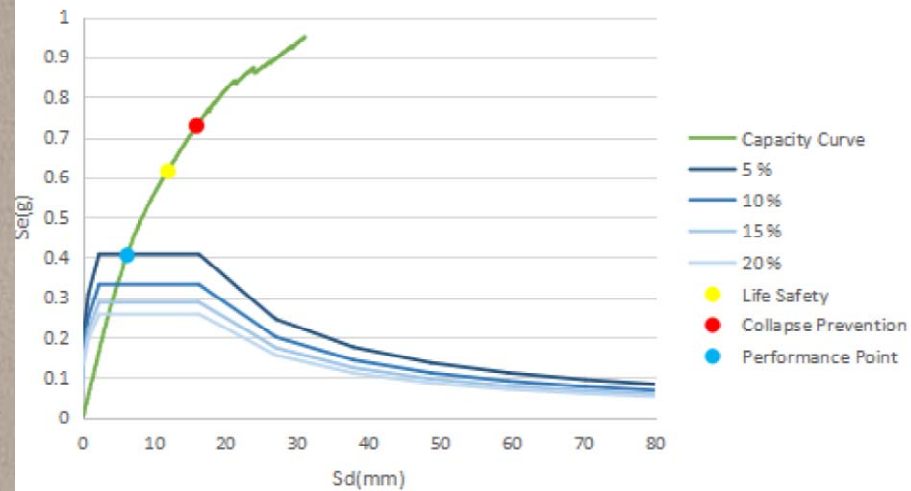


ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ: ΠΡΟΣΘΗΚΗ 1 ΤΟΙΧΙΟΥ ΑΝΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΤΙΣ 3 ΣΤΑΘΜΕΣ (ΕΛΑΦΡΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ)



ADRS

ADRS



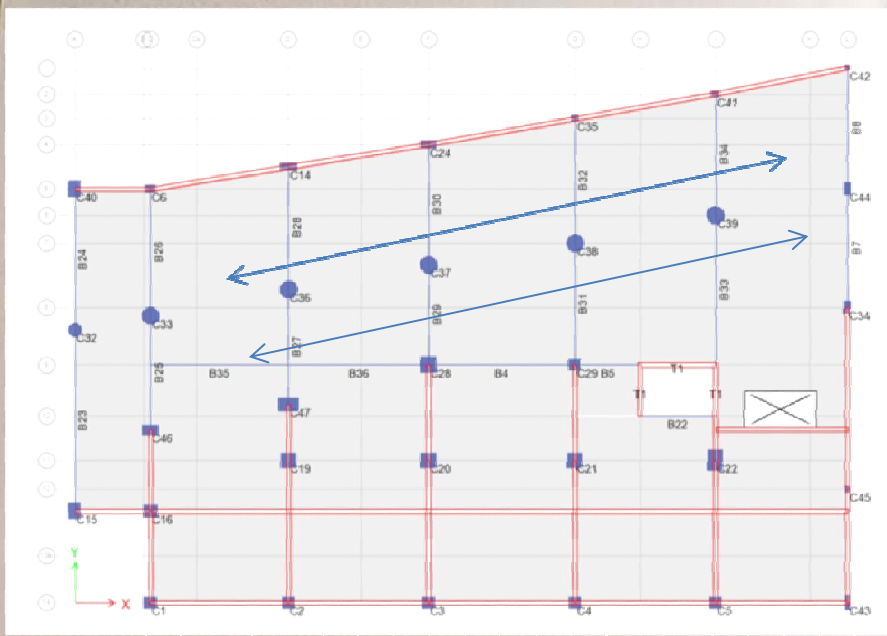
Κτήριο μελετημένο το 1961



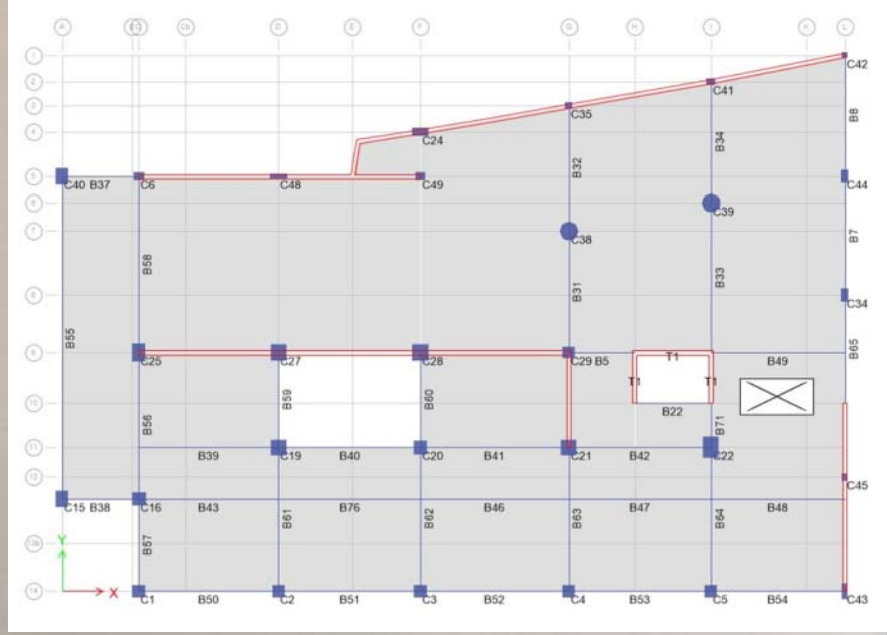
Οκτώροφο με δύο υπόγεια και δώμα.

Συνολικής επιφάνειας 6.500m^2 .

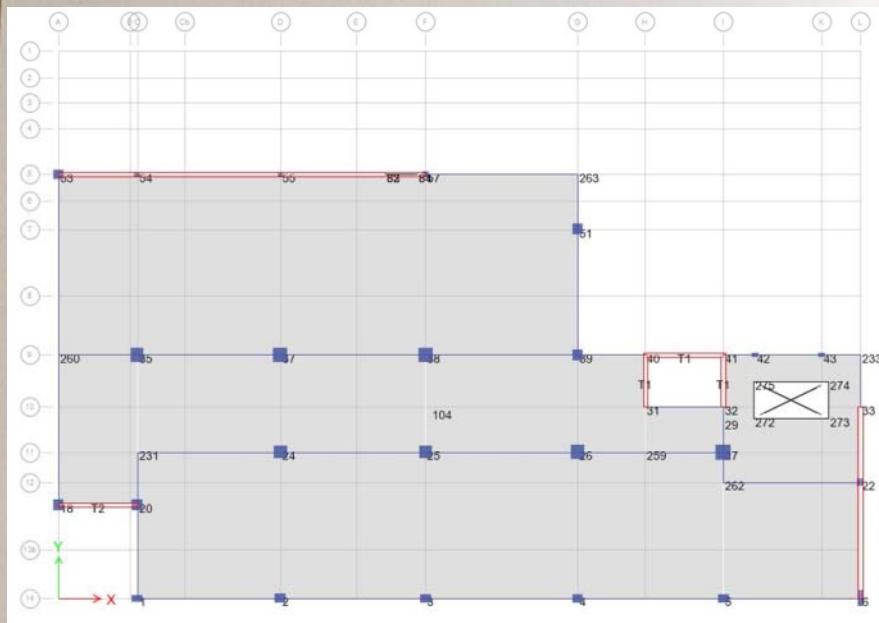
Στα υπόγεια υπάρχουν ισχυρά τοιχία, περιμετρικά αλλά και εσωτερικά, και στις δύο διευθύνσεις με ειδική διαμόρφωση (ανοίγματα) στην μια διεύθυνση έτσι ώστε να διέρχεται ηλεκτρικός σιδηρόδρομος.



Στα υπόγεια υπάρχουν ισχυρά τοιχία, περιμετρικά αλλά και εσωτερικά, και στις δύο διευθύνσεις με ειδική διαμόρφωση (ανοίγματα) στην μια διεύθυνση έτσι ώστε να διέρχεται ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος. Τα υποστυλώματα είναι κυρίως κυκλικά. Τα δοκάρια που υπάρχουν είναι μεγάλων διατομών καθώς φέρουν φυτευτά υποστυλώματα του ανώτερου ορόφου.

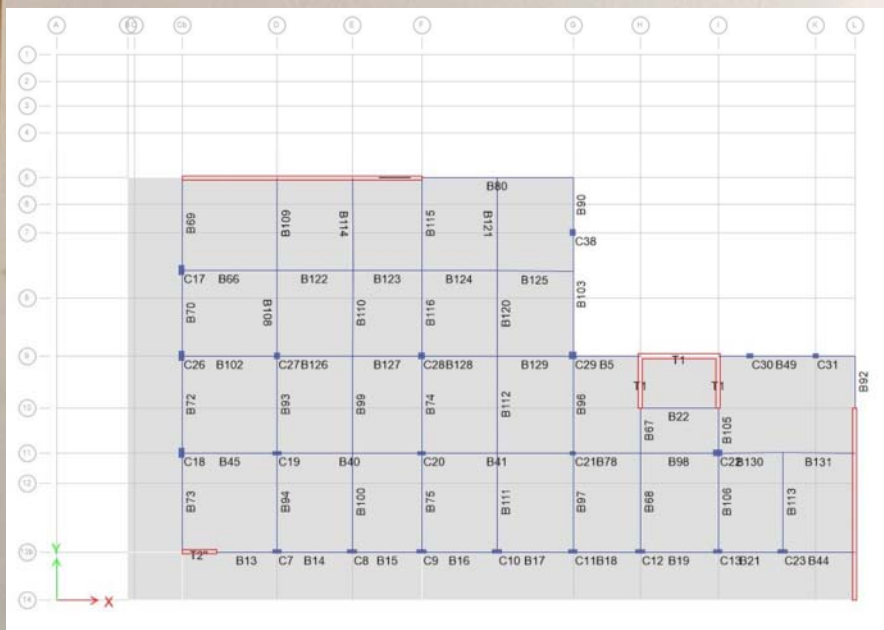


Το ισόγειο έχει εσοχές στις δύο προσόψεις του για να υπάρχει χώρος για πεζοδρόμια με αποτέλεσμα κάποια τοιχία να διακόπτονται τοπικά σε αυτό το επίπεδο. Ωστόσο, υπάρχει ένα επιπλέον στοιχείο δυσκαμψίας (τοιχίο), κεντρικά στην κάτοψη του ισογείου, το οποίο όμως δεν ανεβαίνει σε ανώτερους ορόφους, κάνοντας το ισόγειο πολύ πιο δύσκαμπτο σε σχέση με τους υπερκείμενους ορόφους.



