

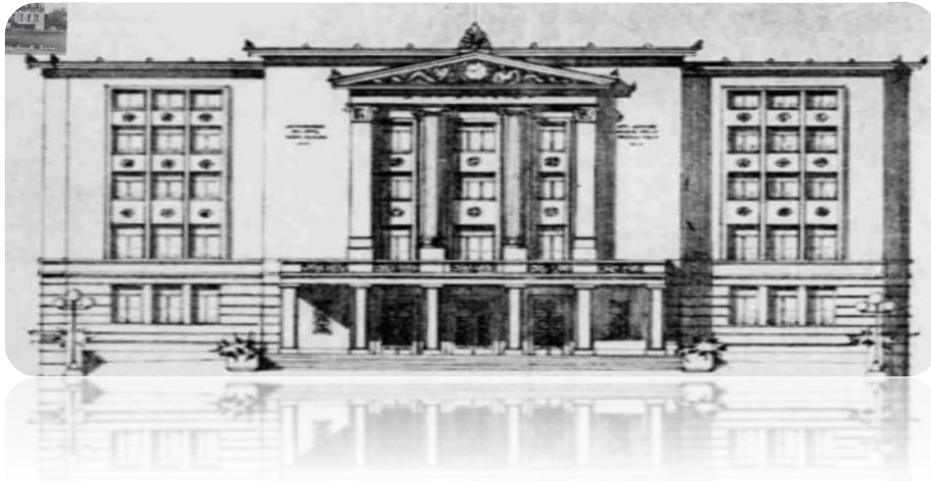


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

---

# ΑΛΛΑΓΗ ΧΡΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΣΕ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

---



---

Διπλωματική Εργασία  
**Χριστιάννας Μίντζολη**

Επιβλέπων  
**Βουγιούκας Εμμανουήλ, Λέκτορας ΕΜΠ**

Αθήνα, Οκτώβριος 2015

Copyright © Μίντζολη Χριστιάννα, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

---

# Ευχαριστίες

---

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Βουγιούκα, επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, για το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας, το ειλικρινές ενδιαφέρον, την αρωγή και τις γνώσεις που μου μετέφερε κατά την πορεία εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Επιρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Θέμις κατασκευαστική Α.Ε για την παροχή των σχεδίων κατόψεων και της χωροθέτησης και την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας για την παροχή των τιμολογίων Ε.ΤΕ.Π.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τους φίλους και τις φίλες μου για την ψυχολογική και όχι μόνο υποστήριξη κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και ιδιαίτερα τον Νίκο Μ., τον Κυριάκο Λ. και την Ειρήνη Κ.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ οφείλω στους γονείς μου Μιλτιάδη και Μαρία και στη γιαγιά μου Φιλιά, για τη συμπαράσταση και την αμέριστη υποστήριξη στη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας και γενικότερα της ζωής μου.

---

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας πενταόροφου υφισταμένου κτιρίου οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκευασμένου το 1969 στο κέντρο του Πειραιά, με σκοπό την αλλαγή χρήσης του από εμπορικό κέντρο σε δικαστικό μέγαρο. Για την εκπόνηση της εν λόγω εργασίας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ETABS έκδοση 15.0.0. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ακριβής προσομοίωση του φέροντος οργανισμού του φορέα στο πρόγραμμα. Τα γεωμετρικά δεδομένα της κατασκευής, η διάταξη των οπλισμών και οι ποιότητες των υλικών καθορίστηκαν από τα εγκεκριμένα σχέδια και τα τεύχη στατικών υπολογισμών. Στη συνέχεια, διεκπαιρεύθηκαν αναλύσεις για την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής (προκαταρκτική ελαστική και ανελαστική στατική), όπως αυτές περιγράφονται στον Κανονισμό Επεμβάσεων και στον Ευρωκώδικα 8 (EN-8). Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων κρίθηκε απαραίτητη η ενίσχυση της κατασκευής σε καθολικό επίπεδο. Επιπλέον, διερευνήθηκε η επάρκεια διαφορετικών σεναρίων ενίσχυσης και επιλέχθηκε το βέλτιστο με βάση τόσο την ικανοποίηση της σεισμικής απαίτησης όσο και τον περιορισμό του κόστους. Τέλος, υπολογίστηκε το κόστος της προτεινόμενης ενίσχυσης της κατασκευής σύμφωνα με τους πίνακες τιμολογίων των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών.

---

# ABSTRACT

---

The subject of this diploma thesis is the evaluation of the load-bearing capacity of an existing five-storey building made of reinforced concrete, constructed in 1969 in the city center of Pireaus, purposed to be used as a courthouse. The software program used for the accomplishment of this thesis is the ETABS version 15.0.0. Firstly, the building was simulated in great detail using the approved floor plans and the issues of static calculations, as far as the geometry of the structure, the material qualities and the reinforcement arrangement are concerned. Secondly, the bearing capacity of the structure was estimated through different types of analysis (preliminary elastic and pushover analysis), as they are described in the Greek Interventions Regulation and the Eurocode 8 (EN-8). From the results of these analysis, the reconstruction of the building as a whole, is regarded as necessary. Thirdly, different scenarios of reconstruction were investigated. The optimum scenario was the one that met the target of the seismic requirement in combination with the reduction of the cost. Finally, the cost of the recommended reconstruction scenario was calculated by using the prices defined by the Greek Construction Specifications.

---

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1** **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

- 1.1 Ράλλειο κτίριο Πειραιώς.....2
- 1.2 Οι προ του 1985 κατασκευές.....3
- 1.3 Γενικά περί κανονισμού επεμβάσεων.....4

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** **ΑΠΟΤΙΜΙΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ-ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ**

- 2.1 Συλλογή στοιχείων.....5
- 2.2 Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.....7
  - 2.2.1 Ελάχιστες απαιτήσεις διερεύνησης των χαρακτηριστικών των υλικών-αξιολόγηση αποτελεσμάτων-ορισμός Σ.Α.Δ.....7
  - 2.2.2 Στάθμη αξιοπιστίας γεωμετρικών δεδομένων.....11
  - 2.2.3 Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων για τη θεμελίωση.....12
- 2.3 Ορισμός συντελεστών ασφαλείας.....12
- 2.4 Επιλογή στάθμης επιτελεστικότητας.....14
- 2.5 Διαφραγματική λειτουργία πλακών.....16
- 2.6 Κύρια και δευτερεύοντα δομικά στοιχεία.....17
- 2.7 Δείκτης ανεπάρκειας λ.....17
- 2.8 Μορφολογική κανονικότητα.....18
- 2.9 Προκαταρκτική ελαστική ανάλυση.....19

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ- ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (PUSHOVER)**

- 3.1 Προϋποθέσεις εφαρμογής.....23
- 3.2 Κατανομή σεισμικών φορτίων καθ' ύψος.....25
- 3.3 Καθορισμός του κόμβου ελέγχου σελ.25
- 3.4 Εξιδακτευμένη καμπύλη δύναμης-μετακίνησης.....25
- 3.5 Υπολογισμός στοχευμένης μετακίνησης  $\delta_t$ .....25
- 3.6 Η έννοια της πλαστιμότητας.....25

3.7 Η έννοια της πλαστικής άρθρωσης.....	30
3.8 Ανελαστική συμπεριφορά δομικού στοιχείου κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.....	31
3.8.1 Υπολογισμός γωνίας στροφής χορδής διαρροής $\theta_y$ .....	34
3.8.2 Υπολογισμός οριακής γωνίας στροφής χορδής $\theta_u - \theta_{pl}$ .....	37
3.8.3 Υπολογισμός ροπής διαρροής $M_y$ .....	39
3.8.4 Υπολογισμός διατμητικής αντοχής στοιχείου.....	40
3.8.5 Ενεργός δυσκαμψία στοιχείου.....	44

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ-ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ-ΟΠΛΙΣΜΟΙ**

4.1 Περιγραφή φέροντος οργανισμού κτιρίου.....	45
4.2 Προσομοίωση του φορέα.....	55
4.3 Παραδοχές για την ποιότητα των υλικών.....	56
4.4 Παραδοχές για το δομικά στοιχεία του φορέα.....	56
4.5 Όπλιση δομικών στοιχείων.....	57

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

5.1 Συλλογή στοιχείων και στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.....	59
5.2 Συντελεστές ασφαλείας.....	60
5.3 Επιλογή στάθμης επιτελεστικότητας.....	60
5.4 Κατακόρυφα φορτία κατασκευής.....	60
5.5 Τοιχοποιία πλήρωσης κατασκευής.....	61
5.6 Προκαταρκτική ελαστική ανάλυση.....	61

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (PUSHOVER)**

6.1 Έλεγχος ικανοποίησης προϋποθέσεων εφαρμογής στατικής ανελαστικής ανάλυσης.....	65
6.2 Υπολογισμός των μεγεθών $M_y$ , $M_u$ , $V_{Rmax}$ , $V_R$ , $\theta_y$ , $\theta_u$ .....	66
6.3 Κατηγοριοποίηση διατομών και εισαγωγή πλαστικών αρθρώσεων στο ETABS.....	68
6.4 Προσομοίωση ανελαστικής συμπεριφοράς τοιχωμάτων.....	71
6.5 Ανάλυση.....	71

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

7.1 Γενικά περί επεμβάσεων-ενισχύσεων.....	85
7.2 Πρώτο σενάριο-καθολική ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους δυσκαμψίας.....	88
7.2.1 Διαστασιολόγηση συνδέσμων δυσκαμψίας.....	89
7.3 Δεύτερο σενάριο- καθολική ενίσχυση με μεταλλικούς συνδέσμους δυσκαμψίας και τοιχοπλήρωση.....	94
7.3.1 Καθορισμός χαρακτηριστικών τοιχοπλήρωσης και εισαγωγή στο προσομοίωμα.....	95

---

7.4 Διερεύνηση βελτιστοποίησης δευτέρου σεναρίου-τελικό σενάριο ενίσχυσης.....	98
7.4.1 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας.....	101
7.4.2 Έλεγχος διάτμησης τοιχείων.....	102

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

### **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

8.1 Τιμολόγιο ενίσχυσης Ράλλειου κτιρίου Πειραιά.....	105
---	-----

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**

### **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....**

113

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....**

117

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**



---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς υφιστάμενης κατασκευής καθώς και η ενίσχυσή της.

Ως "Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς" μίας κατασκευής ορίζεται η ποσοτική εκτίμηση και ο έλεγχος επάρκειάς της έναντι μίας συγκεκριμένης σεισμικής δράσης. Το αποτέλεσμα της αποτίμησης θα καταδείξει την ύπαρξη ή όχι ανάγκης ενίσχυσης της υπό μελέτη κατασκευής, αποτελώντας συνάμα το πρώτο στάδιο του ανασχεδιασμού. Η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς μίας κατασκευής θα καθοδηγήσει τον μελετητή στην επιλογή του είδους και της έκτασης της απαιτούμενης ενίσχυσης.

Ως "Ενίσχυση υφιστάμενης κατασκευής" ορίζεται το σύνολο των επεμβάσεων και επισκευών που πρέπει να πραγματοποιηθούν, έτσι ώστε η κατασκευή να αναπτύξει αντοχές, έναντι διαφόρων ειδών φοτίων, σύμφωνες με τις σύγχρονες απαιτήσεις. Οι εν λόγω απαιτήσεις αύξησης της αντοχής καθορίζονται όχι μόνο από τους σύγχρονους κανονισμούς αλλά και από τη μελλοντική χρήση για την οποία προορίζεται το υπό μελέτη υφιστάμενο κτίριο.

---

## 1.1 ΡΑΛΛΕΙΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Το κτίριο που μελετάται στην παρούσα διπλωματική εργασία είναι το Ράλλειο κτίριο. Βρίσκεται στο κέντρο του Πειραιά επί της λεωφόρου Ηρώων Πολυτεχνείου και αρχικά προοριζόταν για Δημαρχιακό Μέγαρο. Κατασκευάστηκε το 1969 από τον τότε δήμαρχο Πειραιά Α.Σκυλίτση και μελετητές μηχανικούς τους Ι.Αντωνιάδη (αρχιτέκτων) και Κ.Σπαρή (πολιτικός μηχανικός). Πρόκειται για ένα επιβλητικό κτίριο 3 υπογείων και 5 ορόφων με εμβαδόν κάτοψης ανά όροφο περίπου στα  $2000m^2$ . Παρ'ότι το κτίριο βρίσκεται στον κέντρο του Πειραιά, δεν έχει αξιοποιηθεί ποτέ μέχρι σήμερα από τον Δήμο με εξαίρεση το ισόγειο όπου στεγάζονται πολυάριθμα εμπορικά καταστήματα και τα υπόγεια που χρησιμοποιούνται ως χώρος στάθμευσης. Το κτίριο είναι ανεπίχριστο, ενώ οι τοιχοπληρώσεις (εσωτερικά και εξωτερικά) κρίνονται ιδιαίτερος επισφαλείς.



Σχ. 1.1: Εξωτερική φωτογραφική λήψη του κτιρίου



Σχ. 1.2: Εσωτερική φωτογραφική λήψη του κτιρίου

---

## **1.2 ΟΙ ΠΡΟ ΤΟΥ 1985 ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Το κτίριο έχει μελετηθεί, σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1959. Ο αντισεισμικός κανονισμός του '59 εισάγει για πρώτη φορά την απαίτηση διαστασιολόγησης για οριζόντιες δυνάμεις ανάλογες με τη μάζα της κατασκευής και τη σεισμικότητα της εκάστοτε περιοχής.

Για τη διαστασιολόγηση των φερόντων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα ίσχυε ο Κανονισμός του '54 (μετάφραση του γερμανικού του '36) και δεν περιελάμβανε διατάξεις που να αφορούν στην εξασφάλιση της τοπικής πλαστιμότητας των μελών. Ο εν λόγω κανονισμός συνεπώς, αφορούσε κυρίως τον σχεδιασμό για την ανάληψη των κατακορύφων φορτίων.

Η θέση των υποστυλωμάτων και των δοκών καθοριζόταν σχεδόν απόλυτα από την αρχιτεκτονική διάταξη με αποτέλεσμα ο φέρον οργανισμός να αποτελείται από πολλές έμμεσες στηρίξεις και να μην εξασφαλίζεται πάντα η πλαισιακή λειτουργία του κτιρίου. Άλλα συνήθη προβλήματα που συναντώνται στις προ του 1985 κατασκευές, είναι τα χαμηλά ποσοστά διαμήκους και εγκάρσιου οπλισμού, οι χαμηλές αντοχές σκυροδέματος και χάλυβα, οι ανεπαρκείς αγκυρώσεις διαμήκους οπλισμού, η περιορισμένη όπλιση των κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων, η περιορισμένη όπλιση κόμβων τοιχωμάτων-δοκών, τα μικρά πάχη επικαλύψεων των δομικών στοιχείων και η απουσία ικανοτικού σχεδιασμού. Τέλος, σημαντική είναι η έλλειψη κατασκευαστικών λεπτομερειών όπλισης.

Η τοπική πλαστιμότητα των προ του 1985 κατασκευών εκτιμάται από 1,5~2 και κρίνονται συνεπώς ιδιαίτεως τρωτά σεισμικά.

---

### **1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ**

Στον ελλαδικό χώρο, τόσο στα αστικά κέντρα όσο και στην ύπαιθρο, υπάρχουν πολυάριθμα κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1985 τα οποία εμφανίζουν σεισμική τρωτότητα και συνεπώς χρήζουν ενίσχυσης. Η ανάγκη ενίσχυσης αυτών των κατασκευών οδήγησε στην απαίτηση σύνταξης ενός κανονισμού που να λειτουργεί ως νόρμα για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητάς τους και για τον ανασχεδιασμό τους. Αυτό το κενό ήρθε να καλύψει ο Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ). Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ είναι ένας ελληνικός κανονισμός που λαμβάνει υπ'όψιν τις ιδιαιτερότητες των υφισταμένων ελληνικών κατασκευών και συνδέει τις απαιτήσεις αντοχής αυτών με τους σύγχρονους κανονισμούς (ευρωκώδικες). Αφορά κατά κύριο λόγο κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και η τελευταία αναθεώρησή του είναι αυτή του 2013 η οποία χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Σκοπός του Κανονισμού Επεμβάσεων (όπως αυτός αναφέρεται στο προίμιό του) είναι η θεσμοθέτηση των κριτηρίων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων δομημάτων και κανόνων εφαρμογής για τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό του, καθώς και για τις ενδεχόμενες επεμβάσεις, επισκευές ή ενισχύσεις. Περιλαμβάνει:

- α) κριτήρια αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας υφισταμένου δομήματος
- β) τις ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας ανασχεδιασμένων δομημάτων ή μελών τους
- γ) τον καθορισμό των τρόπων με τους οποίους μπορεί να γίνει η επέμβαση και
- δ) την συσχέτιση του ΚΑΝ.ΕΠΕ με άλλους κανονισμούς.

---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ-ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

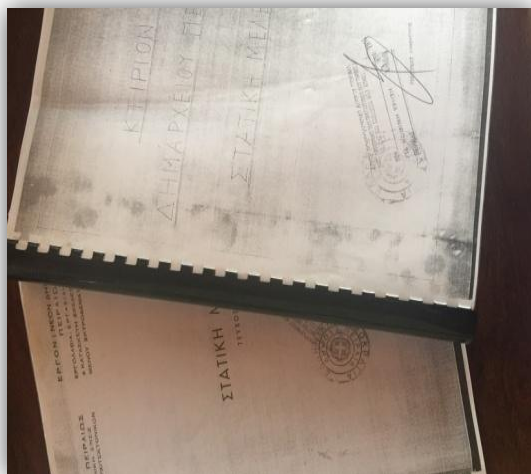
---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

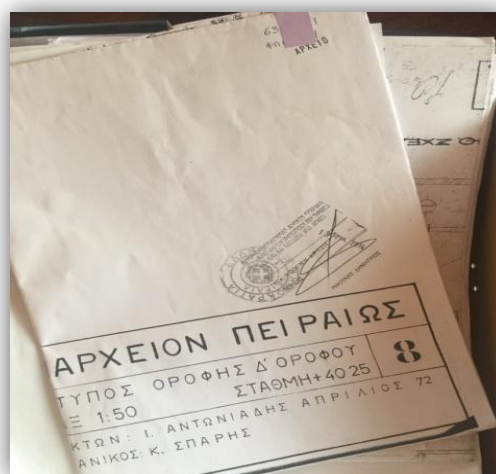
*Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάπτυξη των προκαταρκτικών ενεργειών που απαιτούνται σύμφωνα με τον κανονισμό επεμβάσεων και θα περιγραφεί η προκαταρκτική ανάλυση που αφορά μία πρώτη "αναγνώριση" της σεισμικής συμπεριφοράς της υφιστάμενης κατασκευής.*

### 2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Επεμβάσεων απαραίτητη κρίνεται η συλλογή δεδομένων σχετικών με την υπό μελέτη κατασκευή. Τέτοια είναι, σε πρώτη φάση, δημόσια έγγραφα που αφορούν την κατασκευή και που μπορούν εύκολα να εντοπισθούν στην πολεοδομική υπηρεσία της εκάστοτε περιοχής. Ενδεικτικά πολύ χρήσιμα για την αποτίμηση της κατασκευής είναι: τα εγκεκριμένα από τη δημόσια αρχή σχέδια των ξυλοτύπων, το τεύχος των στατικών υπολογισμών, οι τεχνικές εκθέσεις, τα εγκεκριμένα αρχιτεκτονικά σχέδια καθώς και τα στελέχη οικοδομικών αδειών όλων των όμορων κτιρίων.



**Σχ. 2.1:** Τεύχη στατικών υπολογισμών



**Σχ. 2.2:** Εγκεκριμένα σχέδια ξυλοτύπων

Στη φάση αυτή δεν θα πρέπει επίσης να αμεληθεί το ιστορικό ανέγερσης του κτιρίου, σε πόσες φάσεις πραγματοποιήθηκε η ανέγερσή του, ποιοί ήταν οι επιβλέποντες μηχανικοί, ποιές ενδεχόμενες μεταγενέστερες επεμβάσεις έχουν πραγματοποιηθεί επί του κτιρίου και ποιοί ήταν οι ισχύοντες κανονισμοί που διέπουν την εγκεκριμένη μελέτη. Επιπλέον σημαντικός είναι ο καθορισμός της ποιότητας των υλικών κατασκευής τόσο από την εγκεκριμένη μελέτη όσο και από τον έλεγχο των υλικών με μεθόδους που θα αναπτυχθούν παρακάτω. Τέλος πρέπει να πραγματοποιείται αυτοψία του κτιρίου για τον εντοπισμό ενδεχόμενων βλαβών, η αποτύπωση του φορέα αρχιτεκτονικά και στατικά και η αναγνώριση του είδους του εδάφους θεμελίωσης.



**Σχ. 2.3:** Φωτογραφική λήψη από την ανέγερση του κτιρίου το 1969

---

## **2.2 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Στις υφιστάμενες κατασκευές, οι αριθμητικές τιμές των δεδομένων που υπεισέρχονται στην αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, ενδέχεται να υπόκεινται σε σφάλματα σημαντικότερα απ'ότι στην περίπτωση των νέων κατασκευών. Η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων εκφράζει την επάρκεια των πληροφοριών περί του υφισταμένου κτιρίου και λαμβάνεται υπόψη κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό. Η έννοια της Σ.Α.Δ εφαρμόζεται και για την πληρότητα της αποτύπωσης του φέροντος οργανισμού και των τοιχοπληρώσεων. Οι επιπτώσεις της αβεβαιότητας στις αριθμητικές τιμές των δεδομένων ή στην αποτύπωση λαμβάνονται υπόψη στις δράσεις ή τις αντιστάσεις.

Στον ΚΑΝ.ΕΠΕ γίνεται διάκριση τριών σταθμών αξιοπιστίας δεδομένων:

- 1) Υψηλή
- 2) Ικανοποιητική
- 3) Ανεκτή

Σε αντιστοιχία με τις Σ.Α.Δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ βρίσκονται τα Επίπεδα Γνώσης του ΕΚ8-3.

Σημειώνεται σε αυτό το σημείο, πως η Σ.Α.Δ δεν είναι αναγκαστικά εννιαία για ολόκληρο το κτίριο. Προσδιορίζονται έτσι, επιμέρους Σ.Α.Δ για τις διάφορες κατηγορίες πληροφοριών και για την ανάλυση χρησιμοποιείται η δυσμενέστερη.

### **2.2.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΟΡΙΣΜΟΣ Σ.Α.Δ**

#### **ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

- Η διερεύνηση του σκυροδέματος αποσκοπεί κυρίως, στον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής, για κάθε περιοχή του φέροντος οργανισμού. Για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό της κατασκευής, θα χρησιμοποιείται η επιτόπου αντοχή σκυροδέματος σε κάθε κρίσιμη περιοχή του εκάστοτε δομικού στοιχείου λαμβάνοντας όμως υπόψη την αναμενόμενη διαφοροποίηση αντοχής σκυροδέματος ανάλογα με την χαρακτηριστική θέση του στον φορέα και ανάλογα με τις συνθήκες σκυροδέτησης, συμπύκνωσης και συντήρησης. Κρίσιμη περιοχή νοείται:
  - Για τα υποστυλώματα: Το άνω και κάτω άκρο
  - Για τα δοκάρια: Το αριστερά και δεξιά άκρο

- 
- Για τα τοιχεία: Η περιοχή αμέσως πάνω από την πάκτωση του τοιχώματος.

Γενικά όταν δεν υπάρχουν ενδείξεις τοπικών κακοτεχνιών, οι τιμές αντοχής του σκυροδέματος επιτρέπεται να προέχονται από μετρήσεις που γίνονται σε ένα ποσοστό του συνόλου των χαρακτηριστών θέσεων στο κτίριο. Το πλήθος των χαρακτηριστικών θέσεων στις οποίες θα γίνονται οι μετρήσεις ανά όροφο και είδος δομικού στοιχείου πρέπει να είναι αρκετό για την επιζητούμενη αξιοπιστία.

Για την εκτίμηση της αντοχής θα γίνεται συνδυασμός έμμεσων μεθόδων (κρουσιμετρήσεις, υπέρηχοι) και πυρηνοληψίας. Δηλαδή συνδυασμός καταστροφικών και μη μεθόδων. Η ακρίβεια των έμμεσων μεθόδων εξαρτάται από το πλήθος τοπικών συνθηκών συνεπώς τα προκύπτοντα από αυτές αποτελέσματα πρέπει να βαθμονομούνται με βάση τα αποτελέσματα της πυρηνοληψίας.

Η μετατροπή της αντοχής των πυρήνων σε πραγματική επιτόπου αντοχή, γίνεται μέσω διορθωτικών συντελεστών ώστε να λαμβάνονται υπ'όψιν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πυρήνα, το πάχος του στοιχείου από το οποίο ελήφθη ο πυρήνας και η διαταραχή από την πυρηνοληψία.

Με βάση τα αποτελέσματα των προαναφερθέντων δοκιμών ο μελετητής θα πρέπει να αιτιολογήσει τις παραδοχές για τα χαρακτηριστικά του σκυροδέματος που θα χρησιμοποιηθούν κατά την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό, συνεκτιμώντας και άλλες τυχόν διαθέσιμες πληροφορίες.

**Καταστροφικές μέθοδοι (πυρηνοληψία):** Σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ για μικρά (μέχρι διώροφα κτίρια, το ελάχιστο απαιτούμενο πλήθος δοκιμών είναι 3 από ομοειδή δομικά στοιχεία. Για μεγαλύτερα κτίρια, απαιτούνται τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε όμως 3 πυρήνες στον κρίσιμο όροφο. Κρίσιμος όροφος είναι εκείνος ο οποίος αναμένεται να καταπονηθεί περισσότερο λόγω σεισμού (π.χ ισόγειο, pilotis).

**Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων ανάλογα με τα ποσοστά των στοιχείων στα οποία πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με έμμεσες μεθόδους**

- **Υψηλή Σ.Α.Δ:** Για να θεωρείται η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων υψηλή θα πρέπει το πλήθος εφαρμογής των έμμεσων μεθόδων εκτίμησης της αντοχής να καλύπτει τουλάχιστον το 45% για κατακόρυφα στοιχεία και το 25% για τα οριζόντια (δοκοί ή πλάκες).



- 
- **Ικανοποιητική Σ.Α.Δ:** Για να θεωρείται η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων ικανοποιητική θα πρέπει το πλήθος εφαρμογής των έμμεσων μεθόδων εκτίμησης της αντοχής να καλύπτει τουλάχιστον το 30% των κατακορύφων στοιχείων και το 15% των οριζοντίων. Εάν τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση το η Σ.Α.Δ μπορεί να θεωρηθεί υψηλή.
  - **Ανεκτή Σ.Α.Δ:** Για ανεκτή στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων τα παραπάνω ποσοστά περιορίζονται στο 15 και 8% αντίστοιχα. Εάν τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση τότε η Σ.Α.Δ μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική.

Άλλες ιδιότητες του σκυροδέματος όπως το μέτρο ελαστικότητας, η εφελκυστική αντοχή κλπ. μπορούν να προσδιορίζονται έμμεσα με βάση τη θλιπτική αντοχή.



Σχ. 2.4: Πυρηνοληψία από φέροντα οργανισμό Ο/Σ (καταστροφική μέθοδος)



Σχ. 2.5: Κρουσιμέτρηση (μη καταστροφική μέθοδος)

## ΧΑΛΥΒΑΣ

Ο προσδιορισμός της κατηγορίας του χάλυβα ολπισμού υφισταμένου κτιρίου αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό.

- **Υψηλή Σ.Α.Δ:** Υψηλή στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων θεωρείται πως εξασφαλίζεται σε περίπτωση πραγματοποίησης διερεύνησης των πραγματικών χαρακτηριστικών του χάλυβα (όριο διαρροής, αντοχή, ολκιμότητα). Πρέπει να πραγματοποιούνται δοκιμές σε 3 τουλάχιστον δείγματα περίπου ίδιας διαμέτρου από δομικά στοιχεία του κρίσιμου ορόφου. Αυτό είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί με αποκάλυψη του ολπισμού. Η εν λόγω διαδικασία είναι αρκετά περίπλοκη και δαπανηρή στην εφαρμογή της. Συνηθέστερα τα δείγματα λαμβάνονται από αναμονές που ενδεχομένως υπάρχουν στον τελευταίο όροφο.
- **Ικανοποιητική Σ.Α.Δ:** Η εν λόγω στάθμη αξιοπιστίας θεωρείται πως ικανοποιείται σε περίπτωση που η κατάταξη του χάλυβα γίνεται μέσω οπτικής αναγνώρισης (επιφάνεια λεία ή με νευρώσεις, τυχόν αναγνωρίσιμες σημάνσεις στην επιφάνεια των ράβδων) σε συνδυασμό με την εποχή κατασκευής του έργου. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του χάλυβα που θα χρησιμοποιούνται κατά τον έλεγχο της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων επιτρέπεται να λαμβάνονται από τα προβλεπόμενα στους αντίστοιχους κανονισμούς για την προσδιοριζόμενη κατηγορία χάλυβα. Για τη συσχέτιση της κατηγορίας του χάλυβα με τον χρόνο κατασκευής όπως επίσης με τη μορφή των νευρώσεων, παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας από τον ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΛΥΒΩΝ.

Κατηγορία χάλυβα	Τυπική χημική σύνθεση (% κ.β.)					Τρόπος Παραγωγής	Κύρια Περίοδος Χρήσης (δεκαετίες)	
	C	Mn	Si	S	P			V
St I και S220	0,08-0,12	≈0,50	≈0,10	0,03-0,06	0,01-0,10	-	Θ.Ε.-Χ.	έως '70
St IIIα και S400	0,30-0,40	0,80-1,00	0,20-0,30	0,03-0,06		-	Θ.Ε.-Χ.	'60 έως '95
St IIIβ ελικ/βας	0,10-0,15	≈0,50	≈0,10			-	Ψ.Κ.-Σ	'60 έως '70
S500	0,35-0,40	1,00-1,20	0,20-0,30	0,03-0,06		0,02-0,03	Θ.Ε.-Χ.	'90 -'95
S400s	≈0,15	0,60-1,00	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	'90 -'95
S500s	0,18-0,20	1,00-1,20	0,20-0,30	0,03-0,05		0,04-0,09	Θ.Ε.-Χ.	'90 -'95
S500s	0,15-0,20	0,60-1,00	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	'92 έως 2007
B500A	0,20-0,22	0,90-1,20	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ. ή Ψ.Κ.-Ο	από 2006
B500C	0,20-0,22	0,90-1,20	0,15-0,30	0,03-0,05		-	Θ.Ε.-Θ.	από 2006

**ΠΙΝ.2.1:**Ενδεικτικές χημικές συνθέσεις, τρόποι παραγωγής και κύριες περίοδοι χρήσης διάφορων κατηγοριών χαλύβων.

Κατηγορία	Μορφή επιφάνειας	Τρόπος παραγωγής	min $f_y$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	min $\epsilon_{10}$ %
I	Λ	Θ.Ε.-Χ.	220	340-500	18
IIIα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -Χ.	420 (d ≤ 18mm) 400 (d > 18mm)	min 500	18
IIIβ	N	Ψ.Κ.	420 (d ≤ 18mm) 400 (d > 18mm)	min 500	8
IVα	Λ ή Ν	Θ.Ε. -Χ.	500	-	16
IVβ	N	Ψ.Κ.	500	-	8

Σημείωση: Λ = Λείες ράβδοι, Ν = Ράβδοι με νευρώσεις,  
Θ.Ε.-Χ. = Θερμή έλαση, Ψ.Κ. (Ψ.Κ.-Ο. ή Ψ.Κ.-Σ.) = Ψυχρή κατεργασία.

### ΠΙΝ.2.2:Αντοχές διαφόρων κατηγοριών χαλύβων

Σε περίπτωση αδυναμίας πραγματοποίησης όλων των παραπάνω ελέγχων και εφόσον δεν παρατηρηθούν κακοτεχνίες, μπορούν να χρησιμοποιούνται δεδομένα από προγενέστερους ποιοτικούς ελέγχους. Εάν δεν διατίθενται τέτοιοι έλεγχοι, τότε μετά από απόφαση της Δημόσιας Αρχής μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ονομαστικές τιμές της αντοχής των υλικών.

### 2.2.2 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Καθορίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα ο οποίος περιλαμβάνεται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ									
				ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ Ή ΑΝΩΔΟΜΗΣ			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λπ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λπ.			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ			
				Ανεκτή	Μεσοποιητή	Υψηλή	Ανεκτή	Μεσοποιητή	Υψηλή	Ανεκτή	Μεσοποιητή	Υψηλή	
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ	1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	(1)			✓			✓			✓
✓		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	(2)			✓			✓		✓	
✓		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	(3)	✓			✓			✓		
	✓	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	(4)		✓			✓			✓	
	✓	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον αλλά επαρκώς αξιόπιστον τρόπο	(5)	✓			✓			✓		
	✓	6	Δεδομένο που έχει ειλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	✓	✓		✓	✓		✓	✓	

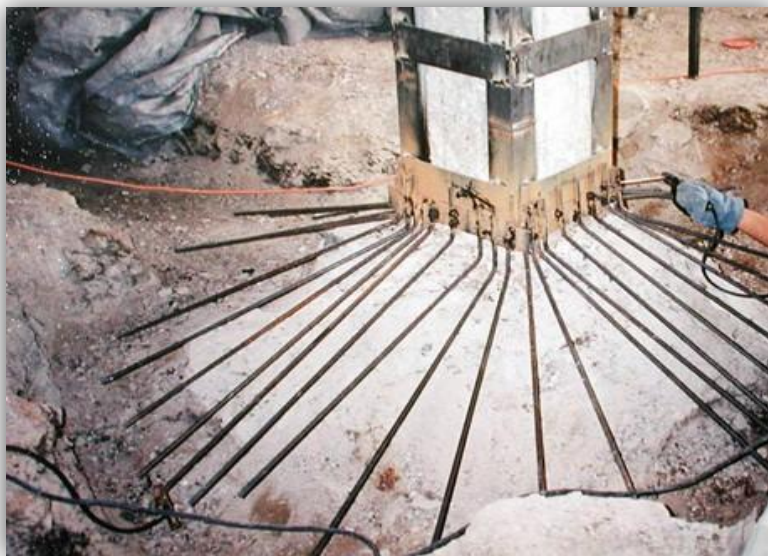
ΠΙΝ.2.3:Πίνακας ορισμού στάθμης αξιοπιστίας γεωμετρικών δεδομένων

---

### **2.2.3 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ**

Σε περίπτωση που η θεμελίωση είναι προσπελάσιμη πραγματοποιούνται οι δοκιμές όπως παραπάνω και αντιστοίχως ορίζεται η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων για τα υλικά και τη γεωμετρία της θεμελίωσης. Εάν όμως δεν υπάρχει δυνατότητα εκσκαφής για την πραγματοποίηση των εν λόγω δοκιμών χρησιμοποιούνται, από τον μελετητή, κατ'εκτίμηση διαστάσεις θεμελίωσης τέτοιες ώστε να οδηγούν σε οριακή φέρουσα ικανότητα.

Όσο αφορά την Σ.Α.Δ της θεμελίωσης σημαντική κρίνεται και η κατάταξη του εδάφους είτε οπτικά σε συνδυασμό με παρατηρήσεις από την παρελθοντική συμπεριφορά του σε σεισμό είτε ως αποτέλεσμα γεωτεχνικής μελέτης.



**Σχ. 2.6:**Αποκάλυψη θεμελίωσης και μεταγενέστερη ενίσχυση αυτής

Εν κατακλείδι, ο προσδιορισμός της στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων για τα υλικά και τη γεωμετρία της κατασκευής είναι καθοριστικός αφού η Σ.Α.Δ και η εκάστοτε τιμή της (υψηλή, ικανοποιητική, ανεκτή) επηρεάζει την επιλογή των συντελεστών ασφαλείας  $\gamma_f$  και  $\gamma_m$ .

### **2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Η εξαγωγή, από τις αναλύσεις, ασφαλών αποτελεσμάτων όσο αφορά τη φέρουσα ικανότητα της υπό μελέτη κατασκευής, προϋποθέτει τον ορισμό συντελεστών ασφαλείας

για την "κάλυψη" ενδεχομένων σφαλμάτων στους υπολογισμούς των τιμών αντοχής των υλικών ή στο προσομοίωμα του κτιρίου. Αυτοί είναι οι εξής:

- $\gamma_{sd}$  : συντελεστής ασφαλείας για δράσεις. Λαμβάνει υπ'όψιν τις αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων για την εκτίμηση των συνεπειών των δράσεων. Εξαρτάται από την ένταση των βλαβών.

Σοβαρές και εκτεταμένες βλάβες ή και επεμβάσεις	Ελαφρές και τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες ή επεμβάσεις
$\gamma_{sd} = 1.20$	$\gamma_{sd} = 1.10$	$\gamma_{sd} = 1.00$

**ΠΙΝ. 2.4:** Πίνακας υπολογισμού συντελεστή  $\gamma_{sd}$

- $\gamma_{Rd}$  : συντελεστής ασφαλείας για αντιστάσεις. Λαμβάνει υπ'όψιν τις αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων για την εκτίμηση των αντιστάσεων.
- $\gamma_f$  : συντελεστής ασφαλείας για μεταβλητές δράσεις. Επιλέγεται σύμφωνα με τον ΕΚ 2.
- $\gamma_g$  : συντελεστής ασφαλείας για μόνιμες δράσεις. Εξαρτάται από την στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων.

Σ.Α.Δ. Υφισταμένων στοιχείων	Βασικούς συνδυασμούς και δυσμενείς επιρροές	Υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών (Τυχηματική δράση)
Ανεκτή	1.50	1.20
Ικανοποιητική	1.35	1.10
Υψηλή	1.20	1.00

**ΠΙΝ. 2.5:** Πίνακας υπολογισμού συντελεστή  $\gamma_g$

- $\gamma_m$  : συντελεστής ασφαλείας υλικού. Λαμβάνει υπ'όψιν τις δυσμενείς αποκλίσεις των μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές. Εάν ο έλεγχος πραγματοποιείται σε όρους παραμορφώσεων η τιμή του εν λόγω συντελεστή καθορίζεται από τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα

Σ.Α.Δ. Υφισταμένων στοιχείων	$\gamma_m$
Ανεκτή	1.20
Ικανοποιητική	1.10
Υψηλή	1.00

**ΠΙΝ. 2.6:** Πίνακας υπολογισμού συντελεστή  $\gamma_m$

- $\gamma_c$ : επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα
- $\gamma_s$ : επιμέρους συντελεστής ασφαλείας για τον χάλυβα

Τόσο ο  $\gamma_c$  όσο και ο  $\gamma_s$  συντελεστής, εάν ο έλεγχος πραγματοποιείται σε όρους εντατικών μεγεθών, παίρνουν τιμές που εξαρτώνται από τη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων. Παρατίθεται ο πίνακας με τις τιμές αυτές.

Σ.Α.Δ. Υφισταμένων στοιχείων	Πιθανή τιμή $\gamma_c$	Πιθανή τιμή $\gamma_s$
Ανεκτή	1.65	1.25
Ικανοποιητική	1.5	1.15
Υψηλή	1.35	1.05

**ΠΙΝ. 2.7:** Πίνακας υπολογισμού συντελεστών  $\gamma_c$  και  $\gamma_s$

## **2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ(Σ.Ε)**

Η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς των κατασκευών με ορισμό της επιθυμητής στάθμης επιτελεστικότητας βασίζεται στην αρχή του καθορισμού αποδεκτού επιπέδου ζημιών ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης της σεισμικής δράσης ελέγχου, δηλαδή στον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου σεισμικής ικανότητας. Πρόκειται δηλαδή περί στοχευμένης συμπεριφοράς του κτιρίου υπό δεδομένους αντίστοιχους σεισμούς, σε συνδυασμό με μία "ανεκτή" πιθανότητα υπέρβασης κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του έργου.

Οι στάθμες επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού ορίζονται συναρτήσει του βαθμού βλάβης του ως εξής:

- **Περιορισμένες βλάβες (Α)**

Ο φέρων οργανισμός της κατασκευής έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες, με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικό βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και τη δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις μεταξύ ορόφων είναι σχεδόν αμελητέες. Πρακτικά γι' αυτό το επίπεδο της Σ.Ε καμία λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Ως αντίστοιχες βλάβες του φέροντος οργανισμού αναφέρονται ενδεικτικώς: Αραιές τριχοειδείς καμπτικές ρωγμές, χωρίς ευδιάκριτες μόνιμες μετακινήσεις υποστυλωμάτων ή τοιχωμάτων.

---

- **Σημαντικές βλάβες (B)**

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομένουσα αντοχή και δυσκαμψία και είναι σε θέση να παραλάβουν τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους. Ο φέρων οργανισμός μπορεί να αντέξει μετασεισμούς μέτριας έντασης.

Κατά τον σεισμό δεν αναμένεται να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού. Ως αντίστοιχες βλάβες του φέροντος οργανισμού αναφέρονται ενδεικτικώς καμπτικές και διατμητικές ρωμές, περιορισμένες απολεπίσεις σκυροδέματος, τοπικοί λυγισμοί διαμήκων ράβδων οπλισμού και άνοιγμα ορισμένων αγκίστρων συνδετήρων σε λίγα υποστυλώματα ή τοιχώματα και μικρές γενικώς μόνιμες μετακινήσεις.

- **Οιωνεί κατάρρευση (Γ)**

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές βλάβες (μη επισκευάσιμες κατά πλειονότητα). Ο όρος μη-επισκευάσιμες βλάβες, αναφέρεται σε σοβαρές ή βαριές βλάβες έναντι των οποίων απαιτείται ενίσχυση (και όχι απλή επισκευή) ή αντικατάσταση ή υποκατάσταση του δομικού στοιχείου ή του δομήματος στο σύνολό του. Οι μόνιμες μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες. Ο φέρων οργανισμός έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία (κατά, και για ένα διάστημα μετά, τον σεισμό), χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης, ακόμη και για μετασεισμούς μέτριας έντασης. Κατά τον σεισμό δεν αποκλείονται ακόμη και σοβαροί τραυματισμοί ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού. Ως αντίστοιχες βλάβες αναφέρονται ενδεικτικώς για τον φέροντα οργανισμό εκτεταμένες θραύσεις και αποδιοργάνωση του πυρήνα σκυροδέματος, τοπικές θραύσεις οπλισμών και άνοιγμα συνδετήρων.

Οι στάθμες επιτελεστικότητας για τα μη φέροντα στοιχεία ορίζονται συναρτήσει του βαθμού βλάβης τους ως εξής:

- **Περιορισμένες βλάβες (A)**

Τα μη φέροντα στοιχεία (όπως είναι τα διαχωριστικά και οι τοιχοπληρώσεις) μπορεί να παρορσιάζουν κατανεμημένη ρηγμάτωση, χωρίς ουσιώδεις πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος.

- **Σημαντικές βλάβες (B)**

Τα μη φέροντα στοιχεία έχουν υποστεί βλάβες, όπως ενδεικτικώς πυκνές



---

ρηγματώσεις και τοπικές πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος και τμημάτων τοιχοποιίας, χωρίς σημαντικές εκτός επιπέδου αστοχίες.

- **Οιωνεί κατάρρευση (Γ)**

Τα περισσότερα μη φέροντα στοιχεία έχουν καταρρεύσει ή παρουσιάζουν εκτεταμένες αποδιοργανώσεις και καταπτώσεις μεγάλων τεμαχίων τοίχων ή ολόκληρων φατνωμάτων.

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	Περιορισμένες βλάβες	Σημαντικές βλάβες	Οιωνεί κατάρρευση
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

**ΠΙΝ. 2.8:** Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού φέροντος οργανισμού

Η πιθανότητα υπέρβασης 50% (μέγιστη ανεκτή) σε 50 έτη αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 70 ετών, ενώ η πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 έτη αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 475 ετών. Για συνήθεις κατασκευές ως στάθμη επιτελεστικότητας επιλέγεται η B2.

Η επιλογή ενός συγκεκριμένου στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του φέροντος οργανισμού συνεπάγεται τη χρήση κατάλληλα τροποποιημένων δεικτών  $q$  ή ανεκτών παραμορφώσεων  $\delta_d$  όπως θα δούμε παρακάτω στα κεφάλαια περί αναλύσεων.

## **2.5 ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΛΑΚΩΝ**

Οι εντός επιπέδου παραμορφώσεις του διαφράγματος υπό την επίδραση των σεισμικών αδρανειακών δράσεων και των αντιδράσεων των κατακόρυφων στοιχείων, πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψιν για τις προκύπτουσες μετακινήσεις των κατακόρυφων στοιχείων.



---

Πραγματοποιείται με αυτόν τον τρόπο συνεπώς, κατάταξη των διαφραγμάτων σε δύο κατηγορίες: Ευπαράμορφωτα και απάραμορφωτα. Σε περίπτωση που δε γίνεται λεπτομερέστερη θεώρηση ένα διάφραγμα χαρακτηρίζεται ως απάραμορφωτο όταν ικανοποιούνται τα εξής κριτήρια:

- Παρουσία ουσιωδών περιμετρικών δοκών, απουσία έντονων μεταβολών πάχους και διατομών, ή ασυνεχειών στη διάταξη δοκών ή πλακών.
- Δεν πρόκειται για σύστημα συμπαγών πλακών χωρίς δοκούς ή με έμμεσες στηρίξεις. Στην κατηγορία αυτή δε συμπεριλαμβάνονται οι συμπαγείς πλάκες χωρίς δοκούς με επαρκή όμως τοιχώματα καθώς και οι δοκιδωτές πλάκες με επαρκή τοιχώματα.
- Οι ανισοσταθμίες μέσα στον ίδιο όροφο δεν είναι έντονες (μεγαλύτερες του  $h_b/2$  όπου ως  $h_b$  λαμβάνεται το μέσο ύψος των δοκών του ορόφου).
- Δεν υπάρχουν μεγάλα κενά μέσα στα διαφράγματα, ιδίως στην περιοχή μεγάλων τοιχωμάτων.
- Η μορφή της κάτοψης είναι συμπαγής.

## **2.6 ΚΥΡΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Σύμφωνα με το 1ο μέρος του Ευρωκώδικα 8, η διάκριση των δομικών στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα γίνεται με βάση το εάν το υπό εξέταση στοιχείο αποτελεί μέρος του συστήματος του κτιρίου που αναλαμβάνει σεισμική δράση. Ουσιαστικά, η διάκριση ενός δομικού στοιχείου σε κύριο ή δευτερεύον επαφύεται στην κρίση του μηχανικού. Αυτός είναι υπεύθυνος να διερευνήσει και να αποφασίσει το κατά πόσο η κατάρρευση ενός δομικού στοιχείου μπορεί να είναι καθοριστικής σημασίας για την ευστάθεια της κατασκευής. Παραδείγματα δευτερευόντων δομικών στοιχείων είναι οι δοκοί σύζευξης τοιχωμάτων, τα δοκάρια που εδράζονται σε άλλη δοκό (δοκός επί δοκού), τα φυτευτά υποστυλώματα στον τελευταίο όροφο κλπ. Σε περίπτωση που έχει επιλεγεί στάθμη επιτελεστικότητας A, αυτή η διάκριση των δομικών στοιχείων δεν πρέπει να γίνεται.

## **2.7 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ λ**

Ως δείκτης ανεπάρκειας λ ορίζεται ο λόγος  $\frac{S_E}{R_m}$  όπου  $S_E$ : εντατικό μέγεθος λόγω των δράσεων του σεισμικού συνδυασμού και  $R_m$ : η αντίστοιχη διαθέσιμη αντίσταση του στοιχείου. Υπολογίζεται για κάθε δομικό στοιχείο του φορέα.

---

Οι λόγοι  $\lambda$  υπολογίζονται μόνο με βάση τις καμπτικές αντοχές. Σε περίπτωση δομικών στοιχείων που καταπονούνται από αξονική δύναμη και διαξονική ροπή ο λόγος αυτός υπολογίζεται σε όρους απαιτούμενου προς υπάρχοντος οπλισμού. Κρίσιμος συντελεστής ανά όροφο είναι ο μέγιστος συντελεστής.

Ο υπολογισμός του συντελεστή ανεπάρκειας, όπως θα δούμε και παρακάτω, είναι απαραίτητος για την επιλογή τελικής μεθόδου ανάλυσης για την αποτίμηση της κατασκευής. Τελικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διερεύνηση της μορφολογικής κανονικότητας του κτιρίου.