Από τον 1ο έως και τον 7ο οι όροφοι είναι όμοιοι σε διάταξη. Υπάρχουν δύο μεγάλα τοιχία στις 'πίσω' πλευρές του κτιρίου, ένα σε κάθε διεύθυνση, και ένα πιο μικρό στην πρόσοψη κατά την διεύθυνση Χ (διακόπτεται στο ισόγειο).

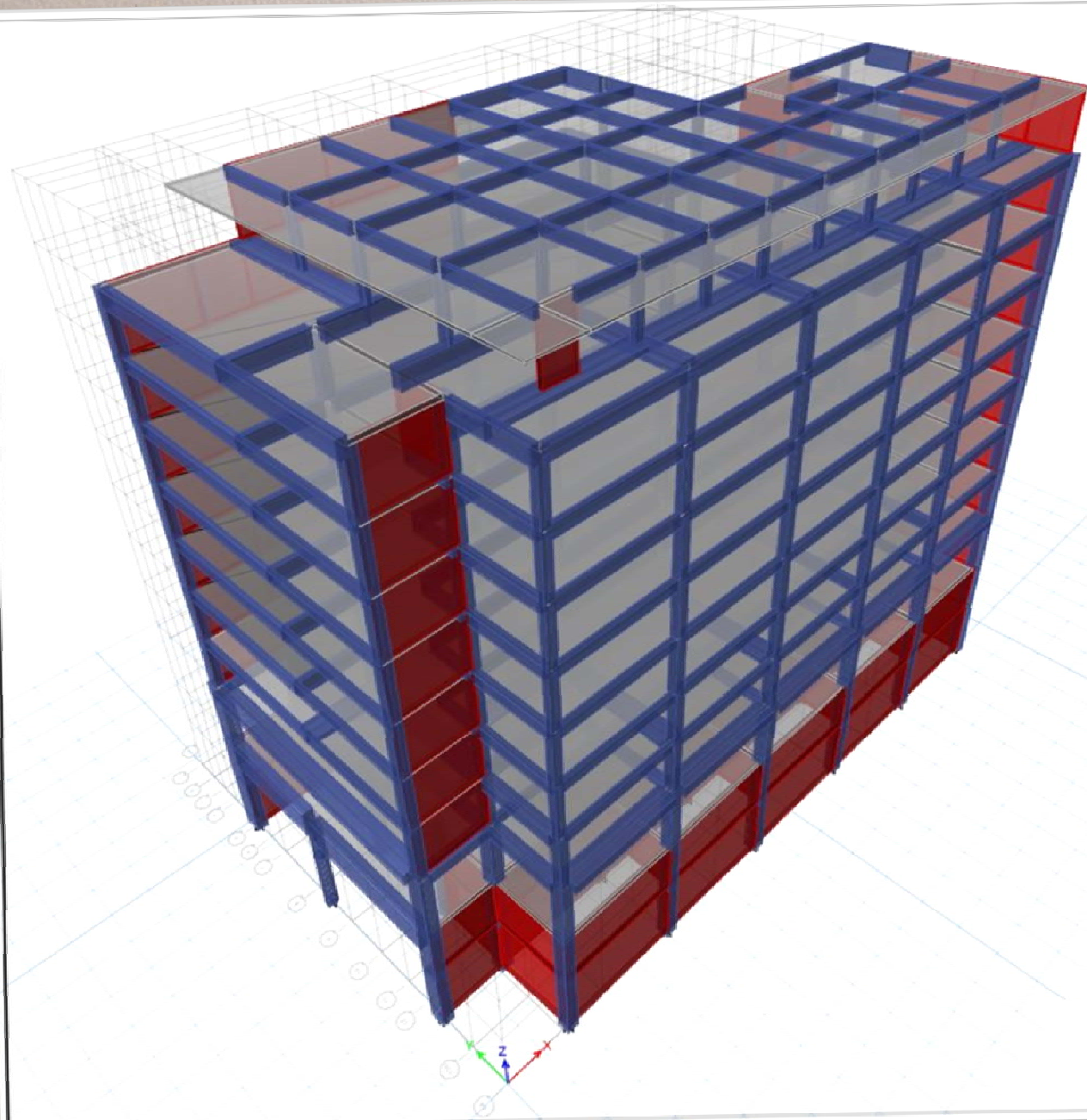
Πλαισιακή λειτουργία υπάρχει κυρίως στην διεύθυνση Χ, καθώς οι πλάκες είναι ως επί το πλείστον δοκιδωτές στην διεύθυνση Υ.



Ο τελευταίος όροφος, ο οποίος έχει λίγο μικρότερη επιφάνεια σε σχέση με τους άλλους, εδράζεται επί του υποκείμενου με φυτευτά υποστυλώματα σε δοκούς και συμπαγείς-ενισχυμένες ζώνες.

Γενικά το κτίριο αποτελείται από γραμμικά στοιχεία και έχει δύο ισχυρά στοιχεία δυσκαμψίας (τοιχία), ένα σε κάθε διεύθυνση, σε όλους τους ορόφους (αν και με ασυνέχεια στο ισόγειο), και ένα πυρήνα στην περιοχή του ασανσέρ.

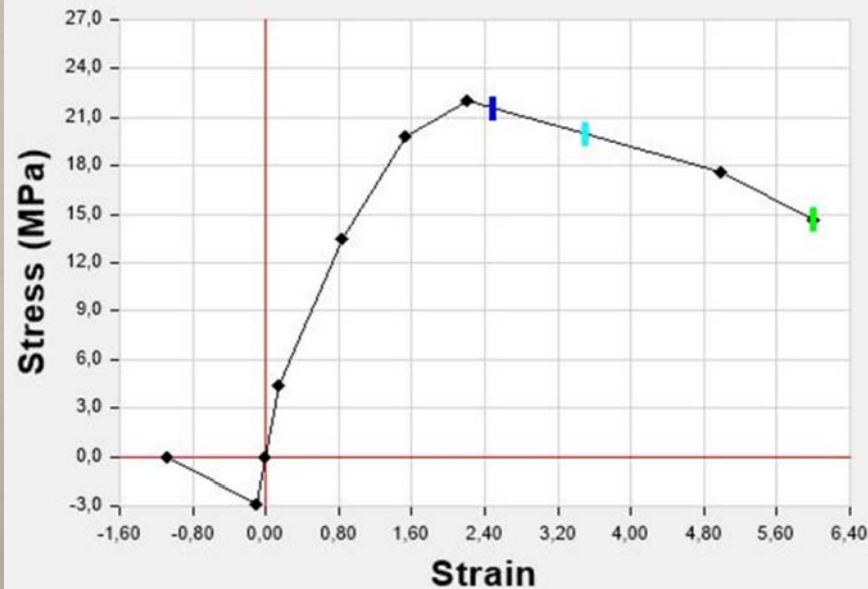
Οι εκκεντρότητες ανά στάθμη είναι προφανείς.



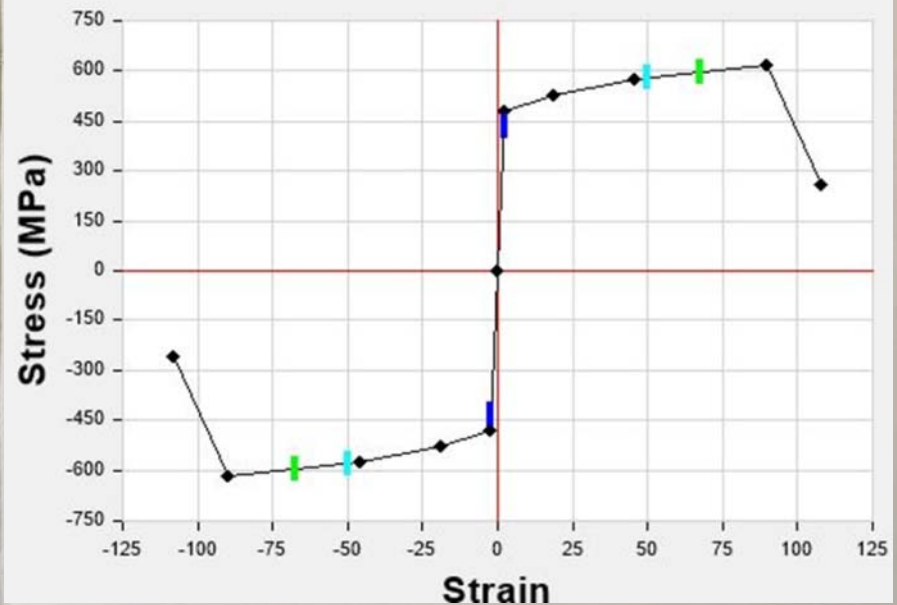
Υλικά

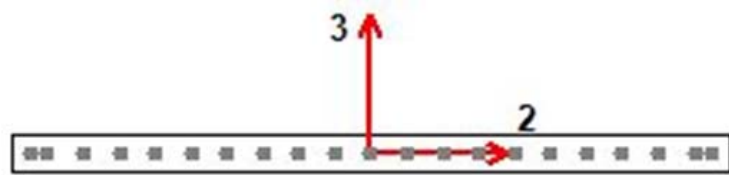
Οι αντοχές των υφιστάμενων υλικών προέκυψαν από σχετικές μετρήσεις που έγιναν με δοκίμια από το κτίριο (εργαστηριακή διερεύνηση), όπως προβλέπεται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ., και για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες αντοχές των υλικών αυτών.

Το σκυρόδεμα έχει μέση αντοχή 22MPa, με μέτρο ελαστικότητας $E_{cm}=30\text{GPa}$ και ειδικό βάρος 25 kN/m^3 .



Ο χάλυβας τόσο του κύριου οπλισμού όσο και των συνδετήρων έχει αντοχή 480MPa, μέτρο ελαστικότητας 210GPa και ειδικό βάρος 77 kN/m^3 .

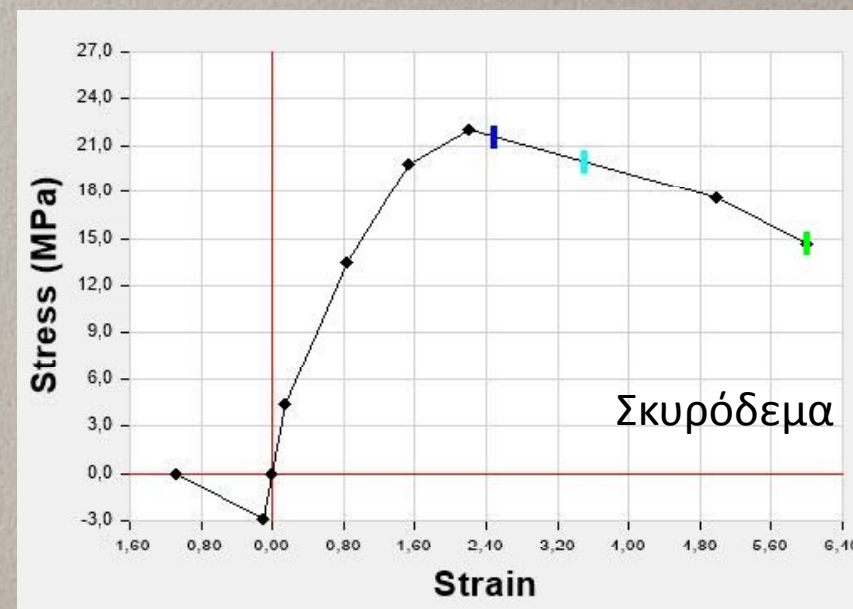
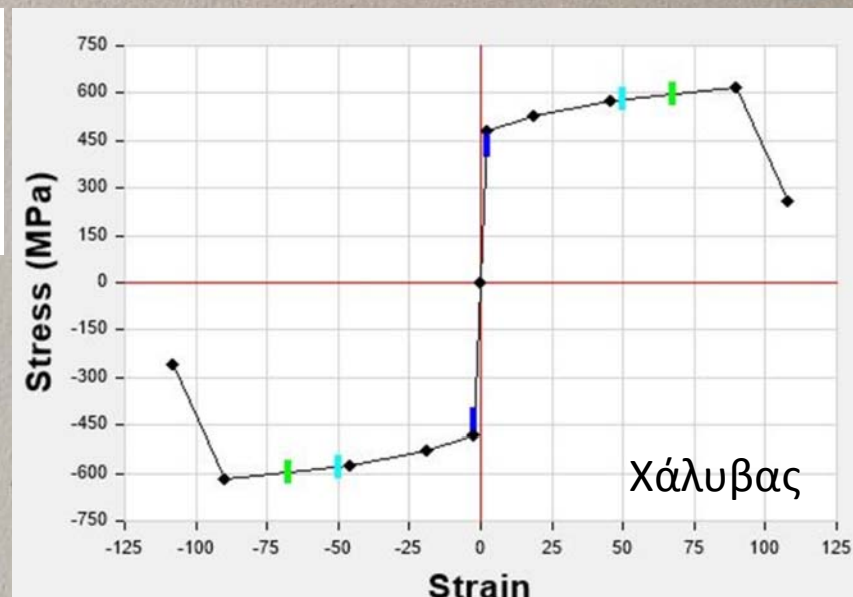


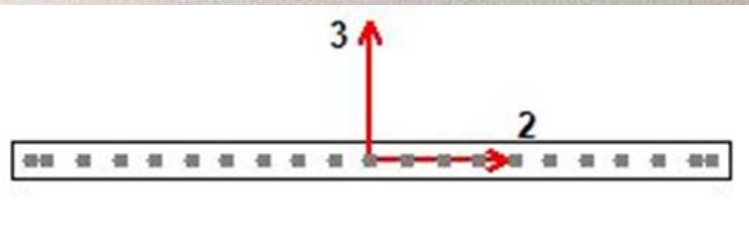


Για τα τοιχία να έχουν έχει γίνει η θεώρηση της δυνατότητα ανάπτυξης πλαστικής άρθρωσης έναντι ροπής κάμψης στον ισχυρό άξονα με την μέθοδο wall fiber hinge.

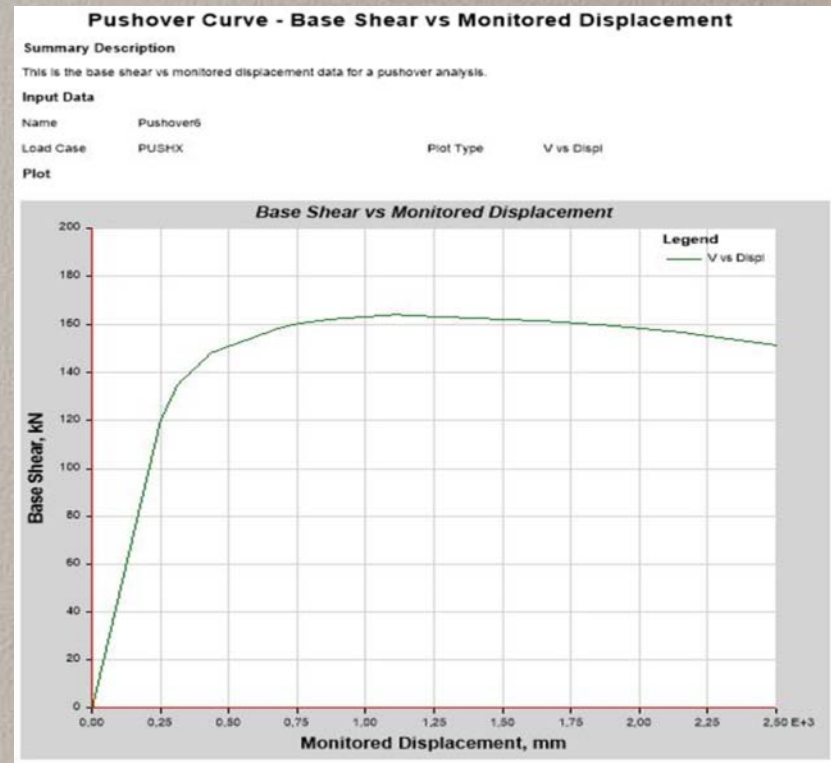
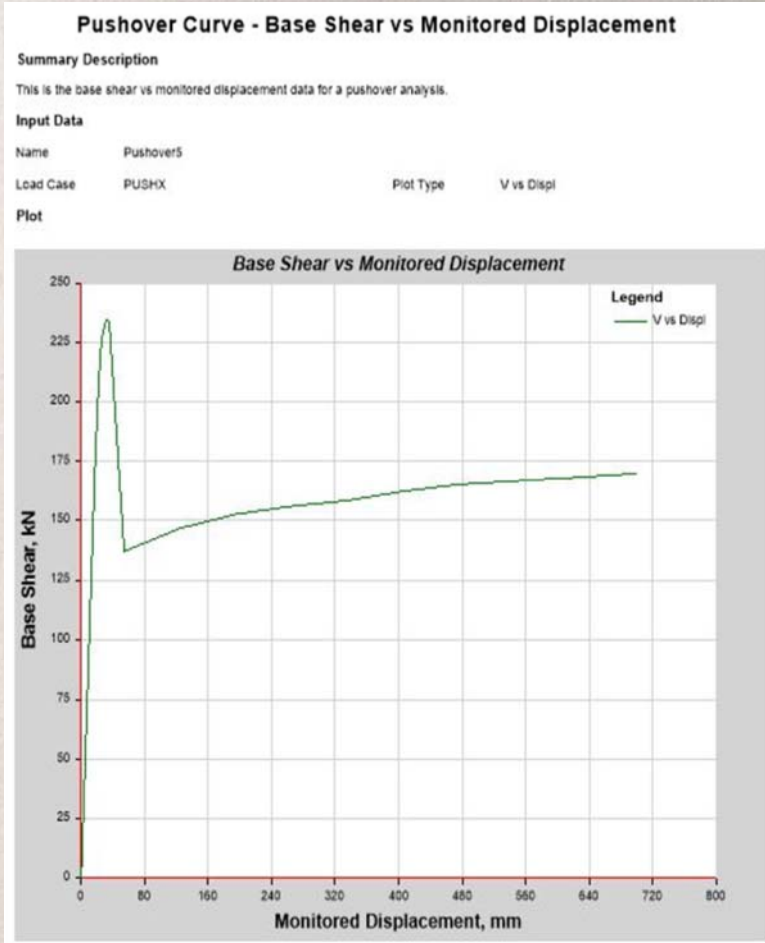
Με την μέθοδο αυτή χωρίζεται το τοιχίο κατά μήκος σε ίνες (fibers), οι οποίες ορίζονται να έχουν το υλικό του σκυροδέματος και τον σπλισμό κάμψης που αντιστοιχεί στην κάθε ίνα.