## **2.8 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ**

Κατά τον κανονισμό επεμβάσεων, ένα υφιστάμενο κτίριο μπορεί να θεωρείται μορφολογικά κανονικό εάν ισχύουν εναλλακτικά οι ακόλουθες συνθήκες:

- Κανένας επιμέρους φορέας ανάληψης σεισμικών δράσεων δε διακόπτεται καθ' ύψος ούτε συνεχίζει σε διαφορετικό φάτνωμα.
- Κανένας επιμέρους φορέας ανάληψης σεισμικών δράσεων δε συνεχίζει στον γειτονικό όροφο σε εκτός επιπέδου εσοχή.
- Το κτίριο δεν περιλαμβάνει όροφο του οποίου ο μέσος δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda_{\kappa}$  υπερβαίνει το 150% του μέσου δείκτη ανεπάρκειας ενός γειτονικού (υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου), όπου:

$$\lambda_{\kappa} = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{Si}}{\sum_1^n V_{Si}}$$

Στη σχέση αυτή,  $\lambda_i$  είναι ο δείκτης ανεπάρκειας για το κύριο στοιχείο  $i$  του ορόφου,  $V_{Si}$  είναι η αντίστοιχη δρώσα τέμνουσα (από ελαστική ανάλυση για  $q=1$ ) και  $n$  ο αριθμός των κύριων στοιχείων του ορόφου " $\kappa$ ".

- Το κτίριο δεν περιλαμβάνει όροφο του οποίου, για μία δεδομένη διεύθυνση της σεισμικής δράσης, το πηλίκο του λόγου  $\lambda$  στοιχείου που βρίσκεται στη μία πλευρά του ορόφου, προς τον αντίστοιχο λόγο του στοιχείου που βρίσκεται σε οποιαδήποτε άλλη πλευρά (του ορόφου) υπερβαίνει το 1,50. Ο κανόνας αυτός αφορά ορόφους των οποίων το υπερκείμενο διάφραγμα δεν είναι ευπαράμορφο εντός του επιπέδου του.



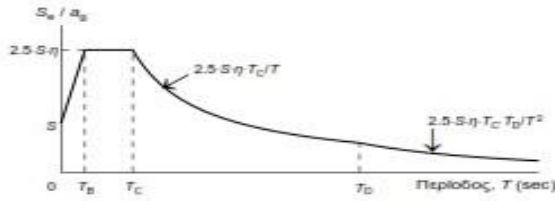
**Σχ. 2.7:** Παραδείγματα μη κανονικότητας καθ΄ ύψος : Διακοπή φορέα καθ΄ ύψος (αριστερά), εκτός επιπέδου εσοχή (δεξιά).

## **2.9 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

Για την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής πραγματοποιείται μία προκαταρκτική ελαστική ανάλυση. Αυτή μπορεί να είναι είτε στατική είτε δυναμική. Ο συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  λαμβάνεται μοναδιαίος που σημαίνει πως δεν έχουμε απομείωση της σεισμικής δράσης για τον φορέα.

Για τον καθορισμό του μεγέθους της σεισμικής δράσης χρησιμοποιείται το φάσμα του Ευρωκώδικα 8, συναρτήσεως της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου της κατασκευής, της σπουδαιότητάς της, του είδους του εδάφους θεμελίωσης και τη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας.

**Ελαστικό φάσμα απόκρισης ( $S_e$ =ελαστική φασματική επιτάχυνση)**



$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right] \quad \text{για } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \quad \text{για } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \frac{T_C}{T} \quad \text{για } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \cdot \frac{T_C - T_D}{T^2} \quad \text{για } T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$$

όπου:

$$a_g = \gamma_i \cdot a_{gr}$$

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{\zeta + 5}} \geq 0.55 = \text{συντελεστής απόσβεσης (το } \zeta \text{ τίθεται επί τοις εκατό)}$$

$S$  = συντελεστής εδάφους

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας	$a_{gr}$ (g)	Κατηγορία Σπουδαιότητας	$\gamma_i$	Κατηγορία Εδάφους	$T_B$ (sec)	$T_C$ (sec)	$T_D$ (sec)	$S$
Z1	0.16	I	0.80	A	0.15	0.40	2.50	1.00
Z2	0.24	II	1.00	B	0.15	0.50	2.50	1.20
Z3	0.36	III	1.20	C	0.20	0.60	2.50	1.15
		IV	1.40	D	0.20	0.80	2.50	1.35
				E	0.15	0.50	2.50	1.40

**Φάσμα σχεδιασμού για ανελαστική συμπεριφορά ( $S_d$ =φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού)**

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad \text{για } 0 \leq T \leq T_B$$

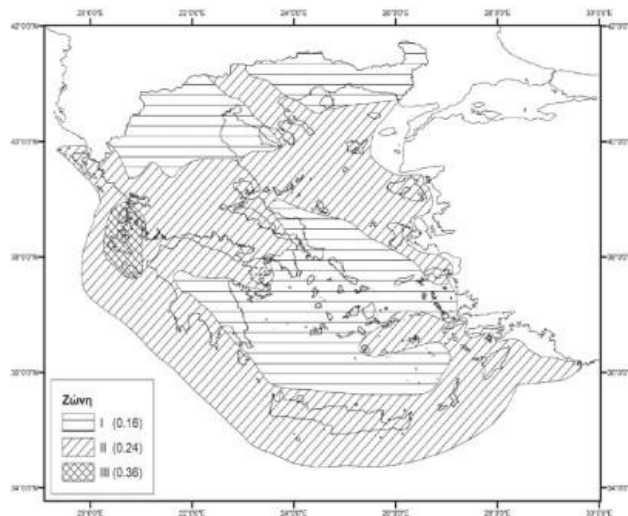
$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \quad \text{για } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \geq \theta \cdot a_g \quad \text{για } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C - T_D}{T^2} \geq \theta \cdot a_g \quad \text{για } T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$$

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα, η τιμή  $\theta$  ορίζεται σε  $\theta=0.2$ .

**Σχ.2.8: Ελαστικό φάσμα απόκρισης Ευρωδώρα 8**



**Σχ.2.9: Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας στον ελλαδικό χώρο**

Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής, μπορεί να εκτιμηθεί είτε μέσω ιδιομορφικής ανάλυσης κατάλληλου προσομοιώματος της κατασκευής, είτε με τη μέθοδο Rayleigh-Ritz, είτε με χρήση άλλων αξιόπιστων εμπειρικών σχέσεων.

Οι δυσκαμψίες των μελών εκτιμούνται με βάση τα πραγματικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους και σε αυτή της φάση αποτίμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές δυσκαμψίας όπως ορίζονται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ στην περίπτωση χρήσεως εννιαίου δείκτη  $q$ .

A/α	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστώλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_c I_g)$
1.2	Υποστώλωμα 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)	$0,4*(E_c I_g)$

(1) Ή επισκευασμένο, με απλές μεθόδους.

(2) Για τις πλακοδοκούς, μορφής Γ ή Τ, επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη  $I_g = (1,5 \text{ ή } 2,0)I_w$ , αντιστοίχως, όπου  $I_w$  είναι η ροπή αδράνειας της ορθογωνικής διατομής του κορμού μόνου.

#### ΠΙΝ.2.9: Τιμές δυσκαμψίας

Η τιμή της τέμνουσας δύναμης βάσης για κάθε οριζόντια διεύθυνση κατά την οποία μελετάται το κτίριο θα υπολογίζεται:

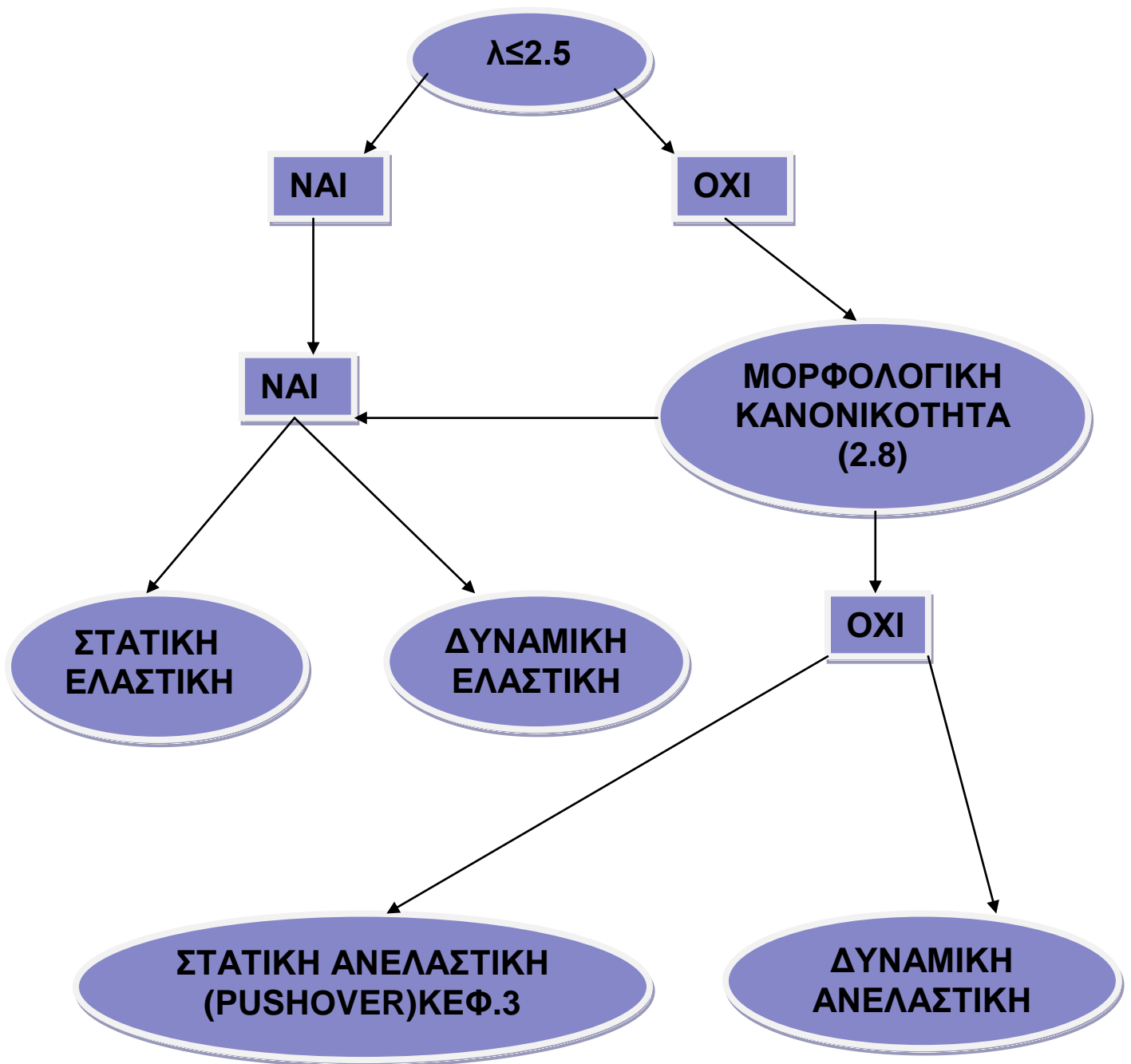
$$F_b = S_e(T1) \cdot m \cdot \lambda \text{ κατά } X \text{ και κατά } Y$$

Όπου

- $S_e(T1)$  η επιτάχυνση από το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού του ευρωκώδικα
- $T1$  η θεμελιώδης περίοδος της κατασκευής για την εξεταζόμενη διεύθυνση
- $m$  η συνολική μάζα της κατασκευής πάνω από τη στάθμη θεμελίωσης
- $\lambda$  συντελεστής διόρθωσης. Λαμβάνεται ίσος με 0.85 εάν  $T1 \leq 2T_c$  και το κτίριο διαθέτει πάνω από δύο ορόφους και μονάδα σε κάθε άλλη περίπτωση

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda$  για κάθε πρωτεύον δομικό στοιχείο, κατά τα προηγούμενα (2.8).

Ανάλογα με την τιμή του κρίσιμου  $\lambda$  ορόφου (μεγαλύτερος λόγος  $\lambda$  ανά όροφο), γίνεται επιλογή της ανάλυσης για την τελική αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς του υφισταμένου. Πρακτικά, εάν η τιμή του  $\lambda$  προκύψει μεγάλη (>4) για ποσοστό άνω του 1/3 των συνολικών πρωτευόντων στοιχείων προχωράμε απ'ευθείας στην ενίσχυση του κτιρίου αφού αυτό κρίνεται σαφώς ανεπαρκές να αναλάβει την σεισμική καταπόνηση που έχουμε επιλέξει να του επιβάλουμε. Συνεπώς θα περίτευε περαιτέρω αποτίμηση του κτιρίου. Για τη διευκόλυνση της επιλογής αυτής έχει δημιουργηθεί το παρακάτω διάγραμμα ροής.



**Σχ.2.10:** Διάγραμμα ροής επιλογής τελικής μεθόδου ανάλυσης για την αποτίμηση

---

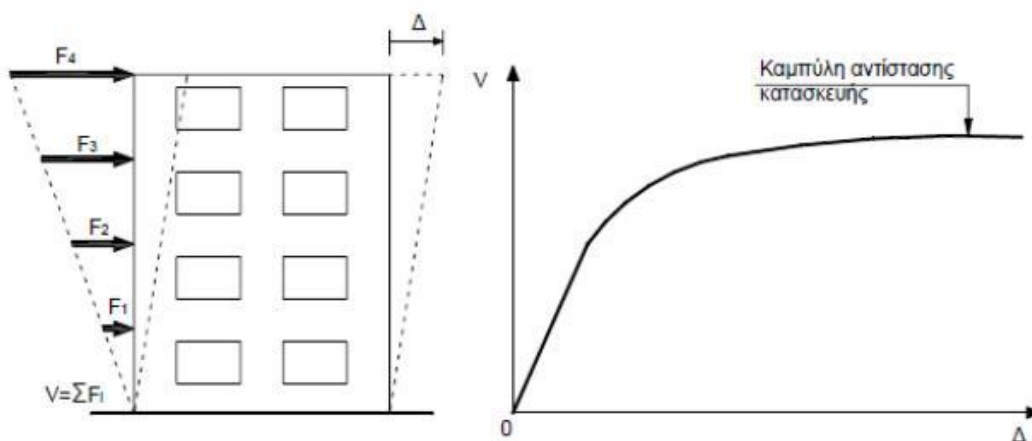
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ-ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (PUSHOVER)

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί η ανελαστική στατική ανάλυση (pushover) καθώς και τα επιμέρους στοιχεία που την απαρτίζουν όπως αυτά ορίζονται στον κανονισμό επεμβάσεων. Η ανελαστική στατική ανάλυση έχει ως στόχο την εκτίμηση του μεγέθους των ανελαστικών παραμορφώσεων που θα ανπτυχθούν στα δομικά στοιχεία όταν η κατασκευή υπόκειται στη σεισμική δράση για την οποία γίνεται η αποτίμηση. Λαμβάνεται δηλαδή υπόψη η μη γραμμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων, οι οποίοι δεν προσδιορίζεται άμεσα από τις ελαστικές μεθόδους.*



**Σχ. 3.1:** Ανάλυση pushover

### **3.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Οι προϋποθέσεις εφαρμογής της εν λόγω ανάλυσης είναι οι εξής:

- Η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων, κρίνεται σκόπιμο, να είναι τουλάχιστον «ικανοποιητική»
- Εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία η επιρροή των ανωτέρων ιδιομορφών δεν είναι σημαντική.

Για τον έλεγχο ικανοποίησης της προϋπόθεσης αυτής πραγματοποιείται μία δυναμική ελαστική ανάλυση, όπου θα συνεκτιμώνται όλες οι ιδιομορφές που συνεισφέρουν τουλάχιστον το 90% της συνολικής μάζας της κατασκευής. Στη συνέχεια θα γίνεται μία δεύτερη δυναμική ελαστική ανάλυση με βάση μόνο την πρώτη ιδιομορφή (ανά διεύθυνση). Η επιρροή των ανωτέρων ιδιομορφών θεωρείται πως είναι σημαντική όταν η τέμνουσα σε κάθε όροφο που προκύπτει από την πρώτη ανάλυση υπερβαίνει το 130% εκείνης από τη δεύτερη ανάλυση. Για τις παραπάνω ελαστικές αναλύσεις γίνεται χρήση του ελαστικού φάσματος του ΕΚ 8-1 ( $q=1$ )

- Εάν η επιρροή των ανωτέρων ιδιομορφών είναι σημαντική, επιτρέπεται να εφαρμόζεται η στατική ανελαστική ανάλυση, εάν εφαρμοσθεί σε συνδυασμό με μία συμπληρωματική δυναμική ελαστική ανάλυση, χωρίς έλεγχο πληρότητας των προϋποθέσεων εφαρμογής της.

Σε αυτή την περίπτωση, διεξάγονται όλοι οι έλεγχοι και με τις δύο μεθόδους ενώ επιτρέπεται μία αύξηση του καθολικού συντελεστή συμπεριφοράς  $q$  κατά 25%.



---

### **3.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΘ' ΥΨΟΣ**

Τα οριζόντια στατικά φορτία θα εφαρμόζονται στη στάθμη κάθε διαφράγματος (πλάκα ορόφου) σύμφωνα με την κατανομή των αδρανειακών φορτίων του σεισμού.

Για όλες τις αναλύσεις απαιτείται η εφαρμογή δύο τουλάχιστον διαφορετικών καθ' ύψος κατανομών φορτίων.

- Ομοιόμορφη κατανομή: Βασισμένη σε οριζόντια φορτία ανάλογα με τη μάζα του κάθε ορόφου ανεξάρτητα από τη στάθμη του.
- Ιδιομορφική κατανομή: Ανάλογη προς οριζόντια φορτία συμβατά με την κατανομή οριζόντιων φορτίων στην υπό εξέταση διεύθυνση, όπως προκύπτει από ελαστική ανάλυση.

Με την εφαρμογή αυτών των κατανομών υπάρχει η δυνατότητα να λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή του τρόπου κατανομής των φορτίων λόγω μετελεστικής συμπεριφοράς του φορέα αλλά και λόγω επιρροής των ανώτερων ιδιομορφών.

### **3.3 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

Ο κόμβος ελέγχου της στοχευμένης μετακίνησης θα λαμβάνεται γενικά στο κέντρο μάζας της οροφής του κτιρίου.

Για κτίρια με σοφίτες ή μικρούς οικίσκους στο δώμα, ο κόμβος ελέγχου θα λαμβάνεται στην οροφή του πλήρους υποκείμενου ορόφου.

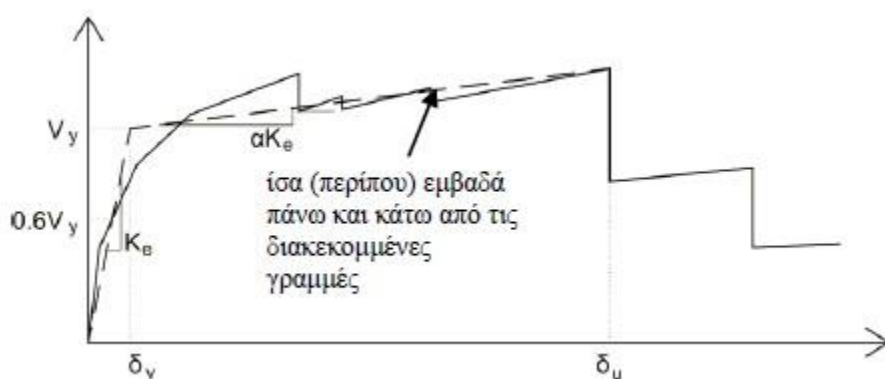
Η μετακίνηση του κόμβου ελέγχου θα υπολογίζεται από την ανάλυση του προσομοιώματος του φορέα για τα οριζόντια στατικά φορτία.

### **3.4 ΕΞΙΔΑΝΙΚΕΥΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΔΥΝΑΜΗΣ-ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ**

Κατά την ανελαστική στατική ανάλυση (pushover), η σεισμική δύναμη, σε συνδυασμό με τα κατακόρυφα φορτία της κατασκευής, αυξάνεται μονοτονικά μέχρις ότου ο φορέας να μη μπορεί πλέον να φέρει τα κατακόρυφα φορτία του. Αυτή η μη γραμμική σχέση δύναμης μετακίνησης που συνδέει την τέμνουσα βάσης και τη μετακίνηση του κόμβου ελέγχου απεικονίζεται στην καμπύλη δύναμης-μετακίνησης.

Η προαναφερθείσα καμπύλη, αντικαθιστάται από μία εξιδανικευμένη (συνηθέστατα) διγραμμική καμπύλη. Η εξιδανίκευση της καμπύλης δύναμης-μετακίνησης δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού της ισοδύναμης πλευρικής δυσκαμψίας  $K_e$  και της αντίστοιχης δύναμης διαρροής  $V_y$  του κτιρίου.

Στην διγραμμική καμπύλη, η κλίση του πρώτου κλάδου είναι  $K_e$  και του δεύτερου  $\alpha K_e$ .



**Σχ. 3.2:** Εξιδανίκευση μίας (σχηματικής) καμπύλης αντίστασης κατασκευής με διγραμμική καμπύλη

Η ισοδύναμη πλευρική δυσκαμψία  $K_e$  προκύπτει ως η επιβατική δυσκαμψία που αντιστοιχεί σε δύναμη ίση με το 60% της δύναμης διαρροής  $V_y$ . Η  $V_y$  προσδιορίζεται από την τομή των ευθειών της καμπύλης αντίστασης και της εξιδανικευμένης διγραμμικής, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα.

Η ανηγμένη κλίση ( $\alpha$ ) του δεύτερου κλάδου προσδιορίζεται από μία ευθεία που διέρχεται από το σημείο της μη γραμμικής καμπύλης αντίστασης που αντιστοιχεί στη μετακίνηση αστοχίας του φορέα  $\delta_u$ , πέραν της οποίας παρατηρείται μείωση της αντοχής του φορέα. Η σχηματική απεικόνιση αυτής της διαδικασίας φαίνεται στο σχ.2.6. Η προκύπτουσα τιμή της  $\alpha$  πρέπει να είναι θετική και η τιμή της να μη ξεπερνά το 10%.

Η συνιστώμενη τιμή του ποσοστού μείωσης της αντοχής είναι το 15%, εφόσον στη στάθμη αυτή δεν έχει επέλθει αστοχία κύριου κατακόρυφου στοιχείου.

Απλοποιητικώς και εφόσον δεν απαιτείται εκτίμηση της διαθέσιμης πλαστιμότητας του κτιρίου η  $K_e$  μπορεί να λαμβάνεται ως η επιβατική τιμή για στάθμη αντοχής ίση με το 60% της  $V_{max}$ , ενώ η δύναμη διαρροής  $V_y$  ως το 80% της  $V_{max}$ .

### **3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΧΕΥΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ $\delta_t$**

Στοχευμένη μετακίνηση ορίζεται ως η μετακίνηση του κόμβου ελέγχου που προκαλείται από τη σεισμική δράση αποτίμησης.

Η στοχευμένη μετακίνηση  $\delta_t$ , θα υπολογίζεται συνεκτιμώντας κατάλληλα όλους τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η μετακίνηση ενός ανελαστικά αποκρινόμενου κτιρίου.

Επιτρέπεται να γίνεται θεώρηση της μετακίνησης ενός ελαστικού μονοβάθμιου συστήματος με ιδιοπερίοδο ίση με τη θεμελιώδη της κατασκευής, με κατάλληλη διόρθωση ώστε να προκύπτει η αντίστοιχη μετακίνηση του ελαστοπλαστικά αποκρινόμενου κτιρίου.

Θα πρέπει να λαμβάνονται προσεγγιστικώς υπόψη τα κάτωθι:

- Η διαφορά ελαστικής-ανελαστικής μετακίνησης
- Η διαφορά της μετακίνησης του εν λόγω μονοβαθμίου συστήματος και του κόμβου ελέγχου του κτιρίου
- Η διαφορά της μετακίνησης ενός ελαστοπλαστικού μονοβαθμίου συστήματος και ενός αντίστοιχου συστήματος με φθίνουσα δυσκαμψία κατά την ανακύκλιση
- Η επιρροή των φαινομένων 2ας τάξης στη μετακίνηση.

Σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται ακριβής προσέγγιση, η στοχευμένη μετακίνηση μπορεί να υπολογίζεται (και να διορθώνεται για συνεκτίμηση των στρεπτικών φαινομένων εάν αυτό κρίνεται σκόπιμο) σύμφωνα με τη σχέση:

$$\delta_{t=} C_0 C_1 C_2 C_3 (T_e^2 / 4\pi^2) S_{e(T)}$$

Όπου  $S_{e(T)}$  είναι η ελαστική φασματική επιτάχυνση από το φάσμα του ευρωκώδικα 8, που αντιστοιχεί στην ισοδύναμη ιδιοπερίοδο της κατασκευής  $T_e = T \sqrt{\frac{K_0}{K_e}}$  όπου  $K_0$  η ελαστική πλευρική δυσκαμψία και  $K_e$  όπως έχει ορισθεί προηγουμένως.

Όσο αφορά τους διορθωτικούς συντελεστές  $C_0, C_1, C_2, C_3$  αυτοί ορίζονται ως εξής:

- $C_0$ : Συντελεστής ο οποίος συσχετίζει τη φασματική μετακίνηση του ισοδύναμου ελαστικού φορέα με δυσκαμψία  $K_e$ , με την πραγματική μετακίνηση  $\delta_t$  της κορυφής του ελαστοπλαστικά αποκρινόμενου φορέα. Η τιμή του επιλέγεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός ορόφων	1	2	3	5	$\geq 10$
$C_0$	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5

**ΠΙΝ.3.1:** Τιμές του συντελεστή  $C_0$  ανάλογα με τον αριθμό ορόφων της κατασκευής

- $C_1$ : Είναι ο λόγος της μέγιστης ανελαστικής μετακίνησης ενός κτιρίου προς την αντίστοιχη ελαστική και λαμβάνεται από τις σχέσεις:

$$C_1 = 1.0 \quad \text{για } T \geq T_c \text{ και}$$

$$C_1 = [1 + (R - 1)T_c/T]/R \quad \text{για } T < T_c$$

Όπου  $T_c$  η τιμή που ορίζεται από τον ΕΚ-8 και  $R$  ο λόγος της ελαστικής απαίτησης προς την αντίσταση διαρροής του φορέα. Εκτιμάται από τη σχέση:

$$R = \frac{S_e/g}{V_y/W} C_m$$

$$V_y/W = \begin{cases} 0.15 \text{ για κτίρια με μικτό σύστημα} \\ 0.10 \text{ για κτίρια με αμιγώς πλαίσιακό} \\ \text{σύστημα} \end{cases}$$

- $C_2$ : Συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την επιρροή του σχήματος του βρόγχου υστέρησης στη μέγιστη μετακίνηση. Οι τιμές του λαμβάνονται από τον πίνακα.

Στάθμη επιτελεσματικότητας	$T \leq 0.1s$		$T \geq T_c$	
	Φορέας τύπου 1	Φορέας τύπου 2	Φορέας τύπου 1	Φορέας τύπου 2
$C_2$				
Περιορισμένες Βλάβες	1.0	1.0	1.0	1.0
Σημαντικές βλάβες	1.3	1.0	1.1	1.0
Οιονεί κατάρρευση	1.5	1.0	1.2	1.0

**ΠΙΝ.3.2:** Τιμές του συντελεστή  $C_2$  για τιμές μεταξύ 0.1 και  $T_c$  γίνεται γραμμική παρεμβολή

Ως τύπου «1» ορίζονται οι φορείς χαμηλής πλαστιμότητας (κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1985, ή κτίρια που η καμπύλη αντίστασής τους χαρακτηρίζεται από διαθέσιμη πλαστιμότητα μικρότερη του 2)

Ως τύπου «2» ορίζονται οι φορείς υψηλής πλαστιμότητας (κτίρια κατασκευασμένα μετά το 1985, ή κτίρια που η καμπύλη αντίστασής τους χαρακτηρίζεται από διαθέσιμη πλαστιμότητα μεγαλύτερη του 2)

- $C_3$ : Συντελεστής που λαμβάνει υπ'όψιν την αύξηση των μετακινήσεων εξ'αιτίας των φαινομένων 2ας τάξης (P-Δ). Για κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα λαμβάνεται μοναδιαίος.

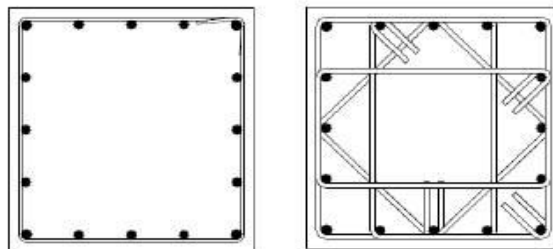
---

### **3.6 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ**

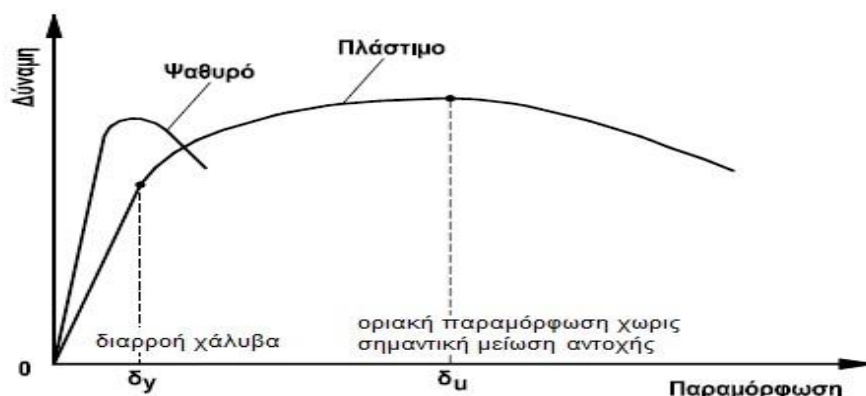
Ως πλαστιμότητα ορίζεται η ικανότητα ενός δομικού στοιχείου ή μίας κατασκευής να αναπτύσει (εξ' αιτίας της σεισμικής δύναμης) μεγάλες παραμορφώσεις χωρίς όμως η απώλεια της φέρουσας ικανότητας του να είναι σημαντική. Αυτή η συμπεριφορά των δομικών στοιχείων οφείλεται στη δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων. Μέσω των πλαστικών αρθρώσεων, που σχηματίζονται στα δομικά στοιχεία, απορροφάται/καταναλώνεται η ενέργεια, λόγω της σεισμικής διέγερσης, από την κατασκευή.

Στους σύγχρονους κανονισμούς, η πλαστιμότητα θεωρείται πως επιτυγχάνεται κατασκευαστικά με χρήση πυκνών και με πολλές τμήσεις συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές του εκάστοτε φέροντος στοιχείου. Δηλαδή μέσω της επαρκούς περίσφυξης του σκυροδέματος.

Στους παλαιότερους όμως κανονισμούς δεν υπήρχαν σχετικές διατάξεις περί επαρκούς περίσφυξης για την επίτευξη πλάστιμης συμπεριφοράς και συνεπώς σε παλιές κατασκευές (πριν το 1985) απαντώνται συνδετήρες με 2 ή και 4 στην καλύτερη περίπτωση τμήσεις, τοποθετημένοι αρκετά αραιά μεταξύ τους. Πολλές φορές τον ρόλο των συνδετήρων για την ανάληψη διατμητικών δυνάμεων αναλάμβαναν σπαστά διαμήκη σίδερα (στις δοκούς) τα οποία παραλάμβαναν κάποιο ποσοστό της συνολικής διάτμησης. Έτσι περιοριζόταν ακόμα περισσότερο ο απαιτούμενος αριθμός συνδετήρων και τμήσεων αυτών. Φυσικά η χρήση σπαστών σιδερων ως οπλισμού διάτμησης δεν επιτρέπεται πλέον από τους σύγχρονους κανονισμούς.



**Σχ.3.3:Οπλισμός περίσφυξης(συνδετήρες) σε παλαιά (αριστερά) και κανούρια (δεξιά) κατασκευή**



**Σχ.3.4:** Καμπύλη δύναμης παραμόρφωσης για ψαθυρό και πλάστιμο στοιχείο

Η πλαστιμότητα εκτιμάται μέσω ενός συντελεστή που ορίζεται ως ο «δείκτης πλαστιμότητας», συμβολίζεται  $\mu$  και μπορεί να αφορά σε ένα δομικό στοιχείο ή μία κατασκευή. Ο δείκτης πλαστιμότητας είναι ο λόγος της παραμόρφωσης διαρροής προς την οριακή παραμόρφωση  $\mu = \frac{\delta_y}{\delta_u}$  (δείκτης πλαστιμότητας σε όρους παραμόρφωσης). Παραμόρφωση διαρροής είναι εκείνη που αντιστοιχεί στη διαρροή του χάλυβα, ενώ οριακή παραμόρφωση είναι εκείνη περαιτέρω αύξηση της οποίας οδηγεί σε πτώση της αντοχής.(ΣΧ.3.4). Ο δείκτης πλαστιμότητας είναι δυνατό να εκφραστεί σε όρους καμπυλοτήτων και συνεπώς  $\mu = \frac{\varphi_y}{\varphi_u}$  ή  $\mu = \frac{\theta_y}{\theta_u}$ .

### **3.7 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ**

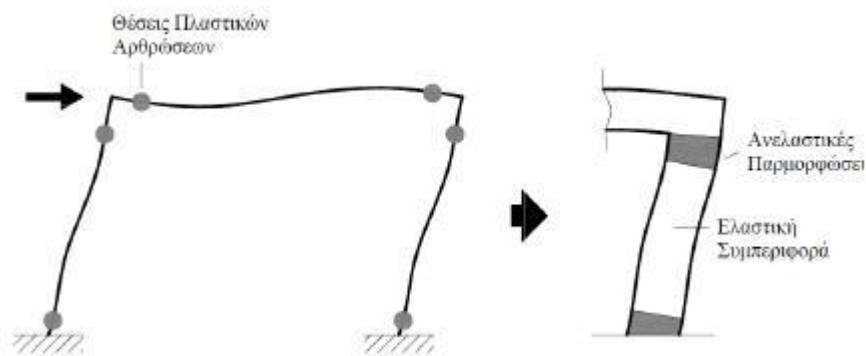
Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων είναι ο τρόπος με τον οποίο η κατασκευή καταναλώνει την ενέργεια που προκύπτει από τη σεισμική διέγερση. Η πλαστική άρθρωση είναι δηλαδή η σε πεπερασμένο μήκος ανελαστική παραμόρφωση του δομικού στοιχείου.

Στις ελαστικές μεθόδους η ανελαστική αυτή παραμόρφωση λαμβάνεται υπ'όψιν μέσω του συντελεστή συμπεριφοράς  $q$ .

Στις ανελαστικές μεθόδους ανάλυσης δίνεται η δυνατότητα ακριβέστερης προσέγγισης της ανελαστικής συμπεριφοράς του δομικού στοιχείου. Κατά την επιβολή αυξανόμενης οριζόντιας φόρτισης στην κατασκευή, τα δομικά της στοιχεία, αρχίζουν σιγά σιγά να διαρρέουν και να παραμορφώνονται ανελαστικά. Η διαρροή τους προκύπτει από τη διαφορά της επιβαλλόμενης έντασης και της αντοχής του δομικού στοιχείου στις κρίσιμες περιοχές. Ως κρίσιμες περιοχές ορίζονται οι περιοχές εκείνες των δομικών στοιχείων στις

οποίες αναμένεται να αναπτυχθούν ανελαστικές παραμορφώσεις: για τα υποστυλώματα οι περιοχές στην παρειά του άνω και κάτω άκρου τους, για τα δοκάρια οι περιοχές στην παρειά του αριστερού και δεξιού άκρου τους και στα τοιχώματα στη βάση τους. Μετά τη διαρροή περαιτέρω αύξηση της έντασης θα οδηγήσει σε επέκταση της ανελαστικής παραμόρφωσης στο στοιχείο.

Τελικά, η αναμενόμενη συμπεριφορά της κατασκευής είναι η δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων και η σταδιακή επέκτασή τους όσο αυξάνεται η επιβαλλόμενη ένταση, στο μήκος των κρίσιμων περιοχών. Πέρα από τις περιοχές αυτές το στοιχείο συνεχίζει να συμπεριφέρεται ελαστικά.

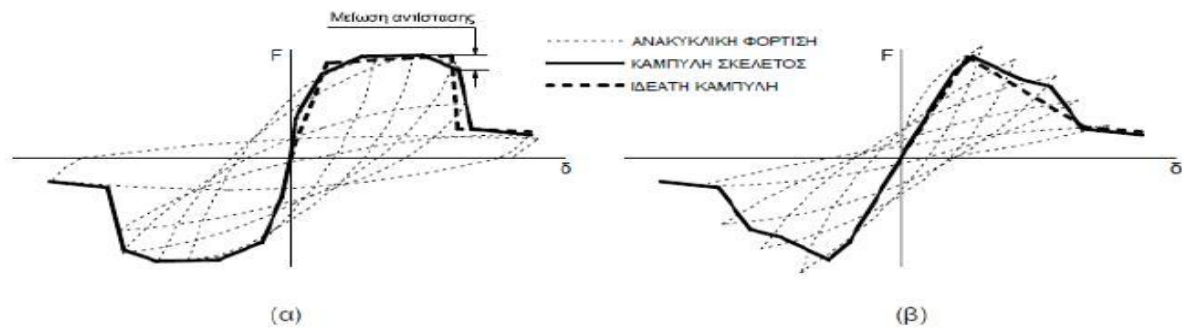


**Σχ.3.4.:** Πιθανές θέσεις ανάπτυξης πλαστικών αρθρώσεων και παραμορφωσιακή συμπεριφορά του δομικού στοιχείου

### **3.8 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ΚΑΤΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ**

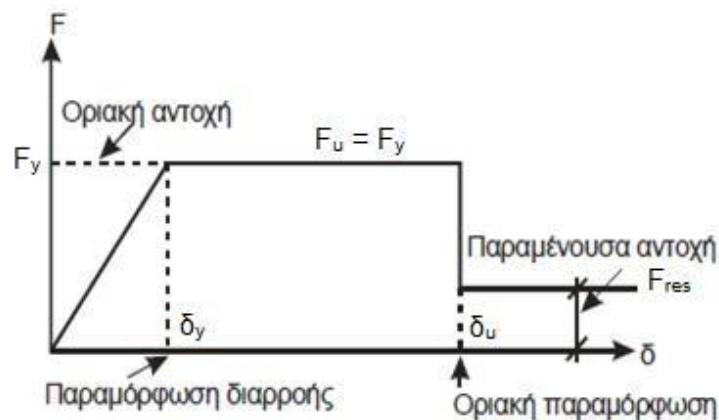
Η προσομοίωση των πλαστικών αρθρώσεων γίνεται μέσω στροφικών ελατηρίων, ενώ η μηχανική τους συμπεριφορά περιγράφεται από την καμπύλη έντασης παραμόρφωσης  $F-\delta$ . Τα χαρακτηριστικά του μεγέθους  $F$  (είδος, διεύθυνση κλπ.) επιλέγονται έτσι ώστε να χαρακτηρίζουν το κύριο μέρος της έντασης την οποία προκαλεί η σεισμική δράση στο στοιχείο στην κρίσιμη περιοχή. Η παραμόρφωση  $\delta$  επιλέγεται ώστε σε συνδυασμό με το εντατικό μέγεθος  $F$ , να εκφράζει την ενέργεια παραμόρφωσης του στοιχείου στην κρίσιμη περιοχή.

Η καμπύλη έντασης-παραμόρφωσης, είναι ουσιαστικά η περιβάλλουσα των βρόγχων υστέρησης, δηλαδή των εξασθενημένων αποκρίσεων  $F$  μετά από πλήρως ανακυκλιζόμενη επιβαλλόμενη παραμόρφωση  $\pm\delta$ , μέχρι και την απώλεια ικανότητας του δομικού στοιχείου να φέρει τα κατακόρυφα φορτία βαρύτητας.



**Σχ.3.5.:** Βρόγχοι υστέρησης και πραγματική καμπύλη F-δ πλαστικού (α) και ψαθυρού στοιχείου (β)

Στον κανονισμό επεμβάσεων η προσέγγιση της πραγματικής καμπύλης F-δ γίνεται μέσω ενός πολυγραμμικού διαγράμματος.



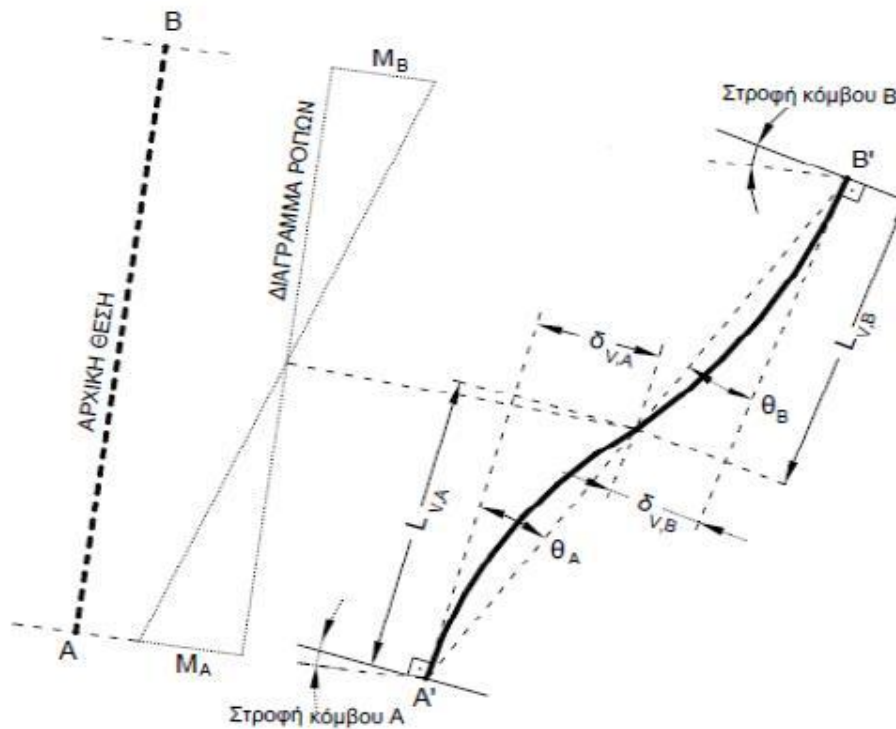
**Σχ.3.6.:** Διγραμμικοποιημένη καμπύλη αντίστασης F-δ

- Ο πρώτος ευθύγραμμος κλάδος εκτείνεται από την αρχή των αξόνων μέχρι τη διαρροή του στοιχείου. Πρόκειται για την ελαστική περιοχή, όπου το δομικό στοιχείο συμπεριφέρεται ελαστικά.
- Ο δεύτερος κλάδος ορίζει την μετελαστική συμπεριφορά του στοιχείου και σε περιπτώσεις που αναμένεται ορισμένη αξιόπιστη πλαστιμότητα λαμβάνεται οριζόντιος.
- Ο τρίτος κλάδος αφορά την παραμόρφωση αστοχίας και την πτώση της αντίστασης F. Ως παραμόρφωση αστοχίας  $\delta_u$  ορίζεται η τιμή της παραμόρφωσης που αντιστοιχεί σε απόκριση F μειωμένη κατά 20% έναντι τέμνουσας.



- 
- Ο τέταρτος κλάδος αφορά στην απομένουσα αντίσταση του δομικού στοιχείου. Μετά την παραμόρφωση αστοχίας  $\delta_u$  μειώνεται σημαντικά η απόκριση του στοιχείου σε ένταση, λόγω της σεισμικής δράσης υπό αυξανόμενη παραμόρφωση  $\delta$  αλλά συνήθως δεν μηδενίζεται. Η απόκριση αυτή μπορεί να λαμβάνεται σταθερή μέχρι την παραμόρφωση που προκαλεί απώλεια της αντίστασης έναντι των φορτίων βαρύτητας και ονομάζεται  $F_{res}$ . Η απομένουσα αντίσταση μας ενδιαφέρει κυρίως για τη στάθμη επιτελεστικότητας «Οιονεί κατάρρευση» και μόνον για πλάστιμα στοιχεία.
  - Η απώλεια αντίστασης έναντι κατακορύφων φορτίων σηματοδοτεί το τελικό στάδιο της αστοχίας του στοιχείου η οποία συνήθως συμβαίνει σε τιμές παραμόρφωσης  $\delta$  πολύ πέραν από αυτές που προκαλούν ουσιαστική μείωση της αντίστασης του στοιχείου έναντι της σεισμικής έντασης.

Στα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα οι καμπτικές παραμορφώσεις συνυπάρχουν με τις διατμητικές και με τις στροφές των ακραίων διατομών λόγω εξόλκευσης των οπλισμών στην αγκύρωση πέραν του άκρου του στοιχείου. Για τον λόγο αυτό, η καταλληλότερη επιλογή  $F$  και  $\delta$  είναι η ροπή  $M$  και η γωνία στροφής χορδής  $\theta$  στα άκρα του στοιχείου. Η γωνία στροφής χορδής περιλαμβάνει το σύνολο των καμπτικών και διατμητικών παραμορφώσεων, καθώς και τη στρόφη των άκρων λόγω εξόλκευσης οπλισμών.



**ΣΧ.3.7:** Ορισμός γωνίας στροφής χορδής  $\theta$

### 3.8.1 Υπολογισμός γωνίας στροφής χορδής διαρροής $\theta_y$

Ο κανονισμός επεμβάσεων περιλαμβάνει αναλυτικές, ημι-εμπειρικές μαθηματικές σχέσεις για τον υπολογισμό της γωνίας στροφής χορδής διαρροής. Οι σχέσεις αυτές ισχύουν για ορθογωνικές διατομές ή για διατομές τύπου Τ, Γ, Π κλπ. Αρκεί η θλιβόμενη ζώνη τους να έχει σταθερό πλάτος  $b$ .

Το ύψος της θλιβόμενης ζώνης στη διαρροή,  $\xi_y$ , ανηγμένο στο στατικό ύψος  $d$  είναι:

$$\xi_y = (\alpha^2 A^2 + 2\alpha B)^{1/2} - \alpha A$$

• Όπου  $\alpha = E_s/E_c$  (Τα μέτρα ελαστικότητας χάλυβα και σκυροδέματος αντίστοιχα) και τα  $A, B$  προσδιορίζονται από τις παρακάτω εξισώσεις, εάν η διαρροή προκαλείται από τον εφελκόμενο οπλισμό ή από το θλιβόμενο σκυροδέμα αντίστοιχα:

➤ Διαρροή λόγω χάλυβα:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v + \frac{N}{bdf_y},$$

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0,5\rho_v(1 + \delta') + \frac{N}{bdf_y}.$$

➤ Διαρροή λόγω παραμορφώσεων σκυροδέματος:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{\varepsilon_c E_s b d} \approx \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{1.8 a b d f_c},$$

$$B = \rho + \rho' \delta' + 0,5 \rho_v (1 + \delta').$$

όπου :

- $\rho, \rho', \rho_v$  : Τα ποσοστά του εφελκυσμένου, του θλιβόμενου και του μεταξύ τους κατανεμημένου οπλισμού αντίστοιχα (ανηγμένα στο  $bd$ ).
- $\delta' = d'/d$ : όπου  $d'$  η απόσταση από το κέντρο του θλιβόμενου οπλισμού μέχρι την ακραία θλιβόμενη ίνα σκυροδέματος και  $d$  το στατικό ύψος.
- $b$  : το πλάτος της θλιβόμενης ζώνης.
- $N$ : Το αξονικό φορτίο καταπόνησης του δομικού στοιχείου. Λαμβάνεται θετικό στη θλίψη και μηδενικό σε περίπτωση που το υπό μελέτη δομικό στοιχείο είναι δοκός.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η καμπυλότητα διαρροής σε δύο περιπτώσεις: στην περίπτωση που η διαρροή της διατομής οφείλεται σε διαρροή του εφελκυσμένου οπλισμού και στην περίπτωση που η διαρροή της διατομής οφείλεται σε μη-γραμμικότητα των παραμορφώσεων του θλιβόμενου σκυροδέματος.

➤ Λόγω διαρροής εφελκυσμένου οπλισμού:

$$(1/r)_y = \frac{f_y}{E_s (1 - \xi_y) d},$$

➤ Λόγω μη-γραμμικών παραμορφώσεων του θλιβόμενου σκυροδέματος (για παραμόρφωση ακραίας θλιβόμενης ίνας πέραν του  $\varepsilon_c \approx 1.8 f_c / E_c$ )

$$(1/r)_y = \frac{\varepsilon_c}{\xi_y d} \approx \frac{1.8 f_c}{E_c \xi_y d}$$

Όπου :

- $f_c$ : Η αντοχή του σκυροδέματος.
- $f_y$ : Η τάση διαρροής του χάλυβα.
- $\xi_y$ : Το ύψος θλιβόμενης ζώνης στη διαρροή ανηγμένο στο στατικό ύψος, όπως έχει ορισθεί προηγουμένως ανάλογα με την περίπτωση που μελετάται.

Από τις τιμές της καμπυλότητας που προκύπτουν από τις παραπάνω σχέσεις, επιλέγεται η μικρότερη.

Ο υπολογισμός της τιμής της γωνίας στροφής χορδής στην καμπτική διαρροή στοιχείων μπορεί να εκτιμάται με χρήση των ακόλουθων εκφράσεων :

- Για δοκούς ή υποστυλώματα:

$$\theta_y = \underbrace{(1/r)_y \frac{L_S + \alpha_v z}{3}}_{\text{Συμβολή καμπτικών παραμορφώσεων}(\alpha)} + \underbrace{0,0014 \left(1 + 1,5 \frac{h}{L_S}\right)}_{\text{Μέσες διατμητικές παραμορφώσεις στο μήκος } L_S(\beta)} + \underbrace{\frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}}_{\text{Επιρροή εξόλκευσης των ράβδων πεέρα από την ακραία διατομή}(\gamma)}$$

- Για τοιχώματα:

$$\theta_y = \underbrace{(1/r)_y \frac{L_S + \alpha_v z}{3}}_{\alpha} + \underbrace{0,0013}_{\beta} + \underbrace{\frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}}_{\gamma}$$

Όπου  $L_S$  είναι το διατμητικό μήκος του δομικού στοιχείου και λαμβάνεται:

- Σε δοκούς που συνδέονται και στα δύο άκρα με κατακόρυφα στοιχεία ίσο με το μισό του καθαρού ανοίγματος της δοκού.
- Σε δοκούς που συνδέονται με κατακόρυφο στοιχείο μόνο στο ένα άκρο λαμβάνεται ίσο με το συνολικό καθαρό άνοιγμα της δοκού.
- Σε υποστυλώματα λαμβάνεται ίσο με το μισό του καθαρού ύψους μέσα στο υπόψη κατακόρυφο επίπεδο κάμψης.
- Στα τοιχώματα μπορεί να λαμβάνεται διαφορετικό σε κάθε όροφο και ίσο με το μισό της απόστασης της διατομής βάσης ορόφου από την κορυφή του τοιχώματος στο κτίριο.

Όπου  $\alpha_v$  συντελεστής που λαμβάνεται μοναδιαίος εάν η τέμνουσα που προκαλεί λοξή ρηγμάτωση του στοιχείου,  $V_{R1}$ , υπολείπεται της τιμής της τέμνουσας κατά την καμπτική διαρροή,  $V_{Mu} = M_y/L_S$ , και 0 αν είναι μεγαλύτερη ( $V_{R1} > V_{Mu}$ ). Η τέμνουσα  $V_{R1}$  υπολογίζεται κατά τα γνωστά από τον ΕΚ-2.

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

Όπου

- $C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$
- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2, d(mm)$
- $\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d} \leq 0,02$
- $k_1 = 0,15$

- $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2f_{cd}$  (Mpa)
- $h$ : Το ύψος της διατομής
- $z$ : Ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων ( $\approx 0,9d$ ).
- $d_b$ : Η μέση διάμετρος ράβδου του εφελκυσμένου οπλισμού.

### 3.8.2 Υπολογισμός οριακής γωνίας στροφής χορδής $\theta_u - \theta_{pl}$

Η καμπυλότητα αστοχίας διατομής οπλισμένου σκυροδέματος μπορεί να υπολογισθεί συντάσσοντας διάγραμμα ροπών-καμπυλοτήτων της διατομής μέχρι την αστοχία, λαμβάνοντας υπόψη ότι η διατομή μπορεί να αστοχήσει είτε λόγω θραύσης του εφελκυσμένου οπλισμού είτε λόγω αστοχίας του σκυροδέματος σε θλίψη και, ανάλογα με την περίπτωση της θλιβόμενης ζώνης, πριν ή μετά την αποφλοιώση του απερίσφιγκτου τμήματος της διατομής.

Σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ είναι δυνατή η εμπειρική εκτίμηση της διαθέσιμης τιμής της πλαστικής γωνίας στροφής ή της συνολικής γωνίας στροφής χορδής στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος συναρτήσει των γεωμετρικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των στοιχείων και των οπλισμών τους.

Σε περίπτωση λοιπόν, που ο οπλισμός έχει νευρώσεις (νευροχάλυβες) επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

- Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής της γωνίας στροφής χορδής κατά την αστοχία δοκού ή υποστυλώματος:

$$\theta_{um} = 0,016 \cdot 0,3^v \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,025} (a_s)^{0,35} \cdot 25^{\left(\alpha_{ps} \frac{f_{yw}}{f_c}\right)} \cdot (1,25^{100\rho_d})$$

- Για τη μέση τιμή του πλαστικού τμήματος της μέσης γωνίας στροφής χορδής κατά την αστοχία του στοιχείου:

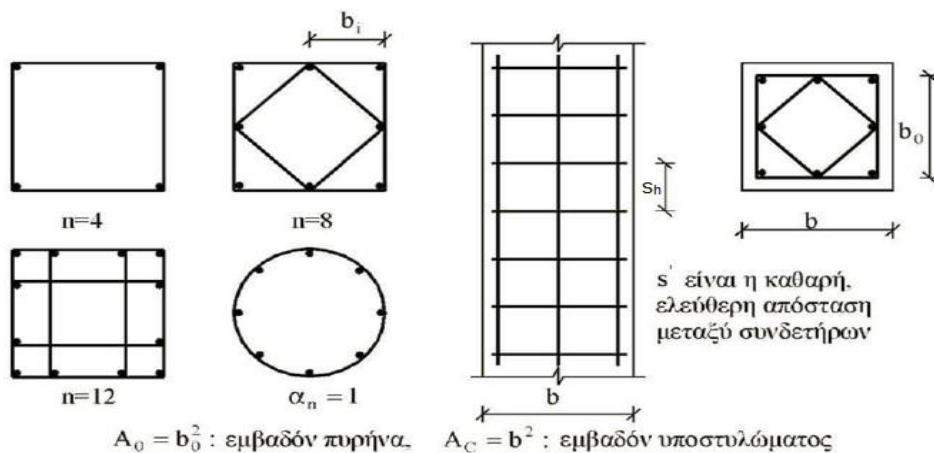
$$\begin{aligned} \theta_{um}^{pl} &= \theta_u - \theta_y \\ &= 0,0145 \cdot 0,25^v \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right]^{0,03} (f_c)^{0,2} (a_s)^{0,35} \cdot 25^{\left(\alpha_{ps} \frac{f_{yw}}{f_c}\right)} \cdot (1,275^{100\rho_d}) \end{aligned}$$

Όπου

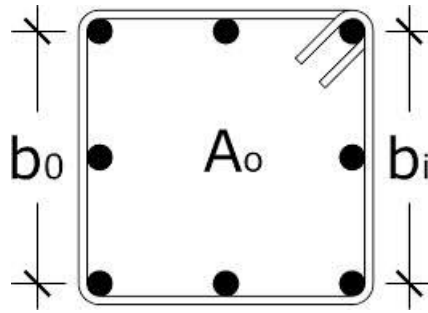
- $\alpha_s$ : ο λόγος διάτμησης  $M/V_h=L_s/h$
- $\omega, \omega'$ : μηχανικό ποσοστό εφελκόμενου και θλιβόμενου οπλισμού (ο ενδιάμεσος διαμήκης οπλισμός μεταξύ εφελκόμενου και θλιβόμενου πέλματος θεωρείται εφελκόμενος)
- $\nu = N/bhf_c$  όπου  $b$  το πλάτος της θλιβόμενης ζώνης
- $\rho_s$ : γεωμετρικό ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού παράλληλα στη διεύθυνση της φόρτισης  $A_{sh}/b_w s_h$
- $\rho_d$ : γεωμετρικό ποσοστό δισδιαγώνιου οπλισμού εάν υπάρχει
- $\alpha$ : είναι ο συντελεστής αποδοτικότητας της περίσφιξης και λαμβάνεται ίσος με μηδέν όταν οι συνδετήρες δεν κλείνουν με άγκιστρο προς το εσωτερικό του σκυροδέματος ( $\geq 135^\circ$  στις γωνίες και  $\geq 90^\circ$  στο ενδιάμεσο των πλευρών).  
Ειδάλλως:

$$\alpha = \alpha_n \alpha_s = \begin{cases} \alpha_s = \left(1 - \frac{s_b}{2b_c}\right) \left(1 - \frac{s_h}{2h_c}\right) \\ \alpha_n = 1 - \sum_i^n \frac{b_i^2}{6A_o} = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6b_c h_c} \end{cases}$$

$b_i$  είναι η μεταξύ απόσταση των περιμετρικών ράβδων που συνδέονται με συνδετήρες,  $s_h$  η καθαρή απόσταση των συνδετήρων,  $b_c$  και  $h_c$  οι διαστάσεις της διατομής του πυρήνα δηλαδή η αποστάσεις από κέντρο βάρους σε κέντρο βάρους συνδετήρων περιμέτρου (με  $h_c \leq 1.5 \div 2 b_c$ ) και  $n$  ο αριθμός τμήσεων του συνδετήρα. Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω στοιχείων παρατίθενται τα παρακάτω σχεδιαγράμματα.



**Σχ.3.7.:**Περίσφιξη και γεωμετρικά χαρακτηριστά



**Σχ.3.8.:Περίσφιξη και γεωμετρικά χαρακτηριστικά**

Για στοιχεία διαστασιολογημένα και κατασκευασμένα πριν το 1985 η μέση τιμή της γωνίας στροφής χορδής και η μέση τιμή του πλαστικού τμήματος της μέσης γωνίας στροφής χορδής (κατά την αστοχία) διαιρούνται δια 1.20.

Τέλος, η τιμή της γωνίας πλαστικής στροφής κατά την αστοχία,  $\theta_u$ , προκύπτει από το άθροισμα της γωνίας διαρροής,  $\theta_y$  και της μέσης πλαστικής γωνίας στροφής αστοχίας,  $\theta_{um}^{pl}$ . Πρόκειται για την τιμή που τοποθετείται στο διάγραμμα ροπών καμπυλοτήτων κατά την αστοχία.

$$\theta_u = \theta_{um}^{pl} + \theta_y$$

.

### **3.8.3 Υπολογισμός ροπής διαρροής $M_y$**

Με δεδομένη την καμπυλότητα στη διαρροή, η ροπή διαρροής  $M_y$  μπορεί να υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση που περιλαμβάνεται στον κανονισμό επεμβάσεων:

$$\frac{M_y}{bd^3} = \left(\frac{1}{r}\right)_y \left\{ E_c \frac{\xi_y^2}{2} \left( 0,5(1 + \delta') - \frac{\xi_y}{3} \right) + \left[ (1 - \xi_y)\rho + (\xi_y - \delta')\rho' + \frac{\rho_v}{6}(1 - \delta') \right] \cdot (1 - \delta') \frac{E_s}{2} \right\}$$

Όπου τα επιμέρους στοιχεία έχουν ορισθεί στις προηγούμενες παραγράφους.

Καθώς ο μετελαστικός κλάδος στη διγραμμικοποιημένη καμπύλη M-θ λαμβάνεται οριζόντιος, ροπή διαρροής  $M_y$  ταυτίζεται αριθμητικά με τη ροπή αστοχίας  $M_u$ .

Στην περίπτωση δοκών και δη πλακοδοκών η ροπή διαρροής (και αστοχίας) για εφελκυσμό στην πλάκα θα πρέπει να υπολογίζεται προσμετρώντας και τους παράλληλους στη δοκό οπλισμούς της πλάκας οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο συνεργαζόμενο σε εφελκυσμό πλάτος της πλάκας και είναι επαρκώς αγκυρωμένη πέραν της διατομής στήριξης της δοκού. Το συνεργαζόμενο σε εφελκυσμό πλάτος της πλάκας σε κάθε πλευρά του κορμού μπορεί να ληφθεί ίσο με το  $\frac{1}{4}$  του ανοίγματος της δοκού, ή με το μισό της απόστασης μέχρι την πρώτη παράλληλη δοκό, όποιο είναι μικρότερο. Η ροπή αντοχής  $M_y$  ή διαρροής  $M_u$  πλακοδοκών εν γένει δεν επηρεάζεται ουσιαστικά από την τιμή του συνεργαζόμενου πλάτους σε θλίψη, χαρακτηρίζεται όμως ευαίσθητη στην αντίστοιχη τιμή σε εφελκυσμό.

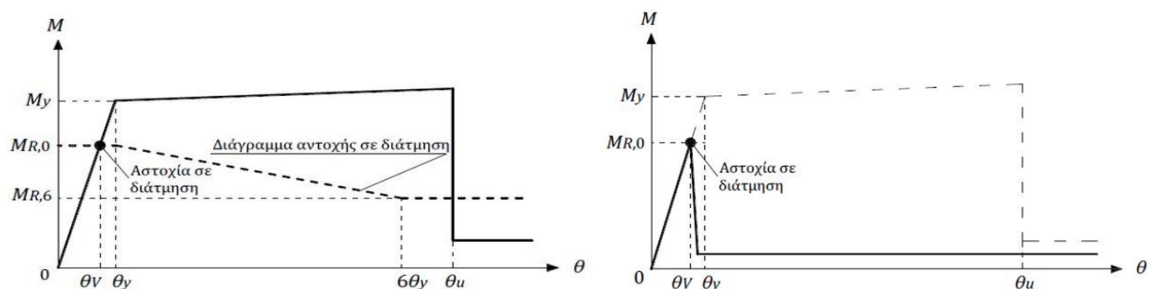
Η υποτίμηση της καμπτικής αντοχής πλακοδοκών, με υιοθέτηση χαμηλής τιμής συνεργαζόμενου πλάτους σε εφελκυσμό είναι εις βάρος της ασφάλειας, εάν οδηγεί στο εσφαλμένο συμπέρασμα ότι η πλακοδοκός διαρρέει σε κάμψη πριν αστοχήσει σε τέμνουσα ή ότι σχηματίζονται πλαστικές αρθρώσεις στις δοκούς αντί στα υποστυλώματα.

### 3.8.4 Υπολογισμός διατμητικής αντοχής στοιχείου

Όπως προαναφέρθηκε ανάλογα με τη μορφή της καμπύλης F-δ η συμπεριφορά ενός στοιχείου(κατά την αστοχία) μπορεί να χαρακτηριστεί πλαστική ή ψαθυρή.

Ψαθυρό χαρακτηρίζεται, γενικά, ένα στοιχείο για το οποίο ιχθεί έστω και μία από τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Το στοιχείο έχει χαμηλό δείκτη διάτμησης  $a_s (<2)$
- Η διαθέσιμη τιμή του δείκτη του δείκτη πλαστιμότητας σχετικών μετακινήσεων  $\mu_\theta$  είναι μικρότερη από δύο
- Το στοιχείο διαρρέει σε διάτμηση πριν από τη διαρροή σε κάμψη, δηλαδή όταν  $V M_u = \frac{V_y}{L_s} > V_R$



**ΣΧ.3.9.:Αστοχία δομικού στοιχείου σε διάτμηση πριν την αστοχία σε κάμψη**



Κατά τις μετελαστικές ανακυκλίσεις παρατηρείται σταδιακή εξασθένηση της αντίστασης  $V_R$  σε τέμνουσα. Η εξασθένηση της διατμητικής αντοχής με την ανακύκλιση οφείλεται στο συνδυασμό πολλών μηχανισμών.

- Η λειοτρίβηση των επιφανειών των ρωγμών και η εξασθένηση του μηχανισμού αλληλοεμπλοκής αδρανών
- Η διεύρυνση των ρωγμών με τη συσσώρευση ανελαστικών παραμορφώσεων (μήκυνση) στους συνδετήρες, η μείωση των τάσεων συνάφειας κατά μήκος τους λόγω ανακύκλισης, καθώς και η επακόλουθη πρόσθετη εξασθένηση του μηχανισμού αλληλοεμπλοκής αδρανών
- Η εξασθένηση στους διαμήκεις οπλισμούς της τάσης βλήτρων με την ανακύκλιση της έντασης
- Η ανάπτυξη διαμπερών καμπτικών ρωγμών με την ανακύκλιση και η μείωση της αντίστασης σε τέμνουσα της θλιβόμενης ζώνης

Όπως γίνεται κατανοητό καθίσταται απαραίτητη η εκτίμηση αυτής της εξασθένησης της  $V_R$  συναρτήσει του δείκτη πλαστιμότητας επιβαλλόμενων μετακινήσεων  $\mu_\theta$ . Ο κανονισμός επεμβάσεων περιλαμβάνει εμπειρικές μεθόδους για την εκτίμηση της εξασθένησης αυτής.

Η διατμητική αντοχή  $V_R$  ενός δομικού στοιχείου οπλισμένου σκυροδέματος το οποίο υποβάλλεται σε ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις μειώνεται ανάλογα με το μέγεθος του πλαστικού τμήματος της γωνίας στροφής χορδής στη διατομή της μέγιστης ροπής. Αν το μέγεθος αυτό αναχθεί στο μέγεθος της γωνίας στροφής χορδής στη διαρροή στο ίδιο σημείο προκύπτει  $\mu_\theta^{pl} = \mu_\theta - 1$ . Το πλαστικό τμήμα του δείκτη πλαστιμότητας γωνίας στροφής χορδής  $\mu_\theta^{pl} = \mu_\theta - 1$ , ισούται με τον λόγο  $\frac{\theta_{um}^{pl}}{\theta_y}$ . Η διατμητική αντοχή δομικού στοιχείου όπως αυτή καθορίζεται από τη διαρροή των συνδετήρων, επιτρέπεται να θεωρείται πως μειώνεται με την τιμή του  $\mu_\theta^{pl}$  ως ακολούθως: (MN,m)

$$V_R = \frac{h - x}{2L_s} \min(N; 0.55A_c f_c) + (1 - 0.05 \min(5, \mu_\theta^{pl})) [0.16 \max(0.5; 100\rho_{tot}) (1 - 0.16 \min(5; a_s)) \sqrt{f_c} A_c + V_w]$$

---

Όπου

- $h$  : το ύψος της διατομής
- $x$  : το ύψος της θλιβόμενης ζώνης ( $x = d \cdot \xi_y$ )
- $a_s$ : ο λόγος διάτμησης
- $A_c$  : το εμβαδόν της διατομής σκυροδέματος ίσο με  $b_w d$  σε διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους  $b_w$  και στατικό ύψος  $d$
- $f_c$ : η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος (MPa)
- $\rho_{tot}$  : το συνολικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού (εφελκυσμένου, θλιβόμενου και ενδιάμεσου)
- $V_w$  : η συμβολή του εγκάρσιου οπλισμού στη διατμητική αντοχή  $V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$  όπου
- $\rho_w$ : το ποσοστό του εγκάρσιου οπλισμού
- $z$ : ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων (ίσος με  $d-d'$  σε υποστυλώματα, δοκούς και τοιχώματα διατομής T ή H, ή με  $0.8h$  σε τοιχώματα ορθογωνικής διατομής)
- $f_{yw}$  : η τάση διαρροής του εγκάρσιου οπλισμού

Η τιμή της  $V_{R,max}$  πριν από την καμπτική διαρροή υπολογίζεται: (MN,m)

$$V_{R,max} = 0.85 \left( \frac{4}{7} - 0.02 \min(5; \mu_{\theta}^{pl}) \right) \left( 1 + 1.35 \frac{N}{f_c A_c} \right) (1 + 0.45(100\rho_{tot})) \sqrt{\min(40; f_c)} b_w z \sin 2\delta$$

- $\tan \delta = 0.5 / a_s = h / 2L_s$

Σε υποστύλωμα με λόγο διάτμησης μικρότερο του 2 η διατμητική αντοχή δεν μπορεί να ξεπεράσει την  $V_{R,max}$  που αντιστοιχεί στην αντοχή αστοχίας του σκυροδέματος κατά τη διαγώνιο του στοιχείου.

Για τα τοιχώματα η τιμή της  $V_{R,max}$  υπολογίζεται: (MN,m)

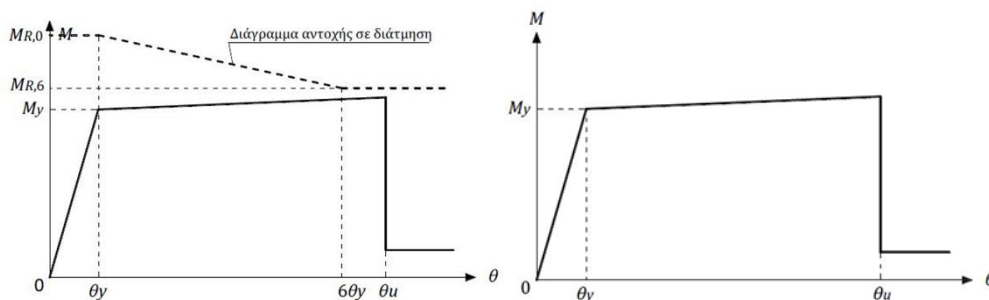
$$V_{R,max} =$$

$$0.85(1 - 0.06 \min(5; \mu_{\theta}^{pl})) \left(1 + 1.8 \min\left(0.15; \frac{N}{f_c A_c}\right)\right) (1 + 0.25 \max(1.75; 100\rho_{tot})) (1 - 0.2 \min(2; a_s)) \sqrt{f_c} b_w z$$

Στα φαθυρώς συμπεριφερόμενα δομικά στοιχεία, οι παραμορφώσεις που υπολογίστηκαν προηγουμένως μεταβάλλονται ως εξής:

- $\theta_y = \frac{V_R}{V_{Mu}} \cdot \theta_y \text{ κάμψης}$
- $\theta_{pl} = 0.4\theta_y \text{ κάμψης}$
- $M_y = \frac{V_R}{V_{Mu}} \cdot M_y \text{ κάμψης}$

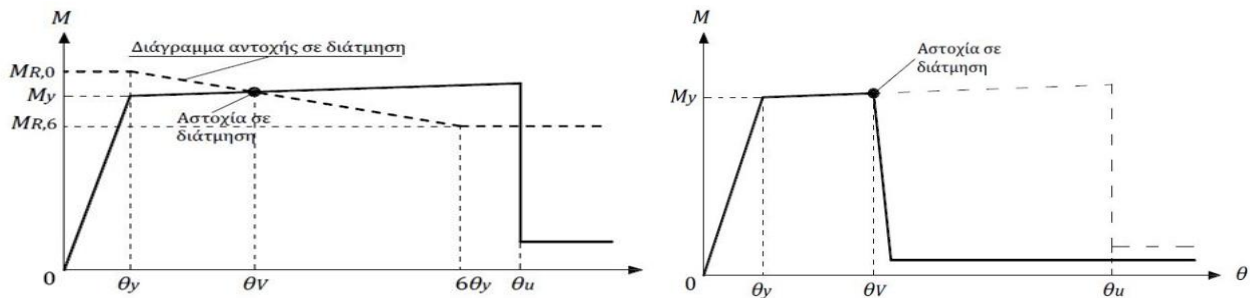
Στα πλάστιμα στοιχεία η αστοχία τους σε κάμψη προηγείται της αστοχίας σε διάτμηση όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



**Σχ.3.10.:Αστοχία δομικού στοιχείου σε κάμψη πριν την αστοχία σε διάτμηση**

Υπάρχει όμως περίπτωση αστοχίας από διάτμηση στη μετελαστική περιοχή, λόγω εξασθένησης της διατμητικής αντοχής κατά την ανακύκλιση των παραμορφώσεων (όπως

υπολογίσθηκε προηγουμένως). Σε αυτή την περίπτωση η οριακή παραμόρφωση  $\theta_u$  πρέπει να υπολογίζεται μέσω της εύρεσης του σημείου τομής των δύο διαγραμμάτων.



**Σχ.3.11.:** Αστοχία δομικού στοιχείου σε διάτμηση μετά τη διαρροή αλλά πριν την αστοχία σε κάμψη

### **3.8.5 Ενεργός δυσκαμψία στοιχείου**

Η ενεργός δυσκαμψία του εκάστοτε φέροντος στοιχείου υπολογίζεται:

$$K = \frac{M_y L_s}{3\theta_y}$$

Όπου

- $M_y$  η ροπή διαρροής του στοιχείου
- $L_s$  το μήκος του στοιχείου όπως έχει οριστεί στο κεφάλαιο 3
- $\theta_y$  η γωνία στροφής-χορδής διαρροής

Η ενεργός δυσκαμψία λαμβάνεται ίση με το μέσο όρο των τιμών των ακραίων διατομών του στοιχείου σε περίπτωση συμμετρικού σχήματος διατομής και οπλισμού. Στην περίπτωση μη συμμετρικό σχήματος ή οπλισμού ισούται με τον μέσο όρο των τιμών των δυσκαμψιών για αρνητική και θετική φορά της έντασης (κάμψης).

---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ- ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ-ΟΠΛΙΣΜΟΙ

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί ο φέρων οργανισμός του υπό μελέτη κτιρίου (Ράλλειο κτίριο Πειραιά), ο τρόπος προσομοίωσής του, οι παραδοχές περί ποιότητας των υλικών κατασκευής του, θα παρατεθούν πίνακες με τον οπλισμό των δομικών στοιχείων του και φωτογραφικό υλικό από την προσομοίωσή του στο πρόγραμμα ETABS.*

### 4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η υπό μελέτη κατασκευή είναι ένα κτίριο πέντε ορόφων στο κέντρο του Πειραιά με εμβαδόν κάτοψης κατά μέσο όρο  $2218 m^2$ . Διαθέτει επίσης 2 υπόγεια και ένα garage (γενικές αποθήκες). Λειτουργικά, μέχρι σήμερα, είναι το garage που λειτουργεί ως χώρος στάθμευσης, όπως προβλεπόταν από τον αρχικό σχεδιασμό του, και το ισόγειο όπου στεγάζονται εμπορικά καταστήματα. Όλοι οι υπόλοιποι όροφοι δεν αξιοποιούνται και είναι ανεπίχριστοι. Το επιβλητικό κτίριο βρίσκεται ακριβώς δίπλα από το Δημοτικό Θέατρο, σε κεντρικότατο σημείο του Πειραιά και η σημερινή του εικόνα, παρά το πανό που έχει τοποθετηθεί για την εν μέρη κάλυψή του, δημιουργεί αισθητικά προβλήματα στο χώρο.



**Σχ.4.1: Φωτογραφική λήψη του κτιρίου πριν την κάλυψή του**



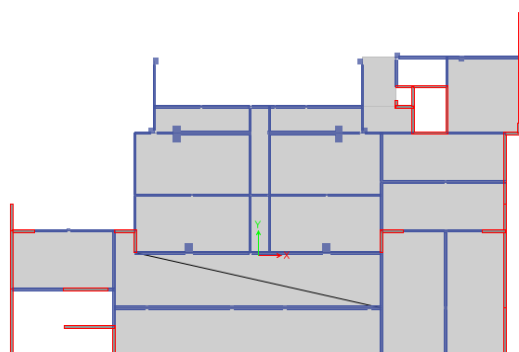
**Σχ.4.2: Φωτογραφική λήψη του κτιρίου μετά την κάλυψή του**

Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή του φέροντος οργανισμού ανά όροφο και επισυνάπτονται οι κατόψεις οροφής όπως αυτές εισήχθησαν στο πρόγραμμα ETABS.

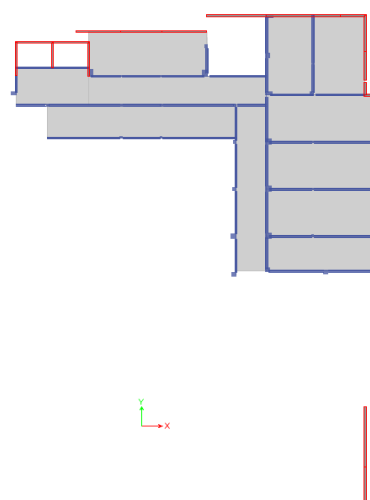
## Β' ΥΠΟΓΕΙΟ

Στάθμες οροφής: 4.85 m, 5.62 m, 6.1 m } 3 ανισοσταθμίες εντός ορόφου  
Εμβαδόν: 2691 m<sup>2</sup>

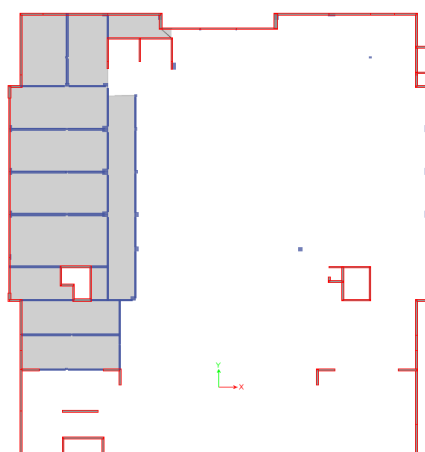
Στο Β' υπόγειο παρατηρείται η ύπαρξη ισχυρών περιμετρικών τοιχείων και εσωτερικών τοιχείων, τρία από τα οποία έχουν την μορφή πυρήνων και προφανώς προορίζονται για ανελκυστήρες. Επιπλέον έχουμε υποστυλώματα μεγάλων διαστάσεων, ικανά να φέρουν τα κατακόρυφα φορτία της ανωδομής. Τέλος η οροφή του δεύτερου υπογείου εμφανίζει ανισοσταθμίες με σημαντικές υψομετρικές διαφορές.



**Σχ.4.3:**Κάτοψη Β'υπογείου (4.85 m)



**Σχ.4.4:**Κάτοψη Β'υπογείου (5.62 m)



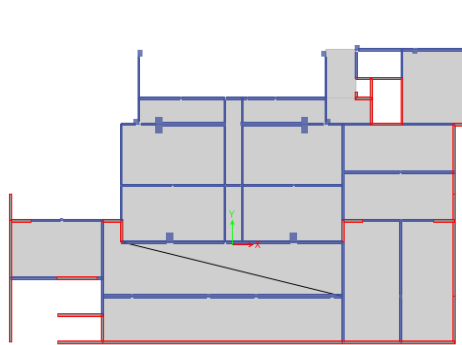
**Σχ.4.5:**Κάτοψη Β'υπογείου (6.1 m)

---

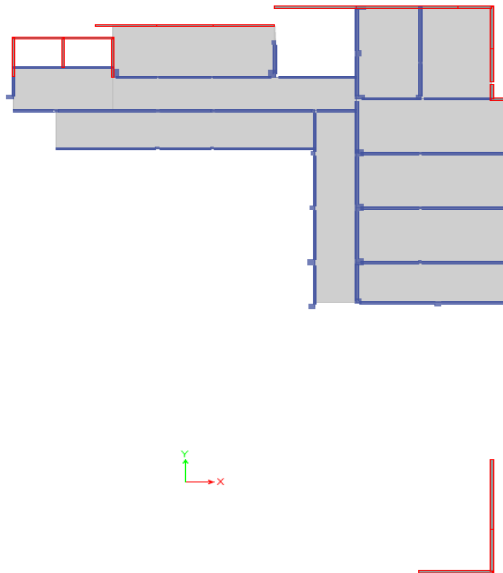
### Α' ΥΠΟΓΕΙΟ

Στάθμες οροφής: 8.55 m, 10.27 m } 2 ανισοσταθμίες εντός ορόφου  
Εμβαδόν: 2691 m<sup>2</sup>

Στο πρώτο υπόγειο η εικόνα δεν αλλάζει συγκριτικά με το Β' υπόγειο. Παρ'όλ'αυτά οι διατομές των υποστυλωμάτων εμφανίζουν μία μείωση των διαστάσεών τους σε σύγκριση πάντα με το υποκείμενο υπόγειο. Στην οροφή του πρώτου υπογείου έχουμε επίσης ανισοσταθμίες.



**Σχ.4.6** :Κάτοψη Α'υπογείου (8.55 m)



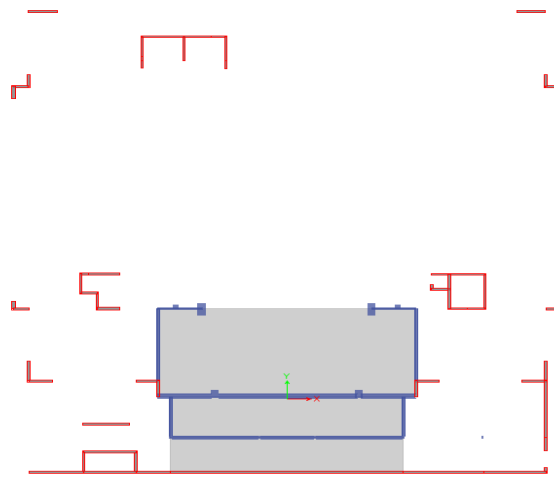
**Σχ.4.7**:Κάτοψη Α'υπογείου (10.27 m)



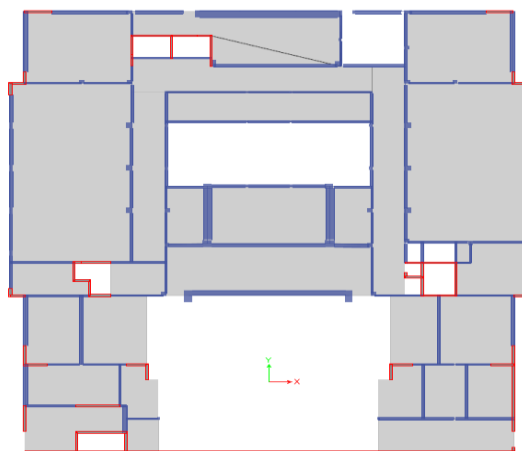
## ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ

Στάθμες οροφής: 11.43 m, 13.27 m } 2 ανισοσταθμίες εντός ορόφου  
Εμβαδόν: 2305 m<sup>2</sup>

Στην οροφή γενικών αποθηκών παρατηρείται γενικά συνέχεια των εσωτερικών τοιχωμάτων του υπογείου αλλά και κάποιον περιμετρικών. Η συνέχιση των περιμετρικών τοιχείων αποσκοπεί κυρίως στην έδραση των φυτευτών υποστηλωμάτων του υπερκείμενου ορόφου (ισογείου). Οι διατομές των υποστυλωμάτων έχουν μειωθεί ενώ εμφανίζονται τα πρώτα προεντεταμένα, μεγάλων διαστάσεων, δοκάρια που επίσης φέρουν φυτευτά υποστυλώματα του ισογείου. Τέλος και στις γενικές αποθήκες έχουμε ανισοσταθμίες οροφής.



**Σχ.4.8:** Κάτοψη γενικών αποθηκών (11.43 m)



**Σχ.4.9:** Κάτοψη γενικών αποθηκών (13.27 m)

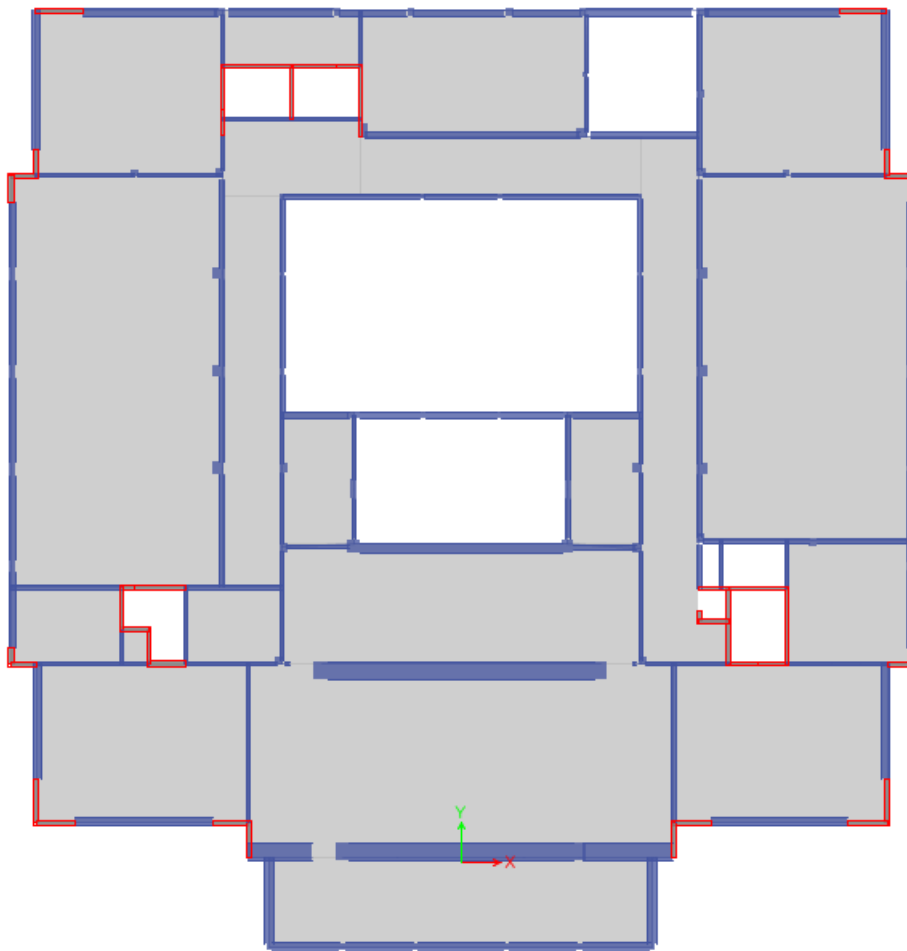
---

## ΙΣΟΓΕΙΟ

Στάθμη οροφής: 18.62 m

Εμβαδόν: 2336 m<sup>2</sup>

Στο ισόγειο δεν αλλάζει γενικά η μορφή του φέροντος οργανισμού και ακολουθείται το μοτίβο των προηγούμενων ορόφων. Στα υποστυλώματα συνεχίζουμε να έχουμε μείωση διαστάσεων.



**Σχ.4.10:Κάτοψη ισογείου**

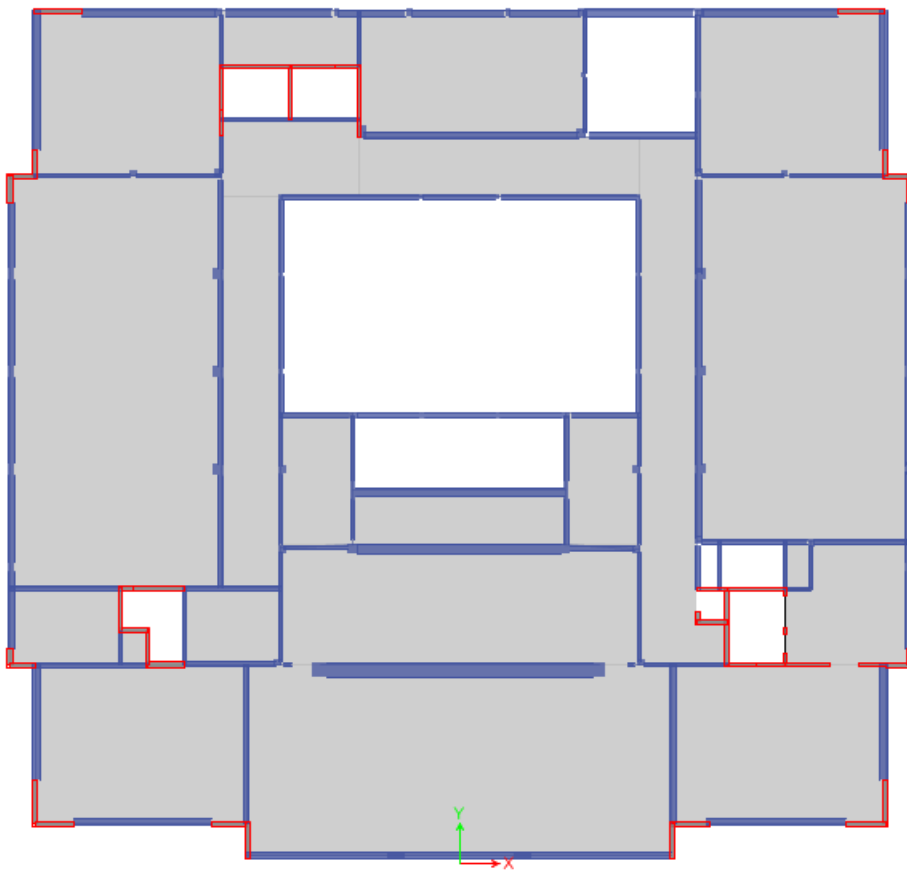
---

### **ΤΥΠΙΚΟΣ ΟΡΟΦΟΣ(Α',Β' ΚΑΙ Γ' ΟΡΟΦΟΣ)**

Στάθμη οροφής: 24.3 m, 28.3 m , 32.3 m αντίστοιχα

Εμβαδόν: 2218 m<sup>2</sup>

Στον πρώτο όροφο έχουμε φυτευτά υποστυλώματα τα οποία συνεχίζουν στους υπερκείμενους ορόφους. Οι κατόψεις στους εν λόγω τρεις ορόφους δεν παρουσιάζουν ανομοιότητες με εξαίρεση και πάλι τις διαστάσεις των στύλων, που μειώνονται.



**Σχ.4.11:Κάτοψη τυπικού ορόφου**

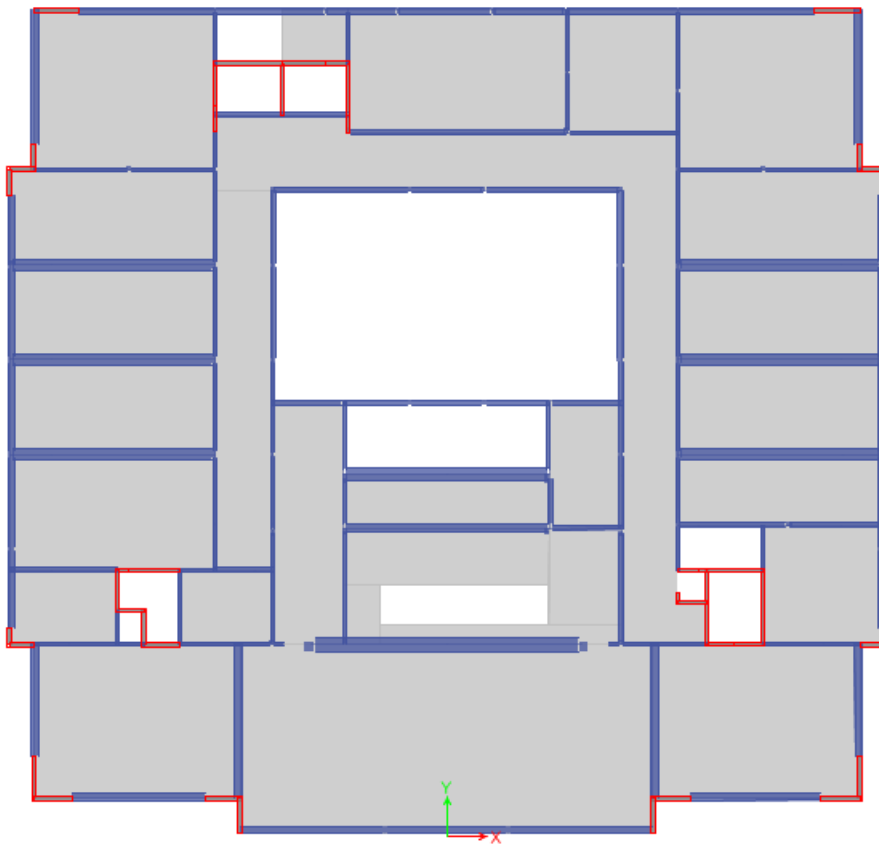
---

## **Δ ΟΡΟΦΟΣ**

Στάθμη οροφής: 36.3 m

Εμβαδόν: 2218 m<sup>2</sup>

Τα κατακόρυφα στοιχεία του φέροντος οργανισμού είναι ίδια με προηγουμένως (με μικρότερες διαστάσεις στην περίπτωση των σύλων), ενώ παρατηρείται η ύπαρξη περισσότερων προεντεταμένων δοκαριών, τα οποία φέρουν τα φυτευτά υποστυλώματα του πέμπτου και τελευταίου ορόφου του κτιρίου.



**Σχ.4.12: Κάτοψη Δ' ορόφου**

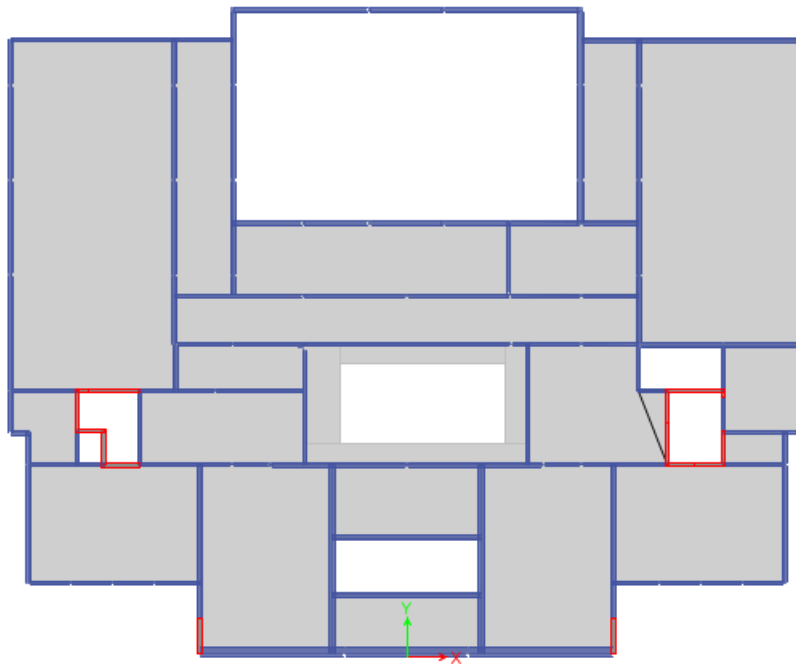
---

## Ε ΟΡΟΦΟΣ

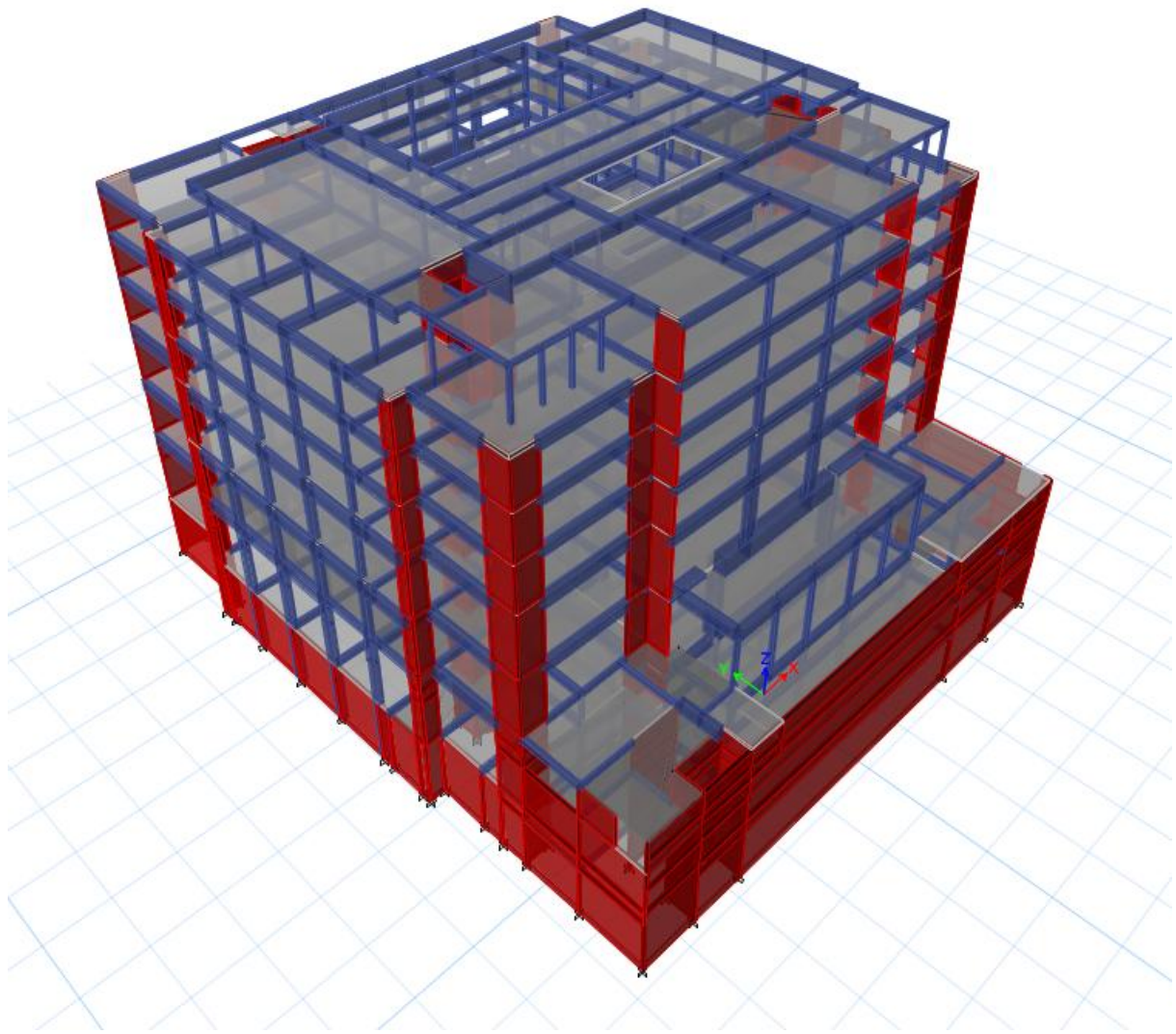
Στάθμη οροφής: 40.42 m

Εμβαδόν: 1500 m<sup>2</sup>

Ο πέμπτος και τελευταίος όροφος-ρετιρέ έχει το μικρότερο εμβαδόν. Έχουμε πολλές στηρίξεις τύπου «δοκός επί δοκού» και μεγάλο αριθμό φυτευτών υποστυλωμάτων. Όπως παρατηρούμε, σε αυτόν τον όροφο, δεν έχουμε συνέχεια όλων των τοιχείων του υποκείμενου (Δ') ορόφου.