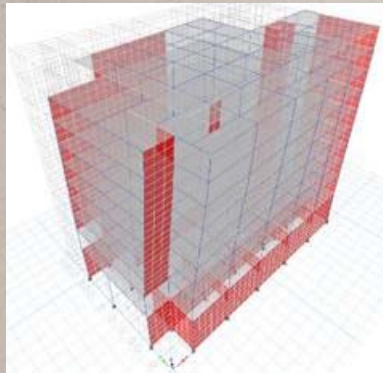
Σε κάθε ίνα αποδίδονται οι ιδιότητες υλικών που έχουν προσδιορισθεί εργαστηριακά.





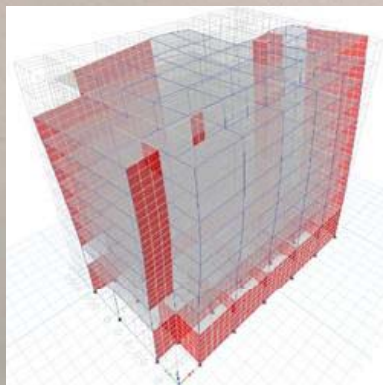
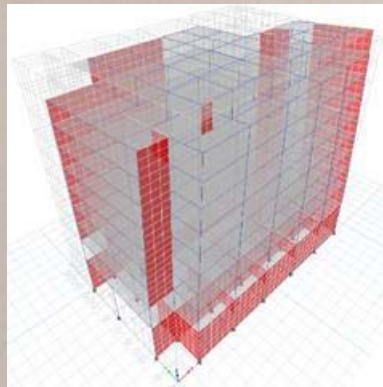
Χαρακτηριστικά για ένα μεμονωμένο τοίχιο διατομής 0,25/5,00 m, τύπου προβόλου, και για μια οριζόντια φόρτιση προκύπτει η καμπύλη ικανότητας του όπως φαίνεται αριστερά (περιλαμβάνεται και η αρχική αρηγμάτωση φάση) και δεξιά (με αγνόηση αρηγμάτωσης φάσης).





Δεσπόζουσες
ιδιομορφές

- α) κατά Y
- β) κατά X
- γ) στροφής θ



Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	1,076	0,113	0,653	0	0,235
Modal	2	0,599	0,372	0,34	0	0,288
Modal	3	0,335	0,513	0,03	0	0,458
Modal	4	0,316	0,121	0,616	0	0,262
Modal	5	0,173	0,118	0,618	0	0,264
Modal	6	0,139	0,31	0,458	0	0,232
Modal	7	0,129	0,218	0,516	0	0,266
Modal	8	0,099	0,117	0,617	0	0,266
Modal	9	0,086	0,465	0,038	0	0,497
Modal	10	0,076	0,089	0,644	0	0,267
Modal	11	0,071	0,167	0,655	0	0,178
Modal	12	0,068	0,45/	0,343	0	0,201

Έλεγχος κτηρίου έναντι κατακόρυφων φορτίων

Για κατακόρυφη φόρτιση $g+0.3q$, το κτήριο είναι σε θέση να φέρει αυτά τα φορτία, ωστόσο μερικά μέλη έχουν μπει στην πλαστική ζώνη.

Καμπύλη ικανότητας τοιχίου κατά Χ

Pushover Curve - Base Shear vs Monitored Displacement

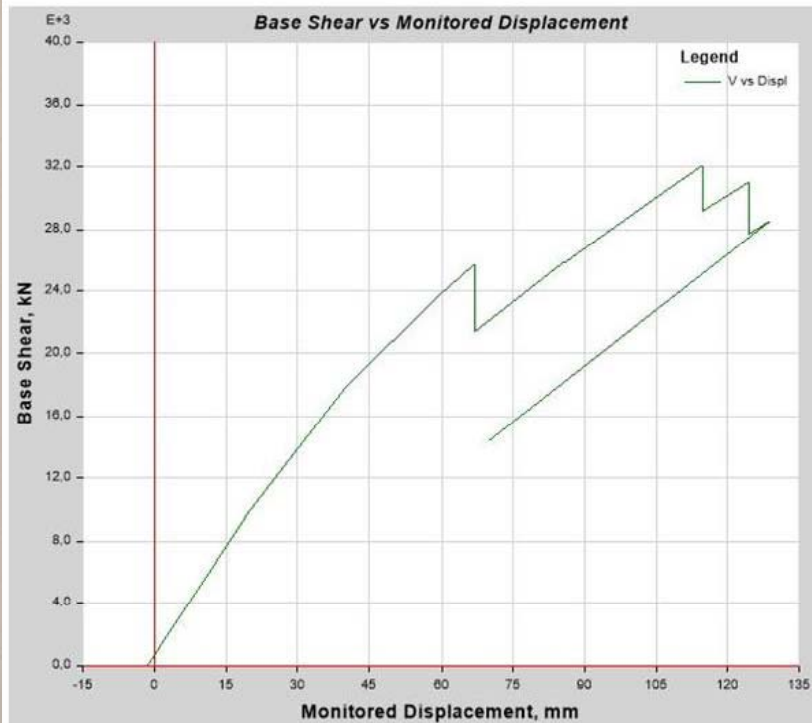
Summary Description

This is the base shear vs monitored displacement data for a pushover analysis.

Input Data

Name Pushover2
Load Case PUSHX Plot Type V vs Displ

Plot



Καμπύλη ικανότητας τοιχίου κατά Υ

Pushover Curve - Base Shear vs Monitored Displacement

Summary Description

This is the base shear vs monitored displacement data for a pushover analysis.