**Σχ.4.13:Κάτοψη Ε' ορόφου**



**Σχ.4.14:Τρισδιάστατη επικόνιση του κτιρίου**

Γενικά, οι αλλαγές στα φέροντα στοιχεία ανά όροφο δεν είναι σημαντικές. Οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων μειώνονται καθ' ύψος, ενώ τα εσωτερικά τοιχεία συνεχίζονται, σε μεγάλο ποσοστό, από το δεύτερο υπόγειο μέχρι και τον πέμπτο όροφο. Τελικώς, το κτίριο παρουσιάζει συμμετρία ως προς των άξονα  $y-y'$  και η δυσκαμψία της κατασκευής φαίνεται να είναι «ομοιόμορφα» κατανεμημένη στην κάτοψη. Λόγω αυτού του γεγονότος αναμένουμε το κέντρο μάζας με το κέντρο στροφής σχεδόν να ταυτίζονται και να μην έχουμε εμφάνιση σημαντικών ροπών στρέψης στα κατακόρυφα στοιχεία κατά την ανάλυση.

## 4.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ

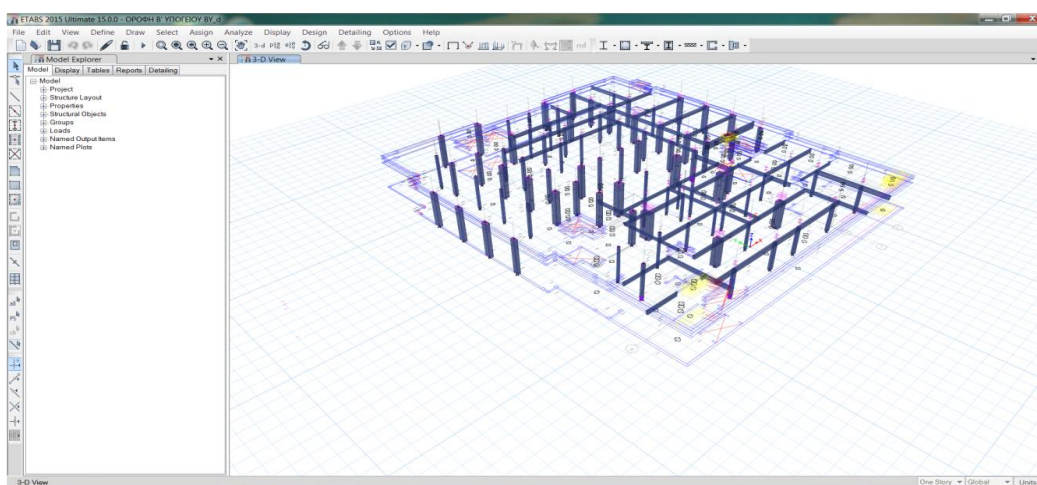
Η προσομοίωση του φορέα πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού ETABS V15.0.0.

Ως κάρναβος χρησιμοποιήθηκαν τα σχέδια της οροφής κάθε στάθμης, τα οποία εισήχθησαν από το πρόγραμμα AUTOCAD στο πρόγραμμα ETABS. Με την χρήση των σχεδίων αντί τυπικών καννάβων που υιοθετούν μία πιο προσεγγιστική μέθοδο για τον ορισμό των θέσεων των κατακορύφων στοιχείων, εξασφαλίστηκε μεγάλη ακρίβεια στη θέση των δομικών στοιχείων και στις στηρίξεις τους.

Οι δοκοί και τα υποστυλώματα προσομοιάσθηκαν με γραμμικά πλαίσιακά στοιχεία 6 βαθμών ελευθερίας και τα τοιχώματα με επιφανειακά-πεπερασμένα στοιχεία.

Η προσομοίωση των πλακών πραγματοποιήθηκε επίσης με επιφανειακά στοιχεία τόσο για τον ορισμό της διαφραγματικής λειτουργίας τους, όσο και για την κατανομή των φορτίων στις δοκούς.

Τέλος, οι στηρίξεις της κατασκευής με το έδαφος θεωρήθηκαν πακτώσεις.



**Σχ.4.15:** Διαδικασία προσομοίωσης του φορέα στο πρόγραμμα ETABS

---

### **4.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**

Από τα εγκεκριμένα τεύχη των στατικών υπολογισμών, οι ποιότητες των υλικών ορίζονται ως εξής:

- Ποιότητα σκυροδέματος: B300~C25/30
- Ποιότητα σκυροδέματος προεντεταμένων στοιχείων: B300-B450~C40/50
- Ποιότητα χάλυβα διαμήκους οπλισμού: StIII/b~S400
- Ποιότητα χάλυβα συνδετήρων: St37/I~S235

### **4.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ**

Καθ'όλη τη μελέτη του υφισταμένου κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν οι διαστάσεις και οι οπλισμοί των δομικών στοιχείων όπως αυτές προκύπτουν από τα τεύχη των στατικών υπολογισμών και από τα εγκεκριμένα σχέδια των ξυλοτύπων.

Σε περιπτώσεις που δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία για κάποια από τα δομικά στοιχεία, έγιναν εύλογες παραδοχές. Λόγου χάρη σε κάποιες από τις δοκούς δεν ήταν εφικτός ο εντοπισμός του θλιβόμενου οπλισμού τους στις στηρίξεις. Σε αυτή την περίπτωση, κατά την προσομοίωση και την ανάλυση του φορέα, στο θλιβόμενο πέλμα τοποθετήθηκε ο μισός οπλισμός του εφελκόμενου πέλματος που είναι και ο ελάχιστος (σύμφωνα με το μοτίβο όπλισης των δοκών που ακολουθήθηκε κατά τη στατική επίλυση και τη διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων).

Επιπλέον για τις δοκούς του Β' υπογείου ενώ μέσω των σχεδίων ήταν δυνατός ο εντοπισμός των διαστάσεών τους, δεν υπήρχαν στοιχεία για την όπλιση τους. Ο οπλισμός που τοποθετήθηκε ήταν ίδιος με αυτόν των παρόμοιων, όσο αφορά τις διαστάσεις, δοκών του πρώτου υπογείου. Βέβαια όπως θα δούμε παρακάτω, αυτό δεν επηρέασε τη σεισμική αποτίμηση του κτιρίου όπως αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επιπρόσθετα δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος των προεντεταμένων μελών, αφ'ενός διότι δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία που να αφορούν τη χάραξη των τενόντων(αλλά και άλλων βασικών για τον υπολογισμό των αντοχών, χαρακτηριστικών), αφ'ετέρου επειδή στον ΚΑΝ.ΕΠΕ δεν περιλαμβάνονται συγκεκριμένες διατάξεις που να διέπουν τον έλεγχο



---

υφισταμένων προεντεταμένων στοιχείων. Στην πράξη, συνήθως ο έλεγχος των αντοχών των υφισταμένων προεντεταμένων δοκών πραγματοποιείται σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα-2. Χρήσιμη είναι επίσης η επιβολή ομοιόρφα κατανεμμημένου δοκιμαστικού φορτίου, συνήθως για χρονικό διάστημα μίας εβδομάδας, με σκοπό τον έλεγχο των βελών κάμψης των προεντεταμένων δοκών. Η εν λόγω επιβολή μπορεί να πραγματοποιείται αν όχι στο σύνολο, σε ένα ποσοστό των προεντεταμένων στοιχείων και να γίνονται εύλογες παραδοχές για τα υπόλοιπα.

Τέλος δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος της θεμελίωσης του κτιρίου.

#### **4.5 ΟΠΛΙΣΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

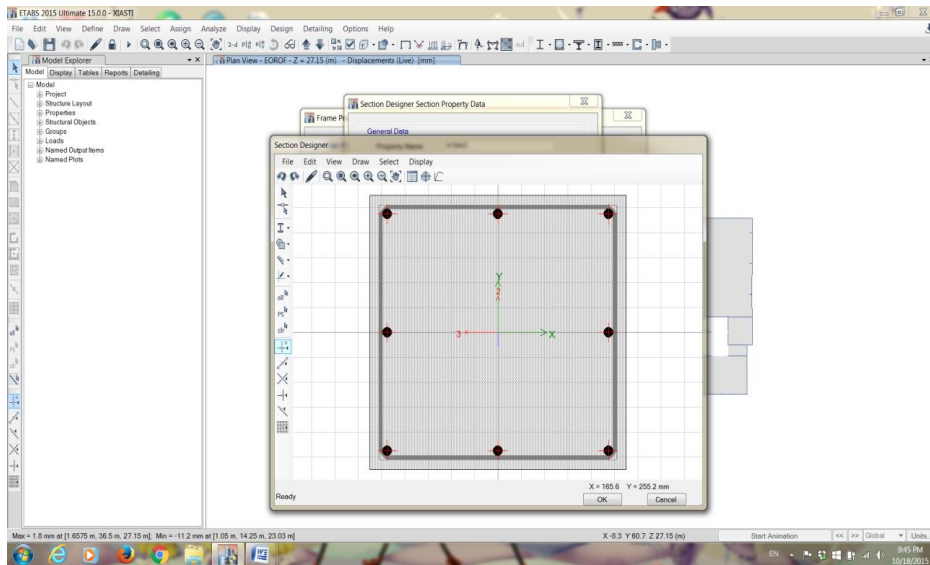
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα δεδομένα περί όπλισης των φερόντων στοιχείων έχουν προκύψει τόσο από τα τεύχη της στατικής μελέτης όσο και από τα εγκεκριμένα σχέδια.

Η εισαγωγή των οπλισμών στο πρόγραμμα ETABS πραγματοποιείται ξεχωριστά για τις δοκούς και ξεχωριστά για τους στύλους.

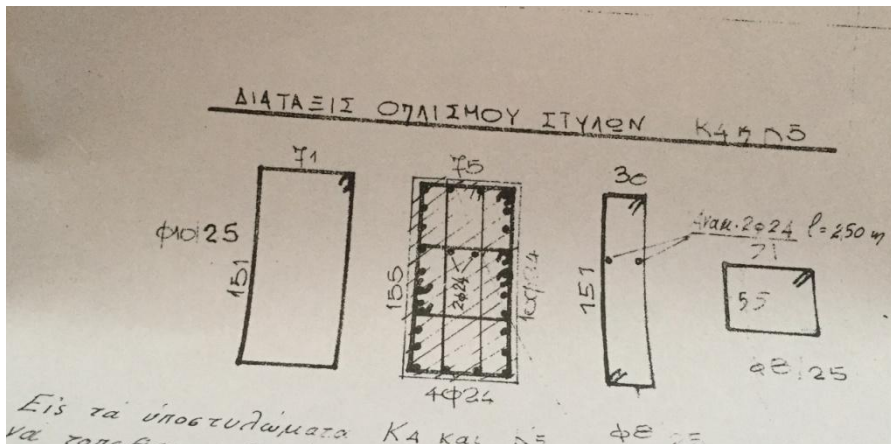
Πιο αναλυτικά, στα υποστυλώματα δίνεται, από το πρόγραμμα, στον χρήστη η δυνατότητα εισαγωγής του οπλισμού με ορισμό του αριθμού και της διαμέτρου των ράβδων του χάλυβα. Επίσης μέσω του section designer ο χρήστης μπορεί να έχει πλήρης εποπτεία της όπλισης των υποστυλωμάτων, όπως φαίνεται στο σχήμα (ΣΧ.4.14).

Η επικάλυψη είναι πάχους 20mm δεδομένο που προέκυψε από την τομή ενός στύλου στα εγκεκριμένα σχέδια. (ΣΧ.4.15).

Όσο αφορά τον οπλισμό διάτμησης (συνδετήρες) σημειώνεται ότι στα τεύχη των στατικών οι συνδετήρες συμβολίζονται π.χ Φ8/250 όταν είναι δίμητοι, ενώ 2Φ8/250 όταν είναι τετράμητοι. Αυτό προέκυψε από την τομή που ακολουθεί, όπου όπως φαίνεται στους δίμητους συνδετήρες δεν αναγράφεται κατά την ονομασία τους ο αριθμός τμήσεων τους.



**Σχ.4.15:** Τομή στύλου στο πρόγραμμα ETABS (εδώ ο στύλος K29 του πρώτου ορόφου)



**Σχ.4.16:** Τομή στύλου στα εγκεκριμένα σχέδια

Στις δοκούς, οι οπλισμοί εισάγονται ως συνολικό εμβαδόν άνω και κάτω απλισμού, στο δεξί και αριστερό άκρο του δοκαριού. Δεν υπάρχει δυνατότητα, από το πρόγραμμα, εισαγωγής συνδετήρων για τα δοκάρια. Επίσης, καθώς ο οπλισμός εισάγεται ως συνολικό εμβαδόν δεν εμφανίζεται στην τομή στο section designer του προγράμματος. Τέλος όσο αφορά την επικάλυψη των δοκών αυτή επιλέχθηκε διπλάσια από την επικάλυψη των στύλων, δηλαδή 40mm.

Τέλος στο παράρτημα Α παρατίθενται οι πίνακες που αφορούν τους οπλισμούς των δομικών στοιχείων, όπως εισήχθησαν στο πρόγραμμα ETABS.

---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί η προκαταρκτική ελαστική ανάλυση της κατασκευής, όπως αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής. Πιο αναλυτικά, οι συντελεστές ασφαλείας, τα κατακόρυφα φορτία, οι δείκτες ανεπάρκειας και η επιλογή τελικής ανάλυσης αποτίμησης.*

### 5.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων της κατασκευής, όπως προαναφέρθηκε, έχουν προκύψει τόσο από τα εγκεκριμένα τεύχη της στατικής μελέτης, όσο και από τα εγκεκριμένα σχέδια (ξυλότυποι) του κτιρίου.

Παρ'ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι απαιτούμενοι έλεγχοι των υλικών, όπως αυτοί ορίστηκαν στις παραγράφους 2.2.1-2.2.2 θεωρήθηκε στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων «Υψηλή» υπό την προϋπόθεση ότι σε φάση οριστικής μελέτης όλοι οι προαναφερθέντες έλεγχοι θα πραγματοποιηθούν για την εξασφάλιση υψηλής Σ.Α.Δ.

Όσο αφορά τα γεωμετρικά δεδομένα (είδος και γεωμετρία φορέα, πάχη επιστρώσεων και επενδύσεων, διάταξη και λεπτομέρειες όλπισης) εφόσον τα δεδομένα προέρχονται από τα σχέδια της αρχικής μελέτης και με την προϋπόθεση ότι θα αποδειχθεί ότι τα σχέδια αυτά έχουν εφαρμοσθεί χωρίς τροποποιήσεις (μέσω αποτύπωσης του φορέα), η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων ορίζεται ως υψηλή.

---

## 5.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- $\gamma_{sd}$ : ελαφρές και τοπικές βλάβες  $\rightarrow$  1.10
- $\gamma_f$ : 0.6, για τον σεισμικό συνδυασμό, όπως ορίζεται από τον ευρωκώδικα, αφού η μελλοντική χρήση της κατασκευής θα είναι δικαστικό μέγαρο, άρα χώρος συνάθροισης κοινού.
- $\gamma_g$ : Σ.Α.Δ «Υψηλή»  $\begin{cases} \rightarrow 1.20 \text{ για βασικούς συνδυασμούς} \\ \rightarrow 1 \text{ για τυχηματικούς συνδυασμούς} \end{cases}$
- $\gamma_m$ : Σ.Α.Δ «Υψηλή»  $\rightarrow$  1
- $\gamma_c$ : Σ.Α.Δ «Υψηλή»  $\rightarrow$  1.35
- $\gamma_s$ : Σ.Α.Δ «Υψηλή»  $\rightarrow$  1.05

## 5.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Επιλέγεται, για την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής, στάθμη επιτελεστικότητας B1. Δηλαδή για τη σεισμική δράση αποτίμησης, ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομένονσα αντοχή και δυσκαμψία και είναι σε θέση να παραλάβουν τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους. Ο φέρων οργανισμός μπορεί να αντέξει μετασεισμικούς μέτριες έντασης. Σε αυτή τη στάθμη επιτελεστικότητας δίνεται πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10% σε 50 έτη. Αυτή η πιθανότητα αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς περίπου 475 έτη.

## 5.4 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σύμφωνα με τον ευρωκώδικα EN 1991-1-1, οι χώροι των δαπέδων και της στέγης στα κτίρια υποδιαιρούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με τη χρήση τους.

---

Κατά το εθνικό προσάρτημα και εφόσον η μελλοντική χρήση του κτιρίου είναι αυτή του δικαστικού μεγάρου, οι χώροι του μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

- B: χώροι γραφείων  $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$
- C2: χώροι με σταθερά καθίσματα  $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$

Επιλέγεται μία μέση τιμή του κινητού φορτίου  $q_k = 3.5 \text{ kN/m}^2$  το οποίο εφαρμόζεται σε όλες τις στάθμες οροφής, εκτός από αυτή του Ε' ορόφου (στέγη).

Για τη στέγη (οροφή Ε' ορόφου) επιλέγεται κατηγορία I, δηλαδή στέγη προσβάσιμη για χρήση και κατηγορία A δηλαδή χώροι διαμονής. Σε αυτή την περίπτωση το κατανεμημένο φορτίο της στέγης λαμβάνει την τιμή  $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$ .

## 5.5 ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η υφιστάμενη κατασκευή ,φέρει τοίχους πλήρωσης κυρίως στους κατώτερους ορόφους. Αυτοί οι τοίχοι αναμένεται να καθαιρεθούν λόγω αλλαγής της χωροθέτησης, εισαγωγής θερμομόνωσης αλλά και λόγω της αστοχίας αυτών από σεισμικές δράσεις του παρελθόντος όπως προέκυψε από την αυτοψία του κτιρίου, σύμφωνα με τη Δημοτική Αρχή. Συνεπώς στις αναλύσεις αποτίμησης δεν έχουν συμπεριληφθεί οι τοίχοι.

## 5.6 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η πρώτη ανάλυση που πραγματοποιείται είναι η προκαταρκτική ελαστική. Σε αυτή τη φάση δεν γίνεται διάκριση των δομικών στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα. Ο συντελεστής συμπεριφοράς λαμβάνεται μοναδιαίος ( $q=1$ ) δηλαδή η σεισμική δράση χωρίς απομείωση. Οι σεισμικοί συνδυασμοί είναι :

- $G + 0.6Q \pm EX \pm 0.3EY$
- $G + 0.6Q \pm 0.3EX \pm EY$

Για τον υπολογισμό των σεισμικών δράσεων, σύμφωνα με το κεφάλαιο 2:

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας: I  $a_{gr} = 0.16g$
- Κατηγορία σπουδαιότητας κατασκευής: III (χώρος συνάθροισης κοινού)
- Κατηγορία εδάφους: B
- $a_g = 1.20 \cdot 0.16g = 0.192g$  Τα παραπάνω δεδομένα για τη σεισμική δράση εισήχθησαν στο πρόγραμμα τόσο για σεισμό κατά τη Χ διεύθυνση όσο και για σεισμό κατά την Ψ.

Parameters	
Country	CEN Default
Direction	Horizontal
Ground Acceleration, $a_g/g$	0,16
Spectrum Type	1
Ground Type	B
Soil Factor, S	1,2
Acceleration Ratio, $Avg/Ag$	
Spectrum Period, $T_b$	0,15 sec
Spectrum Period, $T_c$	0,5 sec
Spectrum Period, $T_d$	2 sec
Lower Bound Factor, Beta	0,2
Behavior Factor, q	1

**Σχ.5.1.:Ορισμός παραμέτρων φάσματος**

Οι δυσκαμψίες των δομικών μελών ορίσθηκαν ως αυτές των ελαστικών μεθόδων:

- Για εσωτερικά υποστυλώματα  $0.8 \cdot (E_C \cdot I_g)$
- Για εξωτερικά υποστυλώματα  $0.6 \cdot (E_C \cdot I_g)$
- Για τις δοκούς  $0.4 \cdot (E_C \cdot I_g)$
- Για τα τοιχώματα (θεωρώντας τα ρηγματωμένα)  $0.5 \cdot (E_C \cdot I_g)$

Στη φάση αυτή πραγματοποιείται και ο ορισμός των διαφραγμάτων ανά στάθμη ορόφου. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει από την κάτοψη κάθε στάθμης εάν το διάφραγμα είναι ευπαράμορφο ή απαράμορφο. Αυτό προκύπτει και από την χαμηλή επιρροή της στρέψης από την ιδιομορφική ανάλυση όπως θα δούμε παρακάτω.

Η προκαταρκτική ελαστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε για τους δύο τελευταίους ορόφους της κατασκευής, με τη λογική ότι εάν δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια επιλογής ελαστικής μεθόδου ανάλυσης για τους δύο τελευταίους ορόφους, δεν θα πληρούνται και για την υπόλοιπη κατασκευή.

Στην περίπτωση των στύλων, εφόσον έχουν εισαχθεί οι οπλισμοί τους, το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τους δείκτες ανεπάρκειας  $\lambda$  για τον δυσμενέστερο συνδυασμό. Ο μέγιστος δείκτης ανά όροφο ορίζεται ο κρίσιμος συντελεστής ανεπάρκειας για τα υποστυλώματα του ορόφου αυτού. Με αυτόν τον τρόπο για τον Ε' όροφο ο κρίσιμος συντελεστής ανεπάρκειας στύλων λαμβάνει την τιμή 4.568 ενώ για τον Δ' 8.076 αντίστοιχα.

Για τις δοκούς, το πρόγραμμα δεν παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού των δεικτών ανεπάρκειας. Συνεπώς, αυτοί υπολογίσθηκαν ως ο λόγος  $\lambda = \frac{S_E}{R_m}$  όπου  $S_E$  είναι η μέγιστη

---

τιμή της κάμψης από τους σεισμικούς συνδυασμούς και  $R_m$  η αντοχή σε κάμψη της εκάστοτε δοκού (με θεώρηση ορθογωνικού διαγράμματος θλιπτικών τάσεων). Ο κρίσιμος δείκτης ανεπάρκειας για τον Ε' όροφο υπολογίστηκε 8.42 και για τον Δ' 26.87. Σημειώνεται εδώ, πως ο κρίσιμος δείκτης ανεπάρκειας Δ' ορόφου λαμβάνει αυτή την τιμή για τη ροπή (άνω) της σύνδεσης δοκού-τοιχώματος. Όπως προκύπτει από τα εγκεκριμένα τεύχη των στατικών υπολογισμών, οι δοκοί επιλύονταν ως συνεχής η αριθμού ανοιγμάτων, χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν η αλληλεπίδρασή τους με τοιχεία που τυχόν αυτές συνορεύουν. Έτσι, στα σημεία αυτά, ενώ στην πραγματικότητα αναπτύσσεται

ροπή στο άνω πέλμα της δοκού, στις στατικές επιλύσεις η δοκός λαμβάνεται ως πρόβολος και συνεπώς στο σημείο σύνδεσης δεν αναπτύσσεται ροπή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο οπλισμός που τοποθετείται να είναι ο ελάχιστος ο οποίος φυσικά δεν επαρκεί για την ανάληψη της πραγματικής ροπής.

Στη συνέχεια ελέγχθηκε η μορφολογική κανονικότητα της κατασκευής σύμφωνα με το παρακάτω κριτήριο:

- Το κτίριο δεν περιλαμβάνει όροφο του οποίου ο μέσος δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda_k$  υπερβαίνει το 150% του μέσου δείκτη ανεπάρκειας ενός γειτονικού (υπερκείμενου ή υποκείμενου ορόφου), όπου:

$$\lambda_k = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{Si}}{\sum_1^n V_{Si}}$$

Στη σχέση αυτή,  $\lambda_i$  είναι ο δείκτης ανεπάρκειας για το κύριο στοιχείο  $i$  του ορόφου,  $V_{Si}$  είναι η αντίστοιχη δρώσα τέμνουσα (από ελαστική ανάλυση για  $q=1$ ) και  $n$  ο αριθμός των κύριων στοιχείων του ορόφου "κ".

Από την εφαρμογή της παραπάνω σχέσης, προκύπτει για τον όροφο Ε'  $\lambda_{κε}=2.21$  και για τον Δ' όροφο  $\lambda_{κδ}=3.87$ . Ο λόγος  $\lambda_{κδ}/\lambda_{κε}$  ισούται με 175% και συνεπώς το κτίριο δεν είναι μορφολογικά κανονικό.

Τελικά από τα προηγούμενα, για την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής αποκλείονται οι ελαστικές μέθοδοι.

Οι δείκτες ανεπάρκειας έχουν προκύψει αριθμητικά πολύ μεγάλοι, ξεπερνώντας όχι μόνο το 2.5 αλλά και το 4. Αυτό σημαίνει, όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 2 ότι θα μπορούσε η διαδικασία της αποτίμησης να διακοπεί εδώ, θεωρώντας πως το κτίριο είναι ανεπαρκές,

---

και να προχωρήσουμε απ'ευθείας στη διαδικασία ενίσχυσής του. Για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής αλλά και για λόγους καλύτερης εποπτείας του τρόπου αστοχίας της κατασκευής, προχωρούμε στην αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς του κτιρίου με την ανελαστική στατική ανάλυση, pushover.



---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (PUSHOVER)

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται η αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής με τη μέθοδο pushover. Η κατασκευή υποβάλλεται σε αυξανόμενα οριζόντια φορτία, κατανεμμημένα ανάλογα με τις αδρανειακές δυνάμεις του σεισμού, μέχρι κάποιο από τα φέροντα στοιχεία να αστοχήσει και να μην μπορεί πλέον να φέρει τα κατακόρυφα φορτία του.*

*Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας των δομικών στοιχείων πραγματοποιείται σε όρους παραμορφώσεων. Αποτέλεσμα της ανάλυσης αυτής, είναι η καμπύλη αντίστασης της κατασκευής, η οποία έχει ως τεταγμένη την τέμνουσα βάσης της κατασκευής και ως τετμημένη την μετακίνηση του κόμβου ελέγχου του κτιρίου.*

### 6.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 3, η πρώτη προϋπόθεση είναι η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων να είναι τουλάχιστον «ικανοποιητική». Η Σ.Α.Δ που έχει επιλεγεί είναι «Υψηλή», συνεπώς το πρώτο αυτό κριτήριο ικανοποιείται.

Όσο αφορά την επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών, πραγματοποιείται ιδιομορφική ανάλυση της κατασκευής. Η πρώτη, θεμελιώδης ιδιοπερίοδος, συγκεντρώνει μεγάλο ποσοστό της συνολικής μάζας της κατασκευής (68%). Εξάγεται λοιπόν το συμπέρασμα ότι η επιρροή των ανωτέρων ιδιομορφών δεν είναι σημαντική. Άρα ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο.

Από την εν λόγω ιδιομορφική ανάλυση λαμβάνεται η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος για σεισμό κατά  $Y$   $T_Y = 0.57 \text{ sec}$ , για σεισμό κατά  $X$   $T_X = 0.498 \text{ sec}$  και για τη στροφή  $T = 0.416 \text{ sec}$ . Από τη σύγκριση των ιδιοπεριόδων που αναφέρθηκαν, παρατηρούμε ότι για σεισμό κατά  $Y$  η ιδιοπερίοδος είναι μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι κατ' αυτήν τη διεύθυνση η κατασκευή μας είναι πιο «εύκαμπτη» και συνεπώς αναμένεται να είναι η «κρίσιμη» κατά την αποτίμηση διεύθυνση.

Τέλος λόγω τόσο μικρού συνολικού ποσοστού μάζας συμμετοχής της ιδιομορφής, όσο και της μικρής απόστασης του κέντρου μάζας από το κέντρο δυσκαμψίας ( $RZ < 0.2$ ), γίνεται κατανοητό ότι η επιρροή της στρέψης στην κατασκευή δεν είναι σημαντική. Αυτό σαφώς προκύπτει και από το γεγονός ότι τα διαφράγματα των ορόφων, λόγω των μεγάλων κενών χαρακτηρίζονται ως ευπαράμορφα.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RZ
		sec							
Modal	1	0.57	0.0221	0.6731	0.0001	0.0221	0.6731	0.0001	0.023
Modal	2	0.498	0.6414	0.0335	0.0001	0.6635	0.7067	0.0002	0.0441
Modal	3	0.416	0.0006	0.0051	3.61E-06	0.6641	0.7118	0.0002	0.0012

**Σχ.6.1.:**Θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι της κατασκευής

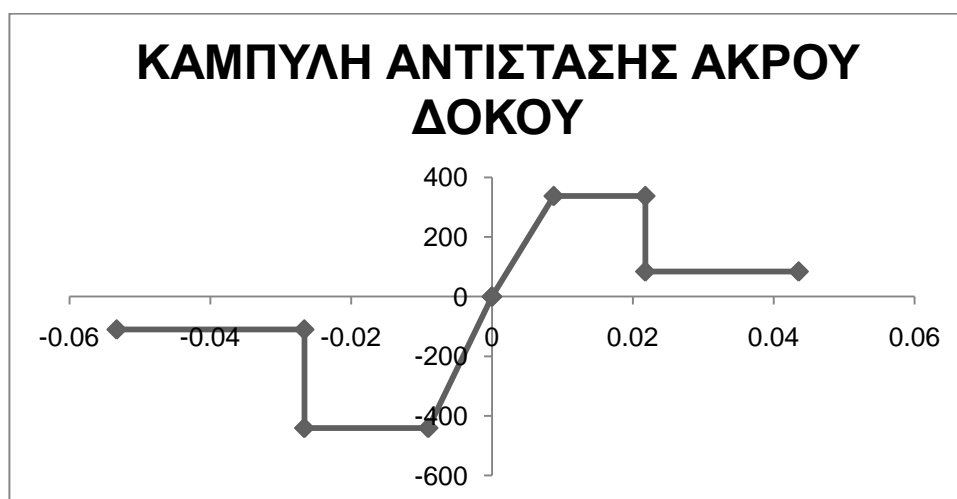
## 6.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ $M_y$ , $M_u$ , $V_{Rmax}$ , $V_R$ , $\theta_y$ , $\theta_u$

Τα παραπάνω μεγέθη υπολογίσθηκαν σύμφωνα με τις σχέσεις του κεφαλαίου 3. Ειδικά για τα υποστυλώματα οι αξονικές δυνάμεις βάσης και κεφαλής προέκυψαν από ανάλυση της κατασκευής για τα στατικά φορτία της, υπό τον συνδυασμό  $G+0.6Q$ , δηλαδή για σταθερό επίπεδο αξονικής δύναμης του τυχηματικού συνδυασμού. Αυτή η θεώρηση δεν

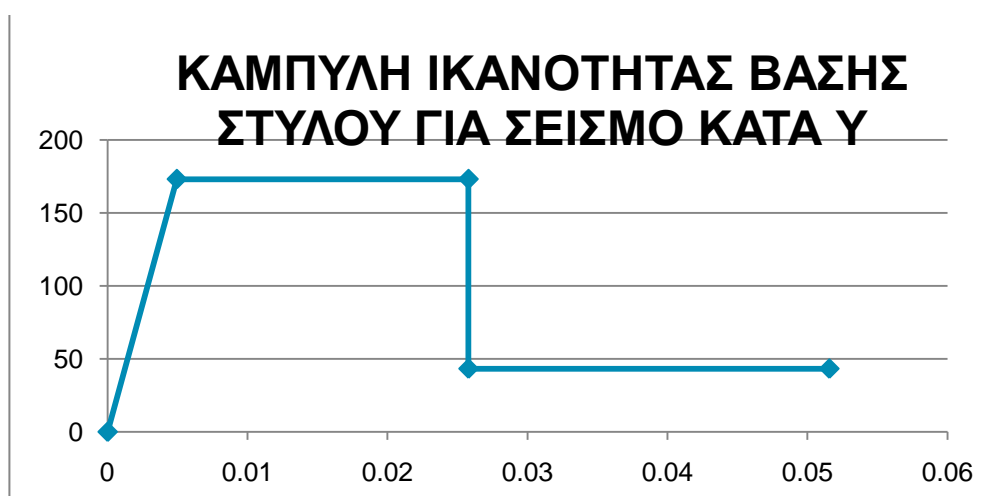
εισάγει σημαντικό σφάλμα στους υπολογισμούς καθ'ότι, κατά την ανακύκλιση της φόρτισης, η μέση τιμή των αξονικών δυνάμεων των υποστυλωμάτων έχουν μικρή απόκλιση από την τιμή του τυχηματικού συνδυασμού. Ως απομένουσα αντοχή σε κάμψη ορίσθηκε το 25% της ροπής αστοχίας (και διαρροής) και ως τελική παραμόρφωση για την τιμή αυτή το διπλάσιο της στροφής αστοχίας.

Τέλος, δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τα δομικά στοιχεία εντός των υπογείων, αφού σε αυτά, λόγω της ύπαρξης των περιμετρικών τοιχείων υπογείου, δεν ασκείται σεισμική δύναμη και συνεπώς δεν διαρρέουν.

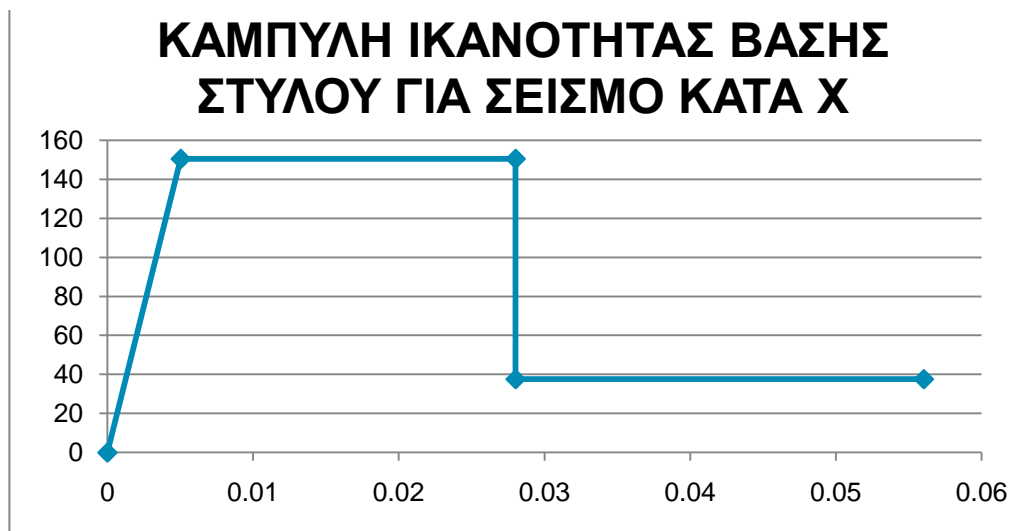
Οι παραπάνω υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για όλα τα δομικά στοιχεία. Ενδεικτικά, παρατίθενται τα παρακάτω γραφήματα.



**Σχ.6.2.:**Καμπύλη αντίστασης άκρου δοκού που αστοχεί σε κάμψη (διατομή AOD25)



**Σχ.6.3.:**Καμπύλη αντίστασης βάσης στύλου που αστοχεί σε κάμψη για σεισμό κατά Y (διατομή K521S)



**Σχ.6.4.:**Καμπύλη αντίστασης βάσης στύλου που αστοχεί σε κάμψη για σεισμό κατά Χ (διατομή K52IS)

### 6.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ETABS

Για τον περιορισμό του πλήθους εισαγωγής των πλαστικών αρθρώσεων στο πρόγραμμα, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των διατομών, τόσο για τους στύλους όσο και για τις δοκούς.

Για του στύλους η κατηγοριοποίηση έγινε με βάση τα εξής:

- Τη θέση του υποστυλώματος στην κάτοψη, δηλαδή εάν πρόκειται για εξωτερικό ή εσωτερικό υποστύλωμα
  - Τις διαστάσεις του υποστυλώματος. Η κατηγοριοποίηση πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε τα υποστυλώματα να μην έχουν διαφορά διαστάσεων μεγαλύτερη των 5 cm
  - Για τα φυτευτά υποστυλώματα ανά όροφο δημιουργήθηκαν ξεχωριστές κατηγορίες
- Έτσι δημιουργήθηκαν 13 κατηγορίες υποστυλωμάτων για το ισόγειο, 11 κατηγορίες για τον πρώτο, δεύτερο και τρίτο όροφο, 8 κατηγορίες για τον τέταρτο όροφο και 10 κατηγορίες για τον πέμπτο. Τέλος παρατηρήθηκε ότι η διαφορά αξονικής δύναμης κεφαλής και βάσης δεν επηρέαζαν σε μεγάλο βαθμό τις υπολογιζόμενες ροπές και στροφές. Δηλαδή λόγω χάριν η διαφορά στις ροπές διαρροής κεφαλής και βάσης του ίδιου υποστυλώματος δεν ξεπερνούσαν τα 3~5 KNm. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε να

εισαχθεί ένα είδος πλαστικής άρθρωσης στη βάση και την κεφαλή με χαρακτηριστικά, τις μέσες τιμές των αντοχών των δύο αυτών θέσεων.

<b>KAT.9</b>	ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Υ		ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Χ	
K19IS	ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ		ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	
K20IS	ΜΥ	219.9490399	ΜΥ	218.1304048
K12IS	θγ	0.007572629	θγ	0.007342641
K13IS	θu	0.019315411	θu	0.016248076
K9IS	VR	86.76871732	VR	85.19939458
K14IS	Ko1	1.229710078	Ko1	1.274166531
K3IS				
K50IS				
K6IS				
<b>KAT.10</b>	ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Υ		ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Χ	
K1AIS	ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ		ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	
K2AIS	ΜΥ	1212.751437	ΜΥ	663.9799252
K4IS	θγ	0.005422277	θγ	0.00572564
K5IS	θu	0.013000314	θu	0.015239339
	VR	488.2056465	VR	274.4120335
	Ko1	0.683770897	Ko1	0.6767069
<b>KAT.11</b>	ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Υ		ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Χ	
K15IS	ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ		ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	
K16IS	ΜΥ	880.9530186	ΜΥ	177.8359793
	θγ	0.005672701	θγ	0.010642832
	θu	0.022657029	θu	0.036210027
	VR	419.4027959	VR	104.5705424
	Ko1	0.761739484	Ko1	0.80900279
<b>KAT.12</b>	ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Υ		ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Χ	
K10IS	ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ		ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	
K11IS	ΜΥ	374.9010684	ΜΥ	374.9010684
	θγ	0.007017203	θγ	0.006294046
	θu	0.029118309	θu	0.029118309
	VR	180.7901664	VR	180.7901664
	Ko1	0.686653057	Ko1	0.765546414
K47IS	ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Υ		ΙΣΟΓΕΙΟ ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ Χ	
	ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ		ΡΟΠΗ ΒΑΣΗΣ=ΡΟΠΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	
	ΜΥ	871.2271787	ΜΥ	400.7878991
	θγ	0.002651942	θγ	0.003210904
	θu	0.005751978	θu	0.005804971
	VR	325.6924032	VR	149.827252
	Ko1	0.862321646	Ko1	0.788875681

**ΠΙΝ.6.1.:** Παράδειγμα κατηγοριοποίησης στύλων ισογείου

Για τις δοκούς η κατηγοριοποίηση έγινε με βάση το στατικό ύψος της εκάστοτε διατομής. Η κατηγοριοποίηση επιλέχθηκε να γίνει με αυτό το κριτήριο επειδή στο μεγαλύτερο μέρος των διατομών το συνολικό εμβαδόν του οπλισμού είναι αρκετά μικρό και συνεπώς η καμπτική αντοχή τους εξαρτάται περισσότερο από το στατικό τους ύψος και λιγότερο από τον οπλισμό της διατομής τους. Επιλέχθηκε σε κάθε κατηγορία η διαφορά του στατικού ύψους να μην ξεπερνάει τα 5 cm.

Για κάθε κατηγορία, υπολογίσθηκαν οι ροπές, στροφές διαρροής και αστοχίας ως μέσος όρος των μελών που την απαρτίζουν. Οι κατηγορίες των πλαστικών αρθρώσεων που εισήχθησαν στο πρόγραμμα βρίσκονται στο Παράρτημα Β.

Όσο αφορά την εισαγωγή των πλαστικών αρθρώσεων στο πρόγραμμα ETABS, αυτή πραγματοποιείται μέσω της εντολής Define → Section properties → Frame/Wall non

linear hinges. Για τα υποστυλώματα εισάγονται διπλές αρθρώσεις M2, M3 για κάθε διεύθυνση. Δεν λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση των M2 και M3, θεώρηση που εισάγει σφάλμα στους υπολογισμούς το οποίο όμως κρίνεται μικρό. Πάντως, για να συμπεριληφθεί το εν λόγω σφάλμα στους υπολογισμούς συστήνεται η αύξηση της στοχευμένης μετακίνησης κατά ~30%. Για τις δοκούς οι αρθρώσεις που εισάγονται είναι τύπου M3.

Σε κάθε περίπτωση εισάγεται η ροπή διαρροής, η ροπή αντοχής και η απομένουσα ροπή αντοχής ανηγμένη ως προς τη ροπή διαρροής. Η στροφή διαρροής λαμβάνει από το πρόγραμμα μηδενική τιμή (δηλαδή το διάγραμμα δύναμης-παραμόρφωσης ξεκινάει από τον μετελαστικό κλάδο) και η οριακή στροφή εισάγεται ως διαφορά  $\theta_u - \theta_y (= \theta_{pl})$ . Στον κλάδο της απομένουσας αντοχής η στροφή φτάνει μέχρι τη διπλάσια τιμή της  $\theta_u$  όπως αυτή ορίστηκε στο πρόγραμμα. Τέλος προσδιορίζονται οι στάθμες επιτελεστικότητας:

- Για στάθμη επιτελεστικότητας «Άμεση χρήση» η στροφή λαμβάνει μηδενική τιμή
- Για στάθμη επιτελεστικότητας «Περιορισμένες βλάβες» η στροφή ισούται με  $1/2(\theta_y + \theta_u)/\gamma_{Rd} - \theta_y$
- Για στάθμη επιτελεστικότητας «Οιονεί κατάρρευση» η στροφή λαμβάνει την τιμή  $\theta_u/\gamma_{Rd} - \theta_y$

Όπου  $\gamma_{Rd} = 1.8$ .

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E	-0.25	-0.013121
D	-0.25	-0.006561
C	-1	-0.006561
B	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1	0.006561
D	0.25	0.006561
E	0.25	0.013121

Load Carrying Capacity Beyond Point E  
 Drops To Zero  
 Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

	Positive	Negative
Use Yield Moment	Moment SF: 586.3023	
Use Yield Rotation (Steel Objects Only)	Rotation SF: 1	

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	0	
Life Safety	0.0018	
Collapse Prevention	0.005561	

Show Acceptance Criteria on Plot

Type  
 Moment - Rotation  
 Moment - Curvature  
 Hinge Length:   
 Relative Length

Hysteresis Type and Parameters  
 Hysteresis:   
 No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

**Σχ.6.5.:** Παράδειγμα εισαγωγής πλαστικής άρθρωσης στο πρόγραμμα ETABS

---

## 6.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

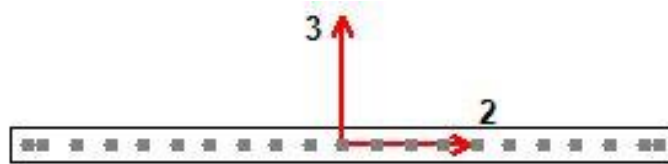
Η μέθοδος προσομοίωσης της ανελαστικής συμπεριφοράς τοιχωμάτων, που ακολουθεί το πρόγραμμα ETABS, είναι η wall fiber hinge (μέθοδος πολυστρωματικού μοντέλου).

Σύμφωνα με αυτόν τον τρόπο προσομοίωσης, δίνεται η δυνατότητα στο εκάστοτε τοίχωμα, δημιουργίας πλαστικής άρθρωσης στον ισχυρό άξονα του τοιχείου, έναντι ροπής κάμψης.

Το τοίχωμα χωρίζεται σε ίνες οι οποίες έχουν τις ιδιότητες του σκυροδέματος ή του οπλισμού κάμψης του τοιχείου, ανάλογα με το «βάθος» της θέσης της εκάστοτε ίνας στο εσωτερικό του τοιχείου.

Με την εφαρμογή αυξανόμενης οριζόντιας δύναμης στην κορυφή του τοιχώματος, αναπτύσσονται ορθές τάσεις στις ίνες. Μόλις το υλικό της ίνας φτάσει το όριο διαρροής του, η ίνα πλαστικοποιείται και η ανάλυση συνεχίζεται, με μειωμένη όμως τη δυσκαμψία του τοιχώματος. Γίνεται έλεγχος ορθών τάσεων για την επόμενη ίνα και εάν και αυτή διαρρέει επαναλαμβάνεται η προηγούμενη διαδικασία.

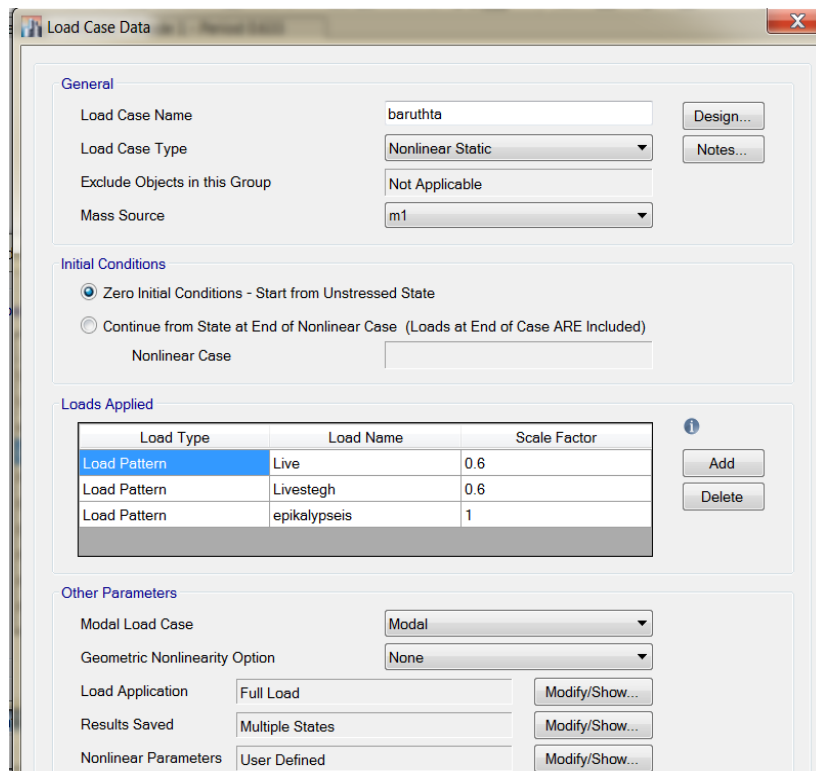
Τέλος, σημειώνεται ότι σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων αναμένεται στη βάση των τοιχείων (πρόβολος).