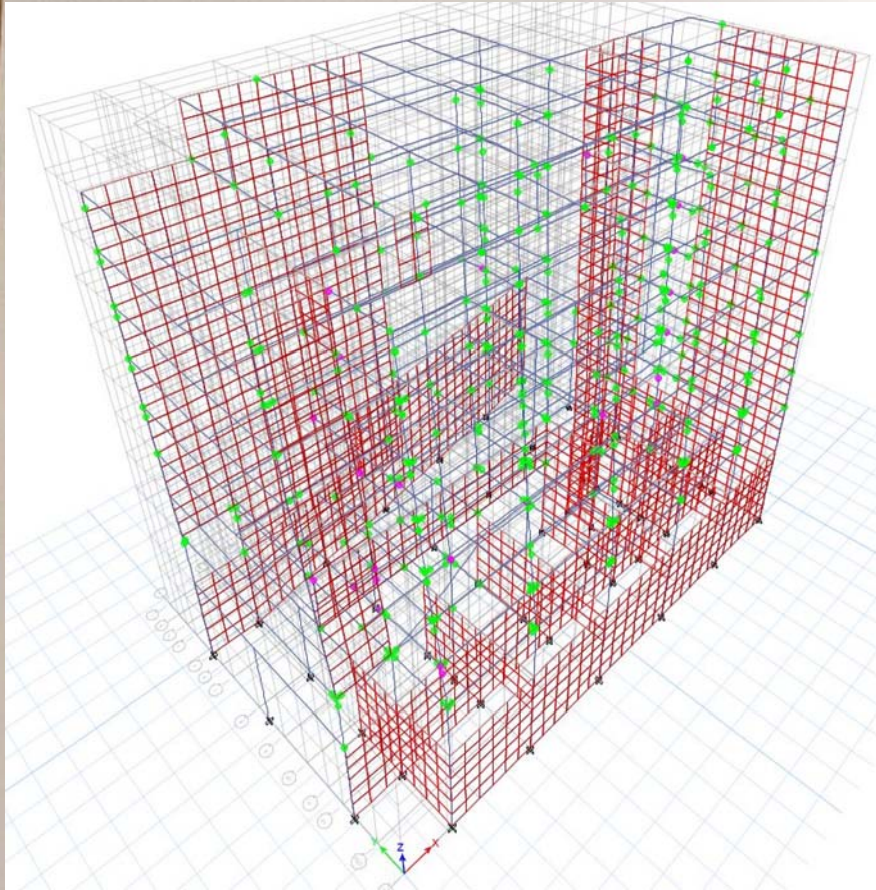
Input Data

Name Pushover2
Load Case PUSHY Plot Type V vs Displ

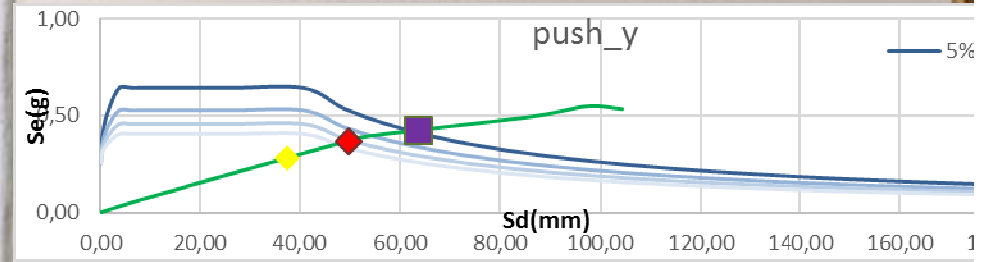
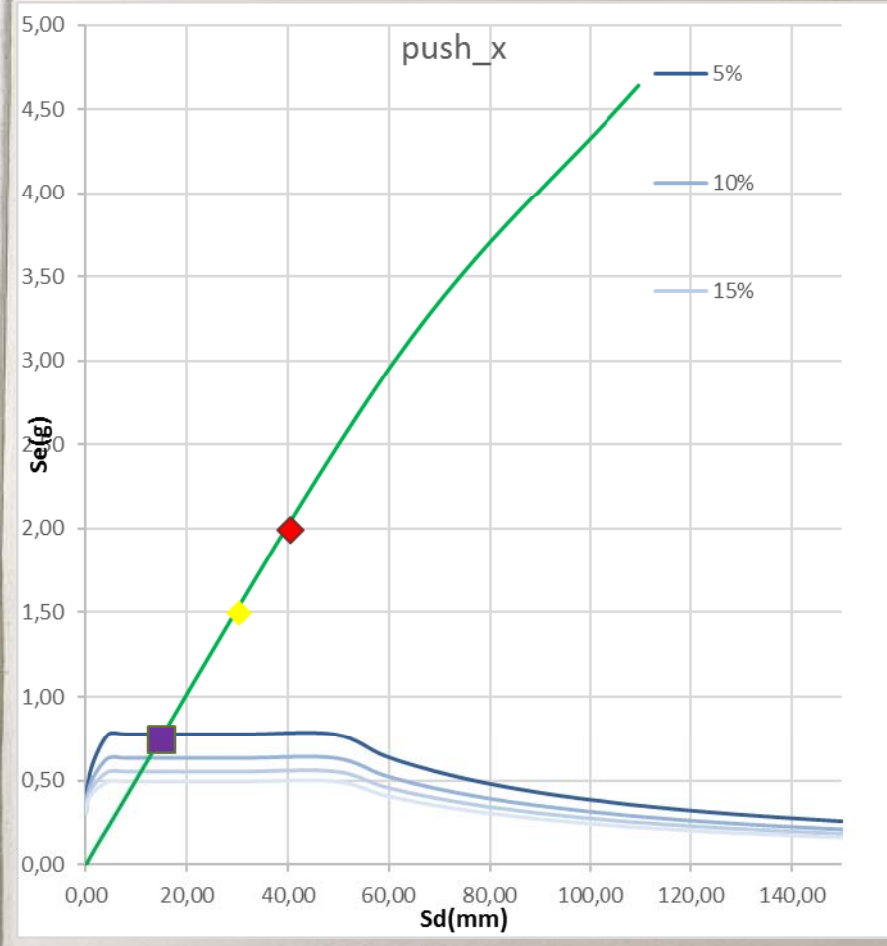
Plot



Πλαστικές αρθρώσεις κατασκευής τη στιγμή της κατάρρευσης



Καμπύλη απόκρισης pushover



Ο μηχανισμός που εμφανίζεται στο κτήριο κατά την αστοχία είναι στον πρώτο όροφο (σεισμός κατά Υ) όπου εμφανίζονται διατμητικές αστοχίες στα υποστυλώματα με αποτέλεσμα , μόλις αναπτύξουν μια μικρή μετακίνηση, να αστοχούν λόγω διάτμησης και καταλύεται η φέρουσα ικανότητά τους.

Άρα:

Ενισχύονται έναντι τέμνουσας (με χρήση ΙΝΟΠ) τα υποστυλώματα που περνούν την επιθυμητή στάθμη επιτελεστικότητας και γίνεται επανεξέταση του κτηρίου. Οπότε, δεν προκύπτει πλέον διατμητική αστοχία στα υποστυλώματα του 1^{ου} ορόφου και δεν αναπτύσσεται κάποιος εμφανής μηχανισμός αστοχίας.

Υπάρχουν όμως κάποιες διατομές δοκών οι οποίες υπερβαίνουν τα ανεκτά από τον κανονισμό όρια παραμορφώσεων για την στάθμη επιτελεστικότητας την οποία επιθυμούμε. Αυτές είναι οι Β95 στην στάθμη 2^{ου}, 3^{ου}, 4^{ου}, 5^{ου} και 6^{ου} ορόφου σε όλο το μήκος τους και η Β119 στην στάθμη του 7^{ου} ορόφου στην στήριξη επί του τοιχείου.

Άρα:

Ενισχύονται έναντι τέμνουσας (με χρήση ΙΝΟΠ) αυτές οι δοκοί.

Καμπύλη ικανότητας υποστυλώματος με κρίσιμη την αντοχή σε διάτμηση (προ διατμητικής ενίσχυσης)

Hinge Response - C25H8 (C25-A-M2)

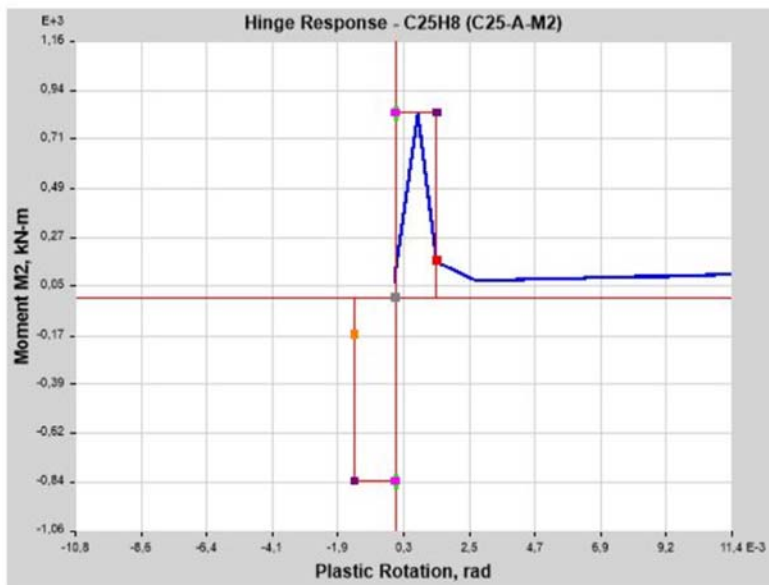
Summary Description

This is hinge response output for a specific hinge and a selected load case.

General Input Data

Load Case	PUSHY	Hinge	C25H8 (C25-A-M2)
Story	STORY1	Hinge DOF	M2
Column	C25	Hinge Rel. Dist.	0

Hinge Response Plot



Current Step Data

Step	36	Plastic Rotation Max	0,013369 rad
Moment M2	113,2552 kN-m	Plastic Rotation Min	0 rad
Plastic Rotation	0,013365 rad	Hinge State	D to ->E
		Hinge Status	-CP

Καμπύλη ικανότητας υποστυλώματος μετά από διατμητική ενίσχυση (λωρίδες FRP)

Hinge Response - C25H8 (NEW-C25-A-M2)

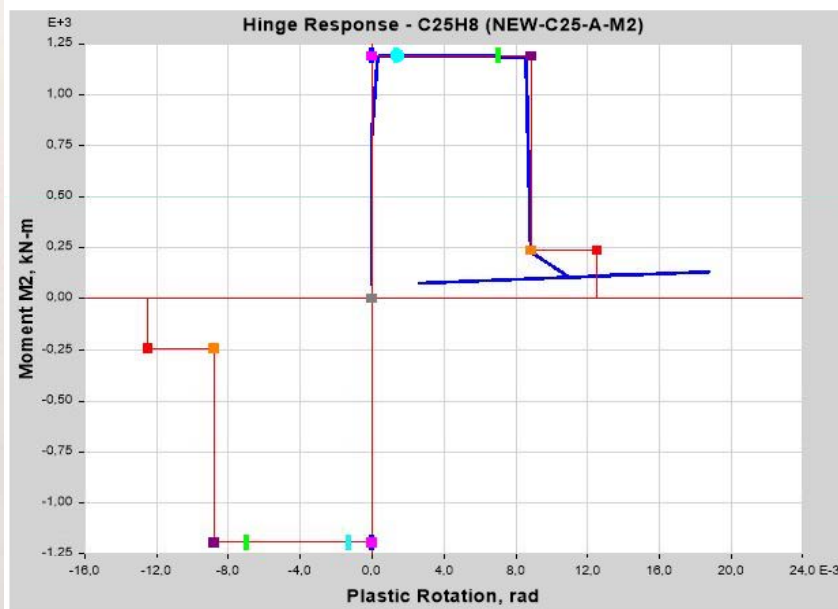
Summary Description

This is hinge response output for a specific hinge and a selected load case.

General Input Data

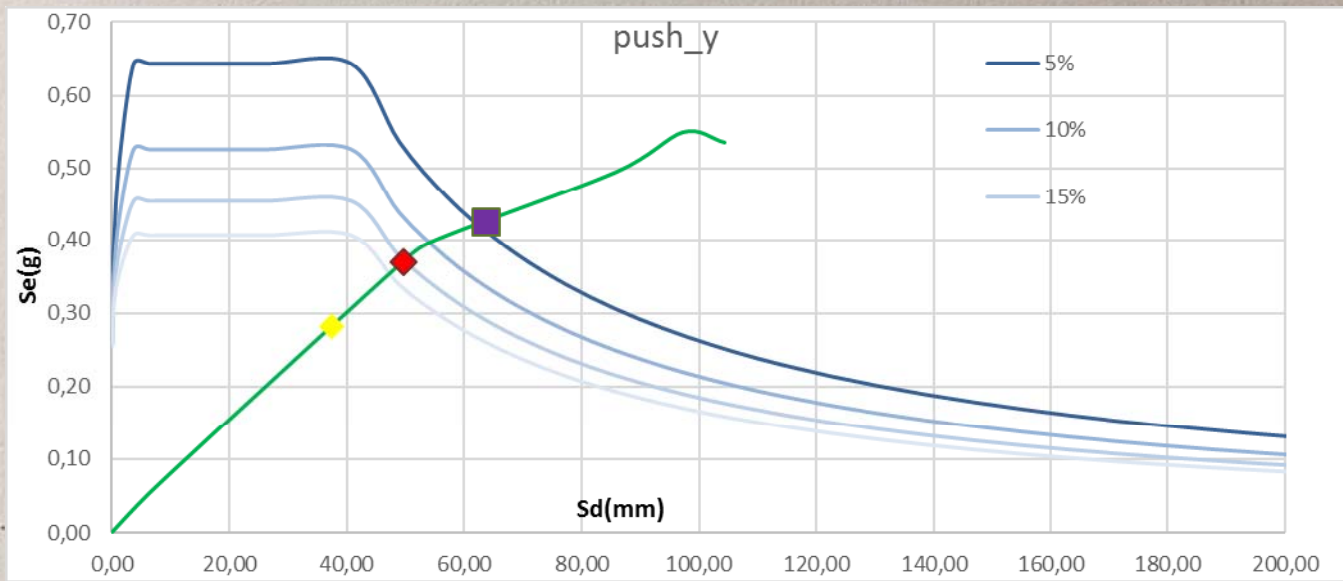
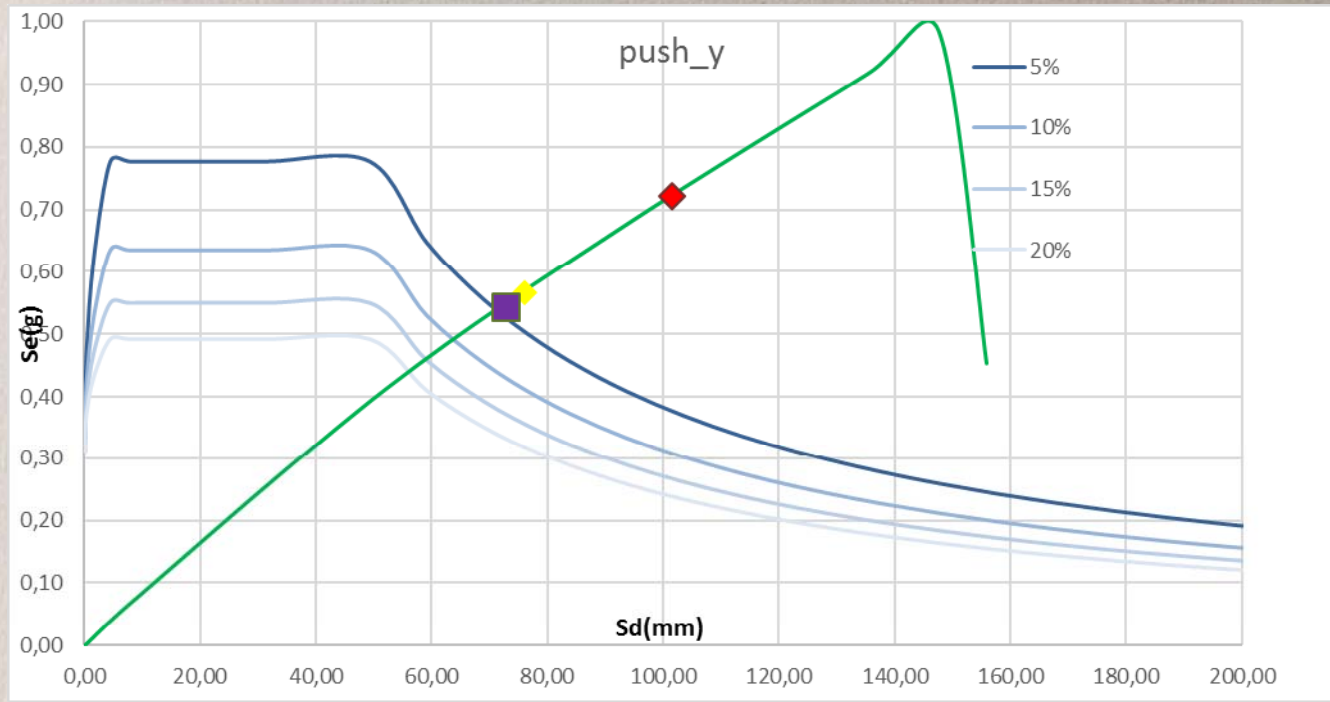
Load Case	PUSHY	Hinge	C25H8 (NEW-C25-A-M2)
Story	STORY1	Hinge DOF	M2
Column	C25	Hinge Rel. Dist.	0

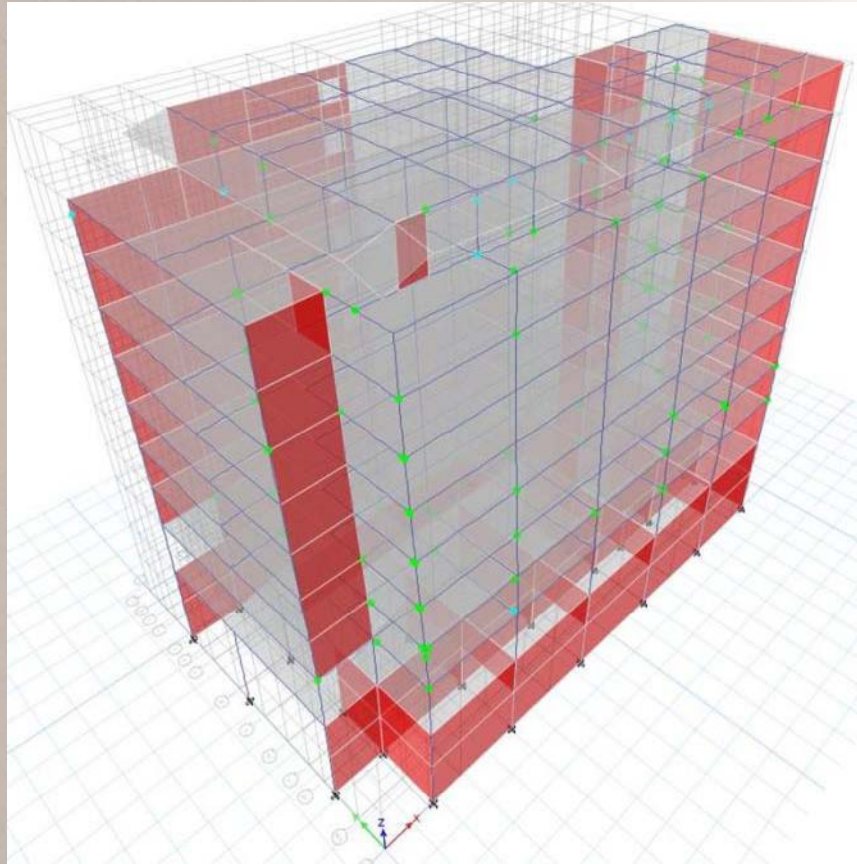
Hinge Response Plot



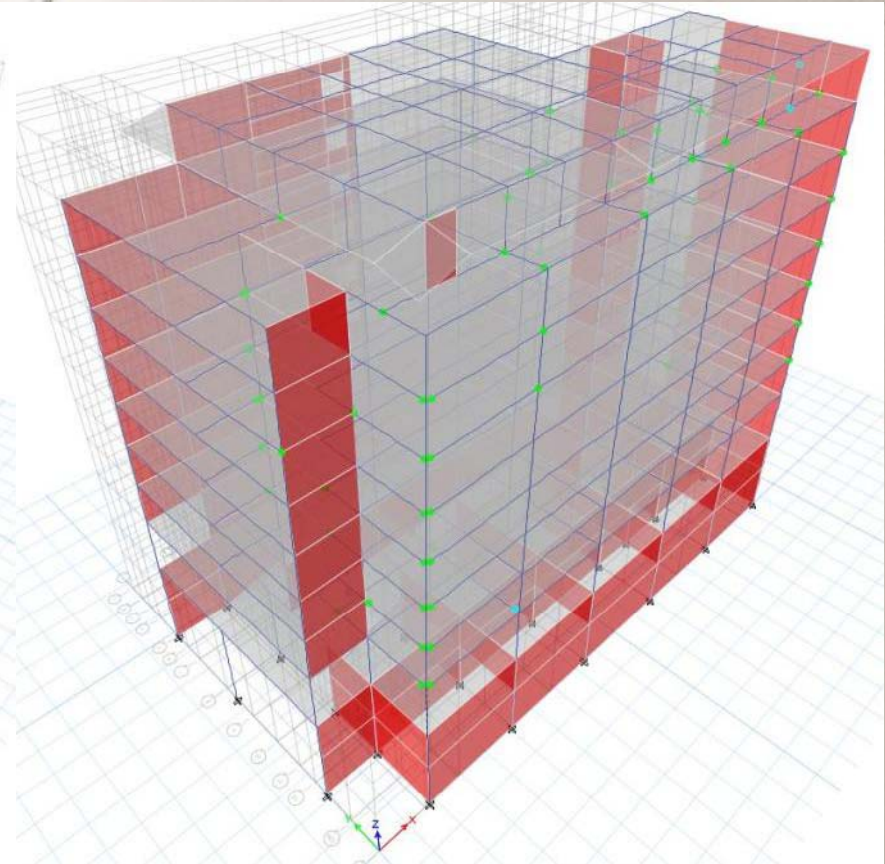
Current Step Data

Step	4	Plastic Rotation Max	0,001417 rad
Moment M2	1191,3725 kN-m	Plastic Rotation Min	0 rad
Plastic Rotation	0,001417 rad	Hinge State	B to <=C
		Hinge Status	LS to <=CP