**Σχ.6.6.:** Προσομοίωση της ανελαστικής συμπεριφοράς τοιχώματος με τη μέθοδο wall fiber hinge

## 6.5 ΑΝΑΛΥΣΗ

Το πρώτο βήμα κατά την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής είναι η προφόρτιση του φέροντος οργανισμού με τα κατακόρυφα φορτία της κατασκευής, υπό τον σεισμικό συνδυασμό  $G+0.6Q$ , με μηδενικές αρχικές συνθήκες.



**Σχ.6.7.:** Προφόρτιση του φορέα με τα κατακόρυφα φορτία του σεισμικού συνδυασμού

Στη συνέχεια επιλέγεται η μέθοδος οριζόντιας φόρτισης που θα ακολουθηθεί για την αποτίμηση. Ο κανονισμός επεμβάσεων απαιτεί την εφαρμογή δύο μεθόδων καθ' ύψος:

- Ιδιομορφική κατανομή: Κατανομή καθ' ύψος σύμφωνα με το σχήμα της πρώτης ιδιομορφής ανά διεύθυνση.
- Ομοιόμορφη κατανομή: Κατανομή με οριζόντια φορτία ανάλογα με τη μάζα του κάθε ορόφου που συνεκτιμά τις μεταβολές του φορέα κατά τη μεταλαστική φάση της απόκρισης.

Από τις δύο κατανομές επιλέγεται η δυσμενέστερη.

### **6.5.1 Ομοιόμορφη κατανομή**

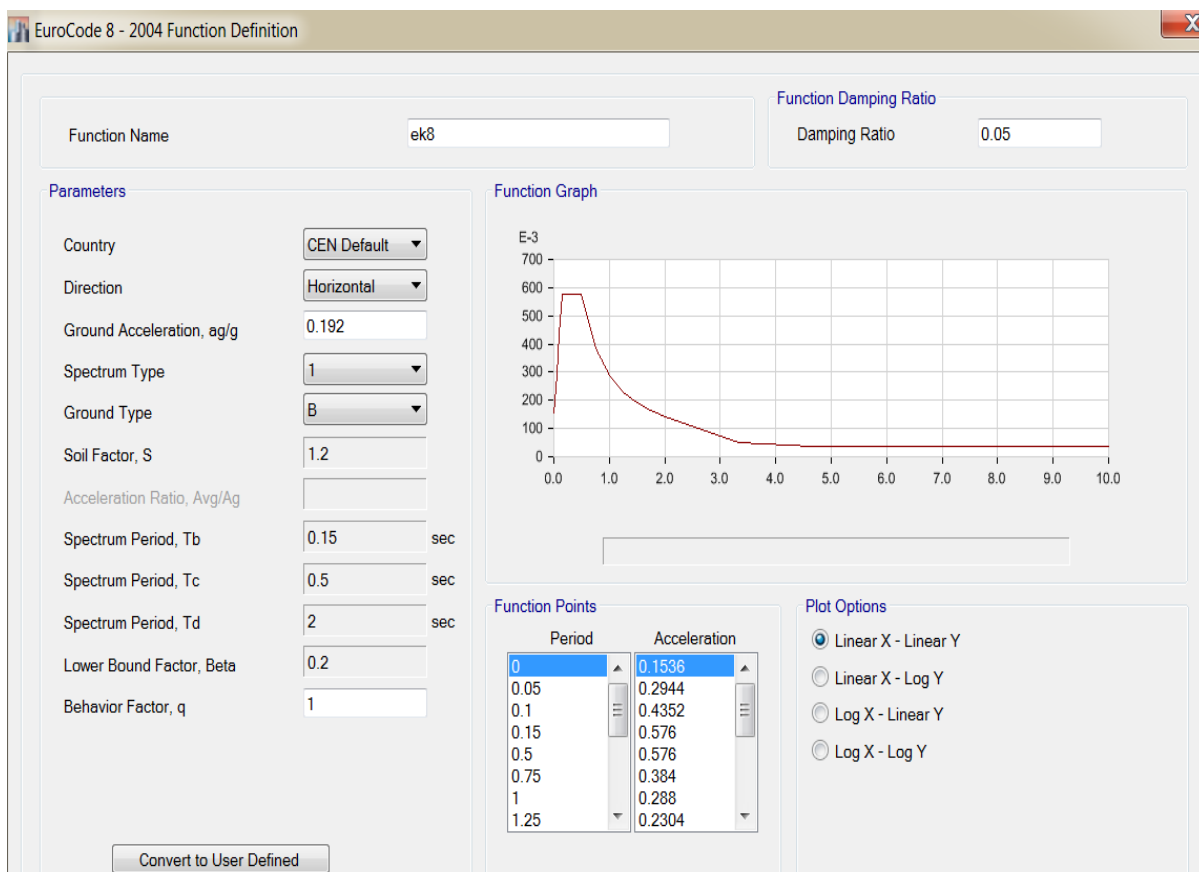
Οι σεισμικές δυνάμεις κατά X και κατά Y EX και EY αντίστοιχα που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση της ανελαστικής στατικής ανάλυσης με ομοιόμορφη κατανομή φορτίων καθ' ύψος έχουν ήδη ορισθεί από την προκαταρκτική ελαστική ανάλυση. Η μη γραμμική ανάλυση πραγματοποιείται συναρτήσσει αυτών για όλους τους σεισμικούς συνδυασμούς  $G + 0.6Q \pm EX \pm 0.3EY$ ,  $G + 0.6Q \pm 0.3EX \pm EY$ . Με τον τρόπο αυτό έχουμε 8 σεισμικούς συνδυασμούς και 8 αναλύσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν με σκοπό τον εντοπισμό του δυσμενέστερου ανά διεύθυνση. Δυσμενέστερος κρίνεται ο συνδυασμός



για τον οποίο η κατασκευή αναπτύσσει τη μικρότερη τέμνουσα βάσης διαρροής και τη μεγαλύτερη παραμόρφωση διαρροής.

### 6.5.2 Ιδιομορφική κατανομή

Αρχικά ορίζεται το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού από τον ΕΚ-8, με παραμέτρους ορισμένες όπως έχει ήδη αναφερθεί, ως εξής:



**Σχ.6.8.:** Ελαστικό φάσμα σχεδιασμού ΕΚ-8

Στη συνέχεια, προσδιορίζονται οι σεισμικές δυνάμεις ΕΧ και ΕΥ που θα χρησιμοποιηθούν για την ιδιομορφική κατανομή του φορτίου κατά την ανάλυση pushover. Η επαλληλία των ιδιομορφών πραγματοποιείται με τη μέθοδο CQC, ενώ η χωρική επαλληλία των δράσεων με τη μέθοδο SRSS.

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: EYidio [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (m1)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	ek8	10000

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

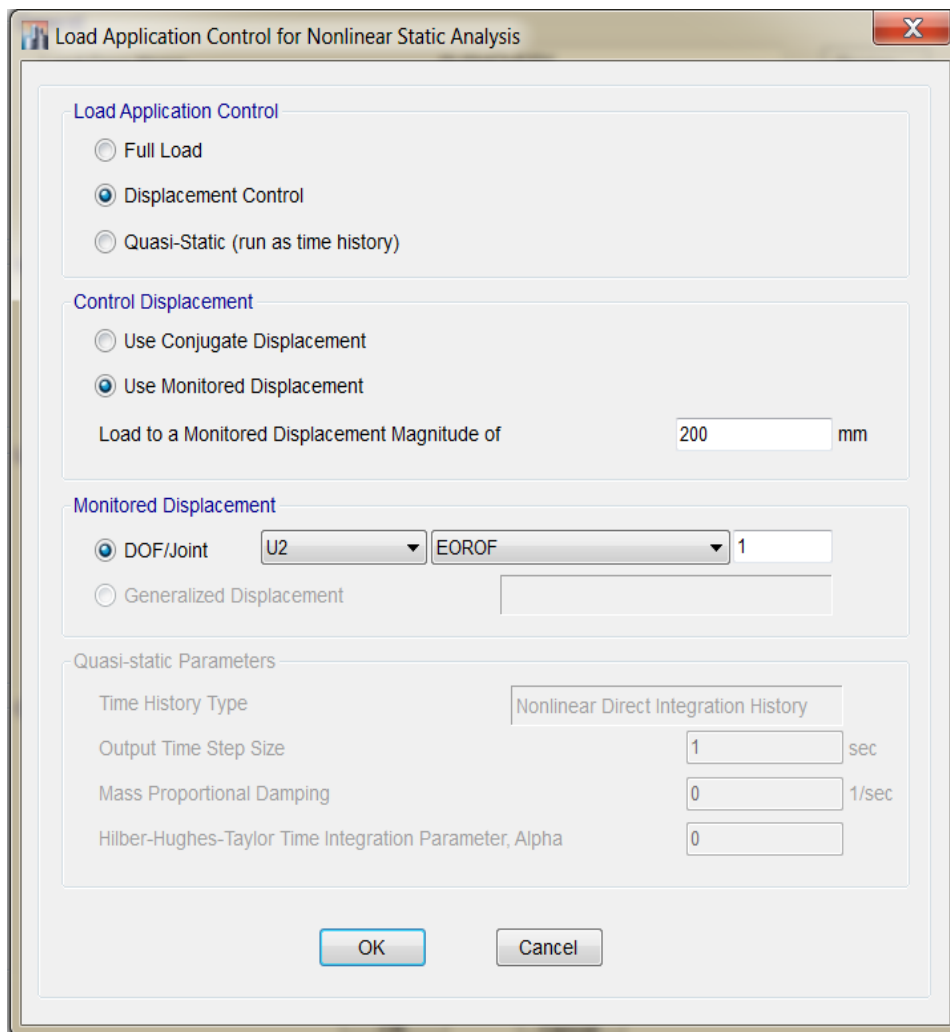
**Σχ.6.9.: Οριζόντια ελαστική δυναμική φόρτιση**

Τέλος εισάγεται στη φόρτιση pushover η ιδιομορφή για την οποία θέλουμε να γίνει η ανάλυση (1<sup>η</sup> ιδιομορφή κατά Y, 2<sup>η</sup> κατά X).

Με το scale factor ελέγχουμε την τιμή του σεισμού σχεδιασμού, ώστε τα εξαγόμενα αποτελέσματα να είναι στις σωστές μονάδες μέτρησης.

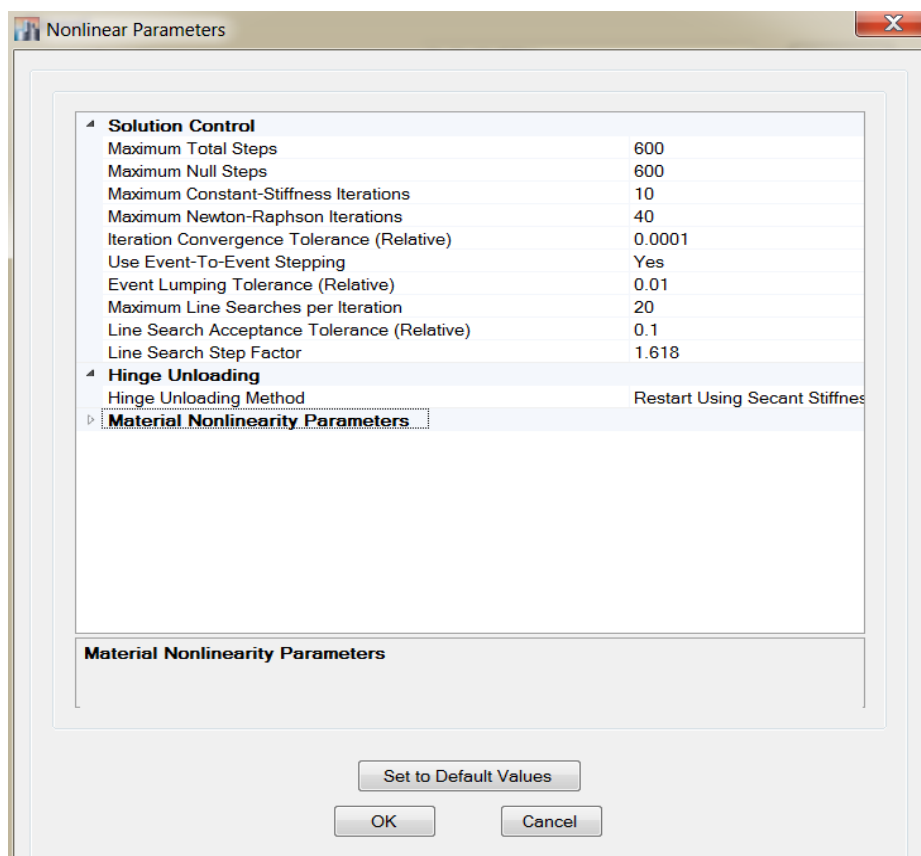
### **6.5.3 Ορισμός φόρτισης pushover στο πρόγραμμα ETABS**

Και για τις δύο κατανομές ορίζεται η φόρτιση pushover για ελεγχόμενη μετακίνηση του κόμβου ελέγχου του φορέα, ο οποίος ορίζεται στο κέντρο μάζας του τελευταίου ορόφου (Ε' όροφος). Η μετακίνηση επιλέγεται για κύριο σεισμό κατά την Y διεύθυνση 200mm και για κύριο σεισμό κατά τη X διεύθυνση 250mm. Οι τιμές αυτές προέκυψαν μετά από δοκιμές. Ως αρχικές συνθήκες φόρτισης επιλέγεται η προφόρτιση με τα κατακόρυφα φορτία του σεισμικού συνδιασμού.



**Σχ.6.10.:** Ορισμός ελεγχόμενης μετακίνησης κόμβου ελέγχου

Τέλος ορίζονται οι επιμέρους παράμετροι της οριζόντιας φόρτισης.



**Σχ.6.11.:** Παράμετροι οριζόντιας φόρτισης

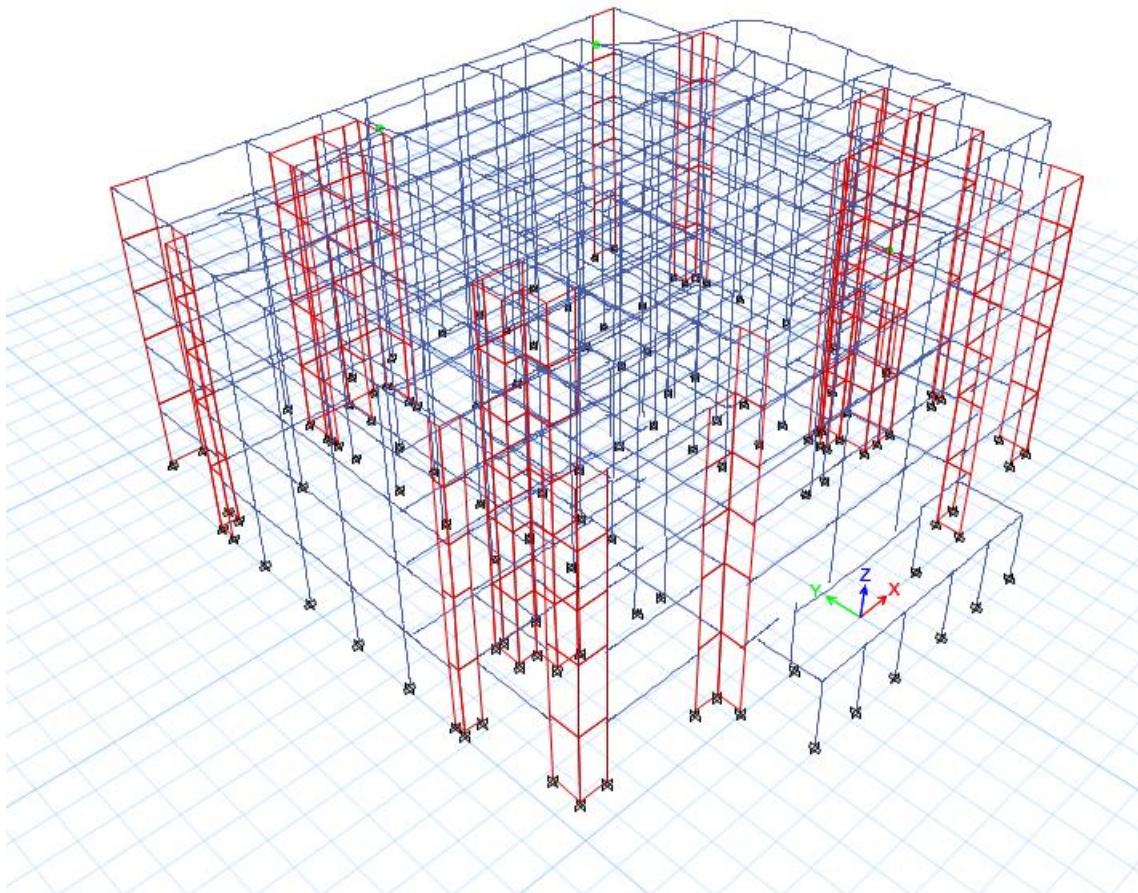
- **Maximum total steps:** Ο μέγιστος αριθμός των βημάτων που πραγματοποιούνται μέχρι την ολοκλήρωση της ανάλυσης.
- **Maximum null steps:** Ο μέγιστος αριθμός των μηδενικών βημάτων της ανάλυσης. Τα βήματα αυτά δεν αφορούν την μετακίνηση αλλά τη διαρροή στοιχείων της κατασκευής.
- **Use event-to-event stepping:** Καθορίζει το αν θα πραγματοποιείται ομαδοποίηση των διαρροών που συμβαίνουν για ίδια περίπου μετακίνηση (επιλογή No) ή εάν για κάθε διαρροή θα ξεκινάει καινούριο βήμα της ανάλυσης. **Hinge unloading method:** Ορίζονται οι μέθοδοι ανακατανομής της έντασης. Η μέθοδος που ανταποκρίνεται καλύτερα στην πραγματικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τη μειωμένη δυσκαμψία των στοιχείων είναι η «Restart using secant stiffness».

Οι υπόλοιποι παράμετροι αφορούν την αναλυτική προσέγγιση του προβλήματος και περιγράφονται στο εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος.

---

## 6.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Ξεκινώντας με την εφαρμογή του κατακόρυφου φορτίου προφόρτισης, ήδη παρατηρείται η δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων σε στοιχεία του πέμπτου ορόφου (πράσινες κουκίδες). Πρόκειται για δοκούς εδραζόμενες επί δοκών οι οποίες έχουν ξεπεράσει το όριο διαρροής τους στις απεικονιζόμενες θέσεις.



**Σχ.6.12.:** Αποτελέσματα προφόρτισης

Για κάθε κατανομή, πραγματοποιήθηκαν οι προβλεπόμενες από τον κανονισμό αναλύσεις για τον εντοπισμό του δυσμενέστερου συνδυασμού ανά διεύθυνση. Οι αναλύσεις αυτές, έγιναν με μικρό αριθμό βημάτων. Η επιλογή αυτή δεν εξάγει ασφαλή

αποτελέσματα όσο αφορά τα αριθμητικά μεγέθη αντοχής της κατασκευής, δηλαδή την ακριβή απόκρισή της στο σεισμό, αλλά εξάγει ασφαλή αποτελέσματα όσο αφορά το μέγεθος της δυσμέλειας ανά συνδυασμό.

Έτσι δυσμενέστερος συνδυασμός για την ομοιόμορφη και την ιδιομορφική κατανομή φόρτισης είναι ο EY+0.3EX για ομοιόμορφη κατανομή φορτίου, δηλαδή με κυρίαρχο τον σεισμό κατά την Y διεύθυνση, αποτέλεσμα αναμενόμενο σύμφωνα με τις ιδιομορφές και τις θεμελιώδεις περιόδους της κατασκευής (παράγραφος 6.1).

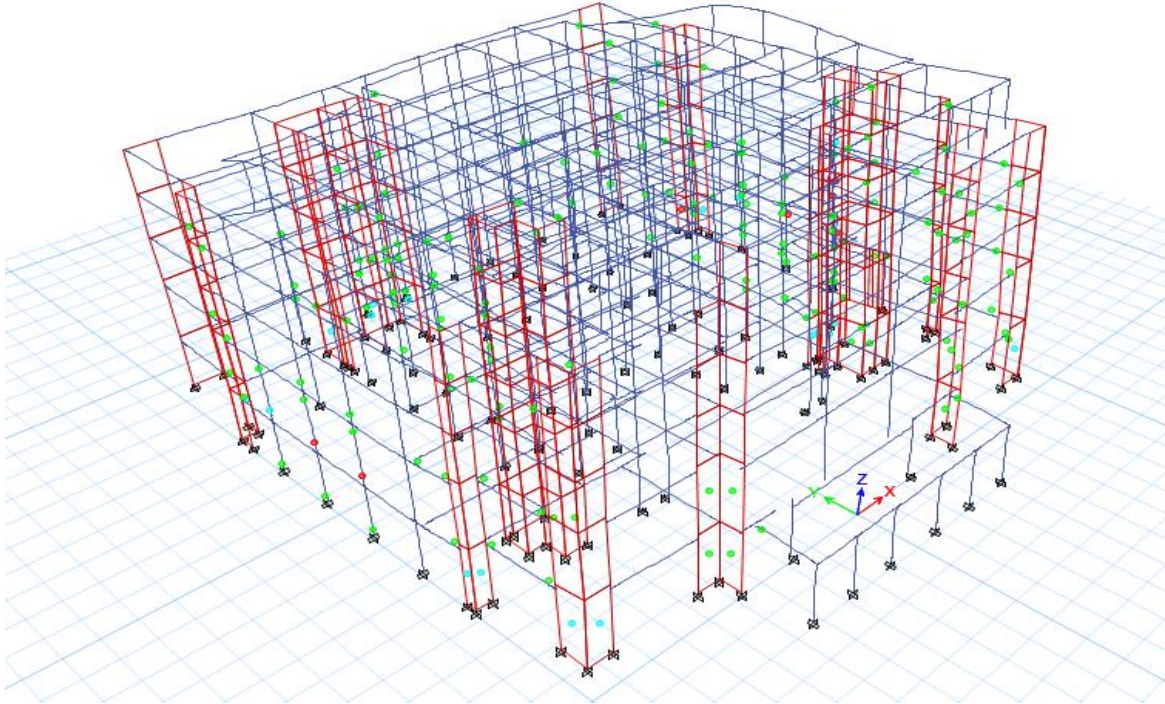
Η καμπύλη ικανότητας της κατασκευής για τη δυσμενέστερη φόρτιση προκύπτει:



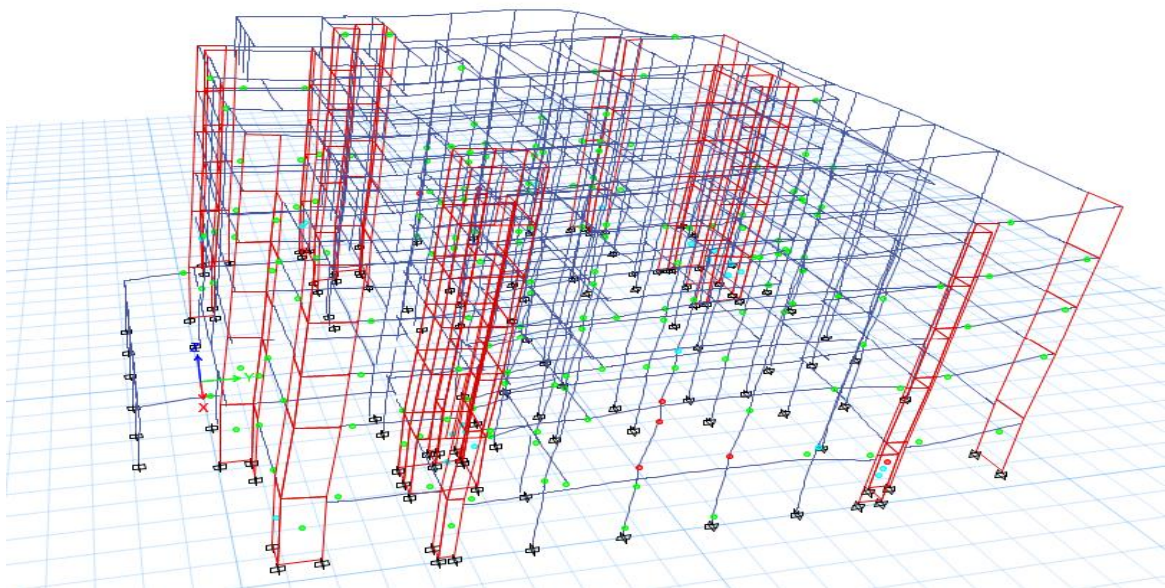
**Σχ.6.13.:** Διάγραμμα τέμνουσας βάσης, μετατόπισης κορυφής (καμπύλη ικανότητας) για τη δυσμενέστερη φόρτιση EY+0.3EX



Από την καμπύλη ικανότητας της κατασκευής, εξάγεται το συμπέρασμα ότι αυτό καταρρέει για μικρή τέμνουσα βάση και μικρή μετατόπιση κόμβου ελέγχου. Επιπρόσθετα, αναπτύσσει πολύ μικρή πλαστιμότητα, συμπεριφέρεται δηλαδή σχεδόν ελαστικά μέχρι τη στιγμή της κατάρρευσης, όπου και η ανάλυση σταματάει εφόσον θεωρείται πως η κατασκευή δεν μπορεί πλέον να φέρει τα κατακόρυφα φορτία της.



**Σχ.6.14.:** Απεικόνιση της κατάστασης του κτιρίου τη στιγμή της κατάρρευσης(1)

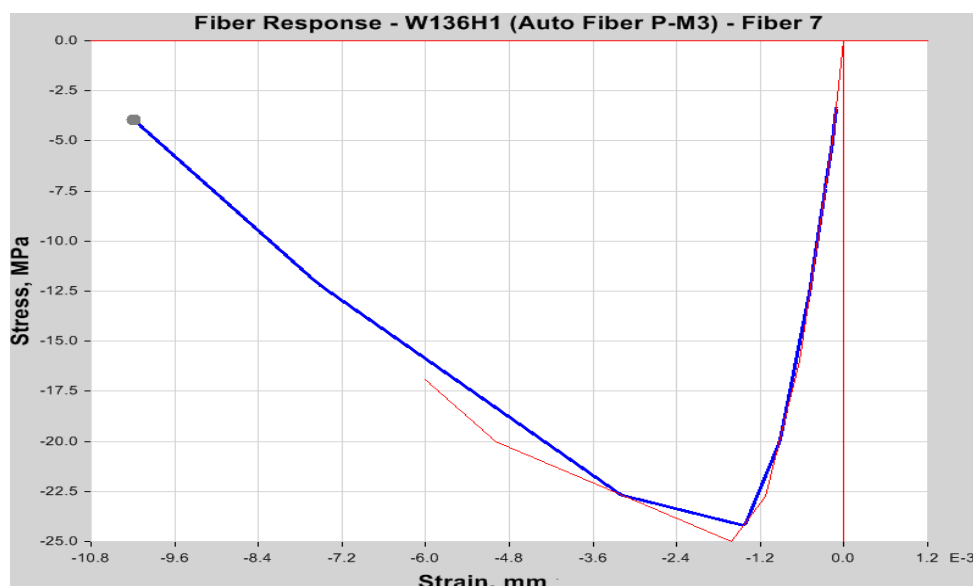


**Σχ.6.15.:** Απεικόνιση της κατάστασης του κτιρίου τη στιγμή της κατάρρευσης(2)

Οι πλαστικές αρθρώσεις που έχουν σχηματιστεί απεικονίζονται στα παραπάνω σχήματα με κουκίδες τριών χρωμάτων. Το κάθε χρώμα συμβολίζει τη στάθμη επιτελεστικότητας στην οποία βρίσκεται η πλαστική άρθρωση που έχει αναπτυχθεί. Πιο συγκεκριμένα:

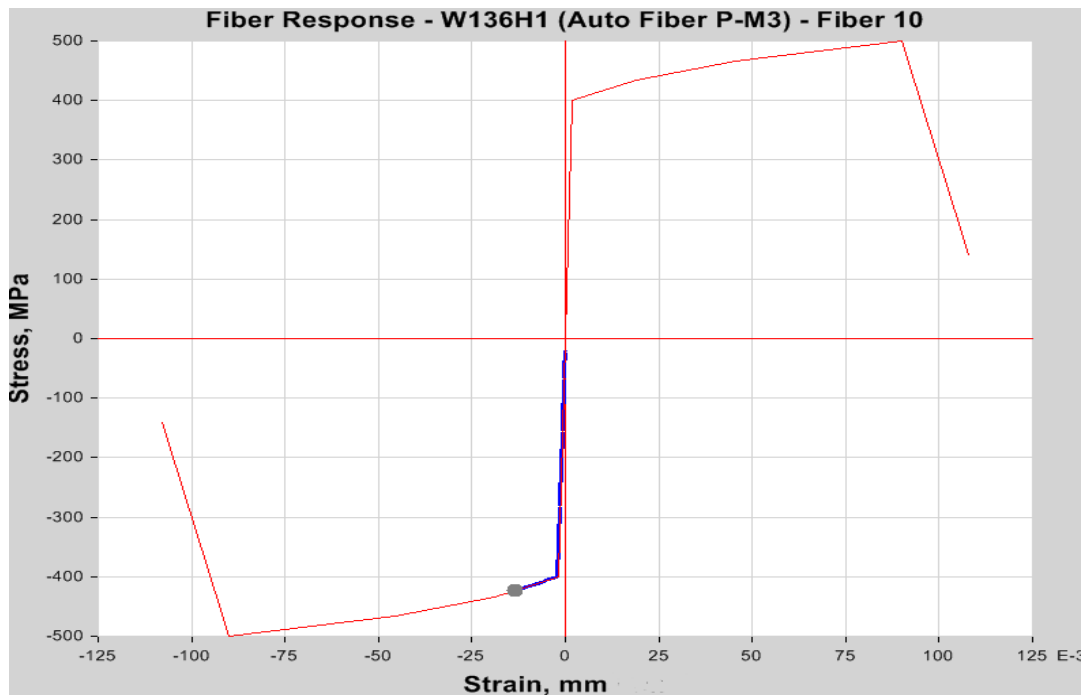
- Για στάθμη επιτελεστικότητας «Περιορισμένες βλάβες» ~ «Σημαντικές βλάβες» με πράσινο χρώμα
- Για στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες» ~ «Οιονεί κατάρρευση» με γαλάζιο χρώμα
- Για αυτές που έχουν ξεπεράσει τη στάθμη επιτελεστικότητας «Οιονεί κατάρρευση» και πρακτικά έχουν αστοχήσει με κόκκινο χρώμα

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω σχήματα, στην περίπτωση των τοιχωμάτων, έχουμε σχηματισμό πλαστικών αρθρώσεων στη βάση τους (όπως ήταν αναμενόμενο) και ένα μόνο τοίχωμα που έχει αστοχήσει (W136 ισογείου) . Εξετάζοντας την κατάσταση του τοιχώματος W136 του ισογείου, παρατηρούμε πως αυτό έχει αστοχήσει και η πλαστική άρθρωση που έχει αναπτυχθεί συμβολίζεται με κόκκινο χρώμα. Στα γραφήματα που ακολουθούν φαίνεται η κατάσταση του σκυροδέματος της διατομής και του χάλυβα. Όσο αφορά το σκυρόδεμα, παρατίθεται η εντατική κατάσταση της θλιβόμενης ίνας σκυροδέματος που βρίσκεται πιο κοντά στον ουδέτερο άξονα. Όσο αφορά τον χάλυβα, παρατίθεται το γράφημα της κοντινότερης στον ουδέτερο άξονα θλιβόμενης ίνας.



**Σχ.6.16.:** Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τελευταίας εσωτερικής ίνας σκυροδέματος τοιχείου σύμφωνα με τη μέθοδο wall fiber hinge

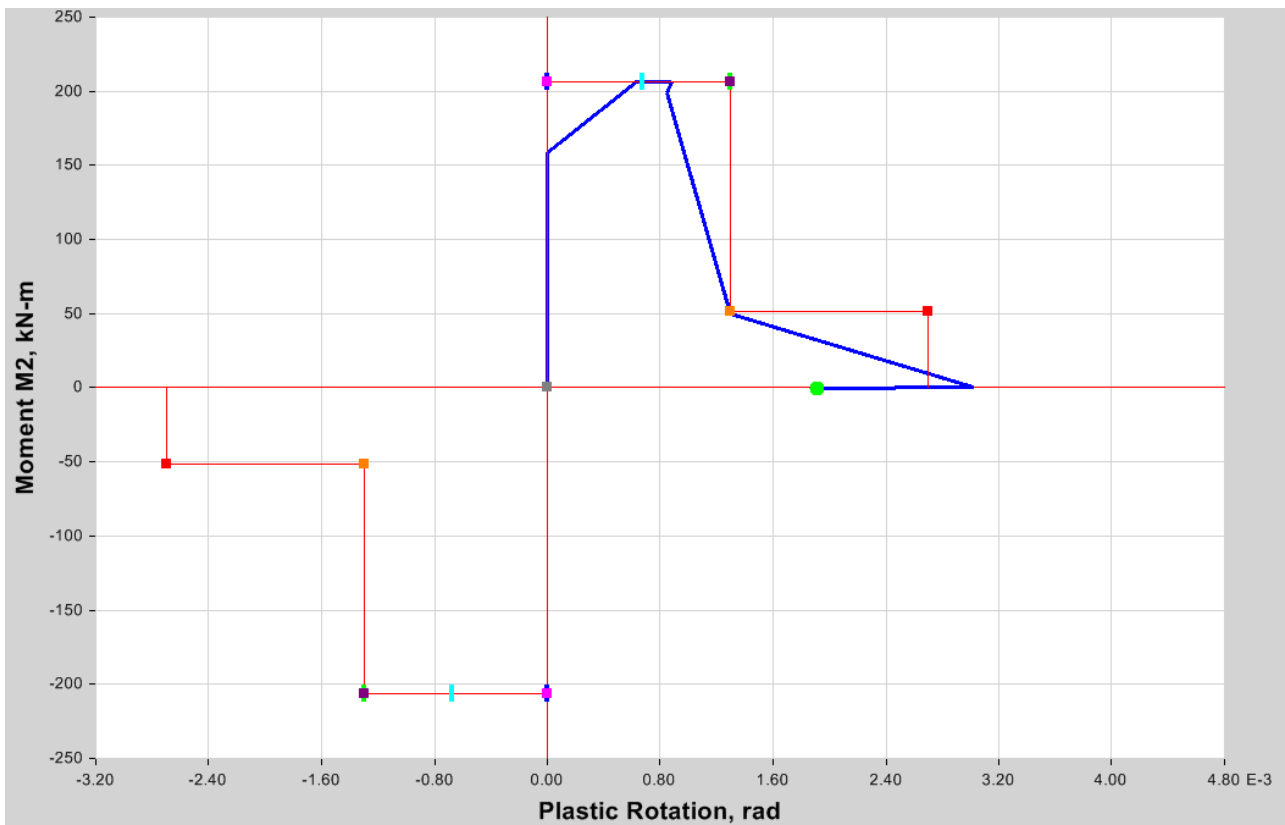




**Σχ.6.17.:** Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων τελευταίας εσωτερικής ίνας χάλυβα οπλισμού τοιχείου σύμφωνα με τη μέθοδο wall fiber hinge

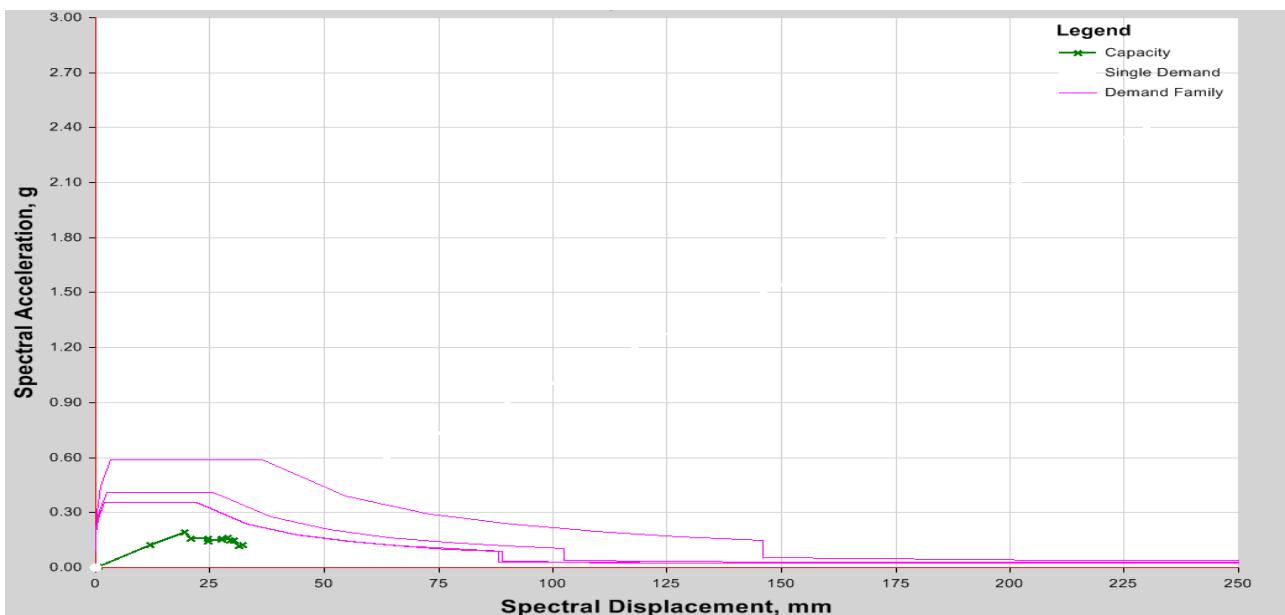
Σε ό,τι αφορά τις δοκούς, όπως φαίνεται και από τα σχήματα, έχουμε διαρροές όχι όμως υπερβάσεις της οριακής αντοχής και παραμόρφωσής τους. Επίσης αναμενόμενη συμπεριφορά, καθ'ότι στις παλαιότερες κατασκευές, οι δοκοί σχεδιάζονταν και διαστασιολογούνταν με τέτοιο τρόπο ώστε να αναπτύσουν πολύ μεγάλες αντοχές, κυρίως λόγω των μεγάλων διαστάσεων της διατομής τους. Αντίθετα, όπως έχουμε ήδη αναφέρει τα υποστυλώματα διαστασιολογούνταν με βασικό κριτήριο την αντοχή τους έναντι αξονικών (κατακόρυφων) φορτίων μεθοδολογία που οδηγούσε σε υποδιαστασιολόγηση των στοιχείων αυτών και μειωμένες αντοχές σε σχέση με τις δοκούς. Δεν πραγματοποιούνταν ικανοτικός σχεδιασμός.

Πράγματι, στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία της κατασκευής (υποστυλώματα), παρατηρείται η δημιουργία περισσότερων πλαστικών αρθρώσεων, ενώ παράλληλα έχουμε και αστοχίες αυτών στη στάθμη του πρώτου ορόφου. Ο μηχανισμός κατάρρευσης της κατασκευής σχηματίζεται στη στάθμη του πρώτου ορόφου, ο οποίος κρίνεται και ως κρίσιμος.



**Σχ.6.18:** Διαμητική αστοχία του υποστυλώματος K32 του Α' ορόφου

Τέλος, εξάγουμε τα αποτελέσματα με την παραδοχή ισοδύναμου μονβαθμίου συστήματος σύμφωνα με τον FEMA 440.



**Σχ.6.19:** Φάσμα αντίστασης κατασκευής

---

Παρατηρούμε ότι, το φάσμα ικανότητας της κατασκευής σε όρους επιτάχυνσης εδάφους –μετατόπισης (Se-Sd), απέχει πολύ από το στόχο. Απαραίτητη κρίνεται η ενίσχυση του κτιρίου.

---

---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό, μετά την αποτίμηση της κατασκευής, διαπιστώνεται η ανάγκη ενίσχυσής της πρώτον σε καθολικό επίπεδο και στη συνέχεια σε τοπικό, με την ενίσχυση επιμέρους δομικών στοιχείων, όπου αυτό κριθεί απαραίτητο. Στο παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνονται 3 σενάρια καθολικής ενίσχυσης: ενίσχυση με μεταλλικούς χιαστί συνδέσμους δυσκαμψίας, ενίσχυση μέσω συνδυασμού χιαστί συνδέσμων και τοιχοπλήρωσης, βελτιστοποίηση του τελευταίου σεναρίου ενίσχυσης.

### 7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ-ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

Κάθε επέμβαση σε υφιστάμενη κατασκευή, με ή χωρίς βλάβες αποσκοπεί στην εξυπηρέτηση του στόχου ανασχεδιασμού και υλοποιείται με την προσθήκη νέων υλικών ή στοιχείων σε υφιστάμενα δομικά στοιχεία.

Ανάλογα με το μέγεθος της ανεπάρκειας της κατασκευής έναντι του στόχου, εφαρμόζονται ενισχύσεις σε καθολικό ή σε τοπικό επίπεδο. Κάποιες από τις πρακτικές ενίσχυσης σε καθολικό ή τοπικό επίπεδο παρατίθενται με φωτογραφίες παρακάτω.



**ΣΧ.7.1.: Σεισμική μόνωση κτιρίου**



**ΣΧ.7.2.: Ενίσχυση με εμφαντούμενο τοίχωμα**



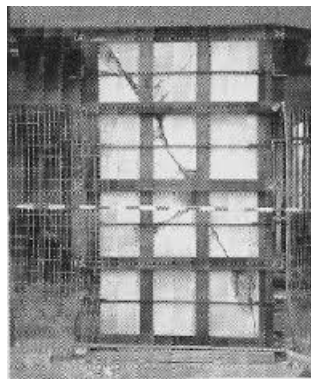
**ΣΧ.7.3.: Ενίσχυση με χιαστί συνδέσμους δισκαμψίας**



**ΣΧ.7.4.: Ενίσχυση με μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος**



**ΣΧ.7.5.: Ενίσχυση με ανθρακονήματα**



**ΣΧ.7.6.: Ενίσχυση με μεταλλικούς κλωβούς**

---

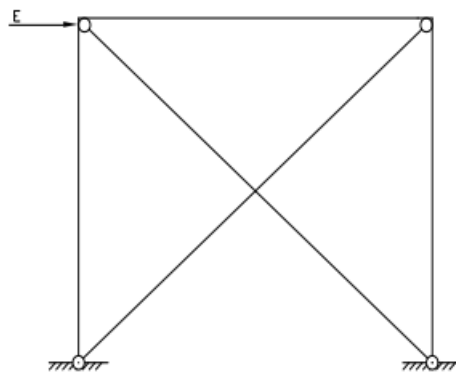
## 7.2 ΠΡΩΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ – ΚΑΘΟΛΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ

Οι ράβδοι δικτύωσης διατάσσονται συνήθως έτσι ώστε μαζί με τα κατακόρυφα και τα οριζόντια στοιχεία του πλαισίου, να συνιστούν μικτό φορέα αποτελούμενο από το πλαίσιο και το δικτύωμα. Το επίπεδο των ραβδωτών δικτυώσεων πρέπει να βρίσκεται κατά το δυνατόν χωρίς εκκεντρότητα ως προς το επίπεδο που ορίζεται από τους άξονες των υποστυλωμάτων του περιβάλλοντος πλαισίου.

Οι ράβδοι δικτύωσης μπορούν να προστεθούν σε έναν ή περισσότερους ορόφους οι οποίοι διαθέτουν σημαντικά μικρότερη αντοχή ή δυσκαμψία από τους υπόλοιπους. Όταν δεν υπάρχει ουσιώδες πρόβλημα ορισμένων ορόφων και χρειάζεται να ενισχυθεί το σύνολο του δομικού συστήματος, προσφέρεται η τοποθέτηση των ραβδωτών δικτυώσεων σε εννιαία κατακόρυφη σειρά φατνωμάτων των πλαισίων, ιδίως των περιμετρικών σε όλο το ύψος του δομήματος.

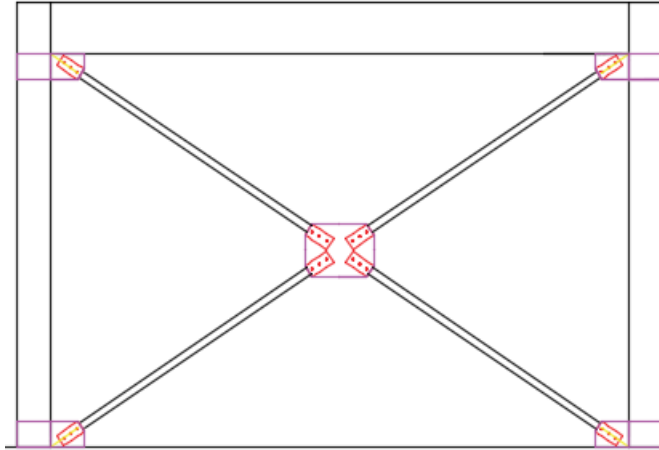
Οι συνήθεις και προσφορότεροι μέθοδοι δικτύωσης είναι λοξά στοιχεία από χάλυβα κατά τη μία ή και κατά τις δύο διαγωνίους ενός φατνώματος (απλή διαγώνιος ή δισδιαγώνιος X). Είναι επίσης δυνατή η διάταξη δικτυώσεων μορφής V ή Λ, των οποίων τα λοξά μέλη καταλήγουν σε κόμβους, ενώ η κορυφή τους συνδέεται (σύνδεση με εκκεντρότητα) σε ένα ενδιάμεσο σημείο των οριζοντίων μελών του πλαισίου. Η χρήση δικτυώσεων μορφής K, με ενδιάμεση σύνδεση σε υποστυλώματα, γενικώς απαγορεύεται στις επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια.

Στα μέλη του δικτυώματος η σεισμική δράση προκαλεί κυρίως αξονική ένταση. Η κατανάλωση ενέργειας γίνεται σ' εκείνα τα μέλη όπου η σεισμική δράση προκαλεί αξονικό εφελκυσμό.



Σχ.7.7.: Σεισμική δράση σε μέλος δικτυώματος τύπου X





**Σχ.7.8.:** Σκαρίφημα μεταλλικού συνδέσμου δυσκαμψίας τύπου X

### **7.2 .1 Διαστασιολόγηση συνδέσμων δυσκαμψίας**

Η διαστασιολόγηση της δικτύωσης πραγματοποιήθηκε σε όρους δυνάμεων, λαμβάνοντας υπ'όψιν τα αποτελέσματα ελαστικής ανάλυσης για ελαστικό φάσμα σχεδιασμού διαιρεμένο με ενιαίο δείκτη συμπεριφοράς  $q$  για το ενισχυμένο δόμημα. Δεν πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός και έλεγχος των συνδέσεων.

Ο δείκτης συμπεριφοράς  $q$ , για την ελαστική ανάλυση, για μη ενισχυμένη κατασκευή λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα ο οποίος εμπεριέχεται στον κανονισμό επεμβάσεων.

Κανονισμός μελέτης	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων		Δυσμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995<...	3	2.3	2.3	1.7
1985<...<1995	2.3	1.7	1.7	1.3
... <1985	1.7	1.3	1.3	1.1

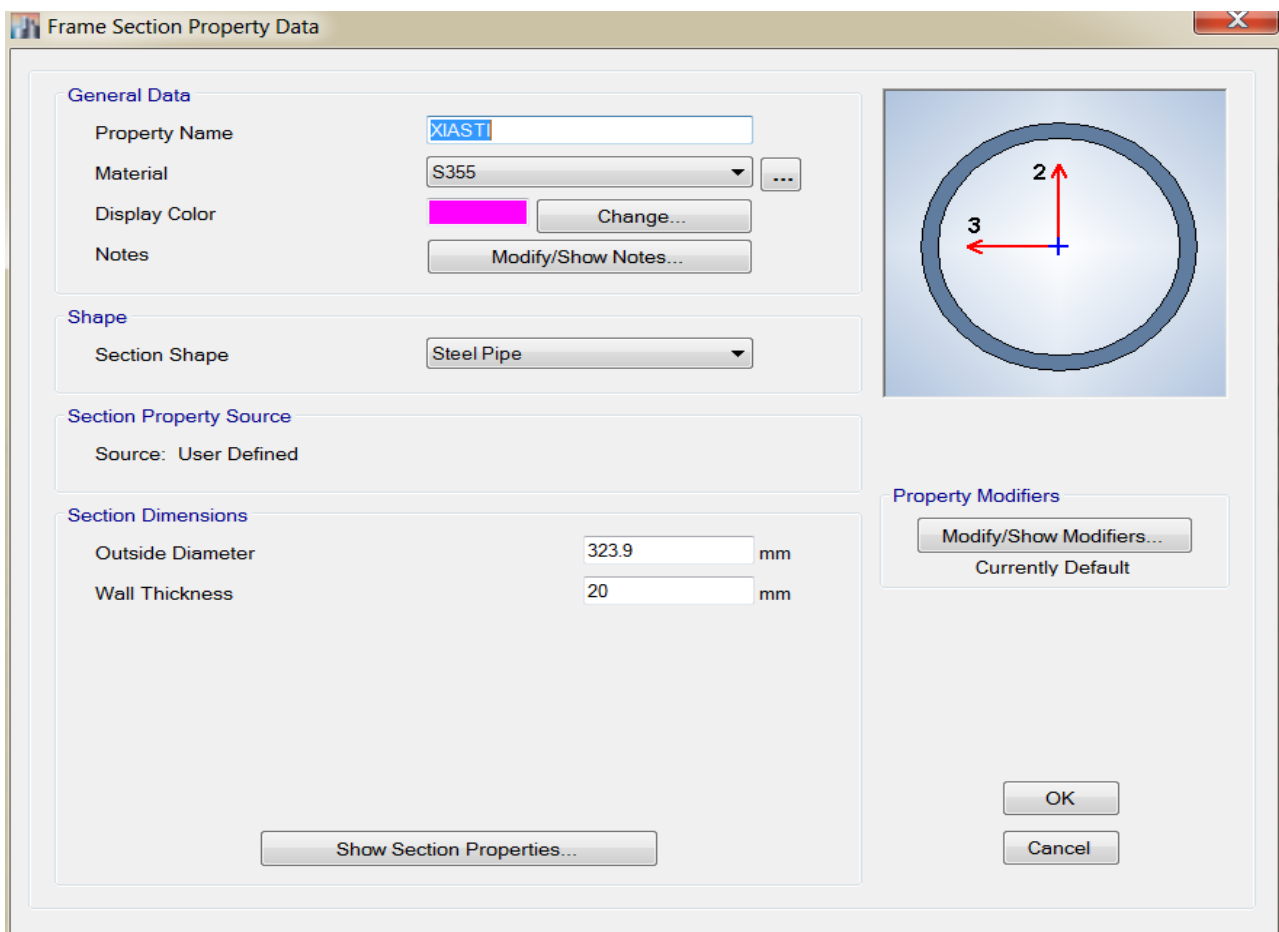
**ΠΙΝ.7.1.:** Συντελεστής συμπεριφοράς  $q$  ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής, τις τοιχοπληρώσεις και τις βλάβες του υφισταμένου κτιρίου

Με τον τρόπο αυτό, για το υπό μελέτη κτίριο, πριν τις επεμβάσεις λαμβάνεται δείκτης συμπεριφοράς  $q=1.7$ .

Μετά την ενίσχυση με χιαστί συνδέσμους δυσκαμψίας, ο καθολικός δείκτης συμπεριφοράς, σύμφωνα με τον κανονισμό επεμβάσεων και για στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες» λαμβάνεται  $q=3.5$ . Συντηρητικά και για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας ο δείκτης συμπεριφοράς επιλέχθηκε  $q=2.8 = \frac{4}{5} 3.5$  σύμφωνα με το κεφάλαιο 4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ και συνάμα αυξάνεται ο συντελεστής ασφαλείας  $\gamma_{sd}$  λαμβάνοντας την τιμή 1.10.

Πραγματοποιείται ελαστική ανάλυση με τις ίδιες παραδοχές με την προκαταρκτική ελαστική ανάλυση του κεφαλαίου 5, με διαφορετική τιμή  $q$  και  $\gamma_{sd}$ , όπως αυτές ορίστηκαν παραπάνω.

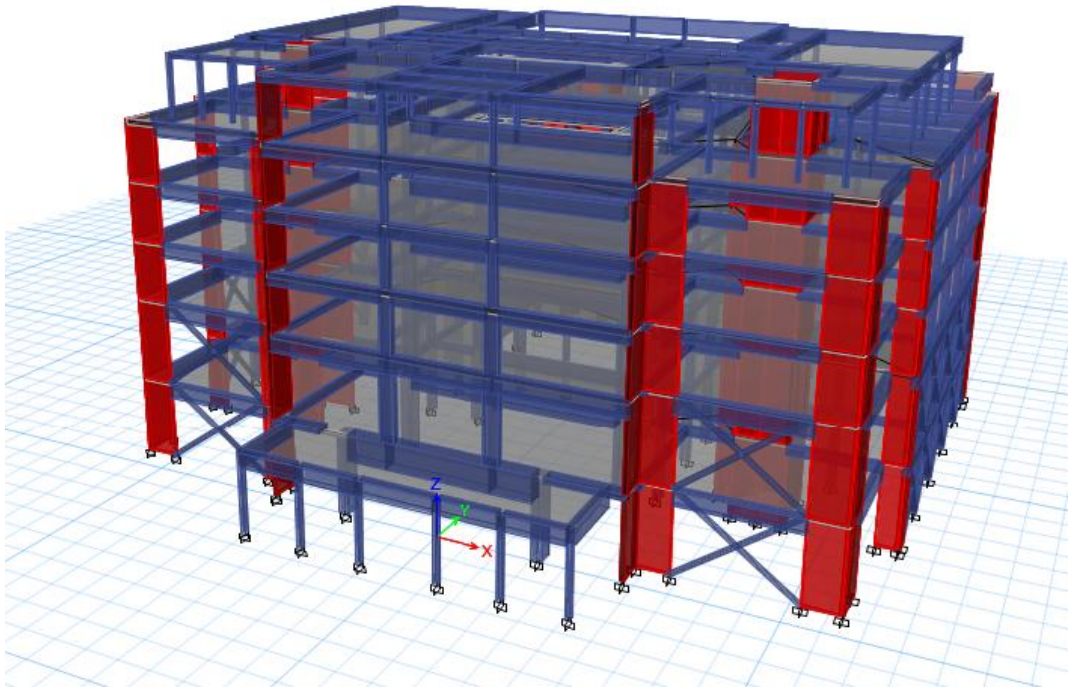
Η ποιότητα χάλυβα της διατομής είναι S355. Μετά από δοκιμές επιλέχθηκε κοίλη κυκλική διατομή διαστάσεων διαμέτρου 323.9 mm και πάχους 20 mm, διαστάσεις που αποφασίστηκαν σύμφωνα με τους πίνακες των τυπικών διατομών. Κοίλη διατομή επιλέχθηκε για εξασφάλιση επαρκούς αντοχής σε λυγισμό.



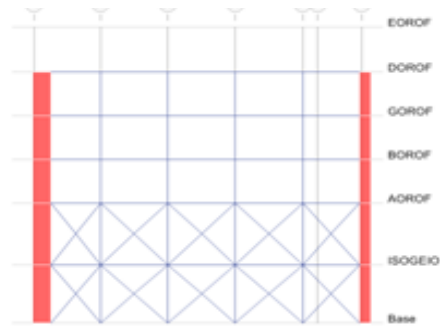
**Σχ.7.9:** Διατομή χιαστί μεταλλικών συνδέσμων

---

Η θέση των χιαστί συνδέσμων επιλέγεται να είναι τέτοια ώστε να διατηρείται η ομοιόμορφη κατανομή της δυσκαμψίας σε κάτοψη. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται αύξηση του μοχλοβραχίονα μεταξύ κέντρου μάζας και κέντρου δυσκαμψίας του κτιρίου και δεν αυξάνεται η στρέψη για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία. Χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας τοποθετούνται στη στάθμη του (κρίσιμου) πρώτου ορόφου και στο ισόγειο. Τέλος στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται οι ακριβείς θέσεις τοποθέτησής τους.

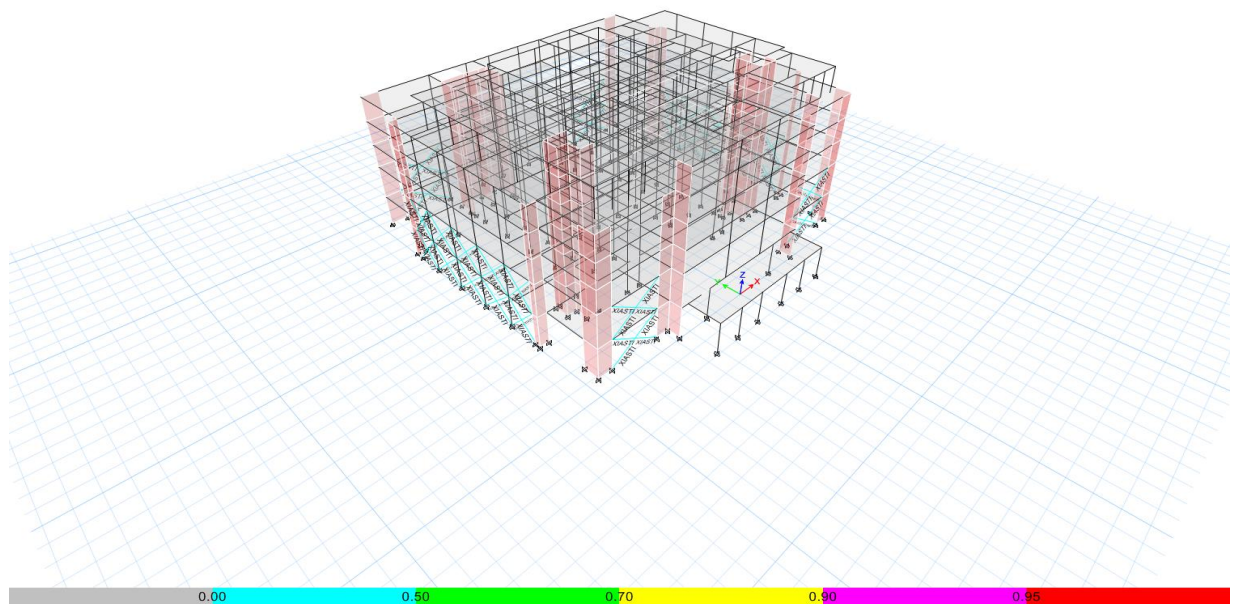


**Σχ.7.10:** Θέσεις χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας στη πρόσοψη και συμμετρική τοποθέτησή τους στην πίσω παρειά της κατασκευής



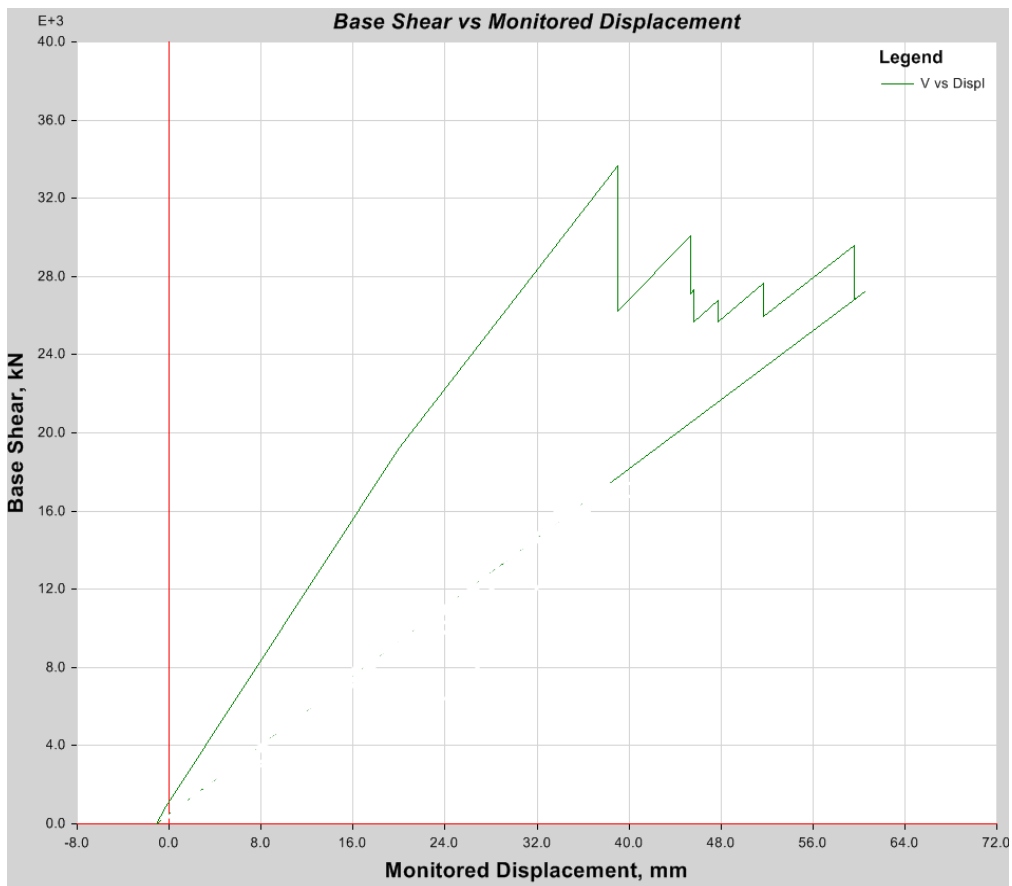
**Σχ.7.11:** Θέσεις χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας στη αριστερή παρεία της κατασκευής και συμμετρική τοποθέτησή της στη δεξιά

Μετά την πραγματοποίηση της ανάλυσης, με την εντολή Start design/Check ,το πρόγραμμα αναλαμβάνει όλους τους ελέγχους που απαιτούνται από τον ΕΚ-3. Στόχος μας είναι οι σύνδεσμοι να μη διαρρέουν. Στην πρώτη ανάλυση, είχαμε αστοχία κάποιων χιαστί συνδέσμων σε λυγισμό. Στην δεύτερη ανάλυση, δημιουργήθηκαν κόμβοι στα σημεία σύνδεσης των συνδέσμων, για μείωση του μήκους λυγισμού τους. Δηλαδή η σύνδεσή τους μορφώνεται όπως στο σκαρίφημα ΣΧ.7.8. Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία και διαπιστώνεται η επάρκεια της διατομής τους.

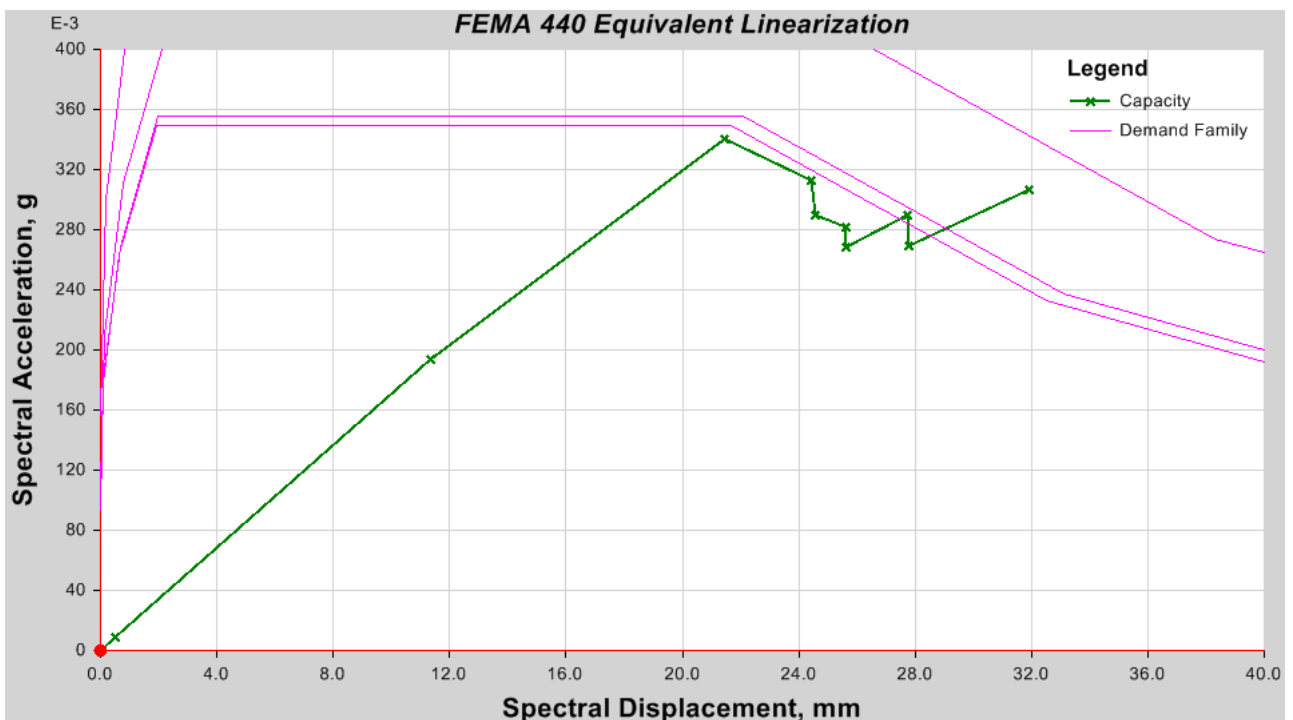


**Σχ.7.12:** Επάρκεια χιαστί συνδέσμων

Τελευταία ανάλυση για τον έλεγχο επάρκειας της ενίσχυσης, είναι η ανελαστική στατική ανάλυση της κατασκευής όπως προηγουμένως.



**Σχ.7.13:** Καμπύλη ικανότητας της κατασκευής μετά την 1<sup>η</sup> ενίσχυση



**Σχ.7.14:** Φάσμα αντίστασης της κατασκευής μετά την 1<sup>η</sup> ενίσχυση

---

Από τα γραφήματα, γίνεται αντιληπτό ότι αυτό το σενάριο ενίσχυσης είναι ανεπαρκές. Η ικανότητα της κατασκευής έναντι του σεισμού σχεδιασμού βελτιώνεται αισθητά, αλλά και πάλι δεν επιτυγχάνεται ο στόχος. Στη συνέχεια, εξετάζεται εναλλακτικό σενάριο καθ'ολικής ενίσχυσης της κατασκευής.

### **7.3 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΕΝΑΡΙΟ - ΚΑΘΟΛΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΗ**

Οι τοιχοποιίες πλήρωσης συνεκτιμώνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων, και μάλιστα υποχρεωτικά, όταν αυτό συνεπάγεται δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό σε τοπικό ή γενικό επίπεδο.

Οι τοιχοποιίες πλήρωσης, δεν συνεπάγονται δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό εφόσον δεν επιφέρουν αύξηση της σεισμικής τέμνουσας ενός τουλάχιστον πρωτεύοντος κατακόρυφου στοιχείου ή της σεισμικής μετακίνησης ενός ορόφου σε ποσοστό μεγαλύτερο του 15% σε οποιαδήποτε στάθμη του κτιρίου.

Οι τοιχοπληρώσεις υπό σεισμό μπορούν να προσομοιωθούν:

- Είτε ως διατμητικό φάτνωμα/ πέτασμα, ορθοτροπικό με τέσσερις κόμβους-αρθρώσεις προς τους αντίστοιχους κόμβους του τοιχοπληρωμένου πλαισίου.
- Είτε ως ισοδύναμη αμφιαρθρωτή θλιβόμενη διαγώνια ράβδος με συγκεκριμένο πλάτος  $b$ .

Ένας τοίχος πλήρωσης μπορεί να λαμβάνεται υπόψη μόνο εάν είναι σφηνωμένος σε στοιχεία του σκελετού και περιβάλλεται από στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος στις τρεις πλευρές του τουλάχιστον και δεν έχει μεγάλα και πολλά ανοίγματα.

Η επιρροή του μεγέθους και της θέσης των ανοιγμάτων στη δυσμησία και στην φέρουσα ικανότητα της τοιχοπλήρωσης λαμβάνεται υπ'όψιν σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- Όταν υπάρχουν δύο μεγάλα ανοίγματα κοντά σ'αμφοτέρα τα άκρα του φανώματος, η τοιχοπλήρωση αμελείται.
- Όταν υπάρχει άνοιγμα με διαστάσεις οι οποίες δεν υπερβαίνουν το 20% των αντίστοιχων διαστάσεων του φανώματος και είναι τοποθετημένο περίπου στο κέντρο του φανώματος, η επιρροή του στα χαρακτηριστικά της τοιχοπλήρωσης μπορεί να αμελείται.
- Όταν υπάρχει άνοιγμα, τοποθετημένο περίπου στο κέντρο του φανώματος, του οποίου οι διαστάσεις πλησιάζουν ή υπερβαίνουν το 50% των αντίστοιχων διαστάσεων του φανώματος, η τοιχοπλήρωση μπορεί να αμελείται.
- Δύο μικρά και γειτονικά ανοίγματα σε ένα φάτνωμα μπορούν να θεωρηθούν ως ένα ισοδύναμο και ενιαίο, περιγεγραμμένο σε αυτά.
- Όταν εντός ενός φανώματος η τοιχοπλήρωση έχει ανοίγματα, η προσομοίωσή τους θα πρέπει να προσαρμόζεται καταλλήλως, ελέγχοντας κατά πόσο η διάταξη των ανοιγμάτων επιτρέπει τη λειτουργία διατμητικού φανώματος.



---

### 7.3.1 Καθορισμός χαρακτηριστικών τοιχοπλήρωσης και εισαγωγή τους στο προσομοίωμα

Σε αυτό το σενάριο ενίσχυσης, εισάγονται στο προσομοίωμα της κατασκευής εσωτερικοί και εξωτερικοί τοίχοι.

Για τους εξωτερικούς τοίχους επιλέχθηκε μπατική τοιχοποιία πάχους 19cm και για τους εσωτερικούς δρομική τοιχοποιία πάχους 9 cm. Για την κατασκευή τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών τοίχων χρησιμοποιείται οπτοπλινθοδομή, και συγκεκριμένα δωδεκάσπα τούβλα αργίλου, διαστάσεων 9x12x19 με οριζόντιες οπές.

Όσο αφορά τα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού της τοιχοπλήρωσης, επιλέχθηκε μέτρο ελαστικότητας 2200 MPa και αντοχή σε θλίψη 3 MPa, τιμές που εξάγονται από σχετική με τοιχοπληρώσεις από οπτοπλινθοδομή βιβλιογραφία.

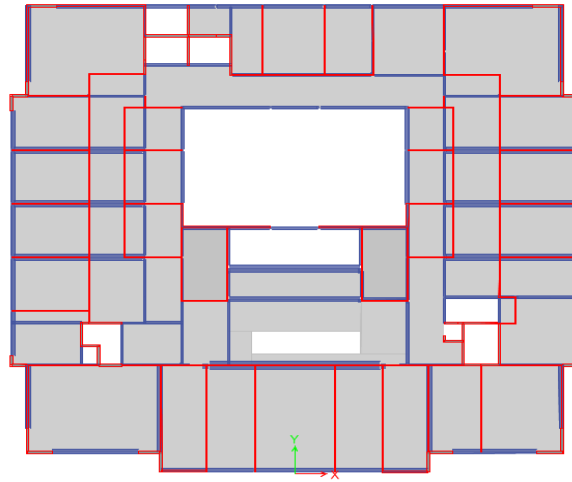


**Σχ.7.15:** Δωδεκάσπο τούβλο διαστάσεων 9x12x19

Για τη σύνδεση χρησιμοποιείται κονίαμα γενικής εφαρμογής (πάχος 3mm~15mm), κατηγορίας M5 με μέση θλιπτική αντοχή 5 MPa.

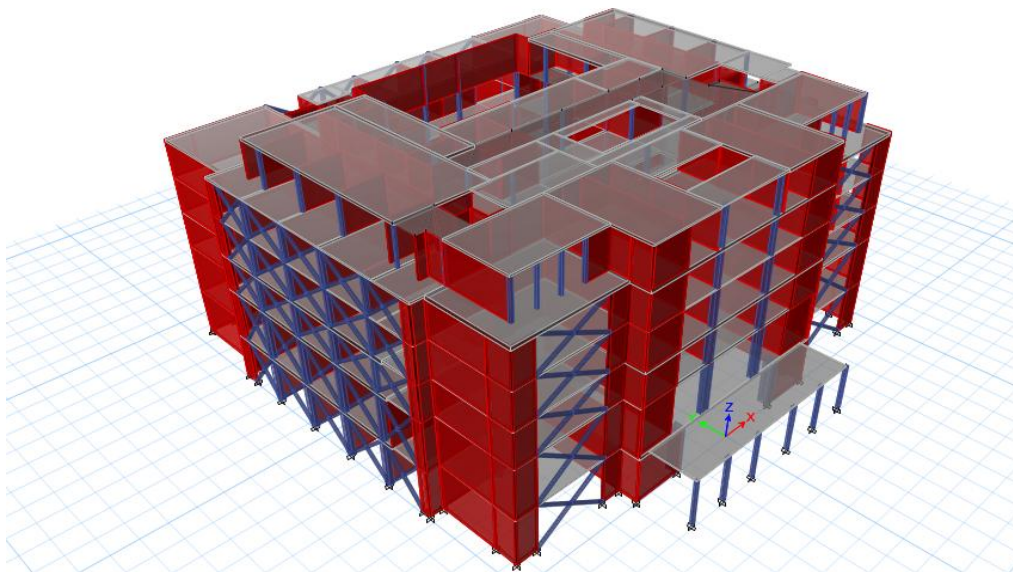
Οι θέσεις τις εξωτερικής και εσωτερικής τοιχοποιίας προέκυψαν από την ανά όροφο χωροθέτηση της κατασκευής. Εσωτερικοί ή εξωτερικοί τοίχοι με μεγάλα ανοίγματα αγνοήθηκαν κατά την προσομοίωση, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε βελτιστοποίηση των θέσεων των εσωτερικών τοίχων (όπου αυτό ήταν εφικτό), ώστε αυτοί να περιβάλλονται τουλάχιστον στις τρεις πλευρές τους από στοιχεία του φέροντος οργανισμού και συνεπώς να επιτρέπεται να συμπεριληφθούν στην ανάληψη της σεισμικής δύναμης. Κατά την εν λόγω βελτιστοποίηση, έγινε προσπάθεια αποφυγής αλλαγής του εμβαδού του χώρου που ορίζεται από την εσωτερική τοιχοποιία. Η τοιχοπλήρωση θεωρείται πως συμπεριφέρεται ελαστικά καθ'όλη τη διάρκεια της

ανάλυσης. Ενδεικτικά παρατίθεται η κάτοψη οροφής του Δ' ορόφου με τις εσωτερικές και εξωτερικές τοιχοποιίες.



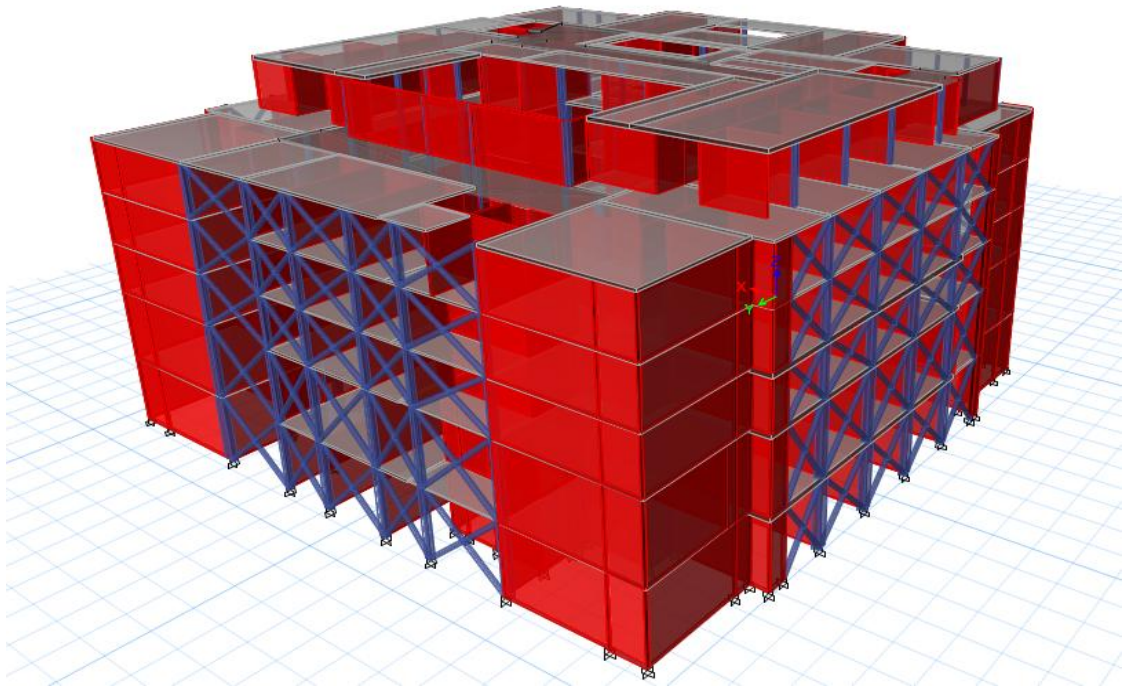
**Σχ.7.16:** Εισαγωγή τοχοπλήρωσης σύμφωνα με την χωροθέτηση

Στο εν λόγω σενάριο τοποθετήθηκαν χιαστί σύνδεσμοι δυσκαμψίας σε όλα τα φαντώματα στα οποία αγνοήθηκαν οι τοιχοπληρώσεις λόγω μεγάλων ανοιγμάτων. Δηλαδή αντικαταστάθηκαν οι εξωτερικοί τοίχοι με μεγάλα ανοίγματα με χιαστί συνδέσμους. Η διατομή των χιαστί ορίσθηκε και ελέγχθηκε ως προηγουμένως και κρίθηκε επαρκής.



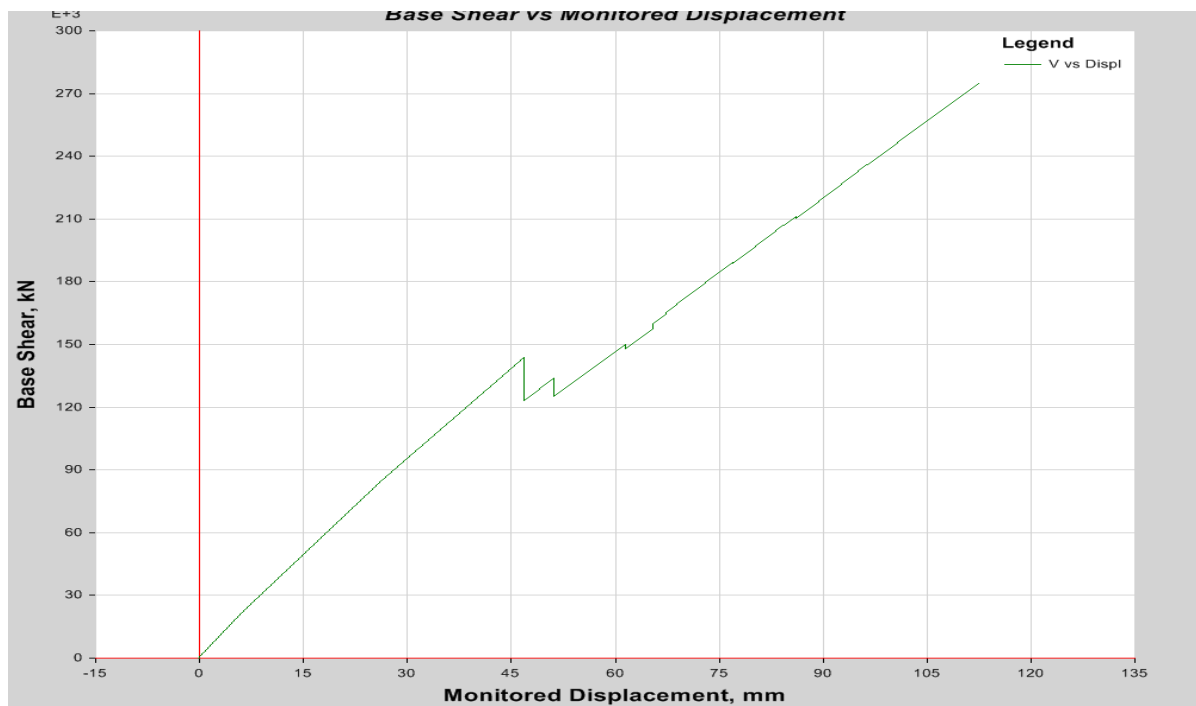
**Σχ.7.17:** Θέση χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας





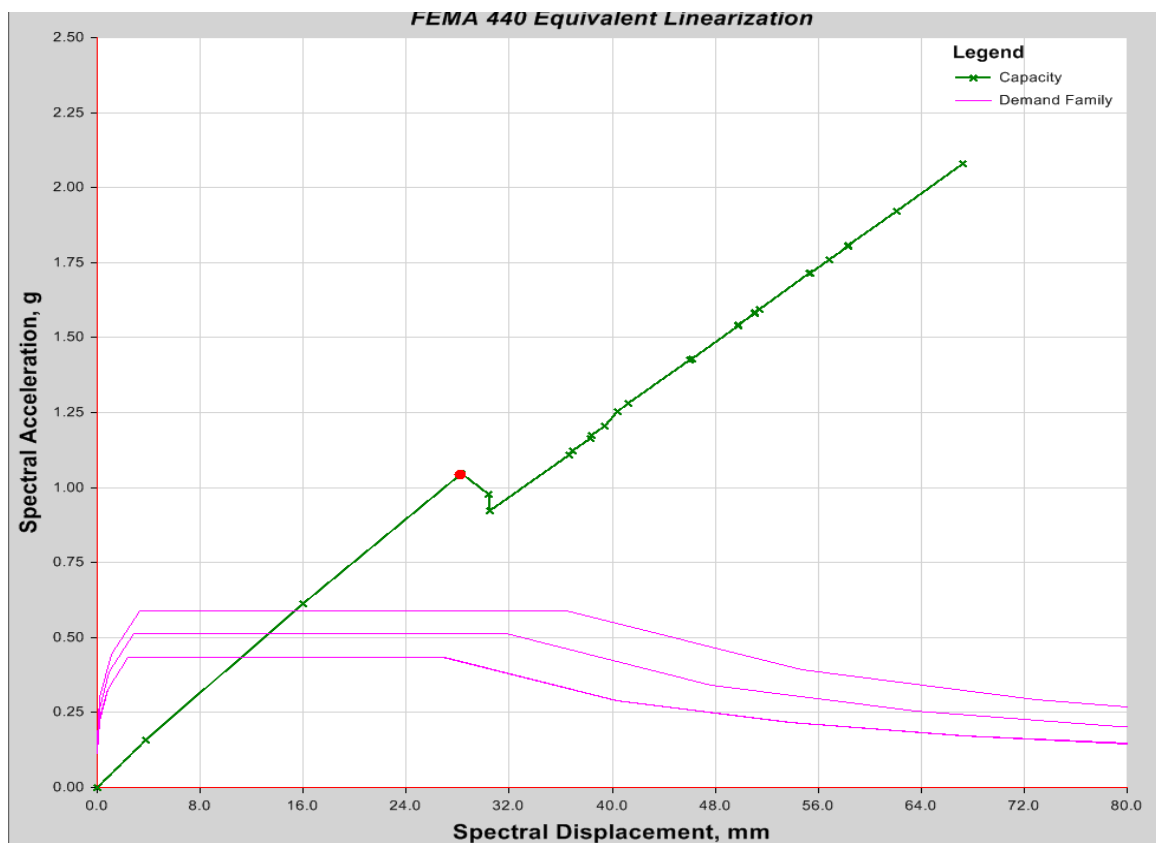
**Σχ.7.18:** Θέση χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας (πίσω παρειά)

Επαναλαμβάνεται η ανάλυση pushover και τα εξαγόμενα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα.



**Σχ.7.19:** Καμπύλη αντίστασης κατασκευής

Όπως φαίνεται στο γράφημα, μέχρι την ολοκλήρωση των 800 βημάτων της ανάλυσης, όπως έχουν ορισθεί, η κατασκευή δεν αστοχεί και είναι σε θέση να παραλάβει αυξανόμενη τέμνουσα βάση και μετατόπιση κορυφής. Η ενίσχυση είναι υπερδιαστασιοποιημένη.



**Σχ.7.20:** Φάσμα ικανότητας κατασκευής

Ο στόχος έχει επιτευχθεί όσο αφορά την αντοχή της κατασκευής έναντι της σεισμικής δράσης σχεδιασμού.

Ο έλεγχος με βάση τις στάθμες επιτελεσματικότητας πραγματοποιείται στην επόμενη παράγραφο όπου παρουσιάζεται ένα βελτιστοποιημένο σενάριο ενίσχυσης.

## **7.4 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ-ΤΕΛΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ**

Από τα αποτελέσματα της προηγούμενης ανάλυσης, επιτυγχάνεται μεν ο στόχος σχεδιασμού της ενίσχυσης, όμως από τη μορφή των γραφημάτων που προέκυψαν γίνεται αντιληπτή η υπερδιαστασιολόγησή της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένο κόστος. Σκοπός της βελτιστοποίησης του σεναρίου ενίσχυσης είναι η μείωση του κόστους, χωρίς

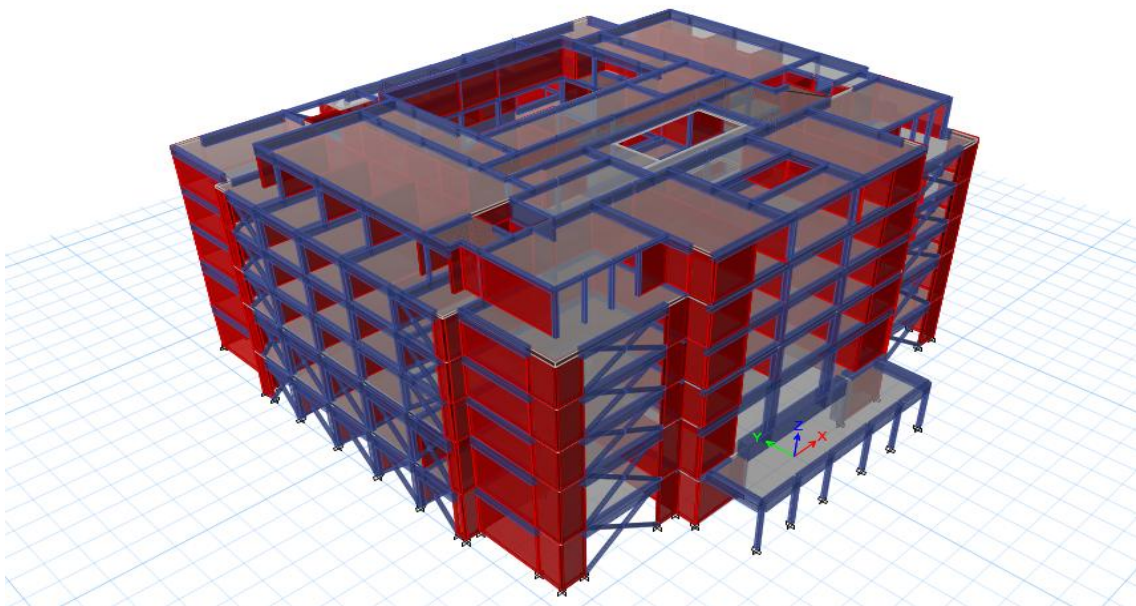
---

όμως αυτό να επηρεάζει τη συμπεριφορά της κατασκευής απέναντι στην επιβαλλόμενη σεισμική φόρτιση. Παρατίθεται το βέλτιστο σενάριο που προέκυψε μετά από δοκιμές.

Οι τοιχοπληρώσεις ακολουθούν το μοτίβο του προηγούμενου σεναρίου, εφόσον προέρχονται από χωροθέτηση και συνεπώς δεν είναι δυνατή η αλλαγή τους στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

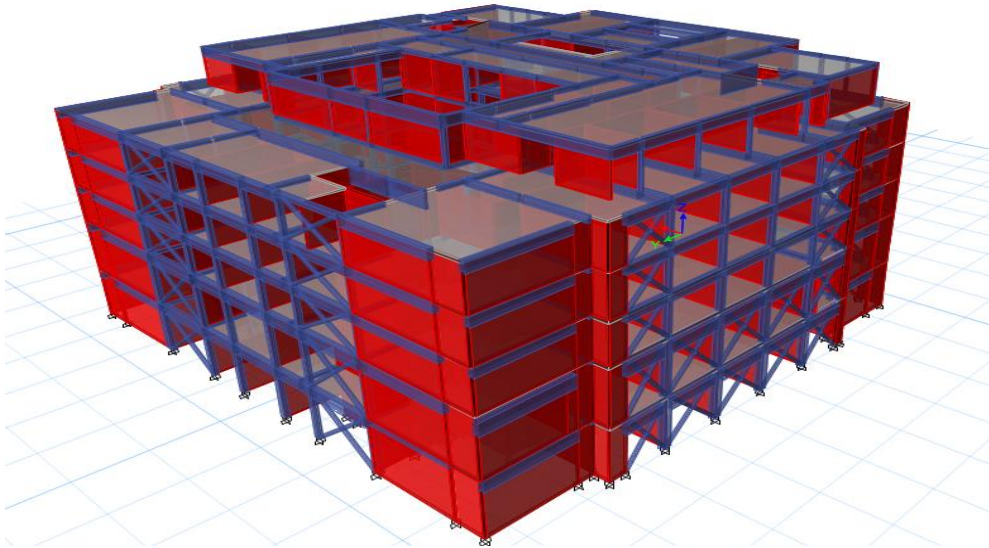
Η τροποποίηση του σεναρίου ενίσχυσης αφορά αποκλειστικά τους χιαστί συνδέσμους δυσκαμψίας. Με τον τρόπο αυτό επιλέγεται μείωση του αριθμού τους, δηλαδή μείωση των θέσεων εισαγωγής τους στο προσομοίωμα της κατασκευής.

Οι θέσεις τους καθορίζονται από τα κριτήρια της παραγράφου 7.2 και μορφώνονται σύμφωνα με τα ακόλουθα σχήματα.



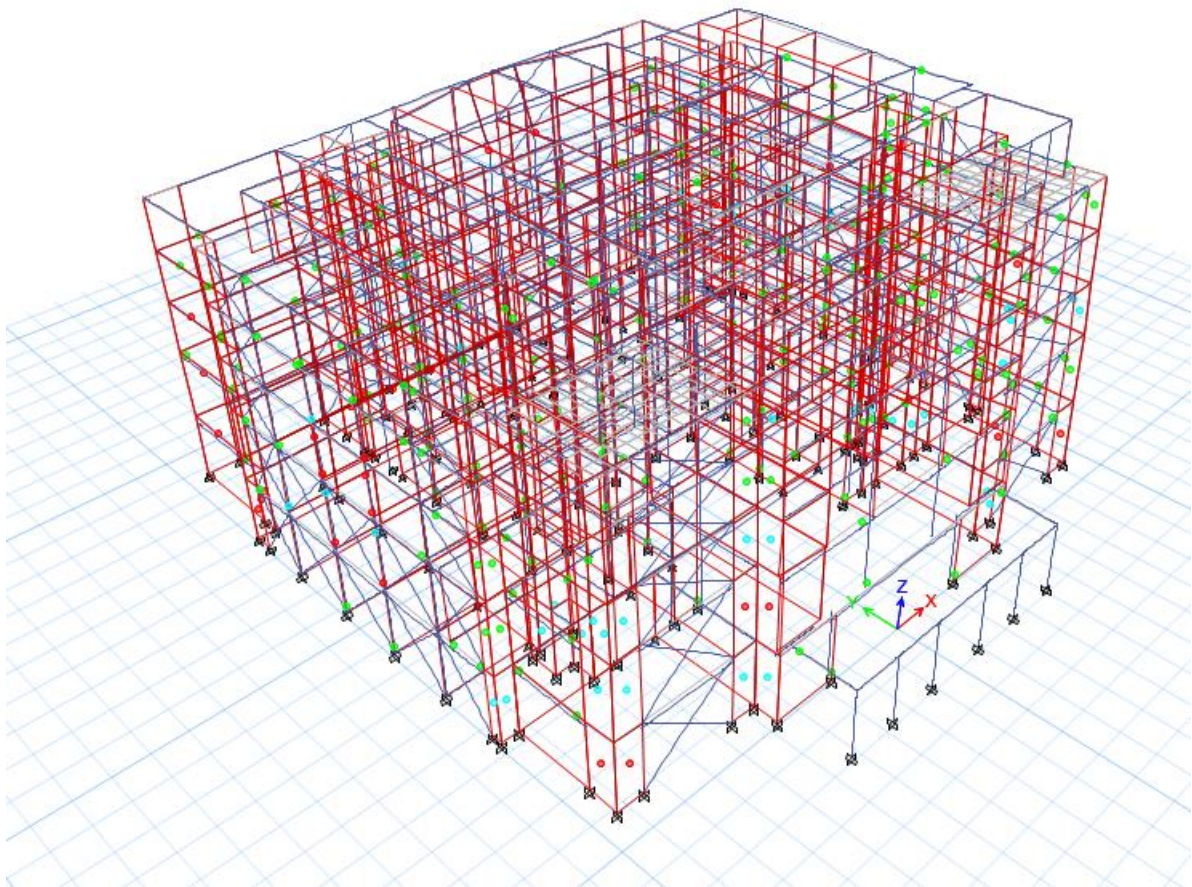
**Σχ.7.21:** Νέες θέσεις χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας





**Σχ.7.22:** Νέες θέσεις χιαστί συνδέσμων δυσκαμψίας (πίσω παρειά)

Επαναλαμβάνεται η ανάλυση pushover και η κατάσταση της κατασκευής τη στιγμή της κατέρρευσης είναι η ακόλουθη:



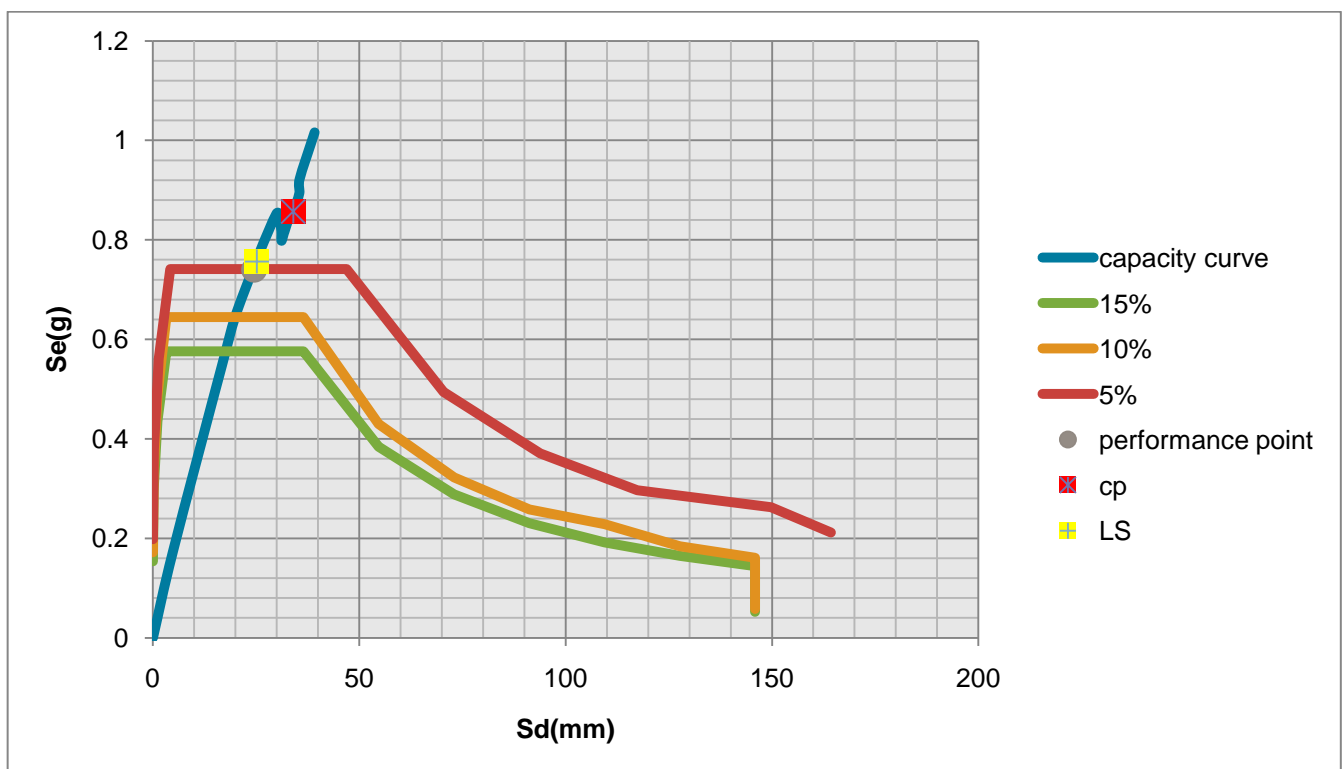
**Σχ.7.23:** Η κατασκευή τη στιγμή της κατέρρευσης

### 7.4.1 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας

Σύμφωνα με τον κανονισμό επεμβάσεων, η στάθμη επιτελεστικότητας «Οιονεί κατάρρευση» ορίζεται για την μετατόπιση που αντιστοιχεί στην πρώτη υπέρβαση της εν λόγω στάθμης για κάποιο από τα δομικά στοιχεία της κατασκευής. Η στάθμη «Σημαντικές βλάβες» ορίζεται στο 75% της προηγούμενης μετατόπισης και η στάθμη «Περιορισμένες βλάβες» στα 0 χιλιοστά.