Πλαστικές αρθρώσεις κατά Y (πλήρης ένταση του σεισμού σχεδιασμού)



Πλαστικές αρθρώσεις κατά X (πλήρης ένταση του σεισμού σχεδιασμού)

Έλεγχος τοιχίων έναντι τέμνουσας

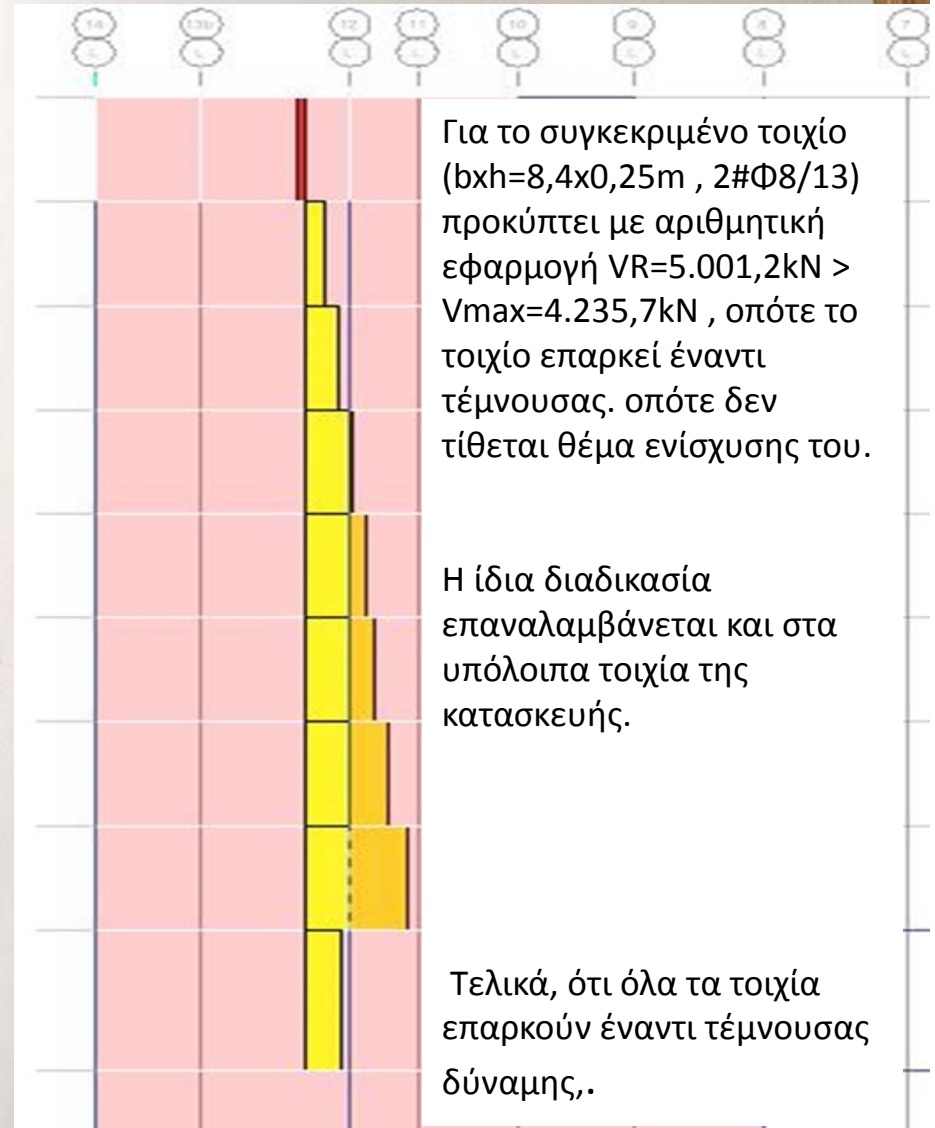
$$V_{Rd} = \frac{h - x}{2d} \min\left(0,55 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}\right) + \left(1 - 0,05 \min\left(5, \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}\right)\right) \left[0,16 \max(0,5; 100 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}) (1 - 0,16 \min(5; \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}})) \sqrt{\frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}} + \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}\right]$$

όπου:

- h : ύψος διατομής (ίσο με τη διάμετρο D στις κυκλικές διατομές),
- x : ύψος της θλιβόμενης ζώνης.
- N : αξονικό φορτίο (θετικό για θλίψη, μηδενικό για εφελκυσμό)
- α_s : λόγος διάτμησης.
- A_c : εμβαδόν της διατομής σκυροδέματος, ίση με $b_w d$ σε διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους b_w και στατικό ύψος d , ή με $\pi D_c^2/4$ (όπου D_c = διάμετρος πυρήνα διατομής εντός των συνδετήρων) σε κυκλικές διατομές.
- f_{ct} : θλιπτική αντοχή σκυροδέματος (MPa).
- ρ_{tot} : συνολικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού (εφελκυσμένου, θλιβόμενου και ενδιάμεσου).
- V_w : συμβολή εγκάρσιου οπλισμού στη διατμητική αντοχή, ίση με:

Ειδικότερα η διατμητική αντοχή, V_R , τοιχώματος δεν μπορεί να ξεπεράσει την οριακή τιμή που αντιστοιχεί σε αστοχία του κορμού σε λοξή θλίψη, $V_{R,max}$, η οποία, υπό ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις, ελαστικές ή μετελαστικές, μπορεί να λαμβάνεται από τη σχέση (μονάδες MN και m):

$$V_{R,max} = 0,85 \left(1 - 0,06 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}} (5; \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}})\right) \left(1 + 1,8 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}} \left(0,15; \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}\right)\right) \left(1 + 0,25 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}} (1,75; 100 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}})\right) (1 - 0,2 \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}} (2; \frac{f_{ctd}}{f_{ctk}})) \sqrt{\frac{f_{ctd}}{f_{ctk}}}$$



•ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ

Τα γραμμικά στοιχεία του κτηρίου είναι εν γένει υποδιαστασιολογημένα, σε σύγκριση με τις σημερινές απαιτήσεις.

Σε μερικά στοιχεία μάλιστα δεν ικανοποιείται ούτε η απαίτηση ελάχιστου οπλισμού.

Παρόλα αυτά το κτήριο έχει επιδείξει (και υπολογιστικά, αλλά και στην πράξη, μετά από τους σεισμούς του 1981 και του 1999) γενικά καλή αντισεισμική συμπεριφορά.

Δεν χρειάζεται παρά μόνο μερικές τοπικές ενισχύσεις έναντι διάτμησης και θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε ένα σεισμό, με τις σημερινές απαιτήσεις, χωρίς να υποστεί σημαντικές βλάβες.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν στο κτήριο μεγάλα ελαφρά οπλισμένα τοιχώματα, παρότι και ασυνέχειά τους καθύψος υπάρχει, και σοβαρές εκκεντρότητες δημιουργούνται.

• «Εγκαταλελειμμένο» κτήριο του 1961



W. 204 ΝΑΥΠΛΙΟΝ, ΣΕΝΑΔΟΧΕΙΟΝ ΞΕΝΙΑ
ΝΑΥΠΛΙΑ, HOTEL XENIA

Α. ΣΤΟΥΡΛΙΑΡΑΣ

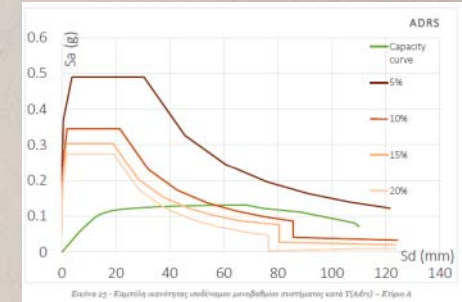
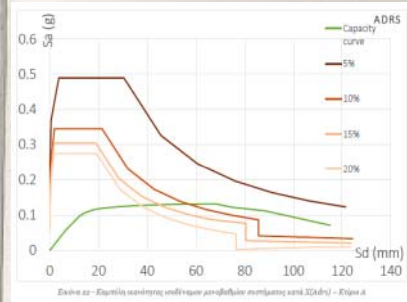


• ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΕΙΚΟΝΑ (2016)

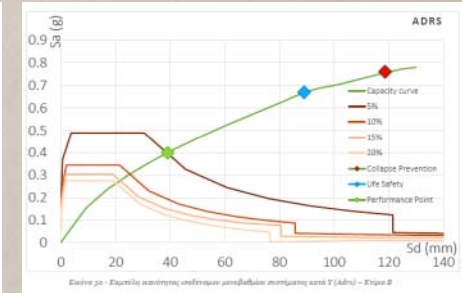
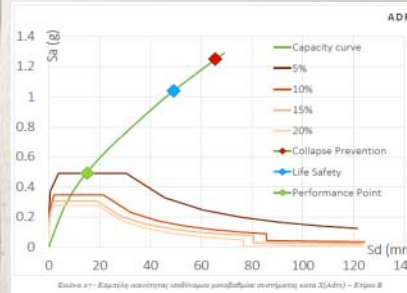