Από τα αποτελέσματα της στατικής ανελαστικής ανάλυσης, προκύπτει ότι η πρώτη υπέρβαση οριακής αντοχής σε δομικό στοιχείο πραγματοποιείται για μετακίνηση του κόμβου ελέγχου της τάξεως των 34.9 χιλιοστών. Συνεπώς οι στάθμες επιτελεστικότητας ορίζονται ως εξής με βάση τη μετακίνηση του κόμβου ελέγχου:

- Στάθμη επιτελεστικότητας «Οιονεί κατάρρευση»: 34.9 mm
- Στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες»:26.175 mm
- Στάθμη επιτελεστικότητας «Περιορισμένες βλάβες»:0 mm



**Σχ.7.24:** Καμπύλη ικανότητας ισοδύναμου μονοβαθμίου συστήματος (ADRS)

Το σημείο επιτελεστικότητας (performance point) βρίσκεται μεταξύ των σημείων επιτελεστικότητας «Σημαντικές βλάβες» και «Περιορισμένες βλάβες» συνεπώς εξάγεται το συμπέρασμα ότι η κατασκευή δε χρήζει περαιτέρω ενίσχυσης.

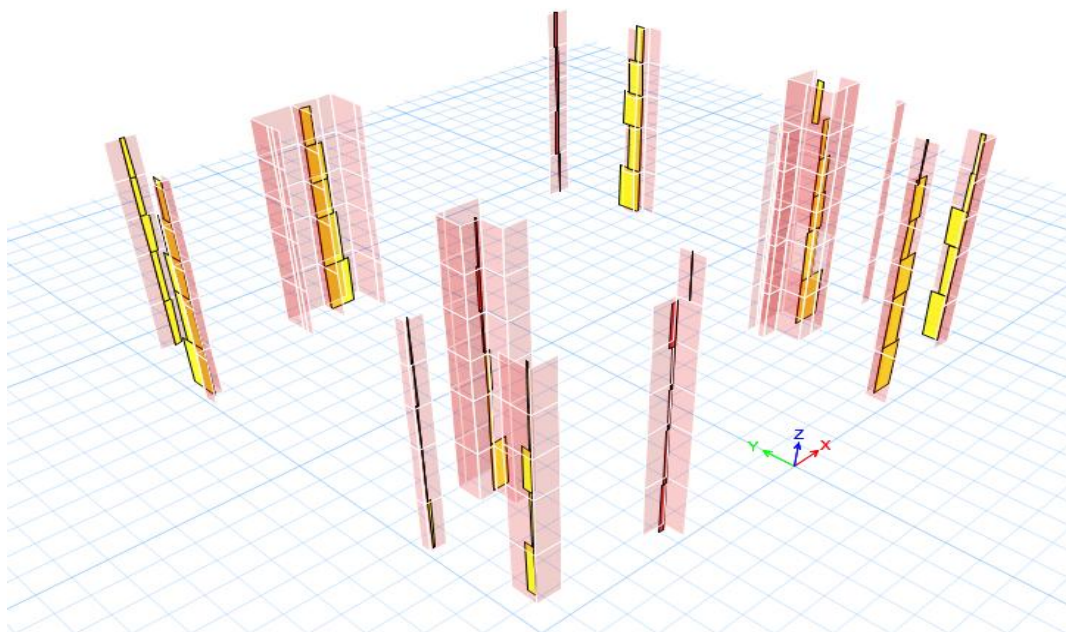
#### **7.4.2 Έλεγχος διάτμησης τοιχείων**

Η προσομοίωση της ανελαστικής συμπεριφοράς των τοιχωμάτων με τη μέθοδο wall fiber hinge, αφορά την αντοχή σε κάμψη του στοιχείου. Δεν πραγματοποιείται έλεγχος σε διάτμηση καθ'ότι το λογισμικό θεωρεί πως όσο αφορά την εν λόγω καταπόνηση το στοιχείο αναπτύσσει αντοχές που επαρκούν.

Η αντοχή σε τέμνουσα υπολογίζεται, σύμφωνα με το κεφάλαιο 3, από τη σχέση:

$$V_{R,max} = 0.85(1 - 0.06 \min(5; \mu_{\theta}^{pl})) \left(1 + 1.8 \min\left(0.15; \frac{N}{f_c A_c}\right)\right) (1 + 0.25 \max(1.75; 100\rho_{tot})) (1 - 0.2 \min(2; a_s)) \sqrt{f_c} b_w z$$

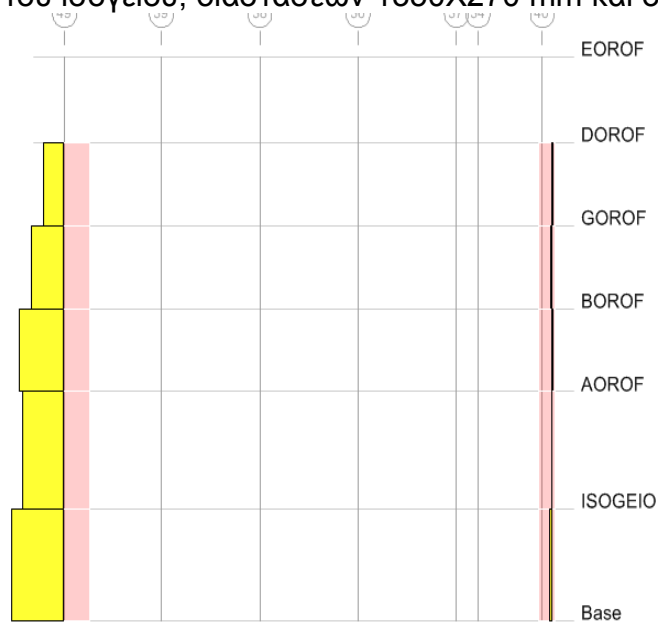
Ο έλεγχος των τοιχείων πραγματοποιείται για τέμνουσα βάση του σημείου επιτελεστικότητας, δηλαδή για  $V=92269$  KN. Τα διαγράμματα τέμνουσας δύναμης στα τοιχεία παρουσιάζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



**Σχ.7.25: Διαγράμματα τέμνουσών δυνάμεων τοιχωμάτων**

Στην περίπτωση σύνθετων τοιχωμάτων, ο έλεγχος σε διάτμηση πραγματοποιείται ανά σκέλος για τέμνουσα που δρα εντός του επιπέδου του κάθε σκέλους.

Από τα παραπάνω διαγράμματα, γίνεται αντιληπτό ότι μέγιστη τιμή τέμνουσας εμφανίζεται στο W130 του ισογείου, διαστάσεων 1350X270 mm και οπλισμού 2#Φ8/160.



**Σχ.7.26:** Διάγραμμα τεμνουσών δυνάμεων τοιχώματος W130

Η δρώσα τένουσα ισοδυναμεί με 4701.97 KN ,ενώ η αντοχή σε διάτμηση υπολογισμένη κατά τα γνωστά με 7690.18 KN. Ομοίως οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται για όλα τα τοιχεία της κατασκευής και εξάγεται το συμπέρασμα επαρκούς αντοχής τους έναντι διάτμησης, συνεπώς δεν απαιτείται ενίσχυσή τους για αυτού του είδους την καταπόνηση.

---



---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο, μετά την εύρεση του βέλτιστου σεναρίου ενίσχυσης, υπολογίζεται το κόστος των υλικών, της μεταφοράς τους και της εργασίας, σύμφωνα με τις παρούσες τιμές της αγοράς και τη στάθμη του φόρου προστιθέμενης αξίας (Φ.Π.Α). Οι τιμές ανά μονάδα μέτρησης έχουν ληφθεί από τα σχετικά άρθρα των ελληνικών τεχνικών προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) θεωρώντας ότι το συνολικό κόστος αποπεράτωσης της κατασκευής θα υπερβεί τα 2.000.000 €. Το υπολογισθέν κόστος αφορά την καθαίρεση των υφιστάμενων τοίχων, την κατασκευή νέων, τα επιχρίσματα των νέων τοιχοπληρώσεων και το κόστος των χιαστί συνδέσμων. Η προμέτρηση των υλικών πραγματοποιείται μέσω του προγράμματος ETABS με τιμές σε όρους βάρους, οι οποίες με τους κατάλληλους υπολογισμούς ανάγονται στις απαιτούμενες, για την εκάστοτε δραστηριότητα, μονάδες μέτρησης.

### 8.1 ΤΙΜΙΛΟΓΙΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΡΑΛΛΕΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΑ

<b>ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ</b>
--------------------

<p>Οι πλάγιες - εντός του εργοταξίου - μεταφορές των πάσης φύσεως προϊόντων κατεδαφίσεων και αποξηλώσεων των άρθρων της ενότητας "Καθαίρεσεις", από την θέση εκτέλεσης των εργασιών μέχρι τις θέσεις φόρτωσης προς μεταφορά, συμπεριλαμβάνονται ανηγμένες στις αντίστοιχες τιμές μονάδος. Το εμβαδόν των υφιστάμενων τοιχοπληρώσεων της κατασκευής έχει εκτιμηθεί ως ποσοστό του εμβαδού των τοιχοπληρώσεων μετά την ενίσχυση των τριών πρώτων ορόφων (60%).</p>
--

## 22.04 Καθαιρέσεις πλινθοδομών

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ-2222

Καθαίρεση πλινθοδομών κάθε είδους. Συμπεριλαμβάνονται τα πάσης φύσεως απαιτούμενα ικριώματα, οι προσωρινές αντιστηρίξεις και η συσσώρευση των προϊόντων στις θέσεις φόρτωσης, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 14-02-02-01 "Τοπική αφαίρεση τοιχοποιίας με εργαλεία χειρός".

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) πραγματικού όγκου προ της καθαιρέσεως (514.968 m<sup>3</sup>)

**ΕΥΡΩ (ολογράφως): ΕΠΤΑ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΔΙΑΚΟΣΙΑ ΕΝΝΙΑ ΕΥΡΩ ΚΑΙ 55  
ΛΕΠΤΑ  
(αριθμητικώς): 7209.55**

### ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΕΣ

- α) Στις τιμές μονάδος συμπεριλαμβάνεται η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου οπτοπλίνθων κατά ΕΛΟΤ EN 771-1 "Στοιχεία τοιχοποιίας από άργιλο ", με σήμανση CE, η δαπάνη του απαιτούμενου εξοπλισμού ανάμιξης και τροφοδοσίας του κονιάματος, οι πλάγιες μεταφορές, τα ικριώματα, η απομείωση και φθορά των υλικών, ο καθαρισμός του χώρου από τα πάσης φύσεως υπολείμματα κονιαμάτων και τούβλων και η χρήση έτοιμου κονιάματος τοιχοποιίας κατά ΕΛΟΤ EN 998-2 με σήμανση CE ή ασβεστοσιμεντο-κονιάματος που παρασκευάζεται επί τόπου
- β) Στη τιμή μονάδας περιλαμβάνεται η ενδεχόμενη χρήση ρευστοποιητικών προσμίκτων κονιαμάτων, αλλά δεν συμπεριλαμβάνεται:
- γ) Στη τιμή μονάδας δεν συμπεριλαμβάνονται και τιμολογούνται ιδιαίτερα:
- τα τυχόν χρωστικά και αντισυρρικνωτικά πρόσμικτα και τα ενσωματούμενα μεταλλικά στοιχεία (πλέγματα, γαλβανισμένοι συνδεμοί και αγκύρια από ανοξείδωτο χάλυβα)
  - η τοποθέτηση υγρομονωτικών μεμβρανών και η διαμόρφωση νεροχυτών και κατακιών
  - η πλήρωση των αρμών με μαστίχη
  - = η κατασκευή ανωφλίων, ποδιών και κατακόρυφων ή οριζόντιων διαζωμάτων

## 46.10 Οπτοπλινθοδομές με διάκενους τυποποιημένους οπτοπλίνθους 9x12x19 cm

---

Πλινθοδομές με διάκενους τυποποιημένους οπτόπλινθους διαστάσεων 9x12x19 cm, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 03-02-02-00 "Τοίχοι από οπτόπλινθους", σε οποιαδήποτε θέση και στάθμη του έργου, με έτοιμο κονίαμα κτισίματος παραδιδόμενο σε σιλό ή με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα που παρασκευάζεται επί τόπου.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) πραγματικής επιφάνειας (δρομικοί τοίχοι 9149.33 m<sup>2</sup>, μπατικοί τοίχοι 2048.47 m<sup>2</sup>)

**46.10.02** Πάχους 1/2 πλίνθου (δρομικοί τοίχοι)

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ-4662.1

**ΕΥΡΩ** (ολογράφως): **ΕΚΑΤΟΝ ΟΓΔΟΝΤΑ ΔΥΟ ΧΙΛΙΑΔΕΣ  
ΕΝΝΙΑΚΟΣΙΑ ΟΓΔΟΝΤΑ ΕΞΙ ΕΥΡΩ ΚΑΙ  
ΕΞΗΝΤΑ ΛΕΠΤΑ**  
(αριθμητικώς): **182986.6**

**46.10.04** Πάχους 1 (μιάς) πλίνθου (μπατικοί τοίχοι)

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ-4664.1

**ΕΥΡΩ** (ολογράφως): **ΕΞΗΝΤΑΕΝΑ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΕΤΡΑΚΟΣΙΑ  
ΠΕΝΗΝΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΔΕΚΑ  
ΛΕΠΤΑ**  
(αριθμητικώς): **61454.1**

<b>ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ (ΣΕΝΑΖ)</b>
--------------------------

**49.01** Διαζώματα (σενάζ) από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 3213

Κατασκευή γραμμικών διαζωμάτων (σενάζ), ποδιών ή ανωφλίων τοίχων πληρώσεως με σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 και ελαφρό οπλισμό B500C (μέχρι 4Φ12 με συνδετήρες Φ8/10), διατομής έως 0,06 m<sup>2</sup>, σε οποιοδήποτε ύψος από το δάπεδο εργασίας.

Συμπεριλαμβάνεται η προμήθεια των απαιτούμενων υλικών επί τόπου, οι πλάγιες μεταφορές, τα ικριώματα, η απομείωση και φθορά των υλικών, η

---

εργασία κατασκευής και ο καθαρισμός του χώρου από τα πάσης φύσεως υπολείμματα υλικών.

Στην περίπτωση κατασκευής διαζωμάτων μεγαλύτερης διατομής, η τιμή του παρόντος άρθρου προσαυξάνεται αναλογικά με βάση εμβαδόν (Εμβ / 0,06 m<sup>2</sup>), όταν σε προβλέπεται οπλισμός πέραν των 4Φ12, η διαφορά τιμολογείται με βάση το άρθρο ΝΕΤ ΟΙΚ 38.20

Τιμή ανά τρέχον μέτρο (m) (δρομικοί τοίχοι 2021.95 m, μπατικοί τοίχοι 452.7 m )

**49.01.01** Γραμμικά διαζώματα (σενάζ) δρομικών τοίχων

**ΕΥΡΩ(ολογράφως): ΕΞΗΝΤΑ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΕΞΑΚΟΣΙΑ ΠΕΝΗΝΤΑ  
ΟΚΤΩ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΠΕΝΗΝΤΑ ΛΕΠΤΑ  
(αριθμητικώς): 60658.50**

**49.01.02** Γραμμικά διαζώματα (σενάζ) μπατικών τοίχων

**ΕΥΡΩ(ολογράφως): ΔΕΚΑΠΕΝΤΕ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΟΚΤΑΚΟΣΙΑ  
ΣΑΡΑΝΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΠΕΝΗΝΤΑ  
ΛΕΠΤΑ  
(αριθμητικώς): 15844.50**

## ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΑ - ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ

Για τα άρθρα της παρούσας ενότητας έχουν εφαρμογή οι ακόλουθοι γενικοί όροι:

- α) Στις τιμές μονάδας συμπεριλαμβάνονται ανηγμένα τα ακόλουθα (εργασία και υλικά):
- Προετοιμασία των επιφανειών εφαρμογής του επιχρίσματος. όπως αφαίρεση ρύπων (με κατάλληλο απορρυπαντικό), μούχλας (με μυκητοκτόνο διάλυμα), χαλαρών υλικών (με βούρτσισμα) κλπ
  - Η αποκοπή μεγάλων εξοχών της υποκείμενης στρώσης
  - Η ύγρανση της επιφάνειας,
  - Η προστασία παρακείμενων κατασκευών και ο καθαρισμός τους μετά το πέρας της εργασίας καθώς και η επικάλυψη αγωγών με οικοδικό χαρτί.
  - Η διαμόρφωση τάκων ζυγίσματος, κατακορύφων οδηγών, ξύλινων οδηγών οριοθέτησης κενών και ορίων κλπ
- γ) Στις τιμές των άρθρων δεν συμπεριλαμβάνονται , εκτός αν αναφέρεται ρητά στην περιγραφή τους, τα ακόλουθα (εργασία και υλικά):
- Επάλειψη της επιφάνειας με εγκεκριμένο συγκολλητικό υλικό
  - Τοποθέτηση πλεγμάτων ή σκελετών υποδοχής επιχρισμάτων οιοδήποτε τύπου,
- δ) Οι τιμές των άρθρων ισχύουν:
- Για οποιαδήποτε μεταβολή της αναφερόμενης στην περιγραφή των άρθρων σύνθεση των κονιαμάτων (μεταβολές της κοκκομετρικής διαβάθμισης της άμμου, του μαρμαροκονιάματος ή της περιεκτικότητας του κονιάματος στα υλικά αυτά).
  - Ανεξάρτητα από τον τρόπο εφαρμογής (με το χέρι ή πιστοποιημένη μηχανή).

-Για οποιαδήποτε επιφάνεια.

-Για οποιεσδήποτε συνθήκες εκτέλεσης των εργασιών (λ.χ. και για ενδεχόμενες διακοπές εργασίας λόγω καιρικών συνθηκών).

### 71.22 Επιχρίσματα τριπτά ή πατητά με τσιμεντοκονίαμα

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 7122

Επιχρίσματα τριπτά ή πατητά με τσιμεντοκονίαμα των 600 kg τσιμέντου, πάχους 2,5 cm, εις τρεις στρώσεις, επί τοίχων ή οροφών, σε οποιασδήποτε στάθμη έδαφος, και σε ύψος μέχρι 4,00 m από το δάπεδο εργασίας, σύμφωνα

με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 03-03-01-00 "Επιχρίσματα με κονιάματα που παρασκευάζονται επί τόπου".

Πλήρως περαιωμένη εργασία, με τα υλικά επί τόπου και τον απαιτούμενο μηχανικό εξοπλισμό, ειδικά εργαλεία και ικριώματα εργασίας.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) (εσωτερικοί τοίχοι 18298.66 m<sup>2</sup> εξωτερικοί τοίχοι 2048.47 m<sup>2</sup>)

**ΕΥΡΩ (ολογράφως): ΔΙΑΚΟΣΙΕΣ ΤΡΕΙΣ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΕΤΡΑΚΟΣΙΑ  
ΕΒΔΟΜΗΝΤΑ ΕΝΑ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΤΡΙΑΝΤΑ  
ΛΕΠΤΑ**

**(αριθμητικώς): 203417.3**

**71.36** Επιχρίσματα τριπτά (πεταχτά) επί τοίχων

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 7136

Επιχρίσματα τριπτά (πεταχτά) εκτελούμενα με το μιστρί, χωρίς διάστρωση λασπώματος, με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα 1:2 επί τοίχων, σε οποιασδήποτε στάθμη από το έδαφος, και σε ύψος μέχρι 4,00 m από το δάπεδο εργασίας, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 03-03-01-00 "Επιχρίσματα με κονιάματα που παρασκευάζονται επί τόπου", σε δυο στρώσεις ασβεστοτσιμεντοκονιάματος 1:2 (με άμμο μεσόκοκκη), τελικού μέσου πάχους 15 mm,

Πλήρως περαιωμένη εργασία, με τα υλικά επί τόπου και τον απαιτούμενο μηχανικό εξοπλισμό, ειδικά εργαλεία και ικριώματα εργασίας.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) (εξωτερικοί τοίχοι 2048.47 m<sup>2</sup>)

**ΕΥΡΩ (ολογράφως): ΔΕΚΑ ΠΕΝΤΕ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΡΙΑΚΟΣΙΑ ΕΞΗΝΤΑ ΤΡΙΑ  
ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΕΞΗΝΤΑ ΛΕΠΤΑ**

**(αριθμητικώς): 15363.60**

**ΚΟΣΤΟΣ ΧΙΑΣΤΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ**

Για τις εργασίες της παρούσας ενότητας έχουν εφαρμογή οι ακόλουθοι γενικοί όροι:

(α) Στις τιμές μονάδας περιλαμβάνονται:

- όλα τα ειδικά τεμάχια σύνδεσης (ταυ, συνδετήρες επέκτασης, κοχλίες κλπ), στερέωσης (χημικά ή εκτονούμενα βύσματα, με Ευρωπαϊκή Τεχνική Εγκριση -ΕΤΑ-, σύμφωνα με τις ETAG 001.ΧΧ), και λειτουργίας (όπου τυχόν απαιτείται, στροφείς, ράουλα κύλισης κλπ) από ανοξείδωτο χάλυβα ή εν θερμώ γαλβανισμένα,
- τα υλικά συγκόλλησης και τα ενδεχόμενα παρεμβλήματα στεγανότητας (νεοπρένιο, EPDM κλπ),
- ενδεχόμενες μαστίχες σφράγισης αρμών των στοιχείων.

---

(β) Όταν μεταβάλλονται γεωμετρικά στοιχεία αναφερόμενων διατομών σιδηρών στοιχείων των άρθρων, στη περίπτωση που η τιμολόγηση της εργασίας γίνεται με βάση τη μονάδα μήκους ή την επιφάνεια, η τιμή αναπροσαρμόζεται αναλογικά με βάση την αναλογία συνολικού βάρους νέας και παλαιάς κατασκευής.

**61.06** Φέροντα στοιχεία από σιδηροδοκούς ή κοιλοδοκούς ύψους ή πλευράς >160 mm

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 6104

Κατασκευή φερόντων στοιχείων από σιδηροδοκούς ή κοιλοδοκούς κάθε τύπου, με ύψος ή πλευρά μεγαλύτερη από 160 mm, ποιότητας S235J, οποποιοιδήποτε λοιπών διαστάσεων, κάθε σχεδίου, και σε οποιαδήποτε θέση ή ύψος από το έδαφος ή το δάπεδο εργασίας, συνδεδεμένων μεταξύ τους με κοχλίες (μπουλόνια) με διπλά περικόχλια μέσα από ειδικά διανοιγόμενες οπές και με παρεμβολή τμημάτων ελασμάτων, ή με ηλεκτροσυγκολλήσεις, σύμφωνα με την μελέτη και έδρασή τους επί των στοιχείων θεμελίωσης ή λοιπών δομικών στοιχείων με χρήση μη συρρικνωμένου κονιάματος κατά ΕΛΟΤ EN 1504 (με σήμανση CE).

Περιλαμβάνεται η χρήση των απαιτούμενων ανυψωτικών μέσων.

Τιμή ανά χιλιόγραμμο (kg) κατασκευής (114843.19 kg)

Σημειώνεται ότι η προτινόμενη τιμή ανά μονάδα είναι 2.40 €. Στο σενάριο ενίσχυσης έχουν χρησιμοποιηθεί κοίλες διατομές, οι οποίες είναι γενικά ακριβότερης και υψηλότερη ποιότητα χάλυβα. Συνεπώς το ύψος της τιμής εκτιμάται στα 2.85 € το κιλό. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κόστος περιλαμβάνει τη μεταφορά τους, εφόσον τα μήκη των διατομών βρίσκονται εντός του ορίου 6~12m και συνεπώς δεν απαιτείται ειδικό όχημα για τη μεταφορά τους.

**ΕΥΡΩ(ολογράφως): ΤΡΙΑΚΟΣΙΕΣ ΕΙΚΟΣΙ ΕΠΤΑ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΡΙΑΚΟΣΙΑ ΤΡΙΑ ΕΥΡΩ ΚΑΙ ΔΕΚΑ ΛΕΠΤΑ**

**(αριθμητικώς): 327303.10**

Συνοψίζοντας, για τις εργασίες που αναπτύχθηκαν ως άνω το συνολικό κόστος ενίσχυσης χωρίς Φ.Π.Α ανέρχεται στα 874.237,25 €, ενώ με Φ.Π.Α στα 1.075.311,82 €.

---



---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

## ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

---

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η αλλαγή χρήσης του Ράλλειου κτιρίου Πειραιά. Πρόκειται για ένα εμβληματικό κτίριο το οποίο, με εξαίρεση το ισόγειο όπου στεγάζονται εμπορικά καταστήματα, δεν χρησιμοποιείται και βρίσκεται σε στάδιο οικοδομής. Το αισθητικό πρόβλημα που προκαλεί στο κέντρο του Πειραιά είναι προφανές. Πραγματοποιήθηκε προσπάθεια ελέγχου της συμπεριφοράς του κτιρίου σε σεισμό, για ενδεχόμενη χρήση του ως δικαστικό μέγαρο.

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα ETABS 15.0.0 .Οι παραδοχές τους επιλέχθηκαν σε συμφωνία με τον κανονισμό επεμβάσεων και τους αντίστοιχους ευρωκώδικες.

Αρχικά, όσο αφορά την προσομοίωση του φορέα, ο μελετητής μηχανικός θα πρέπει να εντοπίσει όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά της κατασκευής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν μεγαλύτερη προσέγγιση της πραγματικότητας. Απαραίτητη σε κάθε περίπτωση κρίνεται η αυτοψία του υπό μελέτη κτιρίου, όχι μόνο για τον έλεγχο του βαθμού εφαρμογής της αρχικής μελέτης, αλλά κυρίως για τον εντοπισμό τυχών βλαβών των δομικών στοιχείων. Η προσομοίωση του κτιρίου πραγματοποιήθηκε στο πρόγραμμα ETABS. Ήταν μία χρονοβόρα διαδικασία με έμφαση στη λεπτομέρεια και είχε ως αποτέλεσμα την σε μεγάλο βαθμό απεικόνιση της πραγματικότητας.

Το επόμενο στάδιο, αφορά την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής. Η εν λόγω συμπεριφορά προσεγγίστηκε με δύο τρόπους: κατ'αρχήν μέσω προκαταρκτικής ελαστικής ανάλυσης και στη συνέχεια μέσω ανελαστικής στατικής ανάλυσης (pushover) της κατασκευής.

---

Όσο αφορά την προκαταρκτική ελαστική ανάλυση, οι συντελεστές ανεπάρκειας των δομικών στοιχείων λαμβάνουν μεγάλες τιμές. Αυτό οδήγησε μεν στην επιλογή ανελαστικής μεθόδου αποτίμησης, κυρίως όμως φανέρωσε την αδυναμία της ελαστικής ανάλυσης να προσομοιάσει με ακριβή τρόπο τη σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής, αφού από τα εξαγόμενα αποτελέσματα(και σε σύγκριση με αυτά της ανελαστικής ανάλυσης), παρατηρείται υποεκτίμηση της πραγματικής συμπεριφοράς του κτιρίου απέναντι στη σεισμική απαίτηση.

Αντίθετα, η ανελαστική στατική ανάλυση παρέχει τη δυνατότητα καλύτερης εμποπτείας της σεισμικής του συμπεριφοράς.

Για τη διεκπαιρέωση της εν λόγω ανάλυσης, με σκοπό την προσέγγιση της ανελαστικής συμπεριφοράς της κατασκευής, υπολογίσθηκε για κάθε δομικό στοιχείο η καμπύλη αντίστασης σύμφωνα με τις σχέσεις του κανονισμού επεμβάσεων. Γενικά, τα προκύπτοντα μεγέθη αντοχών είναι σε πολλές περιπτώσεις περιορισμένα. Πιο αναλυτικά, οι στύλοι έχουν μικρές διαστάσεις διατομών και οπλισμούς που δεν υπερβαίνουν πάντα τα ελάχιστα όρια των σύγχρονων κανονισμών. Για τις δοκούς, η κατάσταση είναι καλύτερη λόγω του μεγάλου στατικού τους ύψους αλλά και πάλι το συνολικό εμβαδόν του οπλισμού τους είναι μικρό. Όπως γίνεται σαφές δεν ικανοποιείται ο ικανοτικός έλεγχος. Για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των δομικών στοιχείων με διαφορετικά κριτήρια ανάλογα με το είδος τους (για τις δοκούς βασικό κριτήριο ήταν το στατικό ύψος, για τα υποστυλώματα οι θέσεις και οι διαστάσεις της διατομής τους). Οι καμπύλες ικανότητας που εισήχθησαν τελικά στο εκάστοτε κατηγοριοποιημένο στοιχείο, έχουν ως ποσοτικά στοιχεία τους μέσους όρους αντοχών και στροφών των στοιχείων ανά κατηγορία.

Για τα τοιχώματα, η προσομοίωση της ανελαστικής συμπεριφοράς πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο «wall fiber hinge». Η μέθοδος αυτή, λαμβάνει υπόψη την αντοχή σε κάμψη του τοιχώματος, ενώ δεν ελέγχεται η αντοχή σε διάτμηση. Για την «κάλυψη» αυτού του σφάλματος πραγματοποιήθηκε έλεγχος σε διάτμηση των τοιχωμάτων μετά την τελική ενίσχυση και η αντοχή τους κρίθηκε επαρκής.

Γενικά, η ανάλυση pushover, είναι μία ευαίσθητη ανάλυση και οποιοδήποτε σφάλμα στην εκτίμηση των αντοχών των δομικών στοιχείων, μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Στη συνέχεια, μετά από δοκιμές, εντοπίστηκε ο κρίσιμος συνδυασμός της σεισμικής φόρτισης, για τον οποίο η κατασκευή ήταν καθ'όλα ανεπαρκής. Λόγω του μεγέθους ανεπάρκειάς της, επιλέχθηκε ενίσχυσή της σε καθολικό επίπεδο. Μάλιστα παρατηρήθηκε

---

ότι η κατασκευή αδυνατεί να συμπεριφερθεί πλαστικά. Αυτό συμβαίνει διότι, ο οπλισμός διάτμησης της κατασκευής είναι περιορισμένος και συνεπώς σημειώνεται κατά κύριο λόγο ψαθυρή αστοχία των δομικών μελών. Επίσης, μετά την υπέρβαση αντοχής κάποιου στοιχείου, η δυνατότητα ανακατανομής των τάσεων είναι περιορισμένη, λόγω της σε μεγάλο βαθμό, ύπαρξης έμμεσων στηρίξεων και την μη εξασφάλιση πλαισιακής λειτουργίας.

Στο στάδιο αυτό της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δοκιμάστηκαν διάφορα σενάρια ενίσχυσης. Προσφορότερο κρίθηκε εκείνο το οποίο είχε το μικρότερο κόστος, ικανοποιώντας συνάμα τις απαιτήσεις αντοχής της κατασκευής. Το σενάριο περιλαμβάνει χιαστί συνδέσμους δυσκαμψίας κοίλης διατομής με κόμβο σύνδεσης στο μέσον τους, σε συνδυασμό με εσωτερική και εξωτερική τοιχοπλήρωση, η οποία υπό προϋποθέσεις συμμετέχει στην ανάληψη της σεισμικής δύναμης (ΚΑΝ.ΕΠΕ).

Οι θέσεις των εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων καθορίστηκαν από τη χωροθέτηση του κτιρίου (ΘΕΜΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ Α.Ε). Οι τελικές θέσεις των τοίχων, όπως εισήχθησαν στο προσομοίωμα, βελτιστοποιήθηκαν κατά την κρίση της γράφουσας, ώστε να συμβάλουν κατά το δυνατό στην ανάληψη σεισμικής δύναμης. Πάντως, σε κάθε στάθμη ορόφου έγινε προσπάθεια μη απομείωσης τόσο των εμβαδών των επιμέρους χώρων που ορίζονται από τους εσωτερικούς τοίχους όσο και των ανοιγμάτων των εξωτερικών τοίχων. Η χωροθέτηση περιλαμβάνει προσθήκη πλάκας σε μέρους του κεντρικού ανοίγματος που όμως δεν λήφθηκε υπ'όψιν.

Μετά την ολοκλήρωση της στατικής ανελαστικής ανάλυσης για την ενισχυμένη πλέον κατασκευή, εξάγεται το συμπέρασμα επάρκειάς της.

Τέλος, υπολογίσθηκε το κόστος καθαίρεσης υφισταμένων τοίχων, μετά από απόφαση της Δημοτικής Αρχής, και της ενίσχυσης της κατασκευής, δηλαδή της κατασκευής των τοίχων, των επιχρισμάτων αυτών και των χιαστί μεταλλικών συνδέσμων. Αυτό ανέρχεται στα 1.075.311,82 €, κόστος το οποίο θεωρείται το βέλτιστο και κρίνεται λογικό.

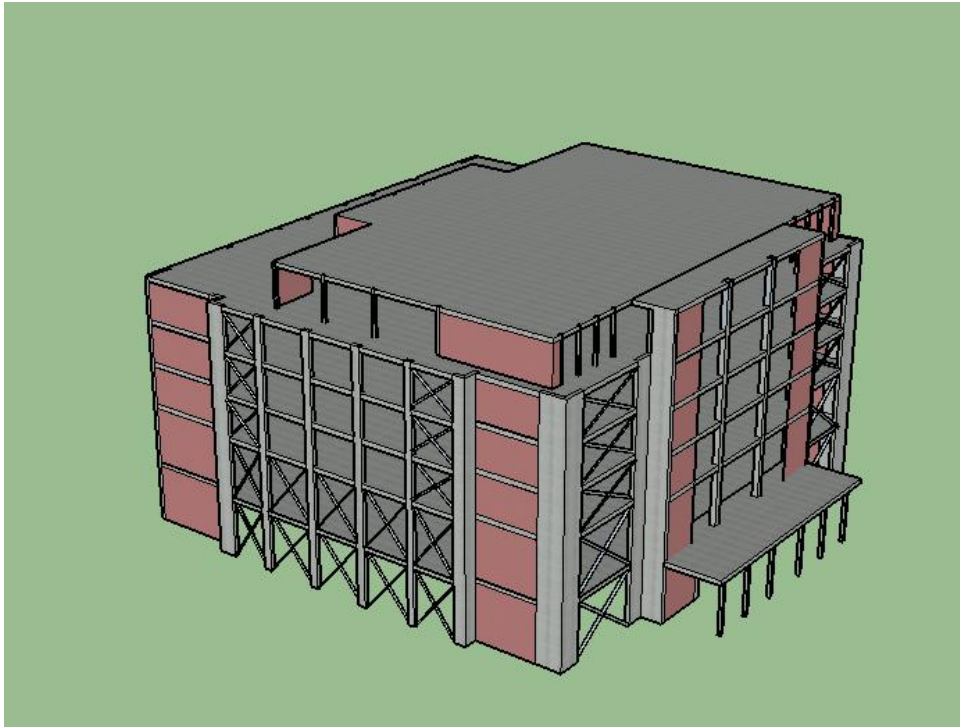
Στη φάση τελικής μελέτης, το συνολικό κόστος αναμένεται να είναι αρκετά υψηλό. Για το λόγο αυτό, και δεδομένων των δύσκολων οικονομικών συνθηκών, θα ήταν χρήσιμη η αναμόρφωση της χωροθέτησης και η διάθεση κάποιων ορόφων για εκμετάλλευση από ιδιώτες, για διαφορετικούς σκοπούς.

Η περαιτέρω μελέτη αποτίμησης και ενίσχυσης του κτιρίου, προτείνεται να περιλαμβάνει τον σχεδιασμό των συνδέσεων των χιαστί μεταλλικών, τον έλεγχο των κόμβων σύνδεσής τους και τέλος τον έλεγχο των τοιχοπληρώσεων. Η ενδεχόμενη ανεπάρκεια πάντως των προαναφερθέντων στοιχείων στοιχείων, δύναται να καλυφθεί με τοπικές ενισχύσεις (για

---

τους κόμβους) και εισαγωγή οπλισμού στην τοιχοπλήρωση. Σημαντική κρίνεται επίσης η διερεύνηση των χαρακτηριστικών των προεντεταμένων δοκών.

Συμπερασματικά, η κατασκευή στην κατάσταση που βρίσκεται σήμερα δεν επαρκεί για χρήση της ως δικαστικό μέγαρο. Με το προτινόμενο σενάριο ενίσχυσης, μπορεί να ανταπεξέλθει επιτυχώς στις απαιτήσεις των σύγχρονων κανονισμών και να χρησιμοποιηθεί για τη στέγαση του Δικαστικού Μεγάρου Πειραιά.



**Σχ.9.1:** Προσομοίωση της τελικής κατασκευής στο google SketchUp

---

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ 2000)
2. Ευρωκώδικας 2 (EN-1992):Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από σκυρόδεμα
3. Ευρωκώδικας 3 (EN-1993):Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από χάλυβα
4. Ευρωκώδικας 6 (EN-1996):Σχεδιασμός φερουσών κατασκευών από τοιχοποιία
5. Ευρωκώδικας 8 (EN-1998):Αντισεισμικός σχεδιασμός φερουσών κατασκευών
6. Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ) 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση,ΟΑΣΠ, Ιούλιος 2013
7. «Διαχρονική θεώρηση των αντοχών σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμών βάσει των κανονισμών», Μ. Καραβεζυρόγλου, Πάφος, Κύπρος, Οκτώβριος 2009
8. «Εκπαιδευτικές σημειώσεις για τη χρήση των Ευρωκωδίκων EN1991-1-3: Γενικές δράσεις-φορτία χιονιού», Ν. Μαλακάτας- Κ. Τρέζος, Αθήνα, Νοέμβριος 2009
9. « Νέος κανονισμών τεχνολογίας χαλύβων», ΣΙΔΕΝΟΡ
10. Εκπαιδευτικές σημειώσεις μαθήματος «Αντισεισμική τεχνολογία 2» τεύχη 1 και 2, Γ.Ν Ψυχάρης, Αθήνα 2015
11. Εκπαιδευτικές σημειώσεις μαθήματος «Σιδηρές κατασκευές 2»
12. Εκπαιδευτικές σημειώσεις μαθήματος «Τεχνικά υλικά»
13. Περιγραφικό τιμολόγιο οικοδομικών έργων ΝΕΤ ΟΙΚ-Έκδοση 3.0, Φ.Ε.Κ 369Β/20-3-2013

## Ιστοσελίδες

1. INT- [mpl-blog-spot.blogspot.com](http://mpl-blog-spot.blogspot.com) προσωπικό αρχείο mpl
2. INT- [klk.gr](http://klk.gr)
3. INT- [tentolouris.gr](http://tentolouris.gr)
4. INT-[arhetipo.gr](http://arhetipo.gr)
5. INT-portal.tee.gr: «Νέος πίνακας σεισμικής επικινδυνότητας»
6. INT-[maps.google.gr](http://maps.google.gr)
7. INT-[episkevesold.civil.upatras.gr](http://episkevesold.civil.upatras.gr)
8. INT-[memeris.gr](http://memeris.gr)
9. INT-[prosopsis.gr](http://prosopsis.gr)
10. INT-[vardakastanis.gr](http://vardakastanis.gr)
11. INT-[epidomos.gr](http://epidomos.gr)
12. INT-[buildnet.gr](http://buildnet.gr)
13. INT-[domotech.gr](http://domotech.gr)
14. INT-[encrypted-tbn0.gstatic.com](http://encrypted-tbn0.gstatic.com)

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΙΝΑΚΕΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΣΤΥΛΟΙ											
ΒΥΠΟΓΕΙΟ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ					
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)		
K14BY	20	3	3	8	4	250	550	550	20		
K17BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K22BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K27BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K32BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K33BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K38BY	20	3	4	8	4	200	450	900	20		
K39BY	20	2	2	8	2	200	350	400	20		
K40BY	22	2	2	8	2	200	350	400	20		
K41BY	22	2	2	8	2	200	350	400	20		
K42BY	20	2	2	8	2	200	350	400	20		
K45BY	20	4	4	8	4	250	750	500	20		
K49BY	20	2	2	8	2	200	350	400	20		
K9BY	22	3	3	8	4	250	600	600	20		
S1aBY	20	2	2	8	2	200	350	400	20		
S3aBY	16	3	3	8	4	200	400	400	20		
S3bBY	16	3	3	8	4	200	400	400	20		
V11BY	14	2	2	6	2	170	300	250	20		
V12BY	14	2	2	6	2	170	250	300	20		
V13BY	14	2	2	6	2	170	250	300	20		
V15BY	18	2	2	6	2	200	350	350	20		
V16BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V17BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V18BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V19BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V20BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V21BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V22BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V23BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V24BY	16	2	2	6	2	200	300	300	20		
V27BY	16	2	2	6	2	200	350	300	20		
V28BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V29BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V30BY	14	2	2	8	2	170	300	250	20		
V31BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V32aBY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V32BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V33BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V34BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V35BY	14	2	2	6	2	170	250	250	20		
V3BY	18	3	3	8	4	200	400	400	20		
V4BY	20	2	2	8	2	200	350	400	20		
V6BY	18	2	2	8	2	200	350	350	20		
V8BY	14	2	2	6	2	170	300	250	20		

ΑΥΠΟΓΕΙΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ			ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ			ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
	Α/Α	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	
K10AY	24	4	6	8	4	250	900	950	20	
K11AY	24	6	4	8	4	250	900	950	20	
K12AY	20	3	3	8	4	250	550	550	20	
K13AY	20	3	3	8	4	250	550	500	20	
K14AY	20	3	3	8	4	200	550	500	20	
K17AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K18AY	22	4	4	8	4	250	750	750	20	
K19AY	20	4	4	8	4	250	600	600	20	
K1AAAY	24	7	9	8	4	250	800	1000	20	
K20AY	20	4	4	8	4	250	600	600	20	
K21AY	20	4	4	8	4	250	700	700	20	
K22AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K23AY	24	4	3	8	4	250	800	550	20	
K24AY	16	3	3	8	4	200	400	400	20	
K25AY	16	3	3	8	4	200	400	400	20	
K26AY	24	4	3	8	4	250	800	550	20	
K27AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K28AY	18	4	4	8	4	250	750	750	20	
K29AY	18	3	3	8	4	200	450	450	20	
K2AAAY	20	4	7	8	4	250	800	1000	20	
K30AY	18	3	3	8	4	200	450	450	20	
K31AY	22	4	4	8	4	250	700	700	20	
K32AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K33AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K34AY	22	4	4	8	4	250	750	750	20	
K35AY	16	3	3	8	4	200	400	400	20	
K36AY	16	3	3	8	4	200	400	400	20	
K37AY	22	4	4	8	4	250	700	700	20	
K38AY	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K39AY	20	2	2	8	2	200	350	350	20	
K3AY	20	4	4	8	4	250	600	600	20	
K40AY	18	2	2	8	2	200	350	350	20	
K41AY	18	2	2	8	2	200	350	350	20	
K42AY	20	2	2	8	2	200	350	350	20	
K43AY	20	3	3	8	4	200	500	500	20	
K44AY	20	4	3	8	4	250	650	500	20	
K45AY	20	4	4	8	4	200	700	500	20	
K46AY	20	3	3	8	4	200	500	500	20	
K47AY	24	4	4	8	4	250	650	900	20	
K48AY	24	4	4	8	4	250	650	800	20	
K49AY	18	2	2	8	2	200	350	350	20	
K4AY	24	4	11	8	4	250	750	1550	20	
K50AY	20	3	3	8	4	250	550	550	20	
K51AY	20	4	3	8	4	200	750	400	20	
K52AY	24	4	4	8	4	250	550	900	20	
K55AY	24	4	4	8	4	250	550	900	20	
K56AY	22	4	3	8	4	200	850	400	20	
K5AY	24	4	8	8	4	250	750	1550	20	
K6AY	20	4	4	8	4	250	600	600	20	
K7AY	20	3	3	8	4	200	400	750	20	
K8AY	18	3	3	8	4	200	400	650	20	
K9AY	20	3	3	8	4	250	550	550	20	
S1aAY	18	2	2	6	2	200	300	400	20	
S3aAY	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
V10AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V11AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V12AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V13AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V14AY	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
V15AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V16AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V17AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V18AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V19AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
V1AY	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
V20AY	16	2	2	6	2	200	250	300	20	
V21AY	16	2	2	6	2	200	250	350	20	

V22AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20
V23AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20
V24AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20
V25AY	14	2	3	6	4	170	200	400	20
V26AY	14	2	3	6	4	170	200	400	20
V2AY	16	3	2	6	4	200	750	300	20
V3AY	16	3	2	8	4	200	350	350	20
V4AY	18	2	2	6	2	200	350	350	20
V5AY	16	2	2	6	2	200	300	300	20
V6AY	16	2	2	6	2	200	350	300	20
V7AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20
V8AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20
V9AY	14	2	2	6	2	170	250	250	20

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ			
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τιμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)	
F1GA	12	2	3	6	2	150	200	400	20	
F2GA	12	2	3	6	2	150	200	400	20	
K10GA	22	5	5	8	4	250	900	900	20	
K11GA	22	5	5	8	4	250	900	900	20	
K12GA	20	3	3	8	4	200	500	550	20	
K13GA	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K14GA	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K17GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K18GA	20	4	4	8	4	250	700	700	20	
K19GA	20	3	3	8	4	250	550	550	20	
K1AGA	24	4	5	8	4	250	750	1000	20	
K20GA	20	3	3	8	4	250	550	550	20	
K21GA	20	4	4	8	4	250	650	650	20	
K22GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K23GA	20	5	3	8	4	250	800	550	20	
K24GA	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K25GA	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K26GA	20	5	3	8	4	250	800	550	20	
K27GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K28GA	20	4	4	8	4	250	700	700	20	
K29GA	16	3	3	6	4	200	400	400	20	
K2AGA	24	4	5	8	4	250	750	1000	20	
K30GA	16	3	3	6	4	200	400	400	20	
K31GA	20	4	4	8	4	250	650	650	20	
K32GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K33GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K34GA	20	4	4	8	4	250	700	700	20	
K35GA	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K36GA	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K37GA	22	4	4	8	4	250	700	700	20	
K38GA	22	3	3	8	4	200	400	900	20	
K39GA	20	2	2	6	2	200	300	300	20	
K3GA	20	3	3	8	4	200	500	550	20	
K40GA	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K41GA	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K42GA	20	2	2	6	2	200	300	300	20	
K43GA	16	3	3	6	2	200	450	450	20	
K44GA	20	3	3	8	4	250	600	500	20	
K45GA	20	3	3	8	4	250	600	500	20	
K46GA	16	3	3	6	2	200	450	450	20	
K47GA	22	3	5	8	4	250	650	900	20	
K48GA	20	4	5	8	4	250	650	700	20	
K49GA	16	2	2	6	2	200	300	350	20	
K4GA	24	5	7	8	4	250	1550	750	20	
K50GA	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K51GA	20	3	3	8	4	200	700	400	20	
K52GA	20	3	5	8	4	250	500	900	20	
K55GA	20	3	5	8	4	250	500	900	20	
K56GA	22	3	3	8	4	200	800	400	20	
K5GA	24	5	7	8	4	250	1550	750	20	



K6GA	20	3	3	8	4	200	500	550	20
K7GA	20	3	3	8	4	200	400	750	20
K8GA	18	3	3	6	4	200	400	600	20
K9GA	20	3	3	8	4	200	500	550	20
S1GA	14	2	3	6	4	170	300	400	20
S3AGA	14	2	3	6	4	170	300	400	20
S3BGA	14	2	3	6	4	170	300	400	20
V1GA	16	2	2	6	2	200	250	400	20
V20GA	14	2	2	6	2	170	250	300	20
V21GA	14	2	2	6	2	170	250	300	20
V27GA	14	2	2	6	2	170	300	200	20
V3GA	14	2	3	6	4	170	250	400	20
V4GA	14	2	2	6	2	170	250	300	20
V6GA	14	2	2	6	2	170	250	250	20

ΙΣΟΓΕΙΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ			ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ			ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)	
	Α/Α	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τιμήσεις	απόσταση	b(mm)		h(mm)
K10IS	20	4	4	4	8	4	250	650	650	20
K11IS	20	4	4	4	8	4	250	650	650	20
K12IS	20	3	3	3	8	4	200	500	500	20
K13IS	18	3	3	3	6	4	200	450	450	20
K14IS	18	3	3	3	6	4	200	450	450	20
K15IS	22	3	5	5	8	4	200	350	1100	20
K16IS	22	3	5	5	8	4	200	350	1100	20
K17IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K18IS	20	4	4	4	8	4	250	650	650	20
K19IS	20	3	3	3	8	4	200	500	500	20
K1AIS	22	4	6	6	8	4	250	700	1000	20
K20IS	20	3	3	3	8	4	200	500	500	20
K21IS	20	4	4	4	8	4	250	600	600	20
K22IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K23IS	22	3	2	2	8	4	200	650	300	20
K24IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K25IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K26IS	22	3	2	2	8	4	200	650	300	20
K27IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K28IS	20	4	4	4	8	4	250	650	650	20
K29IS	18	2	2	2	6	2	200	300	400	20
K2AIS	22	4	6	6	8	4	250	700	1000	20
K30IS	18	2	2	2	6	2	200	300	400	20
K31IS	20	4	4	4	8	4	250	600	600	20
K32IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K33IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K34IS	20	4	4	4	8	4	250	650	650	20
K35IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K36IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K37IS	20	4	4	4	8	4	250	600	600	20
K38IS	22	3	4	4	8	4	200	400	800	20
K39IS	20	2	2	2	8	2	200	300	300	20
K3IS	18	3	3	3	6	4	200	450	450	20
K40IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K41IS	20	2	2	2	8	2	200	300	300	20
K42IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K43IS	22	2	2	2	8	2	200	400	400	20
K44IS	20	3	3	3	8	4	200	500	500	20
K45IS	20	3	3	3	8	4	200	500	500	20
K46IS	22	2	2	2	8	2	200	400	400	20
K47IS	22	3	5	5	8	2	250	600	850	20
K48IS	20	4	4	4	8	2	250	600	600	20
K49IS	16	2	2	2	6	2	200	300	300	20
K4IS	24	4	6	6	8	4	250	750	1000	20
K50IS	22	2	2	2	8	2	200	400	450	20
K51IS	20	3	3	3	8	4	200	600	400	20
K52IS	20	2	2	2	8	2	200	350	400	20
K53IS	22	2	2	2	8	2	200	400	400	20
K54IS	22	2	2	2	8	2	200	400	400	20
K55IS	20	2	2	2	8	2	200	350	400	20
K56IS	20	3	3	3	8	4	200	700	400	20
K5IS	24	4	6	6	8	4	250	750	1000	20

K6IS	18	3	3	6	4	200	450	450	20
K7IS	20	3	3	8	4	200	400	650	20
K8IS	18	3	3	6	4	200	400	500	20
K9IS	20	3	3	8	4	200	500	500	20
S1IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20
S2IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20
S3IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20
S4IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20
S5IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20
S6IS	14	2	2	6	2	150	300	300	20

Α ΟΡΟΦΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ		ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τιμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	
K10AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K11AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K12AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20
K13AO	22	2	2	8	2	200	400	400	20
K14AO	22	2	2	8	2	200	400	400	20
K15AO	22	3	4	8	4	200	300	1100	20
K16AO	22	3	4	8	4	200	300	1100	20
K17AO	22	2	3	8	4	200	350	750	20
K18AO	22	3	3	8	4	250	600	600	20
K19AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20
K1AO	20	4	3	8	4	200	1000	400	20
K20AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20
K21AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K22AO	22	2	3	8	4	200	350	750	20
K23AO	18	3	2	6	4	200	550	300	20
K24AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K25AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K26AO	18	3	2	6	4	200	550	300	20
K27AO	22	2	3	8	4	200	350	700	20
K28AO	22	3	3	8	4	200	600	600	20
K29AO	16	2	2	6	2	200	300	350	20
K2AO	20	4	3	8	4	200	1000	400	20
K30AO	16	2	2	6	2	200	300	350	20
K31AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K32AO	22	2	3	8	4	200	350	700	20
K33AO	22	2	3	8	4	200	350	700	20
K34AO	22	3	3	8	4	200	600	600	20
K35AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K36AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K37AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K38AO	22	2	3	8	4	200	350	700	20
K39AO	20	2	2	8	2	200	300	300	20
K3AO	22	2	2	8	2	200	450	400	20
K40AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K41AO	16	2	2	6	2	200	300	300	20
K42AO	20	2	2	8	2	200	300	300	20
K43AO	20	2	2	8	2	200	400	350	20
K44AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20
K45AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20
K46AO	20	2	2	8	2	200	400	350	20
K47AO	20	3	4	8	4	250	550	700	20
K48AO	20	3	3	8	4	250	550	550	20
K49AO	20	3	3	8	4	250	250	250	20
K4AO	20	4	4	8	4	250	750	750	20
K50AO	20	2	2	8	2	200	350	400	20
K51AO	18	3	3	6	4	200	500	400	20
K52AO	18	2	2	6	2	200	300	400	20
K53AO	18	2	2	6	2	200	300	400	20
K54AO	18	2	2	6	2	200	300	400	20
K55AO	18	2	2	6	2	200	300	400	20
K56AO	18	3	3	6	4	200	500	400	20
K5AO	20	4	4	8	4	250	750	750	20
K6AO	22	2	2	8	2	200	450	400	20
K7AO	18	2	3	6	4	200	350	500	20
K8AO	20	2	2	8	2	200	350	450	20
K9AO	16	3	3	6	4	200	450	450	20

Β ΟΡΟΦΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ			
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)	
K10BO	22	2	2	8	2	200	450	450	20	
K11BO	22	2	2	8	2	200	450	450	20	
K12BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K13BO	20	2	2	8	2	200	350	400	20	
K14BO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K15BO	18	3	3	6	4	200	300	850	20	
K16BO	18	3	3	6	4	200	300	850	20	
K17BO	20	2	3	8	4	200	350	650	20	
K18BO	20	3	3	8	4	200	550	550	20	
K19BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K1BO	20	4	2	8	4	200	800	400	20	
K20BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K21BO	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K22BO	20	2	3	8	4	200	350	650	20	
K23BO	18	2	2	6	2	200	400	300	20	
K24BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K25BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K26BO	18	2	2	6	2	200	400	300	20	
K27BO	20	2	3	8	4	200	350	600	20	
K28BO	20	3	3	8	4	200	550	550	20	
K29BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K2BO	20	4	2	8	4	200	800	400	20	
K30BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K31BO	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K32BO	18	2	3	6	4	200	350	500	20	
K33BO	18	2	3	6	4	200	350	500	20	
K34BO	20	3	3	8	4	200	550	550	20	
K35BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K36BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K37BO	18	3	3	6	4	200	500	500	20	
K38BO	18	2	3	6	4	200	350	500	20	
K39BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K3BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K40BO	14	2	2	6	2	170	250	300	20	
K41BO	14	2	2	6	2	170	250	300	20	
K42BO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K43BO	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K44BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K45BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K46BO	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K47BO	22	2	3	8	4	200	450	600	20	
K48BO	22	2	2	8	2	200	450	450	20	
K49BO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
K4BO	22	3	4	8	4	250	700	700	20	
K50BO	16	2	2	6	2	200	300	350	20	
K51BO	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
K52BO	14	2	3	6	2	170	250	400	20	
K53BO	14	2	3	6	2	170	250	400	20	
K54BO	14	2	3	6	2	170	250	400	20	
K55BO	14	2	3	6	2	170	250	400	20	
K56BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K5BO	22	3	4	8	4	250	700	700	20	
K6BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	
K7BO	20	2	2	8	2	200	350	400	20	
K8BO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K9BO	20	2	2	8	2	200	400	400	20	

Γ ΟΡΟΦΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ				ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ		
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)	
K10GO	20	2	2	8	2	200	400	450	20	
K11GO	20	2	2	8	2	200	400	450	20	
K12GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K13GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K14GO	16	2	2	6	2	200	300	350	20	
K15GO	16	2	3	6	4	200	300	650	20	
K16GO	16	2	3	6	4	200	300	650	20	
K17GO	20	2	2	8	2	200	350	450	20	
K18GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K19GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K1GO	20	3	3	8	2	200	550	400	20	
K20GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K21GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K22GO	20	2	2	8	2	200	350	450	20	
K23GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K24GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K25GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K26GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K27GO	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
K28GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K29GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K2GO	20	3	3	8	2	200	550	400	20	
K30GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K31GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K32GO	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
K33GO	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
K34GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K35GO	14	2	2	6	2	170	300	250	20	
K36GO	14	2	2	6	2	170	300	250	20	
K37GO	16	3	3	6	4	200	450	450	20	
K38GO	20	2	2	6	2	200	350	400	20	
K39GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K3GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K40GO	14	2	2	6	2	170	250	300	20	
K41GO	14	2	2	6	2	170	250	300	20	
K42GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K43GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K44GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K45GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K46GO	16	2	2	6	2	200	300	300	20	
K47GO	20	2	2	6	2	200	400	400	20	
K48GO	20	2	2	6	2	200	400	400	20	
K49GO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
K4GO	20	3	3	8	4	200	550	550	20	
K50GO	14	2	2	6	2	170	250	300	20	
K51GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K52GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K53GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K54GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K55GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K56GO	16	2	2	6	2	200	250	400	20	
K5GO	20	3	3	8	4	200	550	550	20	
K6GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	
K7GO	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K8GO	16	2	2	6	2	200	350	300	20	
K9GO	18	2	2	6	2	200	350	350	20	

Δ ΟΡΟΦΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ				ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ		
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)		τμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
K10DO	18	2	2	6	2	2	200	300	450	20
K11DO	18	2	2	6	2	2	200	300	450	20
K12DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K13DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K14DO	14	2	2	6	2	2	170	300	250	20
K15DO	16	2	3	6	2	2	200	300	550	20
K16DO	16	2	3	6	2	2	200	300	550	20
K17DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K18DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K19DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K1DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K20DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K21DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K22DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K23DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K24DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K25DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K26DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K27DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K28DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K29DO	14	2	2	6	2	2	170	300	250	20
K2DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K30DO	14	2	2	6	2	2	170	300	250	20
K31DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K32DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K33DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K34DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K35DO	14	2	2	6	2	2	170	300	250	20
K36DO	14	2	2	6	2	2	170	300	250	20
K37DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K38DO	18	2	2	6	2	2	200	350	400	20
K39DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K3DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K40DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K41DO	14	2	2	6	2	2	170	250	300	20
K42DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K43DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K44DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K45DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K46DO	14	2	2	6	2	2	170	250	250	20
K47DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K48DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K49DO	14	2	2	6	2	2	170	200	250	20
K4DO	18	3	3	6	4	2	200	500	550	20
K50DO	14	2	2	6	2	2	170	200	250	20
K51DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K52DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K53DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K54DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K55DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K56DO	14	2	2	6	2	2	170	200	400	20
K5DO	18	3	3	6	4	2	200	500	550	20
K6DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20
K7DO	14	2	2	6	2	2	170	350	250	20
K8DO	14	2	2	6	2	2	170	350	250	20
K9DO	14	2	2	6	2	2	170	300	300	20

Ε ΟΡΟΦΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ		ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ			
A/A	Φ διαμήκους(mm)	X	Y	Φ συνδετήρα(mm)	τιμήσεις	απόσταση	b(mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)	
F10EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
F11EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
F12EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F13EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
F14EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
F15EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F16EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F17EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
F18EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
F19EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F1EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
F20EO	14	2	2	6	2	170	300	300	20	
F21EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F22EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F23EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
F24EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
F2EO	14	2	2	6	2	170	200	250	20	
F3EO	14	2	2	6	2	170	200	250	20	
F4EO	14	2	2	6	2	170	200	250	20	
F5EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F6EO	14	2	2	6	2	170	300	250	20	
F7EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F8EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
F9EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
K10EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
K13EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K15EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
K16EO	14	2	2	6	2	170	200	200	20	
K18EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K19EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K1EO	14	2	3	6	2	170	220	400	20	
K21EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K23EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K24EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K25EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K26EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K28EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K29EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K2EO	14	2	3	6	2	170	220	400	20	
K30EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K31EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K34EO	14	2	2	6	2	170	300	250	20	
K35EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K36EO	14	2	2	6	2	170	300	200	20	
K37EO	14	2	2	6	2	170	300	250	20	
K39EO	20	2	2	6	2	200	300	300	20	
K3EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	
K40EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K41EO	14	2	2	6	2	170	200	300	20	
K42EO	20	2	2	6	2	200	300	300	20	
K4EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
K5EO	14	2	2	6	2	170	250	250	20	
K6EO	14	2	2	6	2	170	250	200	20	

ΔΟΚΟΙ  
Β'ΥΠΟΓΕΙΟ

A/A	b (mm)	h(mm)	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
BYD1	300	700	40
BYD10	200	600	40
BYD100	200	600	40
BYD101	200	600	40
BYD102	200	500	40
BYD103	200	500	40
BYD104	200	500	40
BYD105	200	500	40
BYD106a	200	600	40
BYD106k	200	550	40
BYD107	200	600	40
BYD108	200	600	40
BYD109	200	600	40
BYD11	200	600	40
BYD110	200	600	40
BYD111	200	600	40
BYD112	200	600	40
BYD113	200	600	40
BYD114	200	600	40
BYD115	200	600	40
BYD116	200	400	40
BYD117	200	900	40
BYD118	200	600	40
BYD12	200	600	40
BYD13	200	600	40
BYD14k	200	500	40
BYD15k	200	500	40
BYD16a	200	600	40
BYD17a	200	450	40
BYD18	200	450	40
BYD19	200	450	40
BYD2	300	700	40
BYD20	200	450	40
BYD21	300	600	40
BYD22	300	600	40
BYD23	300	600	40
BYD24	300	600	40
BYD25	200	400	40
BYD26	200	400	40
BYD27	250	600	40

BYD27a	250	600	40
BYD28	250	600	40
BYD28a	250	600	40
BYD29	200	600	40
BYD3	250	500	40
BYD30	200	500	40
BYD31	250	600	40
BYD32	250	600	40
BYD33	250	600	40
BYD34	250	600	40
BYD35a	200	600	40
BYD36a	200	600	40
BYD37k	200	400	40
BYD38k	200	400	40
BYD39	200	600	40
BYD4	250	500	40
BYD40k	200	500	40
BYD41k	200	500	40
BYD42	300	600	40
BYD43	300	600	40
BYD44	200	500	40
BYD45	200	500	40
BYD46	200	600	40
BYD47	200	500	40
BYD48	200	500	40
BYD49	200	500	40
BYD5	350	600	40
BYD50	200	500	40
BYD51	200	600	40
BYD52	200	750	40
BYD53	200	400	40
BYD54k	200	500	40
BYD55k	200	500	40
BYD56	200	550	40
BYD57a	200	550	40
BYD58	300	650	40
BYD59	300	650	40
BYD6	350	600	40
BYD60	250	600	40
BYD61	250	600	40
BYD62	250	650	40
BYD63	250	650	40
BYD64	250	600	40



BYD65	250	600	40
BYD66	250	650	40
BYD67	250	650	40
BYD68	200	600	40
BYD69	200	600	40
BYD7	350	600	40
BYD70	200	600	40
BYD71	250	600	40
BYD72	250	600	40
BYD73	300	550	40
BYD74	300	550	40
BYD75	300	550	40
BYD76	300	550	40
BYD77	300	550	40
BYD78	200	630	40
BYD79	200	630	40
BYD8	350	600	40
BYD80	250	630	40
BYD81	250	630	40
BYD82	200	400	40
BYD83	200	500	40
BYD84	200	500	40
BYD85	200	600	40
BYD86	200	600	40
BYD87	200	600	40
BYD88	200	600	40
BYD89	200	600	40
BYD9	350	600	40
BYD90	200	600	40
BYD91	250	600	40
BYD92	250	600	40
BYD93	200	500	40
BYD94	200	500	40
BYD95	250	250	40
BYD96	200	600	40
BYD97	200	600	40
BYD98	200	600	40
BYD99	200	600	40

ΑΥΠΟΓΕΙΟ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
AYD10'	300	750	1445	1901	40
AYD10''	400	800	942	1706	40
AYD100'	300	800	2240	2281	40
AYD101'	300	800	2240	565	40
AYD103'	400	400	770	770	40
AYD104'	400	400	770	393	40
AYD105'	400	400	770	770	40
AYD106'	200	400	587	314	40
AYD107'	400	450	603	1206	40
AYD108'	200	450	402	804	40
AYD109'	200	600	619	616	40
AYD11'	300	750	1963	911	40
AYD110'	200	600	619	314	40
AYD111'	400	800	942	1706	40
AYD114'	200	650	1068	616	40
AYD116'	200	600	226	452	40
AYD117'	200	500	226	452	40
AYD118'	200	600	226	452	40
AYD122'	200	450	226	452	40
AYD123'	200	450	226	452	40
AYD13'	300	750	1411	770	40
AYD14'	250	600	1266	911	40
AYD15'	250	600	1266	770	40
AYD16'	250	600	578	314	40
AYD17'	250	600	1266	770	40
AYD18'	250	600	1266	911	40
AYD19'	200	800	509	1018	40
AYD2'	200	500	1737	452	40
AYD20'	200	500	770	735	40
AYD21'	200	500	770	804	40
AYD22'	250	690	402	1112	40
AYD24'	200	600	333	666	40
AYD25'	200	600	333	666	40
AYD28'	200	800	308	462	40
AYD29'	200	650	1084	804	40
AYD3'	250	600	1759	1571	40
AYD30'	200	450	5730	314	40
AYD31'	200	450	5730	314	40
AYD32'	250	600	493	616	40
AYD33'	250	600	556	616	40
AYD35'	250	750	1539	710	40
AYD36'	250	750	1539	1166	40

AYD37'	250	750	1539	710	40
AYD38'	250	750	1539	1166	40
AYD38A'	250	750	1539	1166	40
AYD39'	250	750	1539	710	40
AYD4'	250	600	1759	534	40
AYD40'	250	750	1539	1166	40
AYD40A'	250	750	1539	1166	40
AYD41'	250	750	1539	710	40
AYD42'	250	750	1539	1166	40
AYD43'	250	750	1571	1571	40
AYD44'	250	750	1571	314	40
AYD45'	250	750	1571	1571	40
AYD46'	300	850	2209	616	40
AYD47'	300	850	2209	2281	40
AYD48'	200	400	424	452	40
AYD49'	200	400	424	314	40
AYD5'			817	710	40
AYD50'	200	400	349	314	40
AYD50''	200	600	911	1018	40
AYD50K'	300	850	349	314	40
AYD51'	200	400	424	452	40
AYD51K'	300	850	424	452	40
AYD52'	200	400	424	314	40
AYD52K'	300	850	424	314	40
AYD56'	200	600	883	452	40
AYD57'	200	600	911	1018	40
AYD58'	200	600	883	1363	40
AYD59'	200	600	789	1363	40
AYD6'	250	600	1901	3421	40
AYD60'	200	600	308	452	40
AYD61'	200	600	789	1363	40
AYD62'	200	600	883	1363	40
AYD63'	150	1000	471	452	40
AYD64'	150	1000	236	452	40
AYD65'	150	1000	349	452	40
AYD66'	150	1000	349	452	40
AYD67'	150	1000	236	452	40
AYD68'	200	650	990	1018	40
AYD69'	200	650	990	383	40
AYD7'	250	600	402	804	40
AYD70'	200	650	452	452	40
AYD71'	200	650	647	452	40
AYD72'	200	650	496	314	40

AYD73'	200	650	653	710	40
AYD73K'	200	600	653	710	40
AYD74'	200	650	339	452	40
AYD74K'	200	600	339	452	40
AYD75'	200	600	339	452	40
AYD75K'	300	850	339	452	40
AYD76'	200	600	496	314	40
AYD76K'	300	850	496	314	40
AYD77'	200	600	496	452	40
AYD77K'	300	850	496	452	40
AYD78'	200	500	653	710	40
AYD78K'	200	600	653	710	40
AYD79'	200	600	339	452	40
AYD79K'	300	850	339	452	40
AYD8'	300	750	682	804	40
AYD81'	200	600	496	314	40
AYD81K'	300	850	496	314	40
AYD82'	200	600	496	452	40
AYD82K'	300	850	496	452	40
AYD83'	200	650	79	314	40
AYD84'	200	650	236	314	40
AYD85'	200	650	471	452	40
AYD86'	200	650	647	452	40
AYD87'	200	500	540	383	40
AYD88'	200	500	735	804	40
AYD9'	300	750	1445	452	40
AYD91'	150	1000	236	314	40
AYD92'	150	1000	236	314	40
AYD93'	150	1000	314	314	40
AYD94'	150	1000	236	314	40
AYD95'	150	1000	236	314	40
AYD96'	150	1000	157	314	40
AYD97'	150	1000	157	314	40
AYD98'	200	500	226	226	40
AYD99'	200	500	226	452	40

#### ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
GAD1	200	500	509	1018	40
GAD10	400	1250	339	679	40
GAD100	200	500	308	616	40
GAD101	200	500	308	616	40
GAD102	200	500	402	804	40

GAD103	200	700	226	452	40
GAD104	200	700	226	452	40
GAD106	400	950	3236	679	40
GAD107	400	1250	735	679	40
GAD108	400	1250	565	679	40
GAD109	900	1250	0	0	40
GAD10B	200	500	402	858	40
GAD11	200	500	456	911	40
GAD111	400	1250	735	679	40
GAD112	200	600	509	616	40
GAD113	200	600	509	452	40
GAD11B	250	600	308	616	40
GAD12	250	600	308	616	40
GAD13	300	600	2529	2083	40
GAD14	400	950	1521	3421	40
GAD14B	300	600	2529	2083	40
GAD16	550	760	1018	1781	40
GAD17	550	760	3619	7238	40
GAD18	550	760	1018	1781	40
GAD2	200	450	1225	1272	40
GAD20	200	750	760	1521	40
GAD20A	200	800	308	616	40
GAD20B	200	600	308	616	40
GAD21	200	500	157	314	40
GAD22	400	1250	339	565	40
GAD22B	400	1250	339	565	40
GAD23	300	750	1140	1901	40
GAD24	300	1400	763	1166	40
GAD25	300	1400	763	1166	40
GAD26	250	800	1140	1901	40
GAD27	400	1250	339	565	40
GAD28	250	750	1571	616	40
GAD29A	200	900	1144	804	40
GAD29B	200	1400	1144	452	40
GAD3	400	700	1225	1005	40
GAD30	200	1400	1144	452	40
GAD31	550	1750	4778	9557	40
GAD32	200	1400	1144	452	40
GAD33A	200	1400	1144	452	40
GAD33B	200	900	1144	804	40
GAD34	200	700	1571	616	40
GAD35	200	750	308	616	40
GAD36A	200	820	628	1257	40

GAD36B	200	600	628	1257	40
GAD37	200	830	603	1206	40
GAD38	200	830	226	452	40
GAD39	200	700	402	804	40
GAD39B	200	400	157	314	40
GAD4	400	700	2196	3717	40
GAD40A	200	400	509	534	40
GAD40B	200	650	509	534	40
GAD41	200	650	509	534	40
GAD42	300	400	226	452	40
GAD42B	400	850	3493	679	40
GAD43	300	400	226	452	40
GAD43B	400	850	2661	3801	40
GAD44	400	850	3493	679	40
GAD45	300	550	0	0	40
GAD45B	300	550	424	314	40
GAD46	300	550	782	452	40
GAD47	300	550	782	493	40
GAD47B	300	400	226	452	40
GAD48	300	550	424	314	40
GAD48B	300	400	226	452	40
GAD49	300	550	0	0	40
GAD49B	300	550	782	452	40
GAD5	400	700	0	0	40
GAD50	300	500	760	804	40
GAD51	300	500	402	314	40
GAD52	300	500	760	804	40
GAD55	200	750	1316	383	40
GAD56	200	750	1316	1521	40
GAD5B	400	700	3453	565	40
GAD6	300	600	1860	2083	40
GAD62	400	1250	462	924	40
GAD63	400	1250	462	770	40
GAD64	400	1250	226	452	40
GAD65	400	1050	339	565	40
GAD65B	300	650	2083	1901	40
GAD66	300	650	462	770	40
GAD67	300	650	462	924	40
GAD68	300	650	462	770	40
GAD69	200	600	226	452	40
GAD7	300	600	1100	565	40
GAD71	200	500	735	452	40
GAD72	400	1050	339	565	40

GAD72A	300	500	628	710	40
GAD72B	200	500	628	710	40
GAD75	800	1250	0	0	40
GAD76	800	1250	0	0	40
GAD78	200	500	226	452	40
GAD79A	300	500	763	911	40
GAD79B	200	500	763	911	40
GAD8	400	400	1282	565	40
GAD82	200	500	226	452	40
GAD83	250	600	308	616	40
GAD84	250	600	308	911	40
GAD85	250	600	308	911	40
GAD86	250	600	308	911	40
GAD87	200	600	402	911	40
GAD88	200	500	308	616	40
GAD9	200	500	509	1018	40
GAD90	400	1250	462	770	40
GAD91	400	1250	462	770	40
GAD92	400	1250	462	770	40
GAD93	400	1250	339	565	40
GAD94	400	1250	942	1885	40
GAD95	200	400	452	452	40
GAD96	200	600	339	452	40
GAD97	200	600	270	314	40
GAD98	400	1250	942	1885	40
GAD99	200	500	402	804	40
GADK	200	700	308	616	40

#### ΙΣΟΓΕΙΟ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
ISD1	200	400	452	452	40
ISD10	400	1050	339	565	40
ISD11	400	1050	462	924	40
ISD12	200	300	113	226	40
ISD13	200	300	113	226	40
ISD14	350	1000	1521	3041	40
ISD15	350	1000	462	770	40
ISD16	200	500	402	804	40
ISD17	200	500	308	616	40
ISD18	200	500	308	616	40
ISD19	200	500	402	804	40
ISD1M	550	1000	339	679	40

ISD2	200	400	226	452	40
ISD20	300	500	402	710	40
ISD21	300	500	226	452	40
ISD22	300	500	402	710	40
ISD23	300	400	226	452	40
ISD24	300	500	804	1407	40
ISD25	300	500	3167	2262	40
ISD26	300	500	1250	616	40
ISD27	300	400	226	452	40
ISD29	200	550	628	1257	40
ISD2M	550	1000	339	679	40
ISD3	200	400	339	452	40
ISD30	500	900	3167	4976	40
ISD31	200	550	628	1257	40
ISD32	200	500	936	616	40
ISD33	300	650	2083	1901	40
ISD34	300	650	462	770	40
ISD35	300	650	462	924	40
ISD36	300	650	462	770	40
ISD37	200	600	226	452	40
ISD38	200	700	1730	1257	40
ISD39	200	700	911	804	40
ISD3M	550	1000	339	679	40
ISD4	200	400	270	314	40
ISD40	200	500	735	452	40
ISD41	300	500	628	710	40
ISD41A	200	500	735	452	40
ISD42	300	400	226	452	40
ISD43	300	400	226	452	40
ISD44	200	500	763	911	40
ISD46	300	500	763	911	40
ISD46A	200	500	763	911	40
ISD47	300	400	763	911	40
ISD48	300	400	763	911	40
ISD49	200	500	355	452	40
ISD4M	550	1000	339	679	40
ISD5	400	400	462	924	40
ISD50	250	600	355	616	40
ISD51	250	600	1460	911	40
ISD52	250	600	1460	911	40
ISD53	250	600	1260	911	40
ISD54	400	1050	70	911	40
ISD54B	200	600	1737	565	40



ISD55	200	500	70	616	40
ISD57	200	700	1257	1257	40
ISD58	400	1050	942	1885	40
ISD59	200	700	628	1257	40
ISD6	400	1050	339	565	40
ISD60	200	600	1571	1137	40
ISD61	200	700	1703	1571	40
ISD62	200	700	1137	1137	40
ISD63	200	700	858	804	40
ISD64	400	1050	462	924	40
ISD65	400	1050	339	565	40
ISD66	400	1050	339	565	40
ISD67	400	1050	462	770	40
ISD68	400	1050	339	565	40
ISD69	400	1050	339	565	40
ISD7	350	1050	942	1885	40
ISD70	400	1050	462	924	40
ISD71	400	1050	339	565	40
ISD72	400	1050	462	770	40
ISD73	400	1050	462	770	40
ISD74	400	1050	462	770	40
ISD75	400	1050	339	565	40
ISD76	400	1050	942	1885	40
ISD77	400	1050	4232	8083	40
ISD78	1000	350	0	0	40
ISD79	1000	1750	157	452	40
ISD7B	200	300	339	565	40
ISD8	350	1050	4232	8083	40
ISD80	1000	350	0	0	40
ISD81	1000	750	1923	804	40
ISD82	200	400	1747	452	40
ISD83	200	400	1923	804	40
ISD84	200	400	1747	452	40
ISD85	200	400	226	452	40
ISD86	200	400	308	616	40
ISD87	200	500	308	616	40
ISD88	200	500	339	565	40
ISD9	350	1050	157	314	40
ISDa	200	300	2463	1521	40
ISDF61	200	350	1206	942	40
ISDF62	200	350	226	452	40
ISDK	200	400	911	804	40
ISDleipei	200	700			40

A ΟΡΟΦΟΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	
AOD1	200	400	452	452	40
AOD10	400	1200	339	565	40
AOD11	400	1200	462	924	40
AOD12	200	338	509	911	40
AOD13	200	338	157	314	40
AOD14	400	1000	157	383	40
AOD15	350	1000	157	445	40
AOD16	200	500	911	804	40
AOD17	200	500	817	616	40
AOD18	200	500	911	804	40
AOD19	200	500	817	616	40
AOD2	200	400	226	452	40
AOD20	300	500	402	710	40
AOD21	300	500	226	452	40
AOD22	300	500	402	710	40
AOD23	300	400	226	452	40
AOD24	300	500	804	1407	40
AOD25	300	500	3167	2262	40
AOD26	300	500	1250	616	40
AOD27	300	400	226	452	40
AOD28	500	600	2262	4072	40
AOD29	200	550	2890	1257	40
AOD3	200	400	339	452	40
AOD30	500	900	2262	4072	40
AOD31	200	550	628	1257	40
AOD32	200	500	936	616	40
AOD33	300	750	2220	2281	40
AOD34	300	600	1160	924	40
AOD35	300	600	1600	924	40
AOD36	300	600	1030	924	40
AOD37	200	600	1030	452	40
AOD38	200	700	1730	1257	40
AOD39	200	700	911	804	40
AOD4	200	400	270	314	40
AOD40	200	500	735	452	40
AOD41	300	500	628	710	40
AOD41A	200	500	628	710	40
AOD42	300	400	226	452	40
AOD43	300	400	226	452	40

AOD44	200	900	763	911	40
AOD45	200	500	763	911	40
AOD46	300	500	763	911	40
AOD46A	200	500	763	911	40
AOD47	300	400	763	911	40
AOD48	300	400	763	911	40
AOD49	200	500	355	452	40
AOD5	400	1200	462	924	40
AOD50	300	600	355	616	40
AOD51	300	600	1460	911	40
AOD52	300	600	1460	911	40
AOD53	300	600	1260	911	40
AOD54	200	600	70	911	40
AOD55	200	500	70	616	40
AOD56	400	1200	763	1527	40
AOD57	300	500	1257	1257	40
AOD58	400	1200	763	1527	40
AOD59	300	500	628	1257	40
AOD6	400	1200	339	565	40
AOD60	250	600	1571	1137	40
AOD61	250	700	1166	1392	40
AOD62	200	700	1050	1137	40
AOD64	400	1200	462	770	40
AOD65	350	1200	339	565	40
AOD66	350	1200	339	565	40
AOD67	350	1200	339	565	40
AOD68	350	1200	339	565	40
AOD69	350	1200	339	565	40
AOD7	350	1200	339	565	40
AOD70	400	1200	763	1527	40
AOD71	400	1200	763	1527	40
AOD72	350	1200	339	565	40
AOD73	350	1200	339	565	40
AOD74	350	1200	339	565	40
AOD75	350	1200	339	565	40
AOD76	350	1200	339	565	40
AOD77	400	1200	942	1885	40
AOD78	350	1200	770	924	40
AOD79	350	1200	616	924	40
AOD8	350	1200	339	565	40
AOD80	350	1200	770	924	40
AOD81	750	700	0	0	40
AOD82	200	400	157	314	40

AOD83	200	500	226	452	40
AOD84	200	400	157	314	40
AOD85	200	500	226	452	40
AOD86	200	400	226	452	40
AOD87	200	500	877	616	40
AOD88	200	500	817	616	40
AOD89	200	910	226	452	40
AOD9	350	1200	339	565	40
AOD90	200	910	226	452	40
AODA	200	300	226	452	40
AODK	200	400	402	804	40
AODT	200	238	157	452	40
AOF61	200	350	2463	1521	40
AOF62	200	350	1206	942	40

#### Β ΟΡΟΦΟΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
BOD1	200	450	452	452	40
BOD10	400	900	339	565	40
BOD11	400	900	603	1206	40
BOD12	200	800	509	911	40
BOD13	200	800	157	314	40
BOD14	200	800	157	383	40
BOD15	200	800	157	445	40
BOD16	200	500	911	804	40
BOD17	200	500	817	616	40
BOD18	200	500	911	804	40
BOD19	200	500	817	616	40
BOD2	200	400	226	452	40
BOD20	250	970	402	710	40
BOD21	250	970	226	452	40
BOD22	200	450	402	710	40
BOD23	200	450	226	452	40
BOD24	200	450	804	1407	40
BOD25	200	450	3167	2262	40
BOD26	200	450	1250	616	40
BOD27	200	450	226	452	40
BOD28	500	600	2262	4072	40
BOD29	200	550	628	1257	40
BOD3	200	400	339	452	40
BOD30	450	750	0	0	40
BOD31	200	550	628	1257	40

BOD32	200	500	936	616	40
BOD33	350	700	3091	2513	40
BOD34	350	600	2149	1257	40
BOD35	350	600	1084	1257	40
BOD36	350	600	1571	1257	40
BOD37	200	600	735	452	40
BOD38	200	700	1521	1389	40
BOD39	200	700	911	804	40
BOD4	200	400	270	314	40
BOD40	200	500	735	452	40
BOD41	200	500	628	710	40
BOD42	300	400	226	452	40
BOD43	300	400	226	452	40
BOD44	200	500	763	911	40
BOD45	200	500	763	911	40
BOD46	200	500	763	911	40
BOD47	300	400	763	911	40
BOD48	300	400	763	911	40
BOD49	200	500	226	452	40
BOD5	400	900	603	1206	40
BOD50	300	600	308	616	40
BOD51	300	600	628	1257	40
BOD52	300	600	509	1018	40
BOD53	300	600	628	1257	40
BOD54	200	650	402	804	40
BOD55	200	500	308	616	40
BOD56	400	900	942	1885	40
BOD57	200	700	1257	1257	40
BOD58	400	900	942	1885	40
BOD59	200	700	628	1257	40
BOD6	400	900	339	565	40
BOD60	200	600	1571	1137	40
BOD61	200	700	1703	1571	40
BOD62	200	700	1137	1137	40
BOD63	200	700	858	804	40
BOD64	400	900	603	1005	40
BOD65	350	900	870	565	40
BOD66	350	900	817	924	40
BOD67	350	900	817	924	40
BOD68	350	900	817	924	40
BOD69	350	900	707	679	40
BOD7	350	900	339	565	40
BOD70	400	900	942	1885	40

BOD71	400	900	603	1005	40
BOD72	350	900	870	565	40
BOD73	350	900	817	924	40
BOD74	350	900	817	924	40
BOD75	350	900	817	924	40
BOD76	350	900	707	679	40
BOD77	400	900	942	1885	40
BOD78	350	900	1766	2199	40
BOD79	350	900	1766	1885	40
BOD8	350	900	339	565	40
BOD80	350	900	1766	2199	40
BOD81	1000	850	0	0	40
BOD82	200	400	157	314	40
BOD83	200	400	226	452	40
BOD84	200	400	157	314	40
BOD85	200	400	226	452	40
BOD86	200	400	226	452	40
BOD87	200	500	877	616	40
BOD88	200	500	817	616	40
BOD9	350	900	339	565	40
BODA	200	300	226	452	40
BODK	200	400	402	804	40
BODT	200	238	157	452	40
BOF61	200	350	2463	1521	40
BOF62	200	350	1206	942	40

#### Γ ΟΡΟΦΟΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
GOD1	200	450	804	534	40
GOD10	400	900	801	565	40
GOD11	400	900	1608	1206	40
GOD12	200	1600	2425	452	40
GOD13	200	1600	2425	452	40
GOD14	300	1200	2513	2513	40
GOD15	250	700	616	770	40
GOD16	200	600	402	804	40
GOD17	200	600	936	616	40
GOD18	200	600	936	616	40
GOD19	200	600	1030	804	40
GOD2	200	400	465	314	40
GOD20	300	500	402	710	40
GOD21	300	500	226	452	40
GOD22	300	500	402	710	40

GOD23	200	450	226	452	40
GOD24	200	450	804	1407	40
GOD25	200	450	3167	2262	40
GOD26	200	450	1250	616	40
GOD27	200	450	226	452	40
GOD28	500	600	402	616	40
GOD29	200	550	509	911	40
GOD3	200	400	339	452	40
GOD30	450	700	0	0	40
GOD31	200	550	509	911	40
GOD32	200	500	1313	616	40
GOD33	350	700	1570	2513	40
GOD34	350	600	2100	1257	40
GOD35	350	600	1470	1257	40
GOD36	350	600	720	1389	40
GOD37	200	600	720	688	40
GOD38	200	500	3091	1257	40
GOD39	200	400	936	616	40
GOD4	200	400	270	314	40
GOD40	300	500	855	452	40
GOD41	300	500	1819	924	40
GOD42	300	500	236	393	40
GOD43	300	500	236	393	40
GOD44	200	600	701	616	40
GOD45	300	500	619	452	40
GOD46	300	500	770	924	40
GOD47	300	500	543	393	40
GOD48	300	500	506	393	40
GOD49	200	500	226	452	40
GOD5	400	900	1546	679	40
GOD50	300	600	308	616	40
GOD51	300	600	763	1272	40
GOD52	300	600	603	1005	40
GOD53	300	600	763	1272	40
GOD54	200	600	308	616	40
GOD55	200	500	308	616	40
GOD56	400	900	1197	565	40
GOD57	200	700	628	1257	40
GOD58	400	900	1197	565	40
GOD59	200	700	628	1257	40
GOD6	400	900	565	565	40
GOD60	200	750	949	653	40
GOD61	200	750	2029	1018	40

GOD62	200	750	2029	1018	40
GOD63	200	750	509	1018	40
GOD64	400	900	792	565	40
GOD65	350	900	565	565	40
GOD66	350	900	565	565	40
GOD67	350	900	679	565	40
GOD68	350	900	565	565	40
GOD69	350	900	741	565	40
GOD7	350	900	565	565	40
GOD70	400	900	1926	1005	40
GOD71	400	900	792	565	40
GOD72	350	900	452	565	40
GOD73	350	900	955	679	40
GOD74	350	900	955	565	40
GOD75	350	900	955	565	40
GOD76	350	900	565	565	40
GOD77	400	900	1860	1005	40
GOD78	350	900	1257	2513	40
GOD79	350	900	462	924	40
GOD8	350	900	723	565	40
GOD80	350	900	1257	942	40
GOD81	800	1000	0	0	40
GOD82	200	500	314	314	40
GOD83	200	500	314	314	40
GOD84	200	500	314	314	40
GOD85	200	500	314	314	40
GOD86	200	400	559	314	40
GOD87	200	600	817	616	40
GOD88	200	600	889	534	40
GOD89	200	1700	226	452	40
GOD9	350	900	496	565	40
GODA	200	300	226	452	40
GODK	200	400	280	710	40
GODT	200	238	402	804	40
GOF61	200	350	2463	1521	40
GOF62	200	350	1206	942	40

Δ ΟΡΟΦΟΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
DOD0	200	300	157	314	40
DOD1	350	900	1458	2199	40
DOD10	200	700	1524	1389	40



DOD11	200	900	2281	1901	40
DOD12	200	800	226	452	40
DOD13	200	800	226	452	40
DOD14	650	700	0	0	40
DOD15	650	700	0	0	40
DOD16	650	700	0	0	40
DOD17	200	600	936	616	40
DOD18	200	600	1137	911	40
DOD19	350	900	226	452	40
DOD1A	350	900	1951	2513	40
DOD2	350	900	817	924	40
DOD20	350	900	402	804	40
DOD21	350	900	226	452	40
DOD22	350	900	226	452	40
DOD23	350	900	226	452	40
DOD24	400	900	804	1407	40
DOD25	250	900	3167	2262	40
DOD26	350	900	1250	616	40
DOD27	350	900	226	452	40
DOD28	350	900	226	452	40
DOD29	350	900	226	452	40
DOD3	400	900	1521	3041	40
DOD30	350	900	226	452	40
DOD31	400	900	603	1005	40
DOD32	650	700	0	0	40
DOD33	650	700	0	0	40
DOD34	650	700	0	0	40
DOD35	200	600	1269	1018	40
DOD36	200	600	1162	911	40
DOD37	200	900	1159	2190	40
DOD38	200	700	540	452	40
DOD39	200	400	226	452	40
DOD4	400	900	339	679	40
DOD40	200	400	509	616	40
DOD41	200	400	226	452	40
DOD42	250	900	2017	1703	40
DOD43	450	600	0	0	40
DOD44	200	600	402	804	40
DOD45	750	600	0	0	40
DOD46	300	400	339	565	40
DOD47	300	500	603	1206	40
DOD48	300	500	226	452	40
DOD49	300	500	603	1206	40

DOD5	400	350	616	1078	40
DOD50	300	400	339	565	40
DOD51	300	500	603	858	40
DOD52	300	500	339	565	40
DOD53	300	500	603	858	40
DOD54	800	1000	0	0	40
DOD56	200	1000	1901	1521	40
DOD57	200	800	986	452	40
DOD58	200	500	1018	1018	40
DOD59	300	500	226	452	40
DOD6	200	900	1703	1901	40
DOD60	300	500	308	534	40
DOD61	200	500	1901	1389	40
DOD62	200	500	226	452	40
DOD63	200	500	308	616	40
DOD64	300	600	829	1392	40
DOD65	200	600	427	452	40
DOD66	200	650	226	452	40
DOD67	200	650	911	804	40
DOD68	200	650	1030	1285	40
DOD69	300	500	226	452	40
DOD7	200	700	1524	1389	40
DOD70	300	500	308	616	40
DOD71	200	1600	308	616	40
DOD71A	200	1600	308	616	40
DOD72	250	900	2570	2262	40
DOD73	200	800	1074	616	40
DOD74	200	400	226	452	40
DOD75	200	400	226	452	40
DOD76	200	400	226	452	40
DOD77	200	400	226	452	40
DOD78	400	900	603	1206	40
DOD79	400	400	339	565	40
DOD8	200	700	0	0	40
DOD80	400	900	339	565	40
DOD81	400	900	339	565	40
DOD82	400	900	339	565	40
DOD83	400	900	339	565	40
DOD84	400	900	603	1005	40
DOD85	200	500	339	452	40
DOD86	200	500	226	452	40
DOD87	200	500	540	452	40
DOD88	200	500	226	452	40

DOD89	200	500	226	452	40
DOD9	200	700	402	804	40
DOD90	200	500	829	452	40
DOD91	200	500	603	452	40
DOD92	200	1700	226	855	40
DODK	200	400	280	710	40

#### Ε ΟΡΟΦΟΣ

A/A	b(mm)	h(mm)	Διαμήκης άνω (mm <sup>2</sup> )	Διαμήκης κάτω(mm <sup>2</sup> )	ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ(mm)
D0EO	200	2070	452	226	40
D10EO	500	550	679	339	40
D11EO	200	400	157	314	40
D12EO	200	500	509	911	40
D13EO	250	400	157	314	40
D14EO	250	400	157	383	40
D15EO	250	970	157	445	40
D16EO	250	970	650	804	40
D17EO	250	970	430	452	40
D18EO	250	970	510	452	40
D19EO	250	970	410	1360	40
D1EO	250	600	628	1392	40
D20EO	250	970	383	452	40
D21EO	250	970	383	314	40
D22EO	200	450	157	314	40
D23EO	200	450	350	314	40
D24EO	200	450	509	534	40
D25EO	200	450	616	534	40
D26EO	200	450	465	383	40
D27EO	200	450	383	383	40
D28EO	200	600	509	1018	40
D29EO	200	400	385	314	40
D2EO	200	600	628	1257	40
D30EO	200	400	534	383	40
D31EO	250	970	534	452	40
D32EO	250	970	534	452	40
D33EO	250	970	534	616	40
D34EO	250	970	534	452	40
D35EO	250	970	485	1445	40
D36EO	300	400	383	452	40
D37EO	300	400	383	314	40
D38EO	300	400	383	314	40
D39EO	300	400	383	314	40

D3EO	400	750	2714	5429	40
D40EO	300	400	383	314	40
D41EO	300	400	383	314	40
D42EO	200	400	157	314	40
D43EO	300	500	735	452	40
D44EO	300	600	823	911	40
D45EO	300	700	402	616	40
D46EO	300	700	1560	2220	40
D47EO	300	970	280	314	40
D48EO	300	970	280	452	40
D49EO	300	970	280	314	40
D4EO	250	300	270	314	40
D50EO	300	450	740	1150	40
D51EO	300	450	740	452	40
D52EO	300	970	740	452	40
D53EO	300	970	740	314	40
D54EO	300	400	375	452	40
D55EO	300	500	586	452	40
D56EO	300	600	930	1018	40
D57EO	300	700	1190	616	40
D58EO	300	700	1450	2860	40
D59EO	200	650	1571	1571	40
D5EO	250	300	157	314	40
D60EO	200	650	622	616	40
D61EO	200	450	157	452	40
D62EO	200	650	481	452	40
D63EO	200	650	1018	1018	40
D64EO	200	650	848	1018	40
D65EO	200	450	339	452	40
D66EO	200	450	226	452	40
D67EO	200	450	226	452	40
D68EO	200	500	157	314	40
D69EO	200	500	157	530	40
D6EO	250	300	157	314	40
D70EO	250	550	157	452	40
D71EO	250	550	556	1385	40
D72EO	200	700	710	616	40
D73EO	200	700	1257	805	40
D74EO	200	900	1071	616	40
D75EO	200	900	540	452	40
D76EO	250	900	2199	2199	40
D77EO	250	900	2199	2199	40
D78EO	200	900	481	452	40

D79EO	200	900	1257	1571	40
D7EO	250	300	270	314	40
D80EO	200	400	157	314	40
D81EO	200	450	308	616	40
D82EO	200	400	226	452	40
D83EO	300	1150	226	452	40
D84EO	300	1150	226	452	40
D85EO	300	1150	226	452	40
D87EO	200	2070	157	452	40
D88EO	200	2070	0	0	40
D8EO	300	750	2463	1521	40
D9EO	500	550	1206	942	40
DK1EO	200	400	402	804	40
DK2EO	200	500	804	804	40
DTEO	250	400	157	452	40





ΙΣΟΓΕΙΟ									
KAT.1	K51IS	K52IS	K53IS	K54IS	K55IS				
KAT.2	K17IS	K27IS	K33IS	K33IS	K22IS	K32IS	K38IS		
KAT.3	K51IS	K56IS	K7IS	K8IS					
KAT.4	K18IS	K21IS	K28IS	K31IS	K34IS	K37IS	K44IS	K45IS	K48IS
KAT.5	K43IS	K46IS							
KAT.6	K49IS	K39IS	K40IS	K41IS	K42IS	K36IS	K35IS	K24IS	K25IS
KAT.7	S1IS	S2IS	S3IS	S4IS	S5IS	S6IS			
KAT.8	K29IS	K30IS							
KAT.9	K19IS	K20IS	K12IS	K13IS	K9IS	K14IS	K3IS	K50IS	K6IS
KAT.10	K1AIS	K2AIS	K4IS	K5IS					
KAT.11	K15IS	K16IS							
KAT.12	K10IS	K11IS							
K47	K47IS								