Κατα Χ Κτήριο Α Κατα Υ

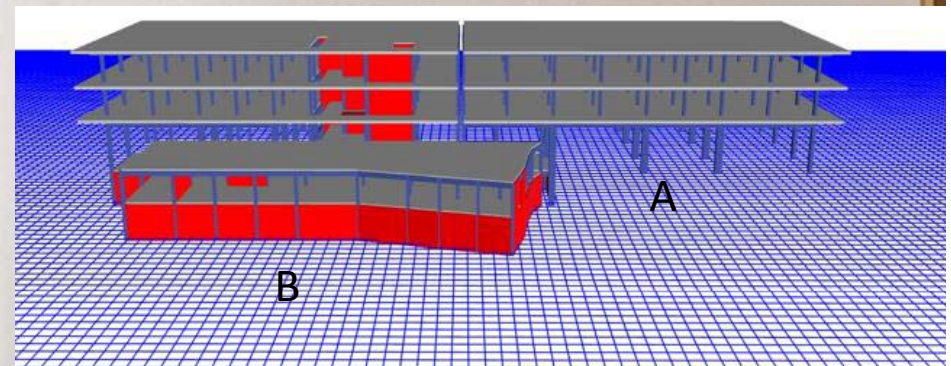


Κατα Χ Κτήριο Β Κατα Υ

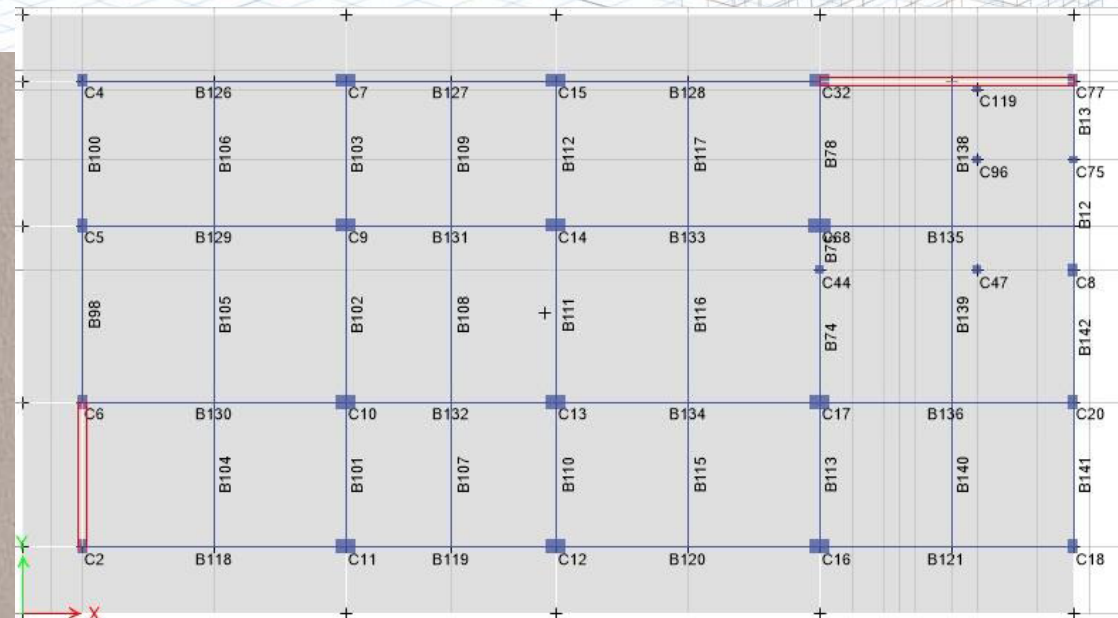
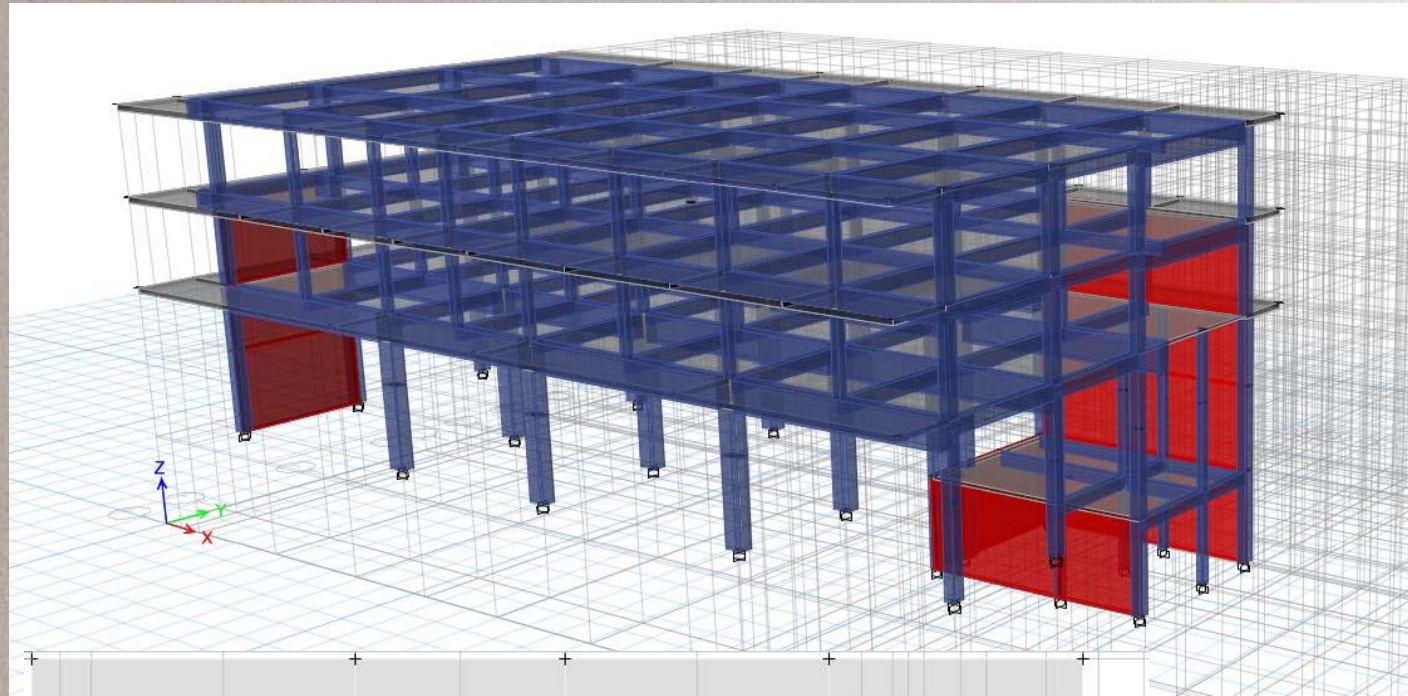


A

B



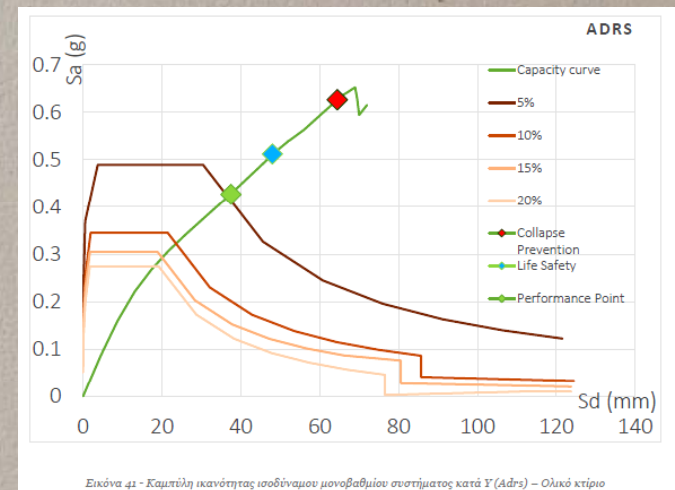
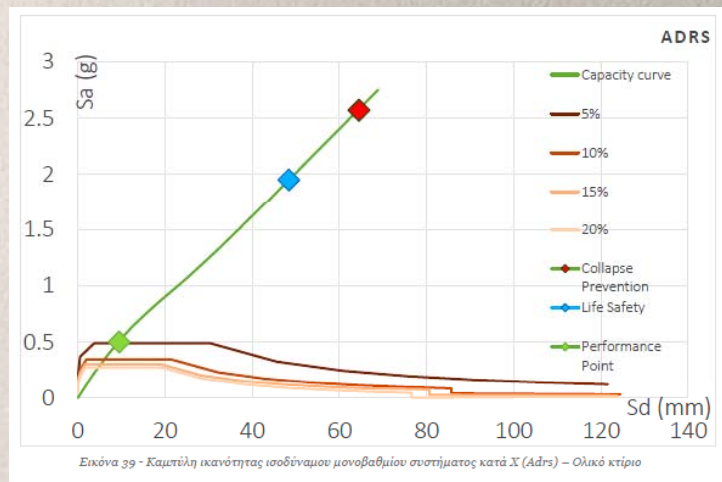
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ Α ΜΕ Μ.Ε.Ο.Τ.



ΚΑΙ ΣΥΝΕΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΤΗΡΙΩΝ



Εικόνα 45 - Κέντρο μάζας και στροφής - Ολικό κτίριο



ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΤΑΤΗ ΛΥΣΗ ΜΕ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

ΤΑ ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΑ ΔΟΜΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΙΑΘΕΤΟΥΝ
ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ (ΕΣΤΩ ΚΑΙ ΕΛΑΦΡΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΑ)
ΔΙΑΘΕΤΟΥΝ ΛΙΑΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ
ΕΝΑΝΤΙ ΣΕΙΣΜΟΥ.

ΑΝ ΔΕΝ ΔΙΑΘΕΤΟΥΝ, ΑΝΑΒΑΘΜΙΖΟΝΤΑΙ
ΕΠΑΡΚΕΣΤΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΥΚΟΛΑ ΜΕ
ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΕΛΑΦΡΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ
ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